რევაზ კვერენჩხილაძე

ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა



სახელმძღვანელო

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტისა და საქართველოს შმალლესი სამედიცინო საგანმანათლებლო დაწესებულებების საბაკალავრო და სამაგისტრო სასწავლო პროგრამების სტუდენტებისათვის



თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის გამომცემლობა
2012

უაკ (UDC) 613.4
კ 452

რევაზ კვერენჩხილაძე. ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა. თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტისა და საქართველოს უმაღლესი სამედიცინო საგანმანათლებლო დაწესებულებების საბაკალავრო და სამაგისტრო სასწავლო პროგრამების სტუდენტებისათვის. თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. – თბილისი: 2012. - 612 გვ., 63 ცხრილი, 48 სურათი, 17 დანართი.

რევაზ კვერენჩხილაძე – მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, თსსუ-ის გარემოს ჯანმრთელობისა და პროფესიული მედიცინის მიმართულების ხელმძღვანელი, სრული პროფესორი, საქართველოს პროფილაქტიკური მედიცინისა და სამედიცინო-ბიოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიების აკადემიკოსი, ეკოლოგიისა და ცხოველმყოფელობის უსაფრთხოების მეცნიერებათა საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსი, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ევროპის რეგიონული ბიუროს ექსპერტი შრომის მედიცინის სფეროში, ასოციაციის „გარემოს მედიცინა“ პრეზიდენტი.

სახელმძღვანელოს ლაბორატორიულ-პრაქტიკული ნაწილის დამუშავებაში მონაწილეობდნენ:
– გენადი კვერენჩხილაძე, მედიცინის დოქტორი,
– ნუნუ ბიწაძე.

რედაქტორი – ლალი ბაქრაძე, მედიცინის დოქტორი, პროფესორი.

რეცენზენტები – მარინა ლაშხაური, მედიცინის დოქტორი;
– რუსუდან მჟავანაძე, მედიცინის დოქტორი.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს მიერ დამტკიცებულია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სახელმძღვანელოდ (ოქმი №24/8, 2012 წლის 23 მარტი).

© რ. კვერენჩხილაძე, 2012.
© თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, 2012.

სახელმძღვანელოს ან მისი ნაწილის გამრავლება და გამოყენება ავტორის წერილობითი თანხმობის გარეშე დაუშვებელია.

ISBN 978-9941-0-4187-7.

შინაარსი

წინათქმა 13

შესავალი 15

1. გარემოს ჰიგიენა, როგორც მეცნიერება და სასწავლო დისციპლინა 15

2. გარემოს ჰიგიენის განვითარების ძირითადი ეტაპები 19

3. თანამედროვე გარემოს ჰიგიენის თავისებურებები 28

4. გუნებრივი გარემოს ჰიგიენა 41

თავი 1. სასმელი წყლისა და დასახლებების წყალმომარაგების ჰიგიენა 42

1.1. წყლის ფიზიოლოგიური და ჰიგიენური მნიშვნელობა 46

1.1.1. წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მათი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა 46

1.1.2. სასმელი წყლის ჰიგიენური მნიშვნელობა 49

1.2. სასმელი წყლის გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე 51

1.2.1. სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმები 52

1.2.2. სასმელი წყლის როლი ინფექციური დაავადებებისა და ინვაზიების გავრცელებაში 53

1.2.3. სასმელი წყლის ქიმიური შედგენილობის გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე 57

1.3. სასმელი წყლის ჰიგიენური ნორმირება 70

1.3.1. სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირების განვითარების ისტორია 70

1.3.2. სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირების ჰიგიენური პრინციპები 77

1.3.3. ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყლის ხარისხისადმი 78
1.4. წყალმომარაგების სანიტარიულ-ჰიგიენური შეფასება 85
1.5. სასმელი წყალმომარაგების წყაროები 88
1.5.1. წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა და შედარებითი ჰიგიენური დახასიათება 89
1.5.1.1. მიწისქვეშა წყაროები 89
1.5.1.2. ზედაპირული წყაროები 94
1.5.1.3. წყალმომარაგების წყაროების ჰიგიენური კლასიფიკაცია 95
1.5.2. წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული კვლევა 100
1.6. წყლის აღება 102
1.6.1. წყლის აღების ნაგებობების მოწყობა და მათი ჰიგიენური დახასიათება 102
1.7. სასმელი წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონები და მათი ორგანიზაცია 105
1.8. სასმელი წყლის მომზადების ჰიგიენური პრინციპები 113
1.8.1. სასმელი წყლის მომზადების ტექნოლოგიის სანიტარიული მონიტორინგი 113
1.9. სასმელი წყლის მომზადების ძირითადი მეთოდები 114
1.9.1. სასმელი წყლის გაწმენდის ჰიგიენური პრინციპები 115
1.9.1.1. წყლის კოაგულაციის მონოტორინგი 117
1.9.1.2. წყლის გაკამკამებისა და გაუფერულების მეთოდები 121
1.9.2. სასმელი წყალმომარაგების გამწმენდი ნაგებობების ბარიერული როლი 127
1.3.3. სასმელი წყლის გაუსნებოვნების ჰიგიენური პრინციპები 128
1.9.3.1. წყლის გაუსნებოვნების ქიმიური (რეაგენტული) მეთოდები 129
1.9.3.2. წყლის გაუსნებოვნების ფიზიკური (არარეაგენტული) მეთოდები 137
1.9.3.3. წყლის გაუსნებოვნების მონიტორინგი 142
1.10. სასმელი წყლის მომზადების სპეციალური მეთოდები 143
1.11. სასმელი წყლის კონსერვაცია 147
1.12. სასმელი წყალმომარაგების სისტემის სასმელი წყლის შენახვისა და ტრანსპორტირების წესებისა და მეთოდების ჰიგიენური დახასიათება 148
1.13. დასახლების წყალმომარაგების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა 152
1.13.1. სასმელ წყალზე დასახლების მოთხოვნილების დასაბუთების ჰიგიენური შეფასება 154

1.13.2. წყლის დამუშავების საპროექტო ტექნოლოგიური სქემისა და წყალმომარაგების სათავე ნაგებობების განლაგების ადგილის შერჩევა 156
1.13.3. მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყაროებზე აგებული წყალსადენების ნაგებობების ჰიგიენური შეფასება 157
1.13.4. წყალსადენის სანიტარიული დაცვის ზონის პროექტის დასაბუთება და მისი ორგანიზაცია 160
1.14. წყალსადენის ნაგებობების მშენებლობისა და ექსპლუატაციაში მიღების პროცესის სანიტარიული მონიტორინგი 161
1.15. წყალსადენის საწარმოო კონტროლი და ექსპლუატაციის სანიტარიული მონიტორინგი 164
1.16. მცირე მოცულობის სასმელი წყლის მომზადების ჰიგიენური საფუძვლები 165
1.17. სასმელი წყალმომარაგებისა და სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება და სანიტარიული კონტროლი 166
1.17.1. სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება 166
1.17.2. წყლის სინჯის აღება, წყლის ანალიზის ჩატარება და მისი შედეგების გაფორმება 168
1.17.3. წყლის ხარისხის კვლევა 171
1.17.4. წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების შესწავლა 173
1.17.5. სასმელი წყლის ქიმიური უვნებლობის შესწავლა 175
1.17.6. წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების შესწავლა 179
1.18. წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება სანიტარიული კვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზის საფუძველზე 184
1.18.1. სასმელი წყლის ხარისხის კვლევის პროგრამისა და ამოცანის განსაზღვრა 185
1.18.2. სასმელი წყლის ხარისხის მონიტორინგის ორგანიზაცია 186
დანართი 1.1. შახტური ჭის სანიტარიული კვლევის სქემა 189
დანართი 1.2. სიტუაციური ამოცანები 191
დანართი 1.3. საკონტროლო ტესტები 195

თავი 2. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა 199

2.1. წყლის ობიექტების სახეები 199
2.1.1. წყლის ზედაპირული ობიექტები 200
2.1.2. წყლის მიწისქვეშა ობიექტები 203
2.2. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის პრობლემა 203

2.2.1. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის განვითარება 206
2.3. წყლის ობიექტების დაბინძურების წყაროები 208
2.3.1. სამრეწველო ჩამდინარე წყლები 211
2.3.1.1. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ფორმირების პირობების, შედგენილობისა და თვისებების ჰიგიენური შესწავლის მეთოდიკა 212
2.3.2. მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები 215
2.3.3. სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლები 218
2.3.4. საწყლოსნო ტრანსპორტის ჩამდინარე წყლები 219
2.3.5. წყლის ობიექტების დაბინძურების შედეგები 220
2.3.5.1. მიწისქვეშა წყლის ობიექტების დაბინძურების თავისებურებები 221
2.3.6. წყლის ობიექტების დაბინძურების ჰიგიენური კრიტერიუმები 221
2.4. წყლის ობიექტების დაბინძურების გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე; მისი შეფასების კრიტერიუმები 223
2.4.1. წყლის ობიექტების მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე გავლენის თავისებურებები 223
2.4.2. მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე წყლის ობიექტების გავლენის შეფასების მეთოდები და კრიტერიუმები 228
2.4.3. წყლის ობიექტის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის რისკის შეფასება 237
2.5. წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებები 240
2.5.1. ტექნოლოგიური ღონისძიებები 245
2.5.2. სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები 247
2.5.2.1. მექანიკური გაწმენდა 249
2.5.2.2. ბიოლოგიური გაწმენდა 251
2.5.2.3. გაუსნებოვნება 257
2.5.2.4. გამწმენდი ნაგებობების ნალექის გაუსნებოვნება 259
2.5.2.5. საქალაქო ჩამდინარე წყლების მესამეული გაწმენდა 261
2.5.2.6. აღდგენილი წყლის განმეორებითი გამოყენების ჰიგიენური პრინციპები 262
2.5.2.7. მცირე კანალიზაციის გამწმენდი ნაგებობები 264
2.5.2.8. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაწმენდა 267
2.5.3. დამხმარე ღონისძიებები 268
2.5.4. დაგეგმარებითი ღონისძიებები 270

2.6. ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობები 270
2.7. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა 272
2.7.1. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის ტერიტორიის შერჩევა და გამოყოფა 272
2.7.2. წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების სანიტარიული ექსპერტიზა 274
2.7.3. კანალიზაციის პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა 286
2.8. წყლის ობიექტების დაბინძურების წყაროების გამოვლენისა და მათი წყლის ობიექტებზე, წყალმომარაგებაზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლა 297
2.9. ჩამდინარე წყლებისა და მათი დანალექი მასის გაწმენდისა და გაუვნებლების დანადგარების სანიტარიული კვლევა 298
2.10. ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევა 303
2.10.1. ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა 303
2.10.2. ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული ანალიზი 307
2.10.3. დამუშავებული ჩამდინარე წყლების ხარისხის ჰიგიენური შეფასება 311
დანართი 2.1. წყლის ზედაპირული ობიექტის სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევის რუქა 316
დანართი 2.2. სიტუაციური ამოცანები 318
დანართი 2.3. საკონტროლო ტესტები 323

თავი 3. ნიადაგის ჰიგიენა და დასახლებების სანიტარიული დაცვა 328

3.1. ნიადაგის ცნება, მისი მექანიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები 330
3.2. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორები 333
3.3. ნიადაგის ეკოლოგიური ფუნქციები 337
3.4. ნიადაგის ჰიგიენური მნიშვნელობა 338
3.5. დასახლებების ნიადაგის დაბინძურების ჰიგიენური კრიტერიუმები 341
3.6. ნიადაგის დაბინძურების წყაროები 343
3.7. ნიადაგის გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე 350

3.7.1. მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე ნიადაგის გავლენის გზები და თავისებურებები 350
3.7.2. მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე ნიადაგის არასასურველი გავლენა 352
3.7.2.1. ნიადაგის ბუნებრივ შედგენილობასთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის დარღვევები (მიკროელემენტოზი) 352
3.7.2.2. ნიადაგის ტექნოგენურ/ანთროპოგენურ დაბინძურებასთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის დარღვევები 355
3.8. დასახლებების ნიადაგის მდგომარეობისა და შემადგენლობის ჰიგიენური რეგლამენტაციის მეთოდები 359
3.8.1. ნიადაგში ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური ნორმირება 360
3.8.2. ნიადაგის სანიტარიული მაჩვენებლები 364
3.9. დასახლებების ნიადაგის დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებები 364
3.9.1 დასახლებებისა და რეკრეაციული ზონების ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები 368
3. 9.2. ნარჩენების ჯგუფები 370
3.9.3. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვების, გაუვნებლების და უტილიზაციის მეთოდები 371
2.9.4. თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვების, გაუვნებლების და უტილიზაციის მეთოდები 384
3.9.5. მყარი სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებლების ჰიგიენური ასპექტები 385
3.9.6. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები 387
3.9.7. ტექნოგენურად დარღვეული მიწების რეკულტივაციის ღონისძიებები 388
3.10. მიწის ნაკვეთის შერჩევა მყარი და თხევადი ნარჩენების შეკრების, გატანის, გაუვნებლებისა და უტილიზაციის ნაგებობების მშენებლობისათვის 389
3.11. დასახლების სანიტარიული დასუფთავების პრინციპული სქემის შერჩევა და დასაბუთება 394
3.11.1. დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა 394
3.12. ნიადაგის დაბინძურების წყაროების სანიტარიული კ-ვლევა 412
3.13. დასახლებებში ნარჩენების შეკრების, შენახვისა და გაზიდვის სანიტარიული მონიტორინგი 412

3.14. ნარჩენების გაუვნებლებისა და უტილიზაციის დანადგარების რაციონალურად მოწყობისა და ექსპლუატაციის მონიტორინგი 415
3.15. ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური კვლევა 419
3.15.1. ნიადაგის სინჯის აღების წესი 423
3.15.1.1. ნიადაგის სინჯის აღება სანიტარიულ-ქიმიური ანალიზისათვის 424
3.15.1.2. ნიადაგის სინჯის აღება სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური კვლევისათვის 424
3.15.1.3. ნიადაგის სინჯის აღება სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური კვლევისათვის 425
3.15.2. ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევის ჩატარება 426
3.15.2.1. ნიადაგის სანიტარიულ-ფიზიკური კვლევა 427
3.15.2.2. ნიადაგის სანიტარიულ-ქიმიური კვლევა 428
3.15.2.3. ნიადაგის სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური კვლევა 429
3.15.2.4. ნიადაგის სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური კვლევა 430
3.15.2.5. ნიადაგისა და ნარჩენების სანიტარიულ-ენტომოლოგიური კვლევა 431
3.15.3. ნიადაგის სისუფთავის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება 432
3.15.3.1. ნიადაგის ფიზიკური თვისებების ჰიგიენური შეფასება 432
3.15.3.2. ნიადაგის ქიმიური დაბინძურების მაჩვენებლების ჰიგიენური შეფასება 433
3.15.3.3. ნიადაგის რადიომეტრიული კვლევის შედეგების ჰიგიენური შეფასება 436
3.15.3.4. ნიადაგის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მაჩვენებლების (ნიადაგის ბიოლოგიური დაბინძურების ხარისხის) ჰიგიენური შეფასება 438
3.16. დაბინძურებული ნიადაგის მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებსა და ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლა 440
დანართი 3.1. მინის ნაკვეთის სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევის რუქა 444
დანართი 3.2. ნიადაგის ფაქტორის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე გავლენის შესწავლისათვის მოსახლეობის გამოკითხვის ანკეტა 445
დანართი 3.3. სიტუაციური ამოცანები 446
დანართი 3.4. საკონტროლო ტესტები 451

თავი 4. ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენა 457
4.1. ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენური მნიშვნელობა 457
4.2. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის საკანონმდებლო რეგულირება 466
4.3. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემა 467
4.3.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები 468
4.3.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ჰიგიენური პრობლემები 475
4.4. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროები 476
4.4.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ბუნებრივი წყაროები 476
4.4.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ტექნოგენური წყაროები 478
4.4.2.1. სათბობის წვის პროდუქტები 480
4.4.2.2. თბოენერგეტიკა 481
4.4.2.3. სამრეწველო საწარმოები 482
4.4.2.4. სატრანსპორტო კომპლექსი 488
4.4.2.5. აგროსამრეწველო კომპლექსი 492
4.5. ტექნოგენური დამაბინძურებლების ატმოსფეროში გავრცელების კანონზომიერებები 494
4.5.1. ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაფრქვევების დახასიათება 494
4.5.2. ატმოსფეროში ტექნოგენური გამონაფრქვევების გაფანტვაზე მეტეოროლოგიური პირობების გავლენა 497
4.5.3. გამოფრქვევის პირობების გავლენა დამაბინძურებლების განზავებაზე ატმოსფეროში 502
4.5.4. დამაბინძურებლების ტრანსფორმაცია ატმოსფერულ ჰაერში 506
4.5.4.1. დამაბინძურებლების ატმოსფეროში გაფანტვისა და მათი მიწისზედა კონცენტრაციების გაანგარიშების მეთოდები 508
4.6. ატმოსფერული ჰაერის შედგენილობის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე 510
4.6.1. ატმოსფეროს დამაბინძურებლების ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედების სახეები 512
4.6.2. დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შეფასების პრინციპები 518
4.7. დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის ექსპერიმენტული შესწავლისა და შეფასების მეთოდები 521

4.7.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ჰიგიენური ნორმირების მეთოდოლოგია, პრინციპები და მეთოდები 522
4.7.1.1. სამრეწველო გამონაფრქვევებით ატმოსფერულ ჰაერში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერების ზდკ-ის ექსპერიმენტული დასაბუთება 524
4.7.1.2. ატმოსფერულ ჰაერში ნივთიერების ზემოქმედების საორიენტაციო უსაფრთხო დონე 531
4.7.2. დასახლების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასების მეთოდები 532
4.8. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ღონისძიებები 533
4.8.1. დასახლებების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებათა სისტემა 537
4.8.1.1 ტექნოლოგიური და ტექნიკური ღონისძიებები 538
4.8.1.2. სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები 539
4.8.1.3. დაგეგმარებითი ღონისძიებები 546
4.8.1.4. ადმინისტრაციული ღონისძიებები 553
4.8.1.5. საკანონმდებლო ღონისძიებები 555
4.8.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სახელმწიფო კონტროლის სისტემა 555
4.9. სამრეწველო გამონაფრქვევებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა 557
4.10. მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი დანადგარების ექსპლუატაციაში მიღება 562
4.11. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროს სანიტარიული კვლევა 564
4.12. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობაზე დაკვირვების ორგანიზაცია 564
4.13. ლაბორატორიული ანალიზისათვის ჰაერის სინჯის აღების მეთოდები 571
4.14. ატმოსფერული ჰაერის ლაბორატორიული კვლევა 575
4.14.1. მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრა 575
4.14.2. ქიმიური ნივთიერებების კონცენტრაციის განსაზღვრა 576
4.14.3. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხის შეფასება 576
დანართი 4.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროს სანიტარიული კვლევის რუქა 580
დანართი 4.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობაზე დაკვირვების საგუშაგოს აღწერა 582

დანართი 4.3. ცხრილი ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის გამოთვლისათვის ასპირაციული ფსიქრომეტრის საშუალებით 583
დანართი 4.4. სიტუაციური ამოცანები 585
დანართი 4.5. საკონტროლო ტესტები 590

საკონტროლო ტესტების პასუხები 595

ლიტერატურა 596

დანართი 1. გარემოს ჰიგიენის სფეროს მარეგულირებელი ძირითადი საკანონმდებლო-ნორმატიული აქტები 597
დ.1.1. საკანონმდებლო აქტები 597

დ.1.2. გარემოს ჰიგიენის სპეციალობით 2001-2012 წლებში შემუშავებული და საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანებებით დამტკიცებული სანიტარიულ-ჰიგიენური და ეპიდემიოლოგიური ნორმირების ერთიანი სახელმწიფო სისტემის დოკუმენტების ჩამონათვალი 599
დანართი 2. გარემოს ჰიგიენის ტერმინოლოგიის განმარტებითი ლექსიკონი 606

წინათქმა

მოსახლეობის ჯანმრთელობის ყოველმხრივი განმტკიცების, შრომისა და ყოფა-ცხოვრების ოპტიმალური პირობების შექმნის უზრუნველმყოფელი სამედიცინო მეცნიერების მიმართულებაა *პროფილაქტიკური მედიცინა* (ბერძნ. prophylaktikos — დაცვითი), რომელიც ადგენს დაავადებათა თავიდან აცილების ღონისძიებათა კომპლექსის შემუშავების საფუძვლებს. პროფილაქიკური მედიცინის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილია ჰიგიენა.

ჰიგიენა (ბერძნ. higieinos — ჯანმრთელი) – პროფილაქტიკური მედიცინის მიმდინარეობაა, რომელიც სწავლობს გარემოს, ყოფა-ცხოვრებისა და პროფესიული საქმიანობის პირობების გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობაზე და შეიმუშავებს დაავადებების პროფილაქტიკის, საარსებო გარემოსა და ყოფა-ცხოვრების, პროფესიული საქმიანობის ოპტიმალური პირობების შექმნის, ჯანმრთელობის შენარჩუნებისა და სიცოცხლის გახანგრძლივების ღონისძიებებს. ჰიგიენასთან მჭიდროდაა დაკავშირებული ჯანდაცვის პრაქტიკული მიმართულება — სანიტარია.

სანიტარია (ლათინ. sanitas — ჯანმრთელობა) მოიცავს პრაქტიკული სანიტარიულ-ჰიგიენური და ეპიდსანინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავებას და პრაქტიკაში დანერგვას.

ჰიგიენის მნიშვნელოვანი მიმართულებაა გარემოს ჰიგიენა.

გარემოს ჰიგიენის სფეროში მომუშავე სპეციალისტს, მის წინაშე დასმული ამოცანების გადაჭრის უზრუნველყოფისათვის, ათვისებული უნდა ჰქონდეს ძირითადი კანონზომიერებები ადამიანის საარსებო გარემოში (წყალი და წყლის ობიექტები, ნიადაგი, ატმოსფერული ჰაერი, დასახლებების დაგეგმარება, საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი გარემო და სხვ.) არსებული სხვადასხვა ბუნების (ფიზიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური, ფსიქო-სოციალური) ფაქტორების ფორმირების შესახებ, მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე და ჯანმრთელობაზე მათი გავლენის შესახებ; ამასთან ერთად, უნდა ფლობდეს სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევის მეთოდებს, რომელიც გამოიყენება მოსახლეობა ცხოვრების პირობებზე და ჯანმრთელობაზე მოქმედი გარემოს ფაქტორების მდგომარეობის შესწავლისათვის.

გარემოს ჰიგიენის პრობლემებმა სრულიად ახლებური განვითარება ჰპოვა ახალი სოციალურ-პოლიტიკური ურთიერთობების პირობებში. გაღრმავდა წარმოდგენები მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების შესახებ სისტემაში „ადამიანი—გარემო", შეიცვალა და დაზუსტდა ამ კავშირების გამოვლენის პრინციპები და მეთოდები.

აქედან გამომდინარე, პროფილაქტიკური მედიცინის (საზოგადოებრივი ჯანდაცვის) მიმართულებით სპეციალისტების მომზადების პროცესის ოპტიმიზაციისათვის აქტუალურია შესაბამისი სახელმძღვანელოს მომზადება და გამოცემა გარემოს ფაქტორებისა და მოსახლეობის

ჯანმრთელობაზე მათი გავლენის კანონზომიერებების გადმოცემითა და შესწავლის თანამედროვე მეთოდების აღწერით.

გარემოს (კომუნალური) ჰიგიენის სფეროში სასწავლო-მეთოდური მუშაობა ათეული წლების მანძილზე უზრუნველყოფილი იყო ქართველი მეცნიერების მიერ მომზადებული ორიგინალური სახელმძღვანელობით: ა. ხმალაძე — „კომუნალური ჰიგიენა" (1966 და 1971 წწ), ი. შენგელია, ო. შალამბერიძე — „კომუნალური ჰიგიენა" (1973 და 1988 წწ). მათი გამოცემის შემდეგ მნიშვნელოვანი დრო გავიდა; ამ პერიოდში ქვეყანაში მნიშვნელოვანი სოციალურ-პოლიტიკური ძვრები მოხდა, რადიკალურად შეიცვალა დამოკიდებულება მთელი რიგი საკითხებისადმი, რაც გარკვეულად ჰიგიენურ მეცნიერებასა და სანიტარიულ პრაქტიკაზეც აისახა; შეიქმნა სრულიად ახალი საკანონმდებლო-ნორმატიული და მეთოდური ბაზა გარემოს ჰიგიენაში. ამ პერიოდში მნიშვნელოვნად განვითარდა გარემოს ჰიგიენის პრობლემები, რასაც სასწავლო ლიტერატურაში სათანადო ასახვა სჭირდებოდა. ყველა ამ გარემოების გათვალისწინებით ჩვენს მიერ განხორციელდა პირველი ცდა გარემოს ჰიგიენაში თანამედროვე მოთხოვნების სახელმძღვანელოს შექმნისა — „გარემოს ჰიგიენა (კომუნალური ჰიგიენა)" (2008 და 2010 წწ). წინამდებარე სახელმძღვანელო მის შემდგომ განვითარებას წარმოადგენს.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია უმაღლესი სამედიცინო სასწავლებლების სტუდენტებისათვის (ბაკალავრებისა და მაგისტრებისათვის). იგი სრულად შეესაბამება თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტში მოქმედ სასწავლო გეგმას (კურიკულუმს) და მოცემული დისციპლინების („ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა" და „ხელოვნური გარემოს ჰიგიენა") სასწავლო პროგრამებს (სილაბუსებს). სახელმძღვანელოში გადმოცემულია დისციპლინის ყველა ძირითადი თეორიული და ლაბორატორიულ-პრაქტიკული საკითხი მოქმედი სასწავლო პროგრამის ფარგლებში. იგი უმაღლესი სამედიცინო საგანმანათლებლო დაწესებულებების საბაკალავრო და სამაგისტრო სასწავლო პროგრამების სტუდენტებთან ერთად დახმარებას გაუწევს ექიმ-რეზიდენტებს, აგრეთვე გარემოს ფაქტორების მდგომარეობისა და მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებსა და ჯანმრთელობაზე მათი გავლენის (გარემოს ჰიგიენის) შესწავლით დაინტერესებულ სხვადასხვა სპეციალობის პირებს.

იმის გამო, რომ უმაღლეს სამედიცინო სასწავლო დაწესებულებებში ამჟამად მოქმედი სასწავლო გეგმის (კურიკულუმის) შესაბამისად გარემოს ჰიგიენა ისწავლება ორი დამოუკიდებელი სასწავლო დისც.პლინის („ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა" და „ხელოვნური გარემოს ჰიგიენა") სახით, სახელმძღვანელო გაყოფილია ორ ნაწილად.

ავტორი მადლობით მიიღებს ნებისმიერი სახის საქმიან წინადადებასა და შენიშვნას, რომლებიც გათვალისწინებული იქნება სახელმძღვანელოს შემდგომ გამოცემაში.

შესავალი

1. გარემოს ჰიგიენა, როგორც მეცნიერება და სასწავლო დისციპლინა

ადამიანის ნორმალური განვითარებისა და ცხოველმყოფელობის უზრუნველყოფის აუცილებელი პირობაა სათანადო საარსებო გარემოს არსებობა. მისი მიღწევა შესაძლებელია ქვეყნის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობით, რაც სახელმწიფო დონეზე გატარებული ღონისძიებებითაა შესაძლებელი.

განსაკუთრებული სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის გამო, საქართველოს კონსტიტუცია საკანონმდებლო წესით აცხადებს, რომ „მხოლოდ საქართველოს სახელმწიფო ორგანოთა განსაკუთრებულ გამგებლობას მიეკუთვნება: ... ი) გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვების სისტემა" (მუხლი 3). აქედან გამომდინარე, საქართველომ იკისრა ვალდებულება — დაიცვას ადამიანის ერთ-ერთი ძირითადი უფლება — ნორმალური საცხოვრებელი პირობების უზრუნველყოფა: „ყველას აქვს უფლება ცხოვრობდეს ჯანმრთელობისათვის უვნებელ გარემოში, სარგებლობდეს ბუნებრივი და კულტურული გარემოთი" (მუხლი 37.3); „სახელმწიფო ახლანდელი და მომავალი თაობების ინტერესების გათვალისწინებით უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას და ბუნებრივი რესურსებით რაციონალურ სარგებლობას, ქვეყნის მდგრად განვითარებას საზოგადოების ეკონომიკური და ეკოლოგიური ინტერესების შესაბამისად ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველსაყოფად" (მუხლი 37.4); „ყველას აქვს უფლება, დროულად მიიღოს სრული და ობიექტური ინფორმაცია გარემოს მდგომარეობის შესახებ" (მუხლი 37.5)*.

იმავე პრინციპებს აღიარებს ადამიანის უფლებათა საყოველთაო დეკლარაცია: „ყოველ ადამიანს აქვს უფლება ჰქონდეს ისეთი ცხოვრების დონე ... ბინის, სამედიცინო მოვლისა და საჭირო სოციალური მომსახურების ჩათვლით, რომელიც აუცილებელია თვითონ მისი და მისი ოჯახის ჯანმრთელობისა და კეთილდღეობის შესანარჩუნებლად ..." (მუხლი 25.1)**

თავის მხრივ, ადამიანი ვალდებულია გაუფრთხილდეს ბუნებრივ და კულტურულ გარემოს. ქვეყნის ძირითადი კანონის საფუძველზე 1996 წელს მიღებულ იქნა საქართველოს კანონი „გარემოს დაცვის შესახებ"; ამჟამად მზადდება გარემოს დაცვის კოდექსი.

გარემოს დაცვა რთული, მრავალმხრივი პროცესია, რომელიც საერთაშორისო თანამშრომლობას მოითხოვს, რის გამოც დღეისათვის გარე-

---

* მიღებულია საქართველოს პარლამენტის მიერ 1995 წლის 24 აგვისტოს.

** დამტკიცებულია გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის გენერალური ასამბლეის მიერ 1948 წლის 10 დეკემბერს.

მოს დაცვის სფეროში საქართველო 15 საერთაშორისო კონვენციას არის მიერთებული, კიდევ 10 კონვენციასთან მიერთების მიზნით მიმდინარეობს მუშაობა.

გარემოსა და ადამიანის ურთიერთდამოკიდებულების რთული და მრავალმხრივი კომპლექსის სამედიცინო ასპექტებს სწავლობს პროფილაქტიკური მედიცინის მნიშვნელოვანი მიმართულება — გარემოს ჰიგიენა.

გარემოს ჰიგიენა, როგორც ჰიგიენური მეცნიერების დამოუკიდებელი მიმართულება (დისციპლინა), შეისწავლის დასახლებული ადგილების პირობებში გარემოს ფაქტორების გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე, რის საფუძველზეც შეიმუშავებს სანიტარიულ-ჰიგიენურ ნორმატიულ დოკუმენტებს, რომელთა მოთხოვნების დაცვა უზრუნველყოფს მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების კეთილსასურველი პირობების შენარჩუნებას. ჰიგიენის ამ მიმართულებას *გარემოს ჰიგიენა* ეწოდა შესწავლის საგნის — გარემოს ფაქტორების მიხედვით.

გარემოს ფაქტორი — გარემოს ბუნებრივი ან ანთროპოგენური (ხელოვნური) წარმოშობის ნებისმიერი ქიმიური, ფიზიკური, ბიოლოგიური ან ფსიქოფიზიოლოგიური კომპონენტი, რომელსაც შეუძლია გავლენა მოახდინოს ადამიანის ორგანიზმზე და მისი ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.

გარემოს ფაქტორები იყოფა აბიოტურ და ბიოტურ ფაქტორებად.

აბიოტური ფაქტორები არის ორგანიზმზე მოქმედ არაორგანული გარემოს ფაქტორთა ერთობლიობა. აბიოტური ფაქტორები არის ქიმიური (ატმოსფეროს, ზღვისა და მტკნარი წყლის, ნიადაგისა და ფსკერის ნალექების ქიმიური შედგენილობა) და ფიზიკური, ანუ კლიმატური (ტემპერატურა, ატმოსფერული წნევა, ქარი, დინებები, რადიაციული რეჟიმი და სხვ.). დედამიწის ზედაპირის აგებულება (რელიეფი), გეოლოგიური და კლიმატური სხვადასხვაობა განაპირობებს აბიოტური ფაქტორების მრავალფეროვნებას. ეს გარემოება კი განაპირობებს ადამიანის ორგანიზმზე მათი მოქმედების მრავალფეროვნებას.

ბიოტური ფაქტორები არის ადგილსამყოფელის პირობები, რომელსაც ორგანიზმის ირგვლივ არსებული სხვა ორგანიზმები ქმნიან. ცოცხალი არსება სხვა ოგანიზმისათვის შეიძლება იყოს საკვები ან ადგილსამყოფელი, შეიძლება ხელს უწყობდეს მის გამრავლებას, ახდენდეს ქიმიურ, მექანიკურ და სხვა ზემოქმედებას. აბიოტური ფაქტორებისაგან განსხვავებით, ბიოტური ფაქტორების მოქმედება გამოვლინდება სხვადასხვა სახის ცოცხალი ორგანიზმების ერთმანეთზე ურთიერთგავლენით. ბიოტური ფაქტორების მოქმედება შეიძლება გამოვლინდეს არა მარტო უშუალო გავლენით, არამედ ირიბი ზემოქ-მედებითაც, რაც გამოვლინდება გარემოს რომელიმე მაჩვენებლის ცვლილებით (მაგალითად, ნიადაგის შედგენილობის შეცვლა ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის შედეგად ან კონკრეტულ ტერიტორიაზე მიკროკლიმატის შეცვლა ტყის მასივის ან ხელოვნური წყლის ობიექტის — წყალსაცავის

გავლენით), რაც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.

ვინაიდან გარემოს ჰიგიენა გარემოს ფაქტორებსა და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მათ გავლენას შეისწავლის დასახლებების პირობებში, მას აგრეთვე ეწოდება *დასახლებული ადგილების ჰიგიენა.*

საზოგადოების განვითარების გარკვეულ ეტაპზე, ადამიანის საარსებო გარემოში, ძირითადად, მოიაზრებოდა კომუნალურ სფეროსთან დაკავშირებული საკითხები. აქედან გამომდინარე, ჰიგიენის ამ მიმართულებას „კომუნალური ჰიგიენა" ეწოდა.

გარემოს ჰიგიენის, როგორც პროფილაქტიკური მედიცინის ერთერთი მიმართულების, *მიზანია* მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვა გარემოს ფაქტორების მონიტორინგის, ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასებისა და პროფილაქტიკური ღონისძიებების შემუშავების გზით.

გარემოს ჰიგიენის ძირითადი *ამოცანებია:* სანიტარიულ-ჰიგიენური და სანიტარიულ-ეპიდსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავება და მათი გატარებისადმი კონტროლი (მონიტორინგი), რაც უზრუნველყოფს გარემოს ფაქტორების (წყლისა და წყლის ობიექტების, ნიადაგის, ატმოსფერული ჰაერის) და საარსებო გარემოს (საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების, დასახლებების, ფსიქო-სოციალური ფაქტორების) მდგომარეობის გაჯანსაღებას, შრომისა და დასვენების პირობების გაუმჯობესებას, გარემოსდაცვითი ღონისძიებების პრიორიტეტული მიმართულებების გამოვლენას, მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუმჯობესებას — ავადობის დონის შემცირებას; დანერგილ გამაჯანსაღებელ ღონისძიებათა სამედიცინო-ჰიგიენური, ბუნებისდაცვითი და ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასებას.

გარემოს ჰიგიენის მიმართულებით საქმიანობის სფერო, ძირითადი უფლებები და მოვალეობები განსაზღვრულია საქართველოს კანონმდებლობით; მათგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია საქართველოს კანონი „საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის შესახებ"*; ხოლო პრაქტიკული საქმიანობა რეგულირდება კანონქვემდებარე აქტების სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიულ-მეთოდური დოკუმენტების საფუძველზე, რომელიც ადამიანის საარსებო გარემოს თითქმის ყველა სფეროს ეხება**

გარემოს ჰიგიენა მჭიდროდაა დაკავშირებული ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებასთან. სამრეწველო სიმძლავრეების მნიშვნელოვნად ზრდამ მსხვილი სამრეწველო ცენტრების განვითარება გამოიწვია, რაც დაკავშირებულია სამრეწველო ნარჩენების დიდი რაოდენობით წარმოქმნასთან. ეს გარემოება განაპირობებს ატმოსფერული ჰაერის, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების, ნიადაგის მნიშვნელოვან დაბინძურებას, რაც დაკავშირებულია ადამიანის საარსებო გარემოს შემადგენლობისა და თვისებების შეცვლასთან; ეს კი, თავის მხრივ, გავ-

---

* დამტკიცებულია საქართველოს პრეზიდენტის 2007 წლის 22 ივნისის 5049-Iს ბრძანებით (სსმ, ნაწილი I, 2007, 26).

** ნორმატიულ-მეთოდური აქტების ჩამონათვალი — იხ. დანართი 1.

ლენას ახდენს ამ ტერიტორიაზე დასახლებული ადამიანების *ჯანმრთელობის მდგომარეობის* ფორმირებაზე.

წარმოშობის მიხედვით, გარემოს ფაქტორები არის ბუნებრივი და ანთროპოგენური (ხელოვნური). აქედან გამომდინარე, შესწავლის საგნის მიხედვით, გარემოს ჰიგიენა მეთოდური თვალსაზრისით ორ ნაწილად იყოფა — ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა და ხელოვნური გარემოს ჰიგიენა.

ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა მოიცავს გარემოს იმ ფაქტორების შესწავლას, რომელთა არსებობაც ადამიანისათვის ბუნებრივია და მის საარსებო გარემოს წარმოადგენს. ეს ფაქტორებია: სასმელ-სამეურნეო წყალი და წყლის ობიექტები, ნიადაგი, ატმოსფერული ჰაერი. მართალია, თავისი საქმიანობის შედეგად ადამიანი გარკვეულ გავლენას ახდენს ამ ფაქტორების მდგომარეობაზე, მაგრამ ამ შემთხვევაში საკითხისადმი მეთოდური მიდგომის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ეს ფაქტორები ადამიანის, როგორც ბიოლოგიური არსების, არსებობის აუცილებელი პირობაა. რაც შეეხება მათი თვისებების შეცვლას ადამიანის საქმიანობის შედეგად, სწორედ ეს არის ჰიგიენის შესწავლია საგანი.

ხელოვნური გარემოს ჰიგიენა შეისწავლის ადამიანის საარსებო გარემოს ისეთ ფაქტორებს, რომლებიც არსებითად შექმნილია ადამიანის საქმიანობის შედეგად (ანთროპოგენური და ტექნოგენური ფაქტორები). ამ ხელოვნურ ფაქტორებს მიეკუთვნება: დასახლებების დაგეგმარება და განაშენიანება; საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობები; სამედიცინო დაწესებულებები; დასახლებებში ფიზიკური ფაქტორები. ეს ფაქტორები შექმნილია ადამიანის მიერ, მისი საარსებო მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, საყოფაცხოვრებო და საწარმოო ფუნქციების განხორციელების უზრუნველსაყოფად. ამდენად, ბუნებრივია, ისინი გარემოს ხელოვნურ ფაქტორებს მიეკუთვნება.

ამასთან ერთად, ქვეყნის ინდუსტრიალიზაციასთან დაკავშირებული ინტენსიურად მიმდინარე ურბანიზაციის პროცესი არსებითად ცვლის მოსახლეობის *ცხოვრების პირობებს*. ყველა ეს გარემოება მოითხოვს შესწავლასა და შესაბამისი *გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების* გატარებას.

გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების გატარება და, საერთოდ, პროფილაქტიკური მედიცინის პრიორიტეტულობის პრაქტიკული რეალიზაცია საზოგადოებას მისცემს არა მარტო სამედიცინო და სოციალურ ეფექტს, არამედ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტსაც: დადგენილია, რომ პროფილაქტიკური ღონისძიებების გატარება 7-ჯერ ნაკლები ჯდება იმ თანხასთან შედარებით, რომელიც საჭიროა ამ ღონისძიების გაუტარებლობის შემთხვევაში განვითარებული დაავადების ან სხვა დარღვევის აღმოფხვრისათვის. ეს ფაქტი თვალსაჩინოდ გვიჩვენებს პროფილაქტიკური მედიცინის წამყვან როლსა და პრიორიტეტულობას საზოგადოების ჯანმრთელობის შენარჩუნების საქმეში.

2. გარემოს ჰიგიენის განვითარების ძირითადი ეტაპები

გარემოს ჰიგიენის (კომუნალური ჰიგიენის), როგორც პროფილაქტიკური მედიცინის დამოუკიდებელი მიმართულების, ჩამოყალიბება და განვითარება მჭიდროდაა დაკავშირებული საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკურ და პოლიტიკურ განვითარებასთან.

ადამიანი თავის ყოველდღიურ ცხოვრებაში იყენებდა ცალკეულ ჩვევებს და წესებს, რომელიც გარემოს არახელსაყრელ პირობებში ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში ეხმარებოდა. ასეთი ემპირიული ცოდნის დაგროვების შედეგად თანდათან ჩამოყალიბდა სახალხო მედიცინა, საიდანაც სათავეებს იღებს ჰიგიენა. ამ ეტაპზე ჰიგიენის, როგორც მეცნიერების შესახებ, საუბარი შეუძლებელია. მაგრამ ადამიანმა გააცნობიერა, რომ ცალკეული ავადმყოფის მკურნალობის გზით შეუძლებელია დაავადების მასობრივი გავრცელებისაგან თავის დაცვა და მკურნალობასთან ერთად მეტად მნიშვნელოვანია დაავადების განვითარების თავიდან აცილება.

პირველი ცნობები მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გარემოს ფაქტორების როლის შესახებ გვხვდება საზოგადოების განვითარების ადრეულ ეტაპებზე.

ძველი ინდოელი ექიმების წარმოდგენით, ადამიანის დაავადება მხოლოდ ღმერთების მრისხანებას ან დემონების ბოროტ ძალებს როდი მიეწერებოდა. დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდნენ მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს, კვებასა და ჰიგიენის მდგომარეობას.

ჯერ კიდევ ჩვენს ერამდე 1000-500 წწ, ძველ ინდოეთში, ცნობილი იყო ბევრი ჰიგიენური წესი, რომელიც შემდეგ შევიდა მანუს კანონთა კრებულში. ძველინდური მედიცინის ნიშანდობლივი თავისებურებაა ჰიგიენური მიმართულება: დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა ინდივიდუალური და საზოგადოებრივი ჰიგიენის წესების დაცვას. მანუს კანონებით, დაგმობილი იყო ზედმეტი ნაყროვანება, ხორცის ჭარბად მოხმარება; უპირატესობა ენიჭებოდა რძესა და რძის პროდუქტებს, თაფლს, ახალ მცენარეულ საკვებს, ხილს. კვების პროდუქტების ნარჩენები, ნარეცხი წყალი და სხვა სიბინძურე საცხოვრებელი ადგილი-დან შორს მიჰქონდათ. ძვ. წ. IV-III ათასწლეულების მიჯნაზე არსებობდა კეთილმოწყობილი კანალიზაცია, რომლის მთავარი მაგისტრალის მილების დიამეტრი 2 მ-ს აღწევდა.

ძვ. წ. XVIII ს-ში ბაბილონის მეფე ჰამურაბის კანონთა კოდექსში, რომელიც 282 მუხლს შეიცავდა, 9 მუხლი მედიცინას ეხებოდა, რომელშიც პროფილაქტიკის საკითხებიც იყო მოცემული.

ჰიგიენის ისტორიისათვის განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს პროფილაქტიკის იდეების განვითარება ძველ ეგვიპტესა და საბერძნეთში, რომის იმპერიაში. ძველ ეგვიპტეში ტარდებოდა ნიადაგის დაშრობის სამუშაოები, არსებობდა ქუჩების კეთილმოწყობისა და მოვლის წესები, ეწყობოდა წყალსადენები და ა.შ.

ანტიკურ ხანაში (ძველ საბერძნეთში) უკვე სისტემატიზებული იყო ჰიგიენური ცოდნის საფუძვლები. მეცნიერული მედიცინის ფუძემდებელი ჰიპოკრატე (ძვ.წ. 460-370 წწ), სამკურნალო მედიცინის სფეროში დაგროვილი ცოდნის გაანალიზების შედეგად მივიდა დასკვნამდე, რომ ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის აუცილებელია დასახლებების ფაქტორების შესწავლა, რასაც მიუთითებდა თავის შრომებში „ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის შესახებ", „ცხოვრების ჯანსაღი წესის შესახებ" და სხვ. მათში ჰიპოკრატემ პირველად მოგვცა ცნობები ადამიანის ჯანმრთელობისათვის გარემოს ფაქტორების (ჰაერის, წყლის, ნიადაგის) როლის შესახებ.

ჰიპოკრატეს პროგრესულმა შეხედულებებმა დიდი როლი შეასრულა მედიცინის განვითარებაში. მედიცინის ისტორიაში შევიდნენ არისტოტელე, ასკლეპიოსი—ესკულაპი, გალენი და სხვ.

ქართული მედიცინის ისტორიისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ასკლეპიოსს.

ასკლეპიოსი (რომაულ მითოლოგიაში — ესკულაპი) მითიური მკურნალი, ადამიანთა გამაჯანსაღებელი აპოლონის შვილია. იგი მიცვალებულებსაც კი აცოცხლებდა.

მეცნიერთა ერთი ნაწილი ასკლეპიოსს კოლხიდელს ეძახის, და არც თუ უსაფუძვლოდ: ესაა უპირველეს მკურნალ-გრძნეულის მედეას სამშობლო, და სამკურნალო საქმესაც აქ უძველესი ძირები აქვს გადგმული. ძველი კოლხეთის მიწის შრეებში აღმოჩენილი „აფთიაქი" და მისი მოწყობილობა, წამლის შესანახი ნიშების „ფიჭა", სადღი ქილები და სხვ. მოწმობს, რომ ჩვენში „ასკლეპიოსისა და მედეას ხელოვნება" მაღალ დონეზე მდგარა. ძვ.წ. III ს-ში და ბევრად უფრო ადრეც უკვე იცოდნენ, რომ „უვიცის ხელში წამალი საწამლავია, გონიერის ხელში — უკვდავების წყარო" (ინდიელი ბრძენი სუშრუტი).

მედეა (ძვ.წ. VIII-VI სს) — კოლხთა მეფის, აიეტის, ასული, „მსოფლიოს უდიდესი ჯადოქარი", ექიმი, ბალახთა და წამალთა მესაიდუმლე, მედიცინის დედამთავარი, რომლის სახელიც დაედო ძირად ტერმინს „მედიცინა". იგი ითვლება ისტორიულ პიროვნებად, რომელიც მისი დედის, ჰეკატეს, ბაღის მცენარეებიდან ამზადებდა სასწაულმოქმედ წამლებს. მედეას სამედიცინო ავტორიტეტს ამაგრებს ქართული ხალხური მედიცინის გენია მინდია.

ასკლეპიოსის ქალიშვილები იყვნენ ჰიგეა („ჯანმრთელობა") და პანაცეა („ყოვლისმკურნალი").

ჰიგეა (Hygea) — ჯანმრთელობის ქალღმერთი, განსაკუთრებით განდიდებული იყო ათენში ძვ. წ. V ს-დან. გამოისახებოდა სიცოცხლით სავსე ლამაზ ქალიშვილად, თავზე დიადემით; მარჯვენა ხელში ფიალა ეჭირა, საიდანაც მხარზე გადაწოლილი და მკერდზე დასვენებული გველი იკვეთებოდა. ეს ძველბერძნული გამოსახულება იქცა მედიცინის ემბლემად (ფიალაზე დახვეული გველი). მის სახელს უკავშირდება ტერმინი „ჰიგიენა".

საქართველოში უძველესი დროიდანვე ფართოდ იყო გავრცელებული ჰიგიენური ჩვევები და ნესები. არქეოლოგიური გათხრების დროს ნაპოვნია ჰიგიენური დანიშნულების საგნები და დაწესებულებები: ძვლისა და ბრინჯაოს სავარცხლები, რომლებიც ძვ.წ. მეორე ათასწლეულს განეკუთვნება; მცხეთაში აღმოჩნდა აბანო, რომელიც ჩვ.წ. I-II სს-ს მიეკუთვნება.

შუა საუკუნეებში ქართული სამედიცინო კულტურის განვითარებაში თვალსაჩინო როლი შეასრულა ილარიონ ქართველმა (822-875 წწ).

XVI ს-ის ცნობილი სამედიცინო ძეგლი — ზაზა ფანასკერტელციციშვილის „სამკურნალო წიგნი-კარაბადინი" მტკიცედ ეყრდნობა წინა პერიოდებში შექმნილ ქართულ დამწერლობით სამედიცინო ძეგლებს და იძლევა მნიშვნელოვან ცნობებს იმ დროის სამედიცინო კულტურის მონაპოვრების შესახებ. იგი შეიცავს საკმაოდ ბევრ ჰიგიენურ პოსტულატს. ჰიგიენის საკითხებს შეიცავს, ასევე, „იადიგარ დაუდი".

ცნობილია ილია ჭავჭავაძის როლი მოსახლეობის სანიტარიული მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის ზრუნვაში, რის გამოც იგი 1892 წ აირჩიეს სანიტარიულ მზრუნველად. მისი ზრუნვის ძირითადი საგანი იყო მოსახლეობის დაცვა ქოლერის წყლისმიერი გავრცელებისაგან.

გარემოს (დასახლებების) ჰიგიენის საკითხები ყურადღებას იქცევდა ჰიგიენური აზროვნების ფორმირების საწყისი ეტაპიდანვე. დასავლეთ ევროპის წამყვანი ჰიგიენისტების — მ. პეტენკოფერის, კ. ფლიუგეს, მ. რუბნერის შრომებში ასახულია ძირითადი საკითხები, რომლებიც შემდგომში კომუნალური (გარემოს) ჰიგიენის საფუძველი გახდა.

XIX ს-ის მეორე ნახევარში ნათელი გახდა, რომ ჰიგიენა — გამაფრთხილებელი მედიცინა, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მოსახლეობის დაავადებებისაგან დაცვის საქმეში. რუსეთში ამ აზრს ავითარებდა კლინიკური მედიცინის კორიფე ნ.ი. პიროგოვი: „მე მჯერა ჰიგიენისა. აი, სად არის ჭეშმარიტი პროგრესი ჩვენი მეცნიერებისა. მომავალი ეკუთვნის დაცვით მედიცინას". ამ პერიოდში ჰიგიენა ვითარდებოდა, როგორც ექსპერიმენტული მეცნიერება. მეცნიერულ ჰიგიენას საფუძველი ჩაუყარეს ა.პ. დობროსლავინმა და ფ.ფ. ერისმანმა.

ა.პ. დობროსლავინი (1842-1889) ხელმძღვანელობდა მის მიერ ორგანიზებულ ჰიგიენის კათედრას პეტერბურგის სამხედრო სამედიცინო აკადემიაში. იგი ჰიგიენაში ექსპერიმენტული მიმართულების შემქმნელია.

გარემოს ჰიგიენის განვითარებაში განსაკუთრებული როლი მიუძღვის მოსკოვის უნივერიტეტის პროფესორს ფ.ფ. ერისმანს (ფრიდრიხ გულდრეიხი, 1842-1915), შვეიცარიელ მეცნიერს, რომელიც 1869-1896 წწ რუსეთში მოღვაწეობდა. ის 1882 წლიდან განაგებდა მოსკოვის უნივერსიტეტის ჰიგიენის კათედრას. ფ.ფ. ერისმანი აქტიურად ავითარებდა ჰიგიენის სანიტარიულ პრაქტიკასთან კავშირის კურსს; ჰიგიენურ კვლევებში სამედიცინო და ფიზიოლოგიური მიმართულების, მისი საზოგადოებრივი ხასიათის აქტიური პროპაგანდისტი იყო: „ჩამოაცილეთ ჰიგიენას მისი საზოგადოებრივი ხასიათი, და თქვენ მას მიაყენებთ სასიკვდილო

დარტყმას, გადააქცევთ მას გვამად, რომლის გაცოცხლებაც შეუძლებელი იქნება".

დასახლებების პირობებში მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მოქმედი ფაქტორების მრავალფეროვნებამ და მათი მოქმედების კომპლექსურობამ დღის წესრიგში დააყენა ჰიგიენიდან ახალი დამოუკიდებელი მიმართულების (დისციპლინის) — გარემოს ჰიგიენის გამოყოფის აუცილებლობა.

გარემოს ჰიგიენა დამოუკიდებელი მეცნიერებისა და დისციპლინის სახით ჩამოყალიბდა XX ს-ის პირველ მეოთხედში. მისი განვითარების საწყის ეტაპზე წამყვანი იყო ე.წ. სანიტარიულ-ტექნიკური მიმართულება — საკითხი შემოიფარგლებოდა ადამიანის საარსებო გარემოს მდგომარეობის შესწავლით, ადამიანის ჯანმრთელობაზე მისი გავლენის გათვალისწინების გარეშე.

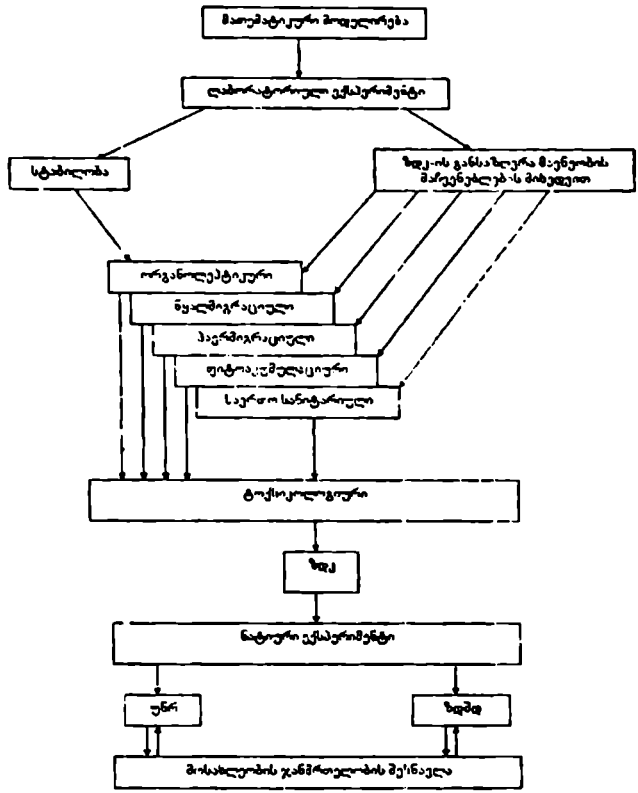
უკვე ამავე საუკუნის 40-იან წლებში იგი აღწერითი მეთოდიდან გადავიდა განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე — გარემოს ფაქტორების ნორმირებაზე. „მეცნიერება იწყება იქედან, როდესაც იწყება გაზომვა. მეცნიერება წარმოუდგენელია ზომის გარეშე" (დ.ი. მენდელეევი). ჰიგიენაში, კერძოდ, გარემოს ჰიგიენაში, ასეთ ზომას წარმოადგენს *ჰიგიენური ნორმატივი* — გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია/დონე. ჰიგიენური ნორმატივის შემუშავება — ჰიგიენური ნორმირება, საკმაოდ შრომატევადი, კომპლექსური და მრავალეტაპიანი სამუშაოა. ნიმუშად წარმოდგენილია ნიადაგში ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებების ნორმირების პრინციპული სქემა (სურ. 1.).

გარემოს ფაქტორების ჰიგიენური ნორმირება გულისხმობს გარემოს ფაქტორების ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების უსაფრთხო სიდიდეების ინტენსიურობისა და ხანგრძლივობის დადგენას.

ამა თუ იმ ფაქტორის დადგენილი ნორმატივი არ არის უცვლელი სიდიდე. პერიოდულად ხდება მისი გადასინჯვა — არსებული ნორმატივის შეცვლა (გაზრდა ან შემცირება) ახალი მონაცემების საფუძველზე. ეს ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც დაგროვდება სარწმუნო მონაცემები დადგენილი ნორმატივის შეცვლის აუცილებლობის შესახებ.

XX ს-ის 50-იანი წლებიდან წამყვანი გახდა ადამიანის ჯანმრთელობაზე და მისი ცხოვრების პირობებზე გარემოს ფაქტორების გავლე-ნის შეფასება, რაც, ფაქტიურად, წარმოადგენდა გარემოს (კომუნალური) ჰიგიენის ფიზიოლოგიური მიმართულების პრიორიტეტის აღიარებას. ამ პერიოდიდან განვითარდა კომუნალური ჰიგიენის ახალი სამეცნიერო მიმართულება — ადამიანის საარსებო გარემოს ფაქტორების ჰიგიენური ნორმირება.

აქტუალური გახდა ადამიანის საარსებო გარემოს მრავალფეროვანი ფაქტორების ჰიგიენური ნორმირება — ადამიანის საარსებო ხელოვნური გარემოს ფაქტორების (მიკროკლიმატის) ნორმირება, დასახლებებში ფიზიკური ფაქტორების ზღვრულად დასაშვები დონეების დადგენა,



სურ. 1. გარემოს ფაქტორების ჰიგიენური ნორმირების პრინციპული სქემა

დასახლებების გარემოს ობიექტებში (წყალი და წყლის ობიექტები, ნიადაგი, ატმოსფერული ჰაერი) ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების დადგენა, დასახლებების დაგეგმარებისა და კეთილმოწყობის ჰიგიენური ასპექტების გადაწყვეტა და ა.შ.

ამ მიმართულებით ახალ ეპოქას დაუდო სათავე XVIII საუკუნეში გერმანელი ჰიგიენისტების — პეტენკოფერისა და ფლიუგეს კვლევებმა.

უმაღლეს სამედიცინო განათლებას რუსეთში საფუძველი ჩაეყარა პირველი ჰიგიენის კათედრის გახსნით ყაზანის საიმპერატორო უნივერსიტეტში, პროფესორ ა.ი. იაკობის ხელმძღვანელობით.

გარემოს (კომუნალური) ჰიგიენის განვითარებაში მნიშვნელოვანია ა.პ. დობროსლავინის, ფ.ფ. ერისმანის, გ.ვ. ხლოპინის, ზ.გ. ფრენკელის, ა.ნ. სისინის, ა.ნ. მარზეევის, ს.ნ. ჩერკინსკის, ვ.ა. რიაზანოვის, ე.ი. გონჩარუკის, ნ.ფ. იზმეროვის წვლილი.

საქართველოში გარემოს ჰიგიენის საკითხებზე პირველი მონაცემები გვხვდება კავკასიის საექიმო საზოგადოების (ფუნქციობდა 1864-1928 წლებში) სხდომათა ოქმებში, რომლებშიც აღნიშნულია გარემოს გაჯანსაღების მიზნით სანიტარიული ღონისძიებების გატარების აუცილებლობის შესახებ.

საქართველოში ჰიგიენური მეცნიერების ფუძემდებელია სიმონ ამირეჯიბი (1877-1936). იგი წლების განმავლობაში ხელმძღვანელობდა მისი ინიციატივით 1920 წელს დაარსებულ თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ჰიგიენის კათედრას ეპიდემიოლოგიით. 1926 წელს თბილისის სანიტარიულ-ჰიგიენური ლაბორატორიის ბაზაზე ჩამოყალიბდა სანიტარია-ჰიგიენის ინსტიტუტი (ამჟამად გ. ნათაძის სახელობის სანიტარიის, ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი), რომელსაც იგი წლების განმავლობაში ხელმძღვანელობდა. აღნიშნული ინსტიტუტის მიერ შესრულებულია მეტად მნიშვნელოვანი მეცნიერული დამუშავებები გარემოს ჰიგიენის საკითხებში, რაც დღესაც წარმატებით გრძელდება.



სიმონ ამირეჯიბი



გიორგი ნათაძე

საქართველოში გარემოს ჰიგიენა, როგორც სასწავლო დისციპინა, კომუნალური ჰიგიენის სახელწოდებით, 1930 წლიდან ისწავლება, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტში (ამჟამად უნივერსიტეტში) სანიტარიულ-პროფილაქტიკური ფაკულტეტის ჩამოყალიბების შემდეგ. განვლილ პერიოდში აღნიშნული ფაკულტეტი სხვადასხვა სახელწოდებით ფუნქციობდა — სანიტარიულ-ჰიგიენური, პროფილაქტიკური მედიცინის, პრევენციული მედიცინისა და ჯანდაცვის მენეჯმენტის; ამჟამად — საზოგადოებრივი ჯანდაცვის.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტში კომუნალური ჰიგიენის კურსი დაარსდა 1938 წელს (ხელმძღვანელი — პროფ. შ. ხაჩიძე), ხოლო 1943 წელს ჩამოყალიბდა კათედრა, რომელსაც დაარსებიდან 1960 წლამდე ხელმძღვანელობდა დოც. ლ. წერეთელი. 1960 წელს

კომუნალური ჰიგიენა გაერთიანდა ზოგადი ჰიგიენის კათედრასთან კურსის სახით, რომელსაც 1960-1961 წლებში ხელმძღვანელობდა პროფ. ვ. კაციტაძე, ხოლო 1962-1975 წლებში პროფ. ი. შენგელია. 1975 წელს შეიქმნა კომუნალური და კვების ჰიგიენის კათედრა (კათედრის გამგე პროფ. ი. შენგელია), ხოლო 1981 წელს კომუნალური და რადიაციული ჰიგიენის კათედრა, რომელსაც 1986 წლამდე ხელმძღვანელობდა პროფ. ი. შენგელია, ხოლო 1986-2001 წლებში პროფ. კ. გელაშვილი. 2001 წლიდან კომუნალური ჰიგიენა გაერთიანდა ახალშექმნილ გარემოს ჰიგიენისა და პროფესიულ დაავადებათა კათედრის შემადგენლობაში (კათედრის გამგე პროფ. რ. კვერენჩხილაძე). 2006-2009 წლებში აღნიშნული დისციპლინა გაერთიანებული იყო გარემოსა და პროფესიული მედიცინის დეპარტამენტის, ხოლო 2009 წლიდან გარემოს ჯანმრთელობისა და პროფესიული მედიცინის მიმართულების შემადგენლობაში (ხელმძღვანელი — პროფ. რ. კვერენჩხილაძე).



შალვა ხაჩიძე



ლევან წერეთელი

საქართველოში ჰიგიენური მეცნიერების, კერძოდ, გარემოს ჰიგიენის განვითარება მჭიდროდაა დაკავშირებული პროფესორ ალექსანდრე ხმალაძის სახელთან (1890-1972 წწ). მისი უშუალო მონაწილეობით თბილისში დაარსდა შრომის ჰიგიენის ლაბორატორია, რომელსაც თვითონ ედგა სათავეში. ამ ლაბორატორიის ბაზაზე 1931 წ ჩამოყალიბდა საკავშირო პროფსაბჭოს შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომლის მეცნიერულ მუშაობას იგი ხელმძღვანელობდა. ა. ხმალაძე სხვადასხვა დროს ხელმძღვანელობდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტისა და თბილისის ექიმთა დახელოვნების სახელმწიფო ინსტიტუტის კათედრებს.

საქართველოში გარემოს ჰიგიენის განვითარებასა და პროფილაქტიკური მედიცინის ამ მიმართულებაში სპეციალისტების მომზადებაში მნიშვნელოვანი წვლილი მიუძღვით ქართველ ჰიგიენისტებს, პრო-

ფესორებს — გ. ნათაძეს, ვ. კაციტაძეს, ი. შენგელიას, ო. შალამბერიძეს, ა. ზაალიშვილს, მ. მამაცაშვილს, ა. გოგოლს, რ. ხაზარაძეს; დოცენტებს — ე. სებისკვერაძეს, ო. ხომერიკს, მ. ქურხულს და სხვ. ამ სფეროში დღეს აქტიურ საქმიანობას ეწევიან პროფესორები კ. გელაშვილი, ნ. ვეფხვაძე, ლ. ბაქრაძე, მ. გიორგობიანი, ბ. ზურაშვილი, ნ. კილაძე; მედიცინის დოქტორები მ. ლაშხაური, რ. მჟავანაძე; ნ. ბინაძე და სხვ.



ვასილ კაციტაძე



იოსებ შენგელია

უკანასკნელ პერიოდში ადრე არსებული ტერმინი „კომუნალური ჰიგიენა" შეიცვალა ტერმინით „გარემოს ჰიგიენა" ეს ფაქტი განაპირობა იმ გარემოებამ, თანამედროვე გარემოს ჰიგიენა შეისწავლის საკითხთა ფართო სპექტრს, რომელიც მოიცავს ადამიანის საარსებო გარემოს მრავალ ასპექტს, რაც მნიშვნელოვნად სცილდება კომუნალური მომსახურების სფეროს.

კომუნალური მომსახურება არის მოსახლეობის ცხოვრების კომფორტული პირობების შექმნის მიზნით კომუნალური მომსახურების განმახორციელებლის საქმიანობა ცივი და ცხელი წყალმომარაგების, კანალიზაციის, ელექტრომომარაგების, აირმომარაგებისა და გათბობის უზრუნველყოფისათვის.

კომუნალური მომსახურების განმახორციელებელია იურიდიული პირი, აგრეთვე ინდივიდუალური მეწარმე, რომელიც პასუხისმგებელია სახლის შიდა საინჟინრო სისტემების მომსახურებაზე.

კომუნალური მომსახურება ხორციელდება შესაბამისი ნორმატიული აქტის საფუძველზე.



ოთარ შალამბერიძე

როგორც ვხედავთ, თანამედროვე პირობებში გარემოს ჰიგიენის შესწავლის სფერო მნიშვნელოვნად სცილდება კომუნალური მომსახურების საკითხებს და, ამდენად, სრულიად გამართლებულია საგნის დასახელების შეცვლა. დღევანდელი გარემოს ჰიგიენა მოიცავს ადამიანის საარსებო გარემოს მრავალ ფაქტორს. იგი შეისწავლის ცხოვრების ნორმალური პირობების შექმნისათვის აუცილებელი გარემოს ფაქტორების მდგომარეობას და შეიმუშავებს მათი შემდგომი ოპტიმიზაციის ღონისძიებებს. ლოგიკურია, რომ დისციპლინას ეწოდა „გარემოს ჰიგიენა", რადგან იგი უფრო სრულად ასახავს საგნის შესწავლის სფეროს, ვიდრე ტერმინი „კომუნალური ჰიგიენა"

გარემოს ჰიგიენის, როგორც დამოუკიდებელი სამედიცინო მეცნიერების, განვითარებასთან ერთად წარმოიბდა მისი დიფერენცირება ცალკეულ მიმართულებებად. დღეისათვის გარემოს ჰიგიენაში, შესწავლის ობიექტის შესაბამისად, ფორმირებულია შემდეგი ძირითადი მიმართულებები:

- სასმელი წყლისა და დასახლებების წყალმომარაგების ჰიგიენა;
- წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა;
- ნიადაგის ჰიგიენა და დასახლებების სანიტარიული დაცვა;
- ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენა;
- დასახლებების დაგეგმარებისა და განაშენიანების ჰიგიენა;
- საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების ჰიგიენა;
- სამედიცინო დაწესებულებების ჰიგიენა;
- დასახლებების ფიზიკური ფაქტორების ჰიგიენა.

გარემოს ჰიგიენა კომპლექსური სამედიცინო სამეცნიერო მიმართულებაა და, აქედან გამომდინარე, თავის კვლევებში ფართოდ გამოიყენებს ფუნდამენტური მეცნიერებების მეთოდებს — ფიზიკის, ქიმიის, ადამიანის ფიზიოლოგიის, ბიოქიმიის და სხვ., აგრეთვე სანიტარიული აღწერის, ჰიგიენური კარტოგრაფირების, მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებს. პერსპექტიულია და სულ უფრო ფართოდ ინერგება მათემატიკური მოდელირების მეთოდები.

გარემოს ჰიგიენის სფეროში სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიული აქტების (სანიტარიული წესების, ჰიგიენური ნორმატივების და სხვ.) შემუშავების პრინციპული საფუძველია ჯანმრთელობაზე მოქმედი ადამიანის არსებობის ხელოვნური გარემოს ფაქტორებისა და დასახლებების ბუნებრივი ფაქტორების ზღვრულად დასაშვები სიდიდეების (ზღვრუ-

ლად დასაშვები კონცენტრაციების და ზღვრულად დასაშვები დონეების) დასაბუთება.

ნორმატიული აქტების მოთხოვნების დაცვა შესაბამისი სფეროს სპეციალისტების კომპეტენცია და მოვალეობაა, ხოლო სანიტარიულ-ჰიგიენური სფეროს სპეციალისტი ახორციელებს მონიტორინგს ამ მოთხოვნების შესრულებაზე*. ამ მიზნის მისაღწევად იგი გარკვეულ კომპეტენციას უნდა ფლობდეს მომიჯნავე მეცნიერებებში (სპეციალობებში) და მჭიდრო კონტაქტი უნდა ჰქონდეს შესაბამის სპეციალისტებთან. პრობლემისადმი ასეთი, კომპლექსური მიდგომით მიიღწევა სასურველი ეფექტი გარემოს გაჯანსაღების სფეროში, რაც მოსახლეობის ჯანმრთელობის შენარჩუნების საწინდარია.

3. თანამედროვე გარემოს ჰიგიენის თავისებურებები

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპი ხასიათდება ინდუსტრიალიზაციისა და მისი თანმხვედრი ურბანიზაციის მაღალი დონით, რაც დაკავშირებულია მრავალგვარი ხელოვნური (ანთროპოგენური) ფაქტორების კომპლექსის წარმოქმნასთან; ეს უკანასკნელი კი გავლენას ახდენს ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე და, შესაბამისად, მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. ასეთი რთული მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დადგენა შესაბამისი ღონისძიებების დასახვით აქტუალურს ხდის პრობლემისადმი ახლებურ მიდგომას.

გარემოს ჰიგიენა, როგორც სამედიცინო მეცნიერების მიმართულება, უნდა განვიხილოთ ეკოლოგიასთან (ბიოლოგიური მეცნიერების მიმართულებასთან) ერთიანობაში. მართალია, ისინი დამოუკიდებელი სამეცნიერო მიმართულებებია თავისი მეთოდოლოგიით, კვლევის ობიექტებითა და საგნებით, ნორმატიული ბაზით, მაგრამ ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული (ცხრილი 1.).

აღნიშნული სამეცნიერო მიმართულებების გამოყენებითი (პრაქტიკული) ასპექტებია საინჟინრო სისტემების, ნაგებობების, მოწყობილობების ტექნოგენური გადაწყვეტების შეფასება, რაც მიმართულია ნივთიერებებისა და ენერგიის ჩაკეტილ წრეში ბრუნვის გაუმჯობესებისათვის (უნარჩენო ტექნოლოგიების დანერგვა), მთლიანად ბუნებრივ გარემოზე (ეკოლოგია) და ადამიანის საარსებო გარემოზე (ჰიგიენა) ტექნოგენური (ანთროპოგენური) ზემოქმედების შემცირებისათვის. ამდენად, ეკოლოგიისა და ჰიგიენის ბევრი საკითხი ურთიერთდაკავშირებული და ურთიერთგანპირობებულია. გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია გარემოს ზოგიერთი ობიექტის ნორმალური მდგომარეობის დარღვევა, რაც მისი ფუნქციონირების შეზღუდვის მიზეზი შეიძლება გახდეს (ეკოლოგიური პრობლემა).

---

* საქართველოს კანონი „საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის შესახებ" (სსმ, ნაწილი I, 2007, №26).

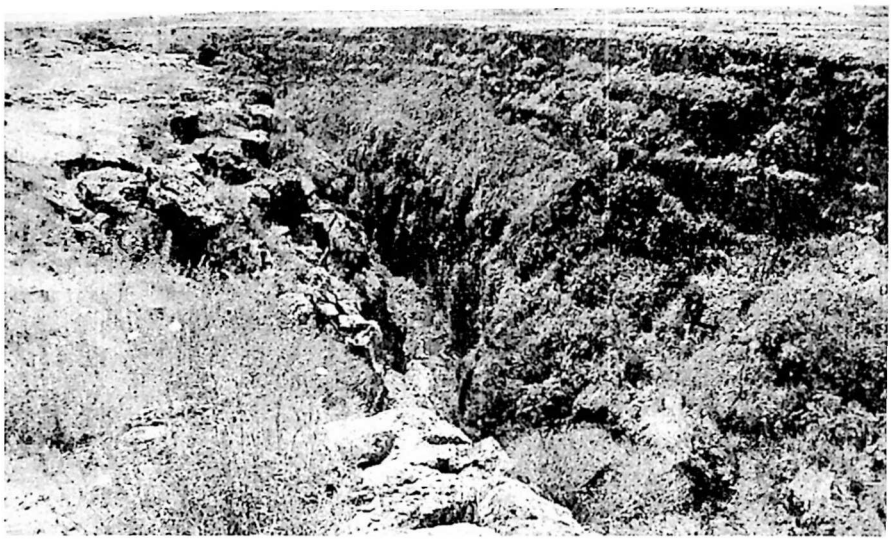
ცხრილი 1.

ჰიგიენისა და ეკოლოგიის ურთიერთკავშირი*

კრიტერიუმი	ჰიგიენა	ეკოლგია
1	2	3
მეცნიერების განსაზღვრა	სამედიცინო მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის საარსებო გარემოს ფაქტორების გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მის მუშაობისუნარიანობაზე, ცხოვრების პირობებზე, შეიმუშავებს ნორმატივებს და რეკომენდაციებს დასახლებული ადგილებისა და ადამიანების ცხოვრების პირობების გაჯანსაღებისათვის ხელოვნება ან ცოდნა ჯანმრთელობის შენარჩუნების, მავნებისაგან მისი დაცვის შესახებ მეცნიერება ჯანმრთელობის შესახებ	ბიოლოგიური მეცნიერება სხვადასხვა დონის ორგანიზმისზედა სისტემების ორგანიზაციისა და ორგანიზმების ერთმანეთს შორის ურთიერთობისა და ფუნქციონირების შესახებ. გარემოსთან და ერთმანეთს შორის ურთიერთობის ფიზიოლოგია სინთეზური ბიოლოგიური მეცნიერება ცოცხალ ორგანიზმებსა და მათი არსებობის გარემოს შორის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ
მეთოდოლოგია	ანთროპოცენტრული	გეო(კოსმო)ცენტრული
კვლევის ობიექტი	ადამიანი (ინდივიდუმი), ადამიანთა კოლექტივები ადამიანის შინაგანი და გარეგანი სამყაროს ურღვევობისა და ადამიანში ბიოლოგიურისა და სოციალურის ერთიანობის გაგებისას	ეკოსისტემა, ბიოცენოზისა და ბიოტოპის ჩათვლით
კვლევის საგანი	მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები სისტემაში „ადამიანი—გარემო"	მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები ეკოსისტემაში ბიოცენოზის დონეზე
ნორმირება	საარსებო გარემოს ანტროპოგენური და ბუნებრივი ფაქტორების ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედების ინტენსიურობისა და ხანგრძლივობის დადგენა	ეკოსისტემაზე ნებისმიერი ანთროპოგენური ზემოქმედების ნორმირება მთლიანად ეკოსისტემის ან მისი „კრიტიკული რგოლის" რეაქციის მიხედვით

* В.Т.Мазаев-ის (2005) მიხედვით

ამის ერთ-ერთი მაგალითია სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ტერიტორიის ეროზიული დაზიანება (სურ. 2), რის გამოც იგი, რეკულტივაციის გარეშე, სასოფლო-სამეურნეო მიზნით, გამოუსადეგარი ხდება.



სურ. 2. ტერიტორიის ეროზიული დაზიანება

ამის შედეგად, გარკვეულად, იცვლება ადამიანის ცხოვრების პირობები (ჰიგიენური პრობლემა). ადამიანის საარსებო გარემოს ცვლილებას განაპირობებს ბუნებრივი (ეკოლოგიური) ფაქტორებიც. მათ რიგს მიეკუთვნება მიწისძვრისა და ვულკანური ლავის ამოფრქვევის შედეგად ტერიტორიის ბუნებრივი სტრუქტურის დარღვევა(სურ. 3), რაც მნიშვნელოვანი ჰიგიენური პრობლემა ხდება.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ ადამიანის საარსებო გარემოს ჰიგიენური და ეკოლოგიური ფაქტორები მეტად მჭიდროდაა ერთმანეთთან დაკავშირებული; ეკოლოგიური ფაქტორების ადამიანის ჯანმრთელობაზე დიდი გავლენის გამო, შესაძლებელია მსჯელობა ეკოლოგიური დაავადებების განვითარების შესახებ.

ტერმინი „ეკოლოგიური დაავადება" შედარებით ახალია — პირველი ცნობები მის შესახებ ჩნდება 2003-2004 წლებში და მოწოდებულია პროფესორ ვ.მ. რეტნიოვის მიერ. იგი გულისხმობს ისეთ დაავადებას, რომელიც განვითარებულია მავნე და საშიში ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედებით.

გარემოს ჰიგიენისა და ეკოლოგიის საკითხები მჭიდროდაა დაკავშირებული მდგრადი განვითარების* კონცეფციასთან. ამ კონცეფციის შემუშავებას ღრმა ფილოსოფიური ფესვები აქვს. საზოგადოების ეკოლოგიური და მდგრადი განვითარების პროგრამების შემუშავებას საფუძვლად დაედო მაჰათმა განდის „კონსტრუქციული პროგრამა". „მწვანეთა მოძრაობის" ბევრი იდეა სწორედ ამ პროგრამაზეა დამყარებული.



სურ. 3. ტერიტორიის ვულკანური დაზიანება

მდგრადი განვითარება გულისხმობს ეკონომიკური ზრდის ისეთ ფორმას, რომელიც უზრუნველყოფს საზოგადოების კეთილდღეობას მოკლე, საშუალო და, რაც მთავარია, ხანგრძლივი ვადით. იგი ეფუძნება პრინციპს, რომლის თანახმად, დღევანდელობის მოთხოვნილებები უნდა დაკმაყოფილდეს ისე, რომ საფრთხე არ შეექმნას მომავალ თაობებს.

საზოგადოების განვითარების ისეთი სისტემა, რომელიც საზოგადოების ეკონომიკური განვითარებისა და გარემოს დაცვის ინტერესების გათვალისწინებით უზრუნველყოფს ადამიანის კეთილდღეობას, ცხოვრების დონის ხარისხის ზრდას და მომავალი თაობების უფლებას ისარგებლონ შექცევადი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებისაგან მაქსიმალურად დაცული ბუნებრივი რესურსებითა და გარემოთი.

მდგრადი განვითარება გულისხმობს პირობების შექმნას გრძელვადიანი ეკონომიკური განვითარებისათვის გარემოს დაცვის საკითხების მაქსიმალური გათვალისწინებით. მდგრადი განვითარების შესახებ კოპენჰაგენის მსოფლიო სამიტმა (1995 წ.) ხაზი გაუსვა სოციალური სეგრეგაციის წინააღმდეგ ბრძოლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვის აუცილებლობას.

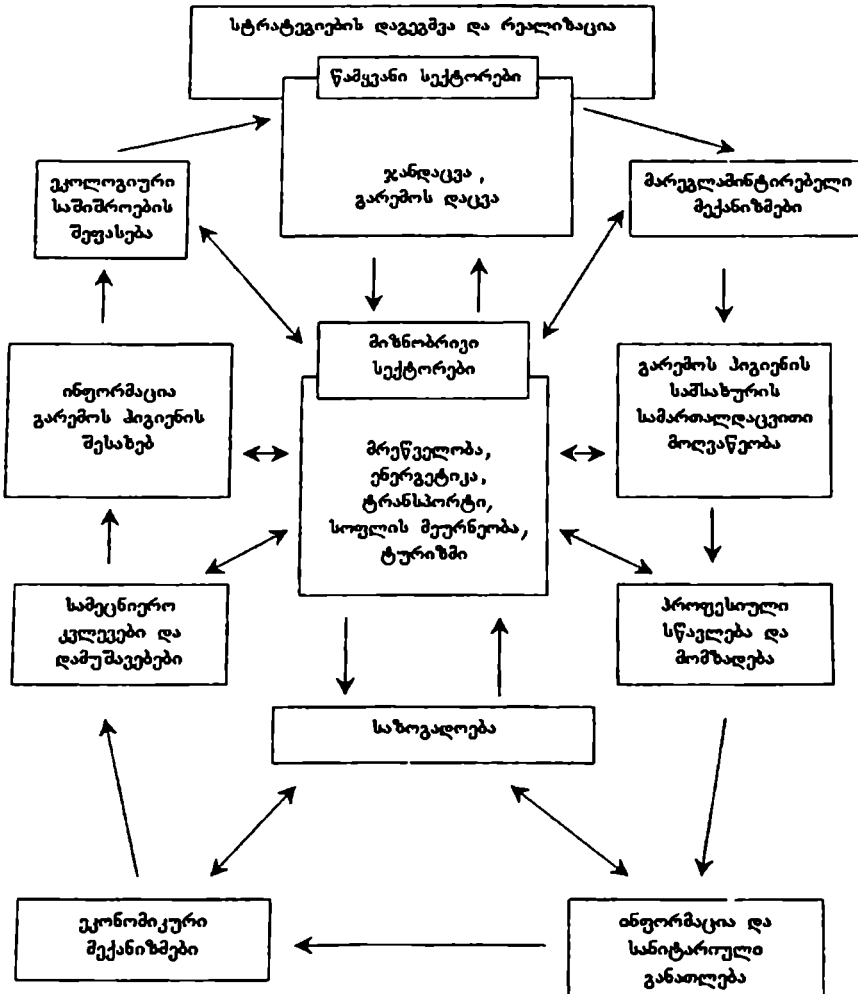
მდგრადი განვითარების პრინციპებია: 1. ბუნების ცოცხალი რესურსების გამოყენება, თუ ის მდგრადია, წარმოადგენს მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციისათვის, რადგან ასე გამოყენებით მიღებული სოციალური და ეკონომიკური სარგებელი წარმოადგენს მნიშვნელოვან სტიმულს ხალხისათვის, რათა დაიცვას ბუნება; 2. ცოცხალი რესურსებით სარგებლობისას ადამიანები ზრუნავენ, რომ შეამცირონ ბიომრავალფეროვნების განადგურება; 3. მდგრადი გამოყენება მოიცავს ამ რესურსების მართვის პრინციპების განვითარებას; 4. მართვის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს რისკი.

თანამედროვე პირობებში შეუძლებელია გარემოს ჰიგიენის საკითხების გადაჭრა შესაბამისი ეკოლოგიური მომენტების გაუთვალისწინებლად. გარემოს ჰიგიენის სფეროს მართვა მრავალ ურთიერთდაკავშირებულ, ინტეგრირებულ საკითხთა გადაწყვეტას მოითხოვს (სურ. 4.). ამდენად, გარემოს გაჯანსაღების ღონისძიებები კომპლექსურია და მოიცავს როგორც ჰიგიენურ, ისე ორგანიზაციულ, ტექნიკურ, ტექნოლოგიურ და ეკოლოგიურ საკითხებს (სურ. 5.). მაგალითად, აგროტექნიკურ პრაქტიკაში გამოყენებული შხამქიმიკატების ჰიგიენური ნორმატივების დანერგვა, მათი დაცვისადმი სათანადო მონიტორინგის ორგანიზაცია თავიდან ვერ აგვაცილებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ნიადაგის არასასურველ გავლენას, თუ ერთდროულად არ გატარდება ნიადაგის ანთროპოგენური დეგრადაციის (ეროზია, ჰუმუსის შემცველობისა და ბიოცენოზის სახეობრივი მრავალფეროვნების შემცირება და სხვ.) საწინააღმდეგო ღონისძიებები, რაც ეკოლოგიის საგანს წარმოადგენს.

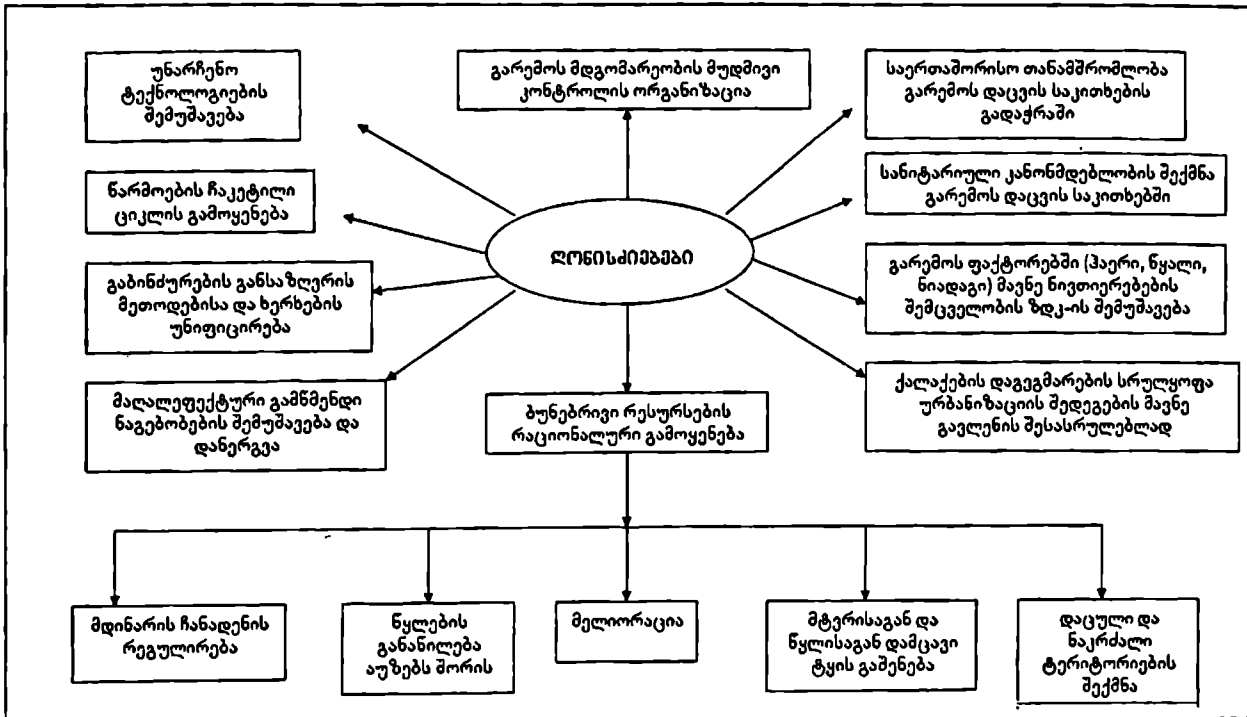
აღნიშნული არასასურველი მოვლენების თავიდან აცილების სამართლებრივი რეგულირება გარემოს დაცვის სახელმწიფო ორგანოების საქმიანობის სფეროს წარმოადგენს. წარმატებული საქმიანობა გარემოს ჰიგიენის სფეროში, სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კეთილდღეობის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ სანიტარიულ-ჰიგიენური მოთხოვნების შესრულებისადმი მონიტორინგის შერწყმისას მსხვილ ეკოლოგიურ (ბუნების დაცვით) პრობლემებთან, სახელმწიფო ხელისუფლებისა და მუნიციპალიტეტების ორგანოების აქტიური ჩართვით.

გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორების ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის შეფასებისათვის გამოიყენება ტერმინი „დაავადების ეკოლოგიური ტვირთი" და „ეკოლოგიური წილი" დაავადებების გლობალურ ტვირთში. გლობალურ რისკებს ადგენენ ანალიტიკური ეპიდემიოლოგიური კვლევების საფუძველზე და ამიტომ ითვალისწინებენ ამა თუ იმ ფაქტორის გავლენის „სუფთა" წილს.

ჯანმრთელობა, როგორც საზოგადოების განვითარების ინტეგრალური მაჩვენებელი, ფორმირდება მთელი რიგი ფაქტორების ჯგუფების გავლენით (ცხრილი 2). მათგან წამყვანია სოციალურ-ეკონომიკური პირობები — ფაქტორების რთული კომპლექსი. მნიშვნელოვანია ჯანმრ-



სურ. 4. გარემოს ჰიგიენის სფეროს ინტეგრირებული მართვის სქემა



სურ. 5. გარემოს დაცვის ღონისძიებათა სისტემა

ცხრილი 2

ჯანმრთელობის მაჩვენებლების განმსაზღვრელი ფაქტორების ძირითადი ჯგუფები*

№	ფაქტორების ჯგუფები	ნილი ჯანმრთელობის ფორმირებაში, %
1.	სოციალურ-ეკონომიკური პირობები (საყოფაცხოვრებო, შრომის, დასვენები, კვების პირობები, დასაქმება, შემოსავალი და სხვ.)	50-55
2.	გარემო (ბუნებრივ-კლიმატური და ტექნოგენური ფაქტორები)	18-25
3.	ადამიანის გენეტიკა	15-22
4.	ჯანმრთელობის დაცვის ორგანოების საქმიანობა (სამედიცინო დახმარების ორგანიზაცია)	7-12

* Н.Ф. Измеров, А.А. Каспаров, 2002.

თელობაზე გარემოს გავლენა. მათი ფორმირება ხდება რეგიონის ბუნებრივ-კლიმატური თავისებურებებით და ტექნოგენური მიზეზებით.

ჯანმო-ს განმარტებით*, „გარემოს ჰიგიენა სწავლობს გარემოს სანიტარიულ მდგომარეობას, რომელიც დამოკიდებულია როგორც ქიმიური ნივთიერებების, რადიაციისა და ცალკეული ბიოლოგიური აგენტების პირდაპირ პათოლოგიურ ზემოქმედებაზე, ისე ადამიანის ჯანმრთელობასა და მდგომარეობაზე გარემოს ფიზიკური, ფსიქოლოგიური, სოციალური და ესთეტიკური პირობების (ხშირად არაპირდაპირი) ზემოქმედებაზე (ამ სიტყვის ფართო მნიშვნელობით) საბინაო პირობების, ქალაქების ზრდისა და განვითარების ხასიათის, მიწათსარგებლობის პრაქტიკისა და ტრანსპორტის ჩათვლით.

გარემოს ჰიგიენის პროგრამები მოიცავს: წყალმომარაგებას და სანიტარიას, ატმოსფერული ჰაერისა და წყლის დაბინძურებასთან ბრძოლას, მყარი ნარჩენების გადამუშავებას და უტილიზაციას, ქიმიური ნივთიერებებისა და კვების პროდუქტების უსაფრთხოებას, რადიაციისაგან დაცვას, საცხოვრებელი პირობებსა და დასახლებებს, აგრეთვე პროფესიული ჰიგიენას.

მეცნიერებამ გარემოს ჰიგიენის შესახებ არა მარტო უნდა განიხილოს საკითხები გარემოს მავნე ფაქტორების გამოვლენისა და მათთან ბრძოლის შესახებ, არამედ პოზიტიურად შეუწყოს ხელი და განამტკიცოს მოსახლეობის ჯანმრთელობა ისეთი ეკოლოგიური პირობების შექმნით, რომელიც დაეხმარება ადამიანებს გააუმჯობესონ

* Окружающая среда и охрана здоровья./Европейская хартия и комментарии./Первая Европейская конференция по окружающей среде и охране здоровья. Франкфурт, 7-8 декабря 1989 г. //Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия №35. Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. Копенгаген: 1990. - 171 с.

თავიანთი ჯანმრთელობა, აგრეთვე ფიზიკური და ფსიქიკური კეთილდღეობა.

მართალია, ჯანმრთელობისათვის მავნე ცალკეული ფაქტორები, რომლებიც დაკავშირებულია გარემოს დაბინძურებასთან, უნდა გამოვლინდეს და გამოსწორდეს, ასეთი გარემოს ცალკეული ფაქტორების დიდი ნაწილისავის არ შეიძლება ვაჩვენოთ მათი უარყოფითი მოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე: განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ამასთან დაკავშირებით აქვს საკითხს ჯანმრთელობაზე მათი კომპლექსური მოქმედების შესახებ. სწორედ ამიტომ არა მარტო უნდა ვებრძოლოთ ფართოდ გავრცელებულ გარემოს ხარისხის გაუარესებას, რაც დამახასიათებელია მთელი რიგი ევროპული ქალაქებისა და დასახლებებისათვის, არამედ უნდა ვეცადოთ მის გაჯანსაღებას. ცალკეული პირები და თემები თავიანთი შრომით უნდა დაეხმარონ წინააღმდეგობის დაძლევას ამ გზაზე და გადალახონ ინერცია.

იმ შემთხვევაში, როდესაც გარემოს ფაქტორების შესწავლასთან ერთად (გარემოს ჰიგიენა) შეისწავლება მათი გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე (ჰიგიენის ფიზიოლოგიური მიმართულების შემდგომი განვითარება), საკითხისადმი ასეთი მიდგომის შემთხვევაში სპეციალობას ეწოდება *გარემოს მედიცინა.*

მოსახლეობის ჯანმრთელობა მრავალფეროვან ფაქტორებზეა დამოკიდებული (სოციალურ-ჰიგიენური, სამედიცინო, ბუნებრივ-კლიმატური და სხვ.), რომლებიც მოქმედების ხასიათით, მიმართულებით და ძალით განსხვავებულია. უარყოფითი ანტროპოგენული ზემოქმედება არა მარტო დამღუპველია ეკოსისტემისათვის, არამედ ხელს უწყობს ადამიანის ორგანიზმის რეზისტენტობის დაქვეითებას, ალერგიული დაავადებების ზრდას და ა.შ.

სიკვდილობის გარე მიზეზები დაჯგუფებულია 3 ჯგუფად: სოციალური ფაქტორები, გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორები (გაფ), ინფექციური დაავადებები.

- სოციალური ფაქტორები (თამბაქოს წევა, ალკოჰოლის მოხმარება, ნარკოტიკები).
- გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორები (გაფ) – ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურება, შენობების ჰაერის გაბინძურება მყარი საწვავის წვის შედეგად, ჰაერის მაღალი ტემპერატურა, ინფიცირებული წყალი, კვების პროდუქტები, ჰაერის დაბალი ტემპერატურა, საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევები (სსშ), რადონი.
- ინფექციური დაავადებები – შიდსი/აივ, ტუბერკულოზი, მალარია.

გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედების მრავალფეროვნების გამო, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება საშიში ქიმიური ნივთიერებებით გარემოს ობიექტების დაბინძურებას.

საშიში ქიმიური ნივთიერებებიდან მნიშვნელოვანია მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლები და ოზონდამშლელი ნივთიერებები.

• მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლები ისეთი ორგანული ნაერთებია, რომლებსაც მაღალი ტოქსიკურობა, დაშლის მიმართ გაძლიერებული მდგრადობა და ბიოაკუმულაციის (ბიოლოგიურ ორგანიზმებში ან/და ეკოსისტემაში დაგროვების) უნარი ახასიათებს.

ჰაერს, წყალს ან მიგრირებად სახეობებს ეს ნივთიერებები დიდ მანძილზე გადააქვთ. თავისი მდგრადობის გამო, ისინი ამ გადატანას უძლებს, არ იშლება და ტოქსიკურ თვისებებს ინარჩუნებს. ისინი ჰაერიდან ან/და წყლიდან გამოილექება მათი გაფრქვევის წყაროდან ძალზე სორ მანძილზე (მაგალითად, პესტიციდი „დდტ" ანტარქტიდაშიც კი აღმოჩნდა) და იქ აზიანებს ეკოსისტემას.

• ოზონდამშლელი ნივთიერებები არის ქლორის, ფთორის და ბრომის შემცველ სინთეზურ ნივთიერებათა რამდენიმე კლასი, რომლებიც აქროლადია, გამძლეა, ჰაერით შორ მანძილზე გადაიტანება, ხვდება ატმოსფეროს ზედა ფენებში, რეაქციაში შედის იქ არსებულ ოზონის მოლეკულებთან, რის შედეგადაც დედამიწის ატმოსფეროს ზედა ფენასი ოზონის კონცენტრაცია მცირდება.

ოზონდამშლელი ნივთიერებები გამოიყენება მაცივარაგენტებად (მაცივრებში და კონდიციონერებში), ცეცხლჩამქრობ და აეროზოლების შემავსებელ ნივთიერებებად, მყარი ან პლასტიკური ქაფების წარმოებაში, ფუნგიციდებად, ლაბორატორიულ გამხსნელებად. დედამინის ოზონის შრის დაცვის მიზნით მიმდინარეობს მათი ჩანაცვლება ალტერნატიული ნივთიერებებით ან ტექნოლოგიებით.

თანამედროვე დასახლებების გარემოს ფაქტორების სირთულე და ურთიერთგანპირობებულობა დღის წესრიგში აყენებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების გამოვლენის მიზნით მუდმივი დაკვირვების სისტემის დანერგვის აუცილებლობას. ასეთ სისტემას სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგი* ეწოდება, რომელიც საქართველოში 2005 წლიდანაა შემოღებული.

სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგი არის მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფის მიზნით გარემოსა და ჯანმრთელობის მდგომარეობის ანალიზი, შეფასება და პროგნოზი, აგრეთვე მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობასა და გარემოს ფაქტორებს შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის განსაზღვრა.

სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგის განხორციელების ძირითადი *მიზნებია*:

- ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფა;
- გარემოს მავნე ფაქტორების ზეგავლენით განპირობებული საზოგადოებრივი ჯანმრთელობისათვის მნიშვნელოვანი ინფექციური

* დამტკიცებულია საქართველოს პრეზიდენტის 2005 წლის 22 თებერვლის №93 ბრძანებულებით.

და მასობრივი არაგადამდები დაავადებებისა და მოშხამვების, აგრეთვე პროფესიული დაავადებების თავიდან აცილება;

- მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და გარემოს მდგომარეობის პროგნოზირება და რისკის შეფასება;
- საინფორმაციო ფონდის ფორმირება;
- ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფის მიზნით სახელმწიფო ხელისუფლების ორგანოების მიერ გადაწყვეტილებების მისაღებად წინადადებების მომზადება;
- მონიტორინგის ჩატარებისას მიღებული შედეგების შესახებ საზოგადოებრიობის ინფორმირება.

სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგი ხორციელდება შემდეგი მეთოდებისა და ხერხების გამოყენებით:

- მოსახლეობის ჯანმრთელობის მაჩვენებლებსა და გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვებების გზით;
- მოსახლეობის დემოგრაფიული სტატისტიკის, ჯანმრთელობის მაჩვენებლებსა და გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვების მონაცემთა შეგროვების, შენახვის, დამუშავებისა და სისტემატიზაციის გზით;
- ადამიანის ჯანმრთელობის მაჩვენებლებსა და გარემოს მდგომარეობაზე ქვეყანაში არსებული საინფორმაციო მონაცემთა ბაზების გამოყენების გზით, რომელსაც აწარმოებენ სახელმწიფო დაწესებულებები და ადგილობრივი თვითმმართველობისა და მმართველობის ორგანოები.

მონიტორინგის ჩატარების საფუძველზე იქმნება სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგის მონაცემთა *ეროვნული საინფორმაციო ფონდი* — მრავალწლიანი დაკვირვებების საფუძველზე ჩამოყალიბებული მონაცემთა ბაზა მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობისა და გარემოს ფაქტორების შესახებ, აგრეთვე ჯანმრთელობის მდგომარეობასა და გარემოს ფაქტორების ზეგავლენას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების ანალიზის, პროგნოზისა და განსაზღვრის, ასევე, რისკის შეფასების სფეროში ნორმატიული აქტების, საცნობარო და მეთოდური მასალების ერთობლიობა.

ეროვნული საინფორმაციო ფონდის მონაცემების საფუძველზე გამოვლინდება მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები გარემოს ფაქტორების ზემოქმედებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის. ამ გავლენის შეფასების კრიტერიუმია ჰიგიენური ნორმატივი — სათანადო წესით დადგენილი და სავალდებულო სიდიდე — გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ) და ზღვრულად დასაშვები დონეები (ზდდ).

მონიტორინგის ჩატარებას ორგანიზებას უკეთებს საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო, ხოლო მის განხორციელებაში, თავიანთი კომპეტენციის ფარგლებში, მონაწილეობენ სახელმწიფო დაწესებულებები და ორგანიზაციები, რომელთა დაკვირვების მონაცემები გამოიყენება მონიტორინგის პროცესში.

მონიტორინგის მონაცემებს საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო გამოიყენებს გარემოს ობიექტებში (ატმოსფერული ჰაერი, წყალი და წყლის ობიექტები, ნიადაგი, სასურსათო პროდუქტები), საწარმოო გარემოში მავნე ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური ფაქტორების შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (დონეების) დასაბუთებისათვის (გადასინჯვისათვის), აგრეთვე ქვეყანაში გარემოს ობიექტებზე სანიტარიული მონიტორინგის (ზედამხედველობის) განხორციელებისა და დაავადებათა კონტროლის მეთოდების შემუშავების (სრულყოფის) და პრაქტიკაში მათი დანერგვისათვის.

მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გარემოს ფაქტორების გავლენის შეფასებისათვის უკანასკნელ პერიოდში სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება *ადამიანის ორგანიზმზე გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების რისკის შეფასება*. ამ მეთოდის არსია გარემოს ფაქტორების გავლენის შეფასებისადმი სავარაუდო მიდგომა (ალბათობის გარკვეული ხარისხით), რაც პრინციპულად განსხვავდება დეტერმინირებული მიდგომისაგან, ამ გავლენის მასშტაბის შეფასებისათვის ჰიგიენური ნორმატივების (ზდკ, ზდდ) პირდაპირი გამოყენებით.

ამ მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია შეფასდეს სხვადასხვა ორგანიზაციული საკითხის ეფექტურობა როგორც სანიტარიულ-ჰიგიენური, ისე ეკონომიკური პოზიციებიდან. ახალი მეთოდის გამოყენებას საფუძვლად უდევს იგივე ჰიგიენური ნორმატივები; განსხვავებულია მხოლოდ კონკრეტული სანიტარიული სიტუაციის შეფასებისათვის მათი გამოყენებისადმი მიდგომა.

ადამიანის საარსებო გარემოს ფაქტორების მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე, მეტად აქტუალურია გარემოს დაცვის დაცვის სფეროში სტრატეგიული (გრძელვადიანი) მიზნებისა და სამოქმედო ამოცანების დასახვა (ცხრილი 3.), რის საფუძველზეც შემუშავდება კონკრეტული სამოქმედო გეგმები.

ჰიგიენურ კვლევებსა და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიურ პრაქტიკაში რისკის კონცეფციის დანერგვა ჰიგიენის ფიზიოლოგიური მიმართულების შემდგომ განვითარებას წარმოადგენს.

თანამედროვე გარემოს ჰიგიენის შესწავლის ერთ-ერთი ახალი მიმართულებაა მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დადგენა სისტემაში „ადამიანი-საარსებო გარემო"; დაზუსტდა ამ კავშირების გამოვლენის მეთოდები.

ამრიგად, საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე გარემოს ჰიგიენის წინაშე ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფის სფეროში მეტად რთული და მრავალფეროვანი ამოცანები დგას, რომელთა გადაჭრა შესაძლებელია სხვადასხვა უწყების მიზანმიმართული, კომპლექსური საქმიანობის შედეგად.

ცხრილი 3.

გრძელვადიანი (20-წლიანი) მიზნები გარემოს დაცვის სფეროში

დარგობრივი მიმართულებები	მიზნები
წყლის რესურსები	ადამიანის ჯანმრთელობისა და წყლის ეკოსისტემებისათვის წყლის უსაფრთხო ხარისხისა და საკმარისი რაოდენობის უზრუნველყოფა
ატმოსფერული ჰაერის დაცვა	ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე ადამიანის ჯანმრთელობისა დ გარემოსთვის უსაფრთხო ჰაერის ხარისხის მიღწევა
ნარჩენები და ქიმიკატები	ნარჩენების მართვის თანამედროვე სისტემის დანერგვა
შავი ზღვა	შავი ზღვის ისეთ ეკოლოგიურ მდგომარეობის მიღწევა, რომელიც დაფიქსირებული იყო ნინა საუკუნის 60-იან წლებში
ბიომრავალფეროვნება და დაცული ტერიტორიები	საქართველოს უნიკალური ეკოსისტემების, სახეობათა მრავალფეროვნების და გენეტიკური რესურსების დაცვის და რეაბილიტაციის უზრუნველყოფა
სატყეო მეურნეობა	ტყეების საერთო ფუნქციონალური მდგომარეობის გაუმჯობესება მდგრადი სატყეო მეურნეობის სისტემის დანერგვის გზით
მინის რესურსები	საუკეთესო შესაძლო მინათსარგებლობის პრაქტიკის დანერგვა მინის რესურსების მდგრადი მართვის გზით
მინერალური რესურსები	გარემოსა და ადამიანთა ჯანმრთელობის დაცვა მინერალური რესურსების მოპოვებისას გარემოზე მიყენებული უარყოფითი ზემოქმედებისაგან და საქართველოს მთელი მოსახლეობის უსაფრთხო და ხარისხიანი სასმელი წყლით უზრუნველყოფა და ქვეყნის ეკონომიკური ზრდის ხელშეწყობა ამ პროდუქტით საერთაშორისო ბაზარზე შესვლის გზით
კატასტროფები	ადამიანური მსხვერპლის თავიდან აცილება, ადამიანის ჯანმრთელობასა და ეკოსისტემებზე შესაძლო ზიანის და ეკონომიკური ზარალის მინიმუმამდე დაყვანა
ბირთვული და რადიაციული უსაფრთხოება	ადამიანის და გარემოს რადიაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა
კლიმატის ცვლილება	საქართველოს მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებების გატარების გზით;და სათბურის გაზების ემისიების შემცირება.

* საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა ეროვნული პროგრამა (2011-2015).//საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო. 2010.

4. ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა

ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა წარმოადგენს ერთიანი ჰიგიენური მეცნიერების ერთ-ერთი წამყვანი მიმართულების — გარემოს ჰიგიენის, შემადგენელ ნაწილს. ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა განიხილავს გარემოს ჰიგიენის ისეთ ფაქტორებს, რომლებიც ადამიანის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებსა და მის ჯანმრთელობაზე გავლენას ახდენს ბუნებრივ, სახეუცვლელ მდგომარეობაში. კერძოდ, მისი შემადგენელი ძირითადი მიმართულებებია:

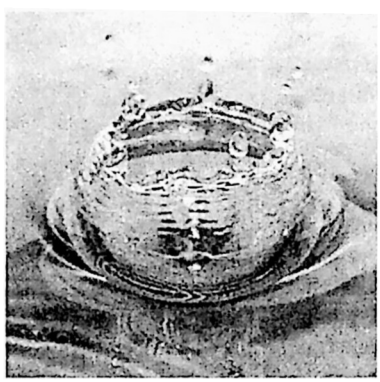
- სასმელი წყლისა და დასახლებების წყალმომარაგების ჰიგიენა;
- წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა;
- ნიადაგის ჰიგიენა და დასახლებების სანიტარიული დაცვა;
- ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენა.

აქ ჩამოთვლილი მიმართულებების შესწავლის საგანია ადამიანის საარსებო გარემოს ფაქტორები (სასმელი წყალი, წყლის ობიექტები, ნიადაგი, ატმოსფერული ჰაერი) — ის ბუნებრივი ფაქტორები, რომელიც ადამიანის, როგორც ბიოლოგიური ობიექტის, არსებობის აუცილებელი ფაქტორებია. ამასთან ერთად, აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ათროპოგენური (ტექნოგენური) საქმიანობის შედეგად ეს ფაქტორები გარკვეულ ცვლილებებს განიცდის, რაც, ბუნებრივია, აისახება ადამიანის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე და, შესაბამისად, მის ჯანმრთელობაზე.

ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენის ძირითადი მიზანია სწორედ ამ არასახარბიელო მდგომარეობის განვითარების განმაპირობებელი მიზეზების დადგენა და მათი თავიდან აცილების — პროფილაქტიკის ღონისძიებების შემუშავება.

თავი 1. სასმელი წყლისა და დასახლებების წყალმომარაგების ჰიგიენა

ადამიანის არსებობის, ფიზიოლოგიური და სანიტარიულ-საყოფაცხოვრებო მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების აუცილებელი პირობაა მისი უზრუნველყოფა უწყვეტად მიწოდებული საკმარისი რაოდენობისა და ნორმალური ხარისხის წყლით. მართალია, ორგანიზმის ენერგეტიკული უზრუნველყოფის თვალსაზრისით, წყალი არსებითად საკვებ პროდუქტს არ წარმოადგენს, მაგრამ იგი შეუცვლელი სასურსათო პროდუქტი, სიცოცხლის არსებობის აუცილებელი პირობაა იგი „სიცოცხლის ელიქსირს" წარმოადგენს (სურ. 1.1.). ამასთან ერთად, წყალი ადამიანის ჯანმრთელობის განმაპირობებელი მნიშვნელოვანი ფაქტორია — იგი უზრუნველყოფს ორგანიზმის ყველა სასიცოცხლო ფუნქციის განხორციელებას, არსებით გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, დასახლების სანიტარიული კეთილდღეობის მაჩვენებელია (სურ. 1.2.).



სურ. 1.1. წყალი — „ სიცოცხლის ელიქსირი"

აქედან გამომდინარე, მოსახლეობის კეთილსასურველი სასმელი წყლით უზრუნველყოფა მნიშვნელოვანი პრობლემაა. ამ მიზნის მიღწევის ღონისძიებათა სისტემაში წამყვანი ადგილი უკავია წყლის ჰიგიენური ნორმატიული მაჩვენებლების რეალიზაციის სათანადო სანიტარიულ კონტროლს (მონიტორინგს), რაც სანიტარიულ-ჰიგიენური და ლაბორატორიული გამოკვლევების ჩატარებასა და მათი შედეგების ჰიგიენურ

შეფასებას გულისხმობს. ამ შეფასებისათვის გამოიყენება შესაბამისი სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიული დოკუმენტები*.

სასმელი წყალმომარაგების პრობლემა ადამიანის საზოგადოების განვითარების ყველა ეტაპზე მჭიდრო კონტაქტში იყო მისი ცხოვრების მრავალ მხარესთან.

თანამედროვე პირობებში ეს პრობლემა მეტად რთულია და შეიძინა სოციალური, პოლიტიკური, სამედიცინო, გეოგრაფიული, აგრეთვე საინჟინრო და ეკოლოგიური მიმართულებები.

სასმელი წყლის პრობლემის მნიშვნელობაზე მიუთითებს მრავალი ფაქტი:

- დედამიწაზე ძალიან ბევრი წყალია, მაგრამ მისი 97% მლაშეა და სასმელად უვარგისი;
- წყლის რესურსის 2/3 გაყინულ მდგომარეობაშია;
- სასმელად ვარგისია დედამიწაზე არსებული წყლის რესურსების მხოლოდ 8%, სარწყავ სისტემებში გამოიყენება 70%, წარმოებისათვის კი მხოლოდ 22% გამოდგება;
- 400 მლნ-ზე მეტი ადამიანი ცხოვრობს მცირეწყლიან რეგიონებში;
- 1 მლრდ-ზე მეტ ადამიანს ხელი არ მიუწვდება უსაფრთხო სასმელ წყალზე;
- 2 მლრდ-ზე მეტი ადამიანი წყლის დეფიციტის გამო არადამაკმაყოფილებელ სანიტარიულ პირობებში ცხოვრობს;
- 850 მლნ ადამიანი შიმშილობს სარწყავი წყლის უქონლობის გამო;
- წლის განმავლობაში 5 მლნ ადამიანი იღუპება უხარისხო წყლის მოხმარებით გამოწვეული დაავადებების გამო, რომელთაგან 90% ხუთ წლამდე ასაკის ბავშვია;
- მილიონობით ადამიანი ავადდება წყლისმიერი გადამდები დაავადებებით;
- განვითარებად ქვეყნებში დაავადებების 75% უვარგისი წყლით არის გამოწვეული.

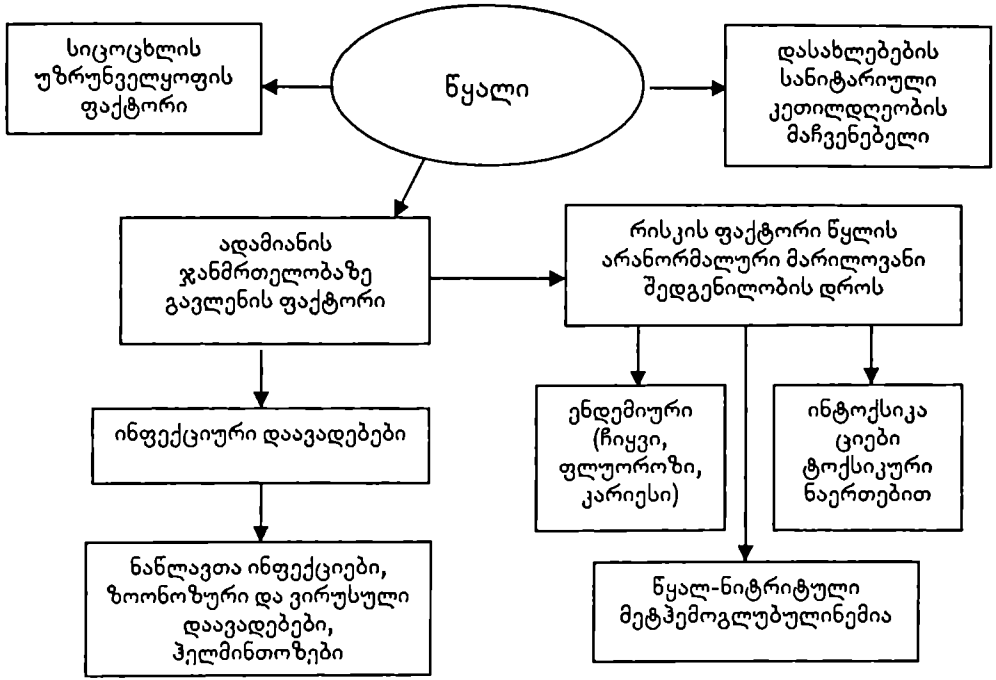
მინისქვეშა მტკნარი წყლების 95% სასმელი წყლებია, რომლებიც ფართოდ, მაგრამ არათანაბრად არის გავრცელებული ქვეყნის ტერიტორიაზე: მათი საერთო რაოდენობის 63,4% მოდის დასავლეთ საქართვე-

---

* — ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყლის ხარისხისადმი. ხარისხის კონტროლი. სნდან 2.1.4. 001-01 (სსმ, III, 2001, №90);

— ჰიგიენური მოთხოვნები არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი. ნყაროების სანიტარიული დაცვა. სნდან 2.1.4. 002-01 (სსმ, III, 2001, №90);

— სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი. დამტკიცებულია საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2007 ნლის 17 დეკემბრის №349/6 ბრძანებით (სსმ, III, 2007, №179).



სურ. 1.2. წყალი, როგორც ჯანმრთელობის ფაქტორი

ლოზე, 24,1% აღმოსავლეთ საქართველოზე, ხოლო 12,5% — სამხრეთ საქართველოზე. საერთო რესურსების დაახლოებით მესამედი ნაწილი დეტალურად არის შესწავლილი და მათი მარაგები დამტკიცებულია სახელმწიფო კომისიაში 145.5 მ^3/წმ რაოდენობით. მხოლოდ ამ დამტკიცებული მარაგების გათვალისწინებით, ერთ სულ მოსახლეზე დღე-ღამეში 2.2 მ^3 მინისქვეშა სასმელი წყალი მოდის*.

წყლის დიდი მნიშვნელობის გამო, ადამიანის ცხოვრებისა და საქმიანობის ყველა ასპექტის უზრუნველყოფა ხარისხიანი წყლით სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ამოცანაა, რაც საკანონმდებლო წესითაა განმტკიცებული. საქართველოს კანონმდებლობა წყლის შესახებ ემყარება საქართველოს კონსტიტუციას, საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულებებსა და შეთანხმებებს, საქართველოს კანონებს „გარემოს დაცვის შესახებ", „ნიაღის შესახებ", „წყლის შესახებ", საქართველოს სხვა ნორმატიულ აქტებს წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში.

საქართველოს კანონი „წყლის შესახებ"* განსაზღვრავს სახელმწიფოს როლს წყლის დაცვის სფეროში. კანონის თანახმად, „წყალი უნიკალური და უპირველესი, სასიცოცხლო მნიშვნელობის, ადამიანის და ცხოველთა სამყაროს და მცენარეული საფარის არსებობისათვის აუცილებელი და საქართველოს ეკონომიკის განვითარებსათვის უმნიშვნელოვანესი ბუნებრივი რესურსია. საქართველოს კონსტიტუციით ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველსაყოფად, საზოგადოების ეკოლოგიური და ეკონომიკური ინტერესების შესაბამისად, ახლანდელი და მომავალი თაობების ინტერესების გათვალისწინებით სახელმწიფო უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას და, შესაბამისად, გარემოს შემადგენელი ძირითადი კომპონენტის — წყლის დაცვას. ყველა, საქართველოში მცხოვრები, ვალდებულია უზრუნველყოს წყლის რაციონალური და მდგრადი გამოყენება და დაცვა, არ დაუშვას მისი დაბინძურება, დანაგვიანება და დაშრეტა. საქართველოს სახმელეთო ტერიტორიაზე, მის წიაღში, კონტინენტურ შელფში, ტერიტორიულ წყლებში და განსაკუთრებულ ეკონომიკურ ზონაში არსებული წყალი საქართველოს ეროვნული სიმდიდრეა და მას სახელმწიფო იცავს".

წყლის უსაფრთხოებისა და უვნებლობის, სასმელად მისი გამოყენების კრიტერიუმები რეგულირდება კანონქვემდებარე აქტებით — სანიტარიული წესებითა და ნორმებით, ჰიგიენური ნორმატივებით, მეთოდური მითითებებით და ა.შ. მათი საშუალებით რეგულირდება ადამიანის ყოფა-ცხოვრებისა და საქმიანობის ყველა სფეროს ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო წყლით უზრუნველყოფის საკითხები.

---

* საქართველოში გარემოს ჯანმრთელობის სფეროში არსებული მდგომარეობის მიმოხილვა და შეფასება.//საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო; ლ. საყვარელიძის სახ. დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრი. თბილისი, 2011.

* დამტკიცებულია საქართველოს პრეზიდენტის 1997 წლის 16 ოქტომბრის №936-IIს ბრძანებულებით.

1.1. წყლის ფიზიოლოგიური და ჰიგიენური მნიშვნელობა

წყალი (წყალბადის ოქსიდი) ერთ-ერთი უმარტივესი, მაგრამ სიცოცხლის არსებობისათვის აუცილებელი ბუნებრივი შენაერთია. ამასთან ერთად, იგი წარმოადგენს მისი შემადგენელი ატომების სხვადასხვა კომბინაციის ნარევს, რაც მას განსაკუთრებულ თვისებებს ანიჭებს. შესაძლებელია ამ ატომების 42 სხვადასხვა კომბინაცია, მათგან 9 მყარია, რომელიც ბუნებრივ პირობებში გვხვდება. ამრიგად, ბუნებრივი წყალი წარმოადგენს სხვადასხვა თვისების მქონე მრავალი სახის მოლეკულების ნარევს. გარდა ამისა, სხვა მინარევებისაგან აბსოლუტურად თავისუფალი წყალი ბუნებაში პრაქტიკულად არ არსებობს. ყველა ეს გარემოება განაპირობებს ადამიანის ორგანიზმზე წყლის გავლენის ფიზიოლოგიურ თავისებურებებს.

1.1.1. წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მათი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა

წყალს აქვს მთელი რიგი თვისებები, რაც მის ბიოლოგიურ მნიშვნელობას განაპირობებს:

•*წყალი ხასიათდება დიდი თბოტევადობით.* ბიოქიმიური პროცესები წყლის გარემოში მიმდინარეობს ტემპერატურის შედარებით მცირე დიაპაზონში და მუდმივი სიჩქარით.

•*წყალს აქვს აორთქლების დიდი თბოდანახარჯი.* წყლის აორთქლება დაკავშირებულია მოლეკულური კავშირების დაძლევასთან, რაც საჭიროებს მნიშვნელოვან ენერგიას. წყლის აორთქლებისათვის საჭირო ენერგია მიიღება ამ სივრცის მოსაზღვრე გარემოდან, რაც იწვევს მისი ტემპერატურის შემცირებას. წყლის ეს თვისება ორგანიზმის მიერ გამოიყენება ტემპერატურული ჰომეოსტაზის შენარჩუნებისათვის ოფლდენის გზით — 1გ წყლის (ოფლის) აორთქლებისათვის საჭიროა 0,58 კკალ სითბო.

•*წყალს აქვს დნობის დიდი თბოდანახარჯი.* ეს გარემოება ამცირებს გარემოს დაბალი ტემპერატურის დროს უჯრედის ციტოპლაზმისა და ქსოვილთაშორისი სითხის გაყინვის ალბათობას. ყინულის კრისტალები დამღუპველია ნებისმიერი ცოცხალი არსებისათვის, მისი წარმოქმნისას უჯრედის გარსი ზიანდება.

•*წყალი უნივერსალური გამხსნელია* პოლარული მოლეკულებისათვის — მარილებისათვის, სპირტებისათვის, შაქრებისათვის. მას აქვს უნიკალური თვისება, გახლიჩოს პრაქტიკულად ყველა მოლეკულური და მოლეკულათშორისი კავშირები ღა წარმოქმნას ხსნარები. ეს გარემოება განაპირობებს ბუნებრივი წყლების მეტად დიდ მრავალფეროვნებას, რაც განპირობებულია როგორც ბუნებრივი, ისე ტექნოგენური ფაქტორებით. *ბუნებრივი* ფაქტორებია — წყალშემცველი გრუნტის ქიმიური შედგენილობა, წყლის ობიექტის ბიოცენოზის შედგენილობა; *ტექნოგენური* ფაქტორებია — სამრეწველო ჩამდინარე წყლების, ატმოსფერულ ჰაერში სამრეწველო გამონაფრქვევების, საზღვაო/სამდინარო სატრანსპორტო

საშუალებების ავარიის დროს წარმოქმნილი დამაბინძურებლების შედგენილობა და ა.შ.

ატომების განლაგების ასიმეტრიის გამო, წყლის მოლეკულა წარმოადგენს დიპოლს, რაც განაპირობებს მისი მოქმედების გარკვეულ თავისებურებებს ელექტრომაგნიტურ ველში, აგრეთვე აქტიურ მონაწილეობას მისი შთანთქმისა და ორგანიზმზე გავლენის მექანიზმებში. 20°C ტემპერატურაზე წყლის დიელექტრული მუდმივა 81-ის ტოლია. ეს ნიშნავს, რომ ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო ელექტრული მუხტი წყლის გარემოში ერთმანეთს მიიზიდავს ძალით, რომელიც 81-ჯერ ნაკლებია მათი ურთიერთმიზიდულობის ძალაზე ჰაერში; ასევე, რომელიმე მარილის კრისტალისაგან ატომის ჩამოცილება წყალში 81-ჯერ უფრო ადვილად ხდება ჰაერთან შედარებით.

წყლის აღნიშნული თავისებური, „ანომალური" ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები განაპირობებს მის აქტიურ მონაწილეობას ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებსა და ნივთიერებათა ცვლაში. წყლის ბიოლოგიური როლი მნიშვნელოვნად განპირობებულია მისი სტრუქტურული აგებულებით. აქედან გამომდინარე, წყლის გარეშე სიცოცხლე არ არსებობს. ჯერ კიდევ უძველეს დროში შეამჩნიეს, რომ *Aqua omnia sunt — წყალი ყველგან არსებობს.*

ეს გარემოება აუცილებლად გასათვალისწინებულია სასმელი წყლის მომზადების დროს — მაქსიმალურად შეუნარჩუნდეს მას თავისი ბუნებრივი მდგომარეობა, უნიკალური სტრუქტურა და ქიმიური თვისებები, ვინაიდან ადამიანის ფილოგენეზი მიმდინარეობდა ბუნებრივ წყალთან მჭიდრო კონტაქტით და იგი მისი საარსებო გარემოს აუცილებელ ფაქტორს წარმოადგენს.

წყლის დიდ ფიზიოლოგიურ მნიშვნელობაზე მიუთითებს ზოგიერთი ფაქტი.

ადამიანის სხეულის მასის 65-70%-ს წყალი შეადგენს. უკვე მისი 2%-ის დაკარგვისას ვითარდება წყურვილის გრძნობა; 6-8%-ის დაკარგვისას აღინიშნება მკვეთრი სისუსტე, კიდურების კანკალი, გულის წასვლის, გონის დაკარგვის შეგრძნება; 10%-ის დაკარგვის შემდეგ იწყება ჰალუცინაციები, პირის სიმშრალის შეგრძნება და ყლაპვის გაძნელება; 12%-ის დაკარგვის შემდეგ ორგანიზმი იღუპება.

ორგანიზმის წყლის 70% უჯრედშიდა წყლის სახითაა წარმოდგენილი. უჯრედშორის სივრცეში 25%-ია, ხოლო დანარჩენი 5% სისხლის მომარაგების სისტემაშია. წყლის შემცველობის ამ სამ სივრცეს შორის სითხის ინტენსიური ცვლა მიმდინარეობს. მაგალითად, კაპილარების კედლების საშუალებით სითხის დიფუზია 1500 ლ/წთ-ს შეადგენს. ორგა-ნიზმში არსებული სითხის მთლიანი მოცულობა თირკმლების საშუალებით დღე-ღამეში 4-ჯერ იფილტრება.

ორგანიზმის თხევადი გარემოს ძირითადი პარამეტრებია *ოსმოსური წნევა, მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობა* (pH) და *მოცულობა*. უჯრედშიდა სივრცის ჰომეოსტაზს უზრუნველყოფს აღნიშნული პარამეტრების მუდმივობა უჯრედგარეთა სითხეში. *ოსმოსური წნევის* რეგულაციის

ძირითადი მექანიზმი დაკავშირებულია სითხის ან ნატრიუმის ქლორიდის (სუფრის მარილის) გამოყოფის სიჩქარის ცვლილებასთან. *მჟავა-ტუტე-ვანი წონასწორობის* (pH) რეგულაციას უზრუნველყოფს მჟავებისა და ტუტეების წყალხსნარების არჩევითი გამოყოფა შარდის საშუალებით. *მოცულობის* რეგულაცია ხდება წყლისა და ნატრიუმის ქლორიდის გამოყოფის სიჩქარის ერთდროული ცვლილებით.

მარილ-წყლოვანი ჰომეოსტაზის დარღვევის დროს შესაძლებელია ისეთი პათოლოგიური მდგომარეობების განვითარება, როგორიცაა შეშუპება, ერთის მხრივ, და ქსოვილების დეჰიდრატაცია, მეორეს მხრივ; არტერიული წნევის მომატება ან დაქვეითება; აციდოზი ან ალკალოზი.

დიდი თბოტევადობისა და მაღალი თბოგამტარობის გამო წყალი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმის თბორეგულაციაში, ხელს უწყობს რა სითბოს გაცემას — მონაწილეობს ფიზიკური თბორეგულაციის პროცესში (აორთქლება, ოფლისა და შარდის გამოყოფა).

ორგანიზმის მოთხოვნილება წყალზე რეგულირდება წყურვილის გრძნობით. მისი განვითარება წყლის ოსმოსური წნევის ან მოცულობის დარღვევის მაჩვენებელია. წყურვილის გრძნობის დაკმაყოფილება ორგანიზმის შიდა სივრცის ჰომეოსტაზის აღდგენის, მისი კეთილსასურველი მდგომარეობის მაჩვენებელია. წყურვილის გრძნობის დაკმაყოფილება შესაძლებელია მხოლოდ გარკვეული მინერალიზაციის მქონე წყლის გამოყენებით, რომელიც ორგანიზმის შიდა სივრცის ადეკვატურია. სწორედ ეს გარემოება უდევს საფუძვლად სასმელი წყლის ნორმალური პარამეტრების დადგენას და მისი მინერალიზაციის ჰიგიენურ ნორმირებას.

წყალი სიცოცხლის არსებობის ასუცილებელი პირობაა — უწყლოდ ადამიანს შეუძლია გაძლოს მხოლოდ 3-5 დღის განმავლობაში. მართალია, წყალს არავითარი კვებითი ღირებულება არ გააჩნია, მაგრამ იგი უზრუნველყოფს ორგანიზმის ყველა სასიცოცხლო პროცესს: საკვების მონელებას, ნივთიერებათა ცვლას, ქსოვილებისა და უჯრედების სინთეზს და ა.შ. იგი წარმოადგენს ორგანიზმის ფუნქციების უზრუნველყოფისათვის აუცილებელი ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების გამხსნელს. მისი საშუალებით გამოდის ორგანიზმიდან ცვლის პროდუქტები, არეგულირებს სხეულის ტემპერატურას, მარილებისა და სხვა ნივთიერებების შემცველობას ქსოვილებსა და ორგანიზმის სითხეებში და ა.შ. აქედან გამომდინარე, წყალი ითვლება შეუცვლელ სასურსათო პროდუქტად.

წყალი და მასში გახსნილი მინერალური ნივთიერებები ორგანიზმის შიგა სამყაროს ქმნის, რომელიც შედარებითი სტაბილურობით ხასიათდება, ან კანონზომიერად იცვლება ორგანოებისა და უჯრედების ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებისას.

ქსოვილოვანი წყალი არა მხოლოდ გამხსნელი და ინერტული კომპონენტია; იგი მნიშვნელოვან სტრუქტურულ და ფუნქციურ როლს ასრულებს. წყალს დიდი მნიშვნელობა აქვს ბიოლოგიური მემბრანების და მათი საფუძვლის — ორმაგი ლიპიდური ფენის სტრუქტურული ორგა-

ნიზაციისათვის; წყლისა და ცილების ურთიერთმოქმედება უზრუნველყოფს ცილების ფიზიოლოგიურ ფუნქციობას.

წყალი ნივთიერებების სატრანსპორტო საშუალებაა როგორც უჯრედის შიგნით და უჯრედშორის სივრცეში, ისე ორგანოებს შორის სისხლის მიმოქცევისა და ლიმფური სისტემების საშუალებით. ორგანიზმის უმეტესი ქიმიური რეაქციები წყლის ფაზაში მიმდინარეობს. მრავალ ქიმიურ პროცესში წყალი რეაგენტს წარმოადგენს. ასეთი რეაქციებია ჰიდროლიზი, ჰიდრატაცია, დეჰიტრატაცია და სხვ.

1.1.2. სასმელი წყლის ჰიგიენური მნიშვნელობა

ჰიგიენური თვალსაზრისით, ბუნებრივი წყალი და მის საფუძველზე მომზადებული სასმელი წყალი წარმოადგენს რთულ ფიზიკურ-ქიმიურ ბიოლოგიურ სისტემას.

სასმელი წყალი წარმოადგენს წყალს ბუნებრივ მდგომარეობაში ან დამუშავების შემდეგ (განმენდა, გაუსნებოვნება, ქიმიური შედგენილობის კორექცია), რომელიც პასუხობს დადგენილ ნორმატიულ მოთხოვნებს და გამოიყენება ადამიანისათვის სასმელად, საყოფაცხოვრებო საჭიროებისათვის, აგრეთვე კვების პროდუქტების წარმოებისათვის.

უკანასკნელ პერიოდში სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ტერმინი „გაუმჯობესებული წყალი". ჯანმო-ს განმარტებით, „გაუმჯობესებული წყალი" ნიშნავს სასმელ წყალს, რომელიც მიეწოდება მოსახლეობას ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სისტემებიდან სახლში ონკანების მეშვეობით, წყალსადენის სისტემებზე მიერთებების, საზოგადოებრივი წყალმომარაგების რეზერვუარის, დაცული ჭების, წყაროს, ჭაბურღილების საშუალებით.

საქართველოში მოსახლეობის პროცენტული რაოდენობა, რომელსაც ხელი მიუწვდება გაუმჯობესებული ხარისხის სასმელ–სამეურნეო დანიშნულების წყალზე, შეადგენს ქვეყნის მოსახლეობის 80%–ს (ქალაქის მოსახლეობის 90%, ხოლო სოფლის მოსახლეობის — 35%).

წყლის ჰიგიენური მნიშვნელობა არ შემოიფარგლება მისი ფიზიოლოგიური როლით. წყლის დიდი რაოდენობა იხარჯება სანიტარიული და საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო მიზნით, აგრეთვე სამედიცინო დაწესებულებებში, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნო საწარმოებში, ქალაქების სანიტარიული მდგომარეობის უზრუნველყოფისათვის და ა.შ. მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის საწარმოებზე მოდის გამოყენებული წყლის 90%-ზე მეტი.

ჩვეულებრივ პირობებში, წყლის სადღეღამისო მოხმარება სასმელის სახით და საკვებთან ერთად 2-3 ლ-ს შეადგენს. ადამიანი სიცოცხლის განმავლობაში სასმელად საშუალოდ 35 ტ წყალს მოიხმარს.

სასმელი წყლის საკმაოდ დიდი რაოდენობაა საჭირო პირადი ჰიგიენის უზრუნველყოფისათვის (ბანაობა, კბილების გამოხეხვა და სხვ.), სანიტარიულ-ჰიგიენური მიზნით (საცხოვრებლის დასუფთავება, თეთრეულის რეცხვა, ტანსაცმლის წმენდა და სხვ.).

მისაღები ხარისხის სასმელი წყალი მოსახლეობის ცენტრალიზებული წესით (წყალსადენით) მომარაგებისას კვების მრეწველობისა და საზოგადოებრივი კვების ობიექტების სანიტარიული კეთილდღეობის უზრუნველყოფის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა. 1 ლ რძის სამრეწველო წესით გადამუშავებისას იხარჯება 1 ლ სასმელი წყალი, ხოლო 1 ქილა ბოსტნეულის კონსერვის წარმოებისათვის საჭიროა 40 ლ წყალი. სასმელი წყალი სხვადასხვა სასმელის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტია.

სამედიცინო დაწესებულებების სანიტარიულ-ჰიგიენური მდგომარეობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მოხმარებული წყლის რაოდენობაზე. სათანადო სანიტარიული რეჟიმის უზრუნველყოფისათვის 1 საწოლზე საჭიროა არანაკლებ 250 ლ წყალი, პოლიკლინიკის 1 ვიზიტიორზე — არანაკლებ 15-18 ლ წყალი. სამედიცინო დაწესებულებების ცენტრალიზებული წყალმომარაგება საავადმყოფოსშიდა ინფექციის პროფილაქტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა.

წყალი გამოიყენება გამაჯანსაღებელი და ფიზკულტურულ-სპორტული ღონისძიებების ჩასატარებლად, აგრეთვე, ჰიდროთერაპიისათვის.

წყლის დიდ რაოდენობას მოიხმარს ქალაქის კომუნალური მეურნეობა. მნიშვნელოვანია წყლის როლი ქუჩების, სამრეწველო სანარმოების ტერიტორიების სისუფთავის უზრუნველყოფაში; დიდი რაოდენობით იხარჯება წყალი მწვანე ნარგაობების მორწყვისათვის.

ყველა ჩამოთვლილ შემთხვევაში, კეთილსასურველი სანიტარიულ-ჰიგიენური და ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობის უზრუნველყოფისათვის, აუცილელია სასმელი ხარისხის მქონე წყლის გამოყენება. ამ შემთხვევაშიც კი, ადამიანი სიცოცხლის განმავლობაში წყალსადენის მილებიდან საშუალოდ 420 მარილებს და ნიდებს იღებს. თანამედროვე დასახლების პირობებში, მისი უზრუნველყოფა შესაძლებელია მხოლოდ სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემის გამოყენებით.

დასახლებების სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემის ფართოდ განვითარების გამო, პრაქტიკული თვალსაზრისით, მეტად მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, რამდენ წყალს მოიხმარს მოცემული დასახლების მოსახლეობა ფიზიოლოგიური და ჰიგიენური მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, 1 სულზე გაანგარიშებით. სადღეღამისო წყალმოხმარების დასაბუთებული ნორმატივი დღეისათვის არ არსებობს. მის სიდიდეზე მრავალი ფაქტორი მოქმედებს. ადამიანის მიერ დღე-ღამის განმავლობაში მოხმარებული წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია სხვადასხვა გარემოებაზე და დიდ ფარგლებში მერყეობს. იგი დამოკიდებულია ადგილის კლიმატზე, განისაზღვრება მოსახლეობის კულტურული დონით, ქალაქისა და საცხოვრებელი ფონდის კეთილმოწყობის დონით და სხვ.

გამოცდილება აჩვენებს, რომ დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების შემთხვევაში, ქუჩის წყალამღები საერთო მოწყობილობით სარგებლობისას, წყლის მოხმარება იშვიათად აღემატება 60 ლ-ს 1 სულზე დღე-ღამეში, ხოლო ცენტრალიზებული ცხელი წყალმომარაგებისას

ან ადგილობრივი წყალგამაცხელებელი დანადგარების გამოყენებისას ქალაქის საცხოვრებელში საკმარისია 150-180 ლ წყალი. ეს მაჩვენებელი ევროპის უმეტესი ქალაქებისათვის 85-230 ლ-ის ფარგლებში მერყეობს და საშუალოდ 150 ლ-ს შეადგენს. პრაქტიკული გამოცდილებით დადგენილია, რომ 300 ლ-ზე მეტი წყალმოხმარება უკვე გავლენას აღარ ახდენს მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიული პირობების გაუმჯობესებაზე.

მოსახლეობის სასმელი წყალმომარაგების უფრო დიდი მაჩვენებლების არსებობა მიუთითებს, ძირითადად, მისი გაანგარიშების არასწორ მეთოდიკაზე. კერძოდ, შესაძლებელია, ამ დროს მხედველობაში მიიღება წყლის ის რაოდენობაც, რომელიც დასახლების პირობებში გამოიყენება სხვა მიზნით, კერძოდ, მრეწველობაში, ან მხედველობაში არ მიიღება წყლის დანაკარგი როგორც მაგისტრალურ, ისე ადგილობრივ, გამანაწი-ლებელ ქსელში, რომელიც ზოგჯერ 20-40%-ს აღწევს.

სამშენებლო და სანიტარიულ-ჰიგიენურ ნორმატიულ დოკუმენტებში მოყვანილი წყალმოხმარების ნორმები მხოლოდ გაანგარიშებითი სიდიდეებია, რომლის ძირითადი დანიშნულებაა წყალსადენის სისტემის დაპროქტებისას წყალმომარაგების საჭირო პროგნოზული რაოდენობის დადგენა. გაანგარიშებული მოხმარების ნორმები ითვალისწინებს დასახლების კეთილმოწყობის საპროექტო დონეს. ეს ნორმები ითვალისწინებს სასმელ და სამეურნეო წყალმომარაგებას საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში, აგრეთვე, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო საწარმოების (აბანო, სამრეცხაო, საპარიკმახერო და სხვ.) მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებას.

სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების სასმელი და სამეურნეო წყალმომარაგება, წყალმომარაგება მათი საწარმოო დანიშნულებისათვის, როდესაც საჭიროა სასმელი ხარისხის წყალი, წყალმომზადების სადგურების საკუთარი ხარჯი, წყალსადენისა და საკანალიზაციო ქსელების გარეცხვისათვის საჭირო წყალი და მათი რაოდენობა ცალკე იანგარიშება.

სასმელი წყლის ეკონომიის მიზნით, სათანადო სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური დასაბუთებისას, ქალაქში შესაძლებელია ცალკე წყალსადენის მონყობა ქუჩების რეცხვის და მწვანე ნარგაობების მორწყვისათვის, შადრევნებისათვის, ავტოტრანსპორტის რეცხვისათვის და ა.შ.

წყალსადენის სისტემის დაპროექტებისა და დასახლებისათვის საჭირო წყლის რაოდენობის გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება, რომ წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემის ექსპლუატაციის წესების თანახმად, გამანაწილებელ ქსელში წყლის დანაკარგი არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს.

1.2. სასმელი წყლის გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე

სასმელი წყლის ხარისხისადმი ჰიგიენური მოთხოვნების საფუძველია მოსახლეობის კეთილსასურველი სანიტარიული პირობების შექმნა. ეს

უკანასკნელი, თავის მხრივ, მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის ჯანმრთელობას.

უხარისხო წყლის გავლენა ჯანმრთელობაზე შეიძლება იყოს უშუალო — ინფექციური ან არაინფექციური (ენდემიური) დაავადებისა და ინტოქსიკაციის განვითარების მიზეზი, ან არაპირდაპირი — არასასიამოვნო ორგანოლეპტიკური თვისებების სახით, რის გამოც ადამიანი თავს იკავებს ასეთი წყლის გამოყენებისაგან (ცხრილი 1.1.).

ცხრილი 1.1.

უხარისხო სასმელი წყლის გამოყენებასთან დაკავშირებული დაავადებები

დამაბინძურებლები	დაავადებები
ბაქტერიები და ვირუსები	ნაწლავთა მწვავე ინფექციები, ვირუსული ინფექციები, ვირუსული ჰეპატიტები, ამებიაზი, ტულარემია, მუცლის ტიფი და ა.შ.
ქლორორგანული ნახშირწყალბადები	მწვავე და ქრონიკული ინტოქსიკაციები
ქლორიდები და სულფატები	კუჭ-ნაწლავისა და გულ-სისხლძარღვთა დაავადებები
აზოტისა და ქლორშემცველი შენაერთები	ქრონიკული ნეფრიტები და ჰეპატიტები, ორსულთა ტოქსიკოზები, განვითარების თანდაყოლილი ანომალიები
ნიტრიტები	სისხლნარმომქმნელი პროცესის დათრგუნვა
ბორი, ბრომი	საჭმლის მომნელებელი ორგანოების დავადებები ბავშვებში
კადმიუმი	თირკმლის დაავადებები, იტაი-იტაი, ქსოვილების დაზიანებები
დარიშხანი	სისხლის მიმოქცევის სისტემის პათოლოგიები, კანცეროგენული დაავადებების რისკის ზრდა
სპილენძი	ღვიძლისა და თირკმლის დაავადებები
ციანიდები	ნერვული სისტემის დაავადებები, თიროიდული პათოლოგიები
ტყვია	ფიზიკური და მენტალური განვითარების შეფერხება ბავშვებში, თირკმლის დაავადებები, ჰიპერტონია

ამრიგად, უხარისხო წყლის მავნე მოქმედება შეიძლება გამოვლინდეს გარკვეულ პირობებში, როდესაც სასმელი წყალი შეიცავს ინფექციური დაავადებების გამომწვევს, ტოქსიკურ ნივთიერებებს დასაშვებზე მეტი კონცენტრაციით, ან აქვს არასასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები.

1.2.1. სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმები

ზემოაღნიშნული პრინციპების საფუძველზე ჩამოყალიბდა *სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმები*, რომელიც წყლის ნორმი-

რების საფუძველია. სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიული დოკუმენტის* მოთხოვნების თანახმად, სასმელი წყალი უნდა იყოს:

- უსაფრთხო ეპიდემიოლოგიური და რადიაციული თვალსაზრისით;
- ქიმიური შედგენილობით უვნებელი;
- ჰქონდეს კეთილსასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები.

სასმელი წყლის ხარისხის განმსაზღვრელი ეს *ტრიადა* მიღებულია მთელ მსოფლიოში და საფუძვლად უდევს ნაციონალური ნორმატიული დოკუმენტების შედგენას სასმელი წყლის ხარისხისა და მისი კონტროლის შესახებ.

სასმელი წყლის ხარისხი ნორმატიულ მოთხოვნებს უნდა შეესაბამებოდეს მის გამანაწილებელ ქსელში მიწოდებამდე, აგრეთვე წყალსადენის გარე და შიგა ქსელის წყალაღების წერტილებში.

აღნიშნული მოთხოვნები შემდეგი მაჩვენებლებით განისაზღვრება:

- არ უნდა შეიცავდეს პათოგენურ ბაქტერიებს, ვირუსებს, უმარტივესებს და ჰელმინთთა კვერცხებს;
- არ უნდა შეიცავდეს მავნე (ტოქსიკურ, კანცეროგენულ და რადიაქტიურ) ნივთიერებებს იმ კონცენტრაციებით, რომლებიც საშიშია ჯანმრთელობისათვის, აგრეთვე ნივთიერებებს, რომელიც ზღუდავს წყალმოხმარებას, ხოლო ზოგიერთი არატოქსიკური ქიმიური ნივთიერების შემცველობა არ უნდა აუარესებდეს მის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს;
- იყოს სასიამოვნო მოხმარებისათვის, გამჭვირვალე, უფერო, სუნისა და გემოს გარეშე, ჰქონდეს გამაგრილებელი ტემპერატურა და არ შეიცავდეს ხილულ მინარევებს.

საერთაშორისო სტანდარტის (ევროდირექტივის**) მიხედვით, ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სასმელი წყლის ტემპერატურა წყალმოხმარების ადგილზე არ უნდა აღემატებოდეს 25°C–ს.

1.2.2. სასმელი წყლის როლი ინფექციური დაავადებებისა და ინვაზიების გავრცელებაში

ბუნებრივი წყალი (დამუშავების გარეშე) თითქმის ყოველთვის შეიცავს ბიოლოგიურ აგენტებს — ბაქტერიებს, ვირუსებს, უმარტივესებს. პროფილაქტიკური და კლინიკური მედიცინის დიდი წარმატებების მიუხედავად, წყლის ეპიდემიოლოგიური როლი ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევების გადაცემაში აქტუალური რჩება. კერძოდ, საქართველოში

---

* სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი (დამტკიცებულია საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2007 წლის 17 დეკემბრის №349/ნ ბრძანებით. სსმ, III, 2007, №179).

** директива Совета Европейского Союза 98.83 ЕС по качеству воды, предназначенной для потребления человеком. 3.11.1998.

ნაწლავთა ინფექციების წლიური დონე 296,9 შემთხვევას შეადგენს 100000 მცხოვრებზე*.

ნაწლავთა წყლისმიერი ინფექციების დიდ სამედიცინო და სოციალურ მნიშვნელობაზე მიუთითებს ის ფაქტი, რომ დასახლების რაციონალური წყალმომარაგების ორგანიზებით შესაძლებელია ამ წყალსადენით მოსარგებლე მოსახლეობას შორის ნაწლავთა მწვავე ინფექციებით ავადობის დონის 8-12-ჯერ შემცირება. შედარებისათვის უნდა აღინიშნოს, რომ ნაწლავთა ინფექციების საწინააღმდეგო პროფილაქტიკური აცრების შედეგად ავადობის დონე მხოლოდ 5-ჯერ მცირდება. წყლის ჩვეულებრივი დამუშავება და გაუსნებოვნება ქოლერის ვიბრიონისაგან მის სრულ დაცვას უზრუნველყოფს, ხოლო ქოლერის საწინააღმდეგო ვაქცინაციით 40-60%-იანი ეფექტი მიიღწევა.

არაკეთილსაიმედო სასმელი წყლის გამოყენება, ჯანმრთელობის პრობლემებთან ერთად, არსებით ეკონომიკურ პრობლემას წარმოქმნის. კერძოდ, ამ დროს განვითარებული დაავადებების საწინააღმდეგო ღონისძიებებზე გაცილებით მეტი თანხა იხარჯება, ვიდრე სათანადო ხარისხის წყლით მომარაგებისთვისაა საჭირო. მაგალითად, XXI ს-ის დასაწყისში, პერუში, დაბინძურებული სასმელი წყლით განვითარებული ქოლერის ეპიდემია 2,5 თვის მანძილზე გრძელდებოდა, რომლის ლიკვიდაცია 1 მლრდ დოლარი დაჯდა, რაც მთელ ქვეყანაში 10 წლის განმავლობაში წყალმომარაგებაზე დახარჯულ თანხაზე 3-ჯერ მეტია.

ნაწლავთა მწვავე ინფექციების განვითარებაში წყალმომარაგების ხარისხის მნიშვნელობის ზუსტი დადგენა პრაქტიკულად შეუძლებელია, მაგრამ შესაძლებელია მთელი რიგი გარემოებების გამოვლენა ასეთი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დასადგენად. მაგალითად, ჯანმოს-ს მონაცემებით, თეირანში 1932 წლისათვის (როდესაც ამუშავდა საქალაქო წყალსადენი) საერთო სიკვდილობის დონე იყო 25 შემთხვევა 1000 მცხოვრებზე. 30 წლის შემდეგ ეს მაჩვენებელი 4,5-მდე (5,6-ჯერ) შეემცირდა. ეპიდემიოლოგიური ანალიზით დადგინდა, რომ ასეთი დადებითი დინამიკა გამოწვეული იყო, ძირითადად, ნაწლავთა წყლისმიერი ინფექციების მკვეთრი შემცირებით.

ნაწლავთა წყლისმიერი ინფექციები ვითარდება იმ შემთხვევაში, თუ მოსახლეობისათვის მიწოდებული წყალი არ გადის სათანადო წინასწარ მომზადებას (დამუშავებას), ან წყალსადენის მაგისტრალურ და გამანაწილებელ ქსელებში აღინიშნება ესა თუ ის ხარვეზი, რაც მილსადენების ჰერმეტულობის დარღვევას იწვევს.

წყლის საშუალებით ნაწლავთა მწვავე ინფექციების გავრცელებისათვის აუცილებელია სამი პირობის ერთდროული არსებობა:

---

* საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს ლ. საყვარელიძის სახელობის დაავადებათა კონტროლის და ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის სტატისტიკური ცნობარი „ჯანმრთელობის დაცვა. საქართველო, 2009". თბილისი: 2010.

• დაავადების გამომწვევი უნდა მოხვდეს წყალმომარაგების წყაროს ან სასმელ წყალში. თანამედროვე წყალსადენისა და კანალიზაციის ქსელების არსებობისას, მოსახლეობაში ინფექციური დაავადებების მქონეთა და პრაქტიკულად ჯანმრთელი ბაქტერიომტარებლების არსებობისას ეს პირობა მუდმივად არსებობს.

• პათოგენურმა მიკროორგანიზმებმა წყლის არეში ცხოველმყოფელობა საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში უნდა შეინარჩუნოს. მართალია, პათოგენური მიკროორგანიზმისათვის ცხოვრების პარაზიტული წესია დამახასიათებელი (ცხოველმყოფელობა ცოცხალ ორგანიზმში), მაგრამ პრაქტიკულად დადასტურებულია, რომ მას შეუძლია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არსებობა ადამიანის ორგანიზმის გარეშე, კერძოდ, წყალში.

წყლის ობიექტები პათოგენური მიკროორგანიზმების ბუნებრივ საარსებო გარემოს არ წარმოადგენს. მაგრამ მის ზოგიერთ სახეობას, წყალში მოხვედრის შემდეგ, ცხოველმყოფელობის გაგრძელება შეუძლია. ამ მოვლენაზე მოქმედი მრავალრიცხოვანი ფაქტორებიდან წამყვანია პათოგენურ მიკროორგანიზმებთან ერთად წყალში მათი ბუნებრივი საარსებო გარემოს სუბსტრატის მოხვედრა, აგრეთვე მათი ზოგიერთი თვისება, მაგალითად, სპორების წარმოქმნის უნარი, ბაქტერიულ უჯრედში ლიპიდების დიდი შემცველობა და სხვ. დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, წყალში მოხვედრილი მიკრობების რაოდენობას.

მუცლის ტიფის გამომწვევები წყალში ცხოველმყოფელობას 2-12 დღის განმავლობაში ინარჩუნებს, წლის პერიოდის (წყლის ტემპერატურის) შესაბამისად. უფრო დიდხანს ძლებს ქოლერის ვიბრიონი — იგი 5 და მეტი თვის განმავლობაში არა მარტო ინარჩუნებს ცხოველმყოფელობას, არამედ მრავლდება კიდეც და გაყინვასაც უძლებს. ციმბირის წყლულის გამომწვევის სპორები გარემოში (მ.შ. წყალში)10 წელს ძლებს, რის შემდეგაც ვეგეტატიურ ფორმაში გადასვლა შეუძლია.

წყალში პათოგენური მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის ვადების ცოდნა საჭიროა ნაწლავთა წყლისმიერი ინფექციების მიზეზების სათანადო ეპიდემიოლოგიური გამოძიებისა და პროფილაქტიკისათვის.

• ინფექციური დაავადების გამომწვევი წყალთან ერთად უნდა მოხვდეს ადამიანის ორგანიზმში. ამ პირობის რეალიზაცია შესაძლებელია წყალსადენის სათავე ნაგებობაზე წყლის მომზადების ტექნოლოგიის დადგენილი სქემიდან გადახვევის ან წყალსადენის ქსელის ექსპლუატაციის წესების დარღვევის დროს.

წყლისმიერი ინფექციების განვითარებისა და მიმდინარეობისათვის დამახასიათებელია გარკვეული თავისებურებები: დაავადების გავრცელების არეალის შემოსაზღვრა წყალმომარაგების მოცემული წყაროთი (წყალსადენით) სარგებლობის ტერიტორიით, დაავადების დონის სწრაფი მატება და, მაქსიმუმის მიღწევისა და დაავადების გამომწვევი წყაროს ლიკვიდაციის შემდეგ, სწრაფი შემცირება (ერთეულ, სპორადულ შემთხვევებამდე — ე.წ. ეპიდ.კუდები). ეს გარემოება ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია ინფექციის წყლისმიერი ხასიათის დადგენისათვის.

წყლის გზით გადაეცემა ქოლერა, მუცლის ტიფი, A და B პარატიფები, დიზენტერია, ეშერიხიოზი, ლეპტოსპიროზი, A და E ჰეპატიტები, ენტეროვირუსებით გამოწვეული სხვა დაავადებები (პოლიომიელიტი, როტაროვირუსული ენტერიტი, ეპიდემიური კონიუნქტივიტი). ნაკლებად მნიშვნელოვანია წყლისმიერი გზა ბრუცელოზისა და ტულარემიის განვითარებაში.

ჩამოთვლილი დაავადებების გამომწვევთა გარდა, წყალში შეიძლება მოხვდეს ე.წ. *პირობითად პათოგენური მიკროორგანიზმები*, რომლებიც დაავადების განვითარებას გარკვეულ პირობებში იწვევს. მათ მიეკუთვნება პროტეუსი, კლებსიელა, ციტრობაქტერი, ფსევდომონა აეროგინოზა. მათ ბევრი საერთო თვისება აქვთ ნაწლავის ჩხირთან, რომელიც ნაწლავის მიკროფლორის ჩვეულებრივი სახეა და რომლის არსებობაც წყალში ახალი ფეკალური დაბინძურების მაჩვენებელია. მათ გარდა, წყალში შეიძლება მოხვდეს სხვა ჯგუფის პირობითად პათოგენური მიკროორგანიზმებიც — კლოსტრიდიები, იერსინიები, ფეკალური სტრეპტოკოკები, პარაჰემოლიზური ვიბრიონები, ჰაფნიები. ისინი ნაწლავის ფუნქციის დარღვევას იწვევს ფაღარათის სახით, რაც ოფიციალურად რეგისტრირდება, როგორც დაუდგენელი ეტიოლოგიის ნაწლავთა მწვავე ინფექციები.

მოსახლეობის მიერ არაკეთილსაიმედო (დაბინძურებული) სასმელი წყლის გამოყენებისას შესაძლებელია ზოგიერთი პარაზიტული მიკროორგანიზმით (ლამბლიები, ამებები, კრიპტოსპორიდიები) დაინვაზირება. მათი ცისტები საკმაოდ გამძლეა სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისათვის გამოყენებული ქიმიური ნივთიერებების მიმართ.

ცნობილია წყლის ფაქტორის მნიშვნელობა ზოგიერთი ჰელმინთოზის გავრცელებაში. კერძოდ, დადგენილია წყლის როლი ასკარიდოზის, ჰიმენოლეპიდოზის, ფასციოლოზის და სხვ. განვითარებაში.

ჩამოთვლილ დაავადებებს გადაცემის ფეკალურ-ორალური მექანიზმი აქვთ. წყლის ფაქტორს საკვებისმიერი ფაქტორის ანალოგიური როლი აქვს; ზოგიერთ შემთხვევაში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს, აგრეთვე, საყოფაცხოვრებო კონტაქტის გზაც.

არსებობს ზოგიერთი დაავადება, რომლითაც დაინფიცირება შესაძლებელია დაავადებული ცხოველების გამონაყოფებით დაბინძურებულ წყალსატევში ბანაობისას. მათ მიეკუთვნება ლეპტოსპიროზი და ტულარემია. ამ შემთხვევებში დაავადების გამომწვევის ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრა შესაძლებელია ლორწოვანი გარსით, კანით. ადენოვირუსული კონიუნქტივიტი ხშირად ვითარდება აუზში ბანაობისას.

ნაწლავთა წყლისმიერი ინფექციების განვითარების ძირითადი მიზეზებია: წყალმომარაგების წყაროს წყლის ბაქტერიული დაბინძურება სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში; ავარიული მდგომარეობა წყალსადენის სათავე ნაგებობებზე; წყლის დამუშავების ტექნოლოგიის დარღვევა; წყალსადენისა და საკანალიზაციო ქსელების, საკონტროლო

ჭების არადამაკმაყოფილებელი სანიტარიულ-ტექნიკური მდგომარეობა; ტექნიკური წყალმომარაგებისათვის გამიზნული წყლის სასმელად გამოყენება. დაავადების ბევრი შემთხვევა დაკავშირებულია წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროს გამოყენებასთან.

მოსახლეობის წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემის დანერგვამ მნიშვნელოვნად შეამცირა ნაწლავთა წყლისმიერი დაავადებების განვითარების რისკი, მაგრამ მის საბოლოოდ აღმოფხვრამდე ჯერ კიდევ გასატარებელია ღონისძიებათა მთელი კომპლექსი.

1.2.3. სასმელი წყლის ქიმიური შედგენილობის გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე

ბუნებაში წყალი ქიმიურად სუფთა შენაერთის სახით, ფაქტიურად, არასდროს არ გვხვდება. წარმოადგენს რა უნივერსალურ გამხსნელს, იგი ყოველთვის შეიცავს სხვადასხვა ელემენტის და შენაერთის გარკვეულ რაოდენობას, რაც დამოკიდებულია წყლის ფორმირების პირობებზე, წყალშემცველი ქანების შედგენილობაზე და სხვ. დიდ როლს ასრულებს როგორც ზედაპირული, ისე მიწისქვეშა წყლების ტექნოგენური დაბინძურება. როდესაც განვიხილავთ წყლის როლს არაინფექციური დაავადებების განვითარებაში, მხედველობაში უნდა მივიღოთ წყლის მინარევები, რომლებიც წარმოიქმნება წყალმომარაგების წყაროს წყლის ფორმირების თავისებურებებით, ან ტექნოგენური და ანთროპოგენური ფაქტორებით.

ჰიგიენის თვალსაზრისით, სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ანთროპოგენური/ტექნოგენური პროცესების შედეგად წყალში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები.

წყლის შემადგენლობაში არის როგორც არაორგანული, ისე ორგანული ნივთიერებები.

ბუნებრივი პროცესების შედეგად წყალში მოხვედრილი არაორგანული ნივთიერებების სახეები და რაოდენობა დამოკიდებულია ადგილობრივ პირობებზე.

არაორგანული ნივთიერებები წყალში ხვდება ანთროპოგენური და ტექნოგენური პროცესების შედეგად (სამრეწველო ჩამდინარე წყლები, ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენები სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან, ფილტრაცია სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონებიდან და ა.შ.).

სასმელი წყლის ქიმიური შედგენილობა ხშირად არსებით გავლენას ახდენს ამ წყლით მოსარგებლე მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. ძველთაგანვეა ცნობილი წყლის როლი მოსახლეობაში ზოგიერთი დაავადების მასიურ განვითარებაში. წყლის ქიმიური ფაქტორის შეფასების დროს მხედველობაშია მისაღები, რომ ამ გავლენის ეფექტი საკმაოდ ხანგრძლივი დროის შემდეგ აღმოჩნდება. ეს გარემოება იმით აიხსნება, რომ საკითხი ეხება ნივთიერებების მეტად დაბალ კონცენტრაციებს, რომელთაც მწვავე ზემოქმედება არ შეუძლიათ. აქედან

გამომდინარე, წყლის ქიმიური შედგენილობის თავისებურებებით შესაძლებელია ქრონიკული დაავადებების განვითარება.

სასმელ წყალში არსებული ქიმიური ნივთიერებები განაპირობებს როგორც ტოქსიკური ეფექტის განვითარებას, ისე ორგანოლეპტიკური თვისებების შეცვლას. აქედან გამომდინარე, გამოიყოფა სასმელ წყალში არსებული ქიმიური ნივთიერებების მავნეობის ორი მაჩვენებელი: *სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური* და *ორგანოლეპტიკური*.

ქიმიური ნივთიერების ორგანიზმზე ზემოქმედების *ტოქსიკური* ეფექტი (ინტოქსიკაციის პროცესი) განისაზღვრება ნივთიერების ქიმიური სტრუქტურით, მისი კონცენტრაციით და ორგანიზმში შეჭრის გზებით (წყლით — პირის, კანის, ლორწოვანი გარსების გზით; ჰაერით — ფილტვების, ლორწოვანი გარსების, კანის გზით; საკვებით — პირის, ლორწოვანი გარსების გზით). ინტოქსიკაციის გამოვლინება და მისი ხარისხი შეიძლება იყოს მეტად მრავალფეროვანი — ფერმენტულ სისტემაში ერთი ელემენტის ჩანაცვლება მეორეთი, ჰორმონებისა და ორგანიზმის ბიოლოგიურად აქტიური სხვა სისტემების დათრგუნვა ან სტიმულაცია, იმუნური რეაქციების ხასიათის შეცვლა, გენეტიკური აპარატის დაზიანება და სხვ.

ნივთიერების ზემოქმედება ერთდროულად შეიძლება განვითარდეს რამდენიმე მექანიზმით. მაგალითად, მარილების მომატებული შემცველობა გამოვლინდება არა მარტო წყლის გემოს შეცვლით, არამედ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ნორმალური ფუნქციობის დარღვევით, შესაძლებელია, აგრეთვე, შარდკენჭოვანი დაავადების განვითარება.

ქიმიური ნივთიერების ორგანიზმზე ტოქსიკური ზემოქმედება გამოვლინდება არა მხოლოდ მისი საჭმლის მომნელებელი სისტემით მოხვედრისას, არამედ კანისა და ლორწოვანი გარსების გზითაც ჰიგიენური (შხაპი, აბაზანა) ან გამაჯანსაღებელი (საცურაო აუზი, ზღვა, ტბა) პროცედურების დროს.

სასმელ წყალმომარაგების წყაროს წყალში სამრეწველო ჩამდინარე წყლებთან ერთად მოხვედრილ მრავალ ქიმიურ ნივთიერებას ადამიანის კანთან კონტაქტის დროს ალერგიული რეაქციის გამოწვევის უნარი აქვთ.

სასმელი წყლის ქიმიური შედგენილობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შეფასებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ მისი ფორმირების თავისებურებები — ბუნებრივ წყალში, მისი წარმოქმნისას მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები და ანთროპოგენური/ ტექნოგენური პროცესების შედეგად მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები.

სასმელი წყლის ბუნებრივი ქიმიური შედგენილობა გარკვეულ საშიშროებას წარმოადგენს ტოქსიკური ეფექტის განვითარების შესაძლებლობის გამო. მის ქიმიურ შედგენილობას განაპირობებს წყლის ფორმირების პირობები, წყალშემცველი გრუნტის თვისებები და სხვ. გრუნტში ამ ნივთიერებების შემცველობის სიჭარბის ან სიმცირის შედეგად

განვითარებულ დაავადებებს ენდემიური* დაავადებები ეწოდა. ასეთი დაავადებების განვითარების წარმომქმელი ადგილობრივი პირობების ერთობლიობას ბიოგეოქიმიური პროვინცია** ეწოდება.

ნიტრიტებისა და *ნიტრატების* შემცველობა სასმელ წყალში, წყლის ჰიგიენის შედარებით საწყის ეტაპზე განიხილებოდა, როგორც წყლის ობიექტის სანიტარიული მდგომარეობის მაჩვენებელი. მათი ორგანიზმში მოხვედრის ძირითადი გზაა მცენარეული სასურსათო პროდუქტები. ამასთან, მხედველობაშია მისაღები, რომ წყლის ნიტრატები 1,5-ჯერ ტოქსიკურია ბოსტნეულში არსებულ ნიტრატებთან შედარებით. აქედან გამომდინარე, წყალში ნიტრატების მომატებული რაოდენობით შემცველობისას მისი როლი გადამწყვეტი ხდება.

ამ ნაერთების გავლენას ადამიანის ორგანიზმზე საფუძვლად უდევს შემდეგი მექანიზმი. ადამიანის ნაწლავებში მოხვედრილი ნიტრატები აღდგება ნიტრიტებამდე, რასაც ხელს უწყობს დისბაქტერიოზი, ნაწლავის ფერმენტული აქტიურობის დარღვევა. ნიტრიტები ხასიათდება გარკვეული ბიოლოგიური აქტიურობით, რის გამოც ის უკავშირდება ჰემოგლობინს, წარმოიქმნება მეტჰემოგლობინი და, ამის შედეგად, ვითარდება ციანოზი. ასეთი პროცესი, ხშირად, აღინიშნება ხელოვნურ კვებაზე მყოფ ბავშვებში, რასაც *წყალ-ნიტრატული მეტჰემოგლობინემია* ეწოდა. ამ პათოლოგიის მძიმე ფორმა — ტოქსიკური ციანოზი, ხშირად, სწორედ ხელოვნურ კვებაზე მყოფ ძუძუთა ასაკის ბავშვებში გამოვლინდება, რომელთა საკვების მოსამზადებლად ჭის წყალი გამოიყენება. წყალ-ნიტრატული მეტჰემოგლობინემიის შედარებით მსუბუქი ფორმების განვითარება შესაძლებელია უფროსი ასაკის ბავშვებში და მოზრდილებშიც კი, რაც დაკავშირებულია წყალში ნიტრატების მომატებულ შემცველობასთან. დაავადების ძირითადი ნიშნებია საერთო სისუსტე, ფერმკრთალი კანი, დაღლილობის შეგრძნება. როგორც წესი, ამ სიმპტომების წყალთან დაკავშირება მოსახლეობის მიერ ვერ ხერხდება.

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ნიტრატების ალიფატურ და არომატულ ამინებთან კუჭის წვენის არეში ურთიერთქმედების შედეგად წარმოქმნილი N-ნიტროზამინები. ალიფატური და არომატული ამინები ფართოდ გამოიყენება მრეწველობის მრავალ დარგში; შესაძლებელია მათი სინთეზი წყლის ობიექტში, აგრეთვე ადამიანის ორგანიზმში. ეს ნაერთები ხასიათდება წყალში კარგი ხსნადობით, გარემოში მაღალი სტაბილობით. ამის გამო, წყალი მათი ორგა-

---

* ბერძნ. endemos — ადგილობრივი. გარკვეულ ტერიტორიაზე რომელიმე დაავადების მუდმივი არსებობა, მისი გამომწვევი მიზეზის (ბუნებრივი პირობებისა და მოსახლეობის ცხოვრების პირობების) მუდმივად არსებობის გამო.

** ქიმიური ელემენტების შემცველობით განსხვავებული არეები დედამინის ზედაპირზე, ნიადაგსა და ჰიდროსფეროში, რომლებთანაც დაკავშირებულია ადგილობრივი ფლორისა და ფაუნის გარკვეული ბიოლოგიური რეაქციები.

ნიზმში მოხვედრის მნიშვნელოვან გზას წარმოადგენს. ამ ნაერთებს გარკვეულ კანცეროგენულ საშიშროებას მიაწერენ. ამასთან ერთად, მათ მიერ ორგანიზმის რეზისტენტობის შემცირების გამო, ისინი სხვა მუტაგენური და ბლასტომოგენური აგენტების მოქმედების გამოვლენას უწყობს ხელს.

ნიტრიტებისა და ნიტრატების წყალში შემცველობა შეიძლება განპირობებული იყოს როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორებით. ბუნებრივი წარმოშობის შემცველობისას, ისინი, როგორც წესი, ვერ აღწევს იმ კონცენტრაციებამდე, რომელიც საშიშია ჯანმრთელობისათვის. ამ შემთხვევაში მისი შემცველობა *სანიტარიულ მაჩვენებელს* წარმოადგენს, რომელიც ასახავს ბუნებრივი ორგანული დაბინძურებისაგან წყლის ობიექტის თვითგაწმენდის პროცესს. ამასთან ერთად, ამ ორი ნაერთის შემცველობის თანაფარდობით მსჯელობენ ორგანული დაბინძურების „ასაკზე": ნიტრიტების სიჭარბე მიუთითებს წყლის ობიექტის შედარებით ახალ გაბინძურებაზე — ნიტრიტების ნიტრატებამდე დაჟანგვის პროცესი ჯერ დამთავრებული არ არის; ნიტრატების შედარებით მეტი შემცველობა, პირიქით, დაბინძურების შედარებით ხანდაზმულობაზე მიუთითებს — დაჟანგვის პროცესი უკვე დამთავრებულია.

ანთროპოგენური წარმოშობის ნიტრიტებისა და ნიტრატების წყალში შემცველობის ძირითადი წყაროა მინერალური აზოტოვანი სასუქები — მისი წარმოებიდან გამოყენებამდე. მნიშვნელოვანი წყაროა მეცხოველეობის კომპლექსების თხევადი ნარჩენები. აზოტი, როგორც წესი, ორგანული კომპლექსების შემადგენლობაში შედის, მაგრამ, დროთა განმავლობაში, მისი ნიტრატებამდე მინერალიზაცია ხდება. ნიტრატული დაბინძურება გარემოს ჰიგიენის მეტად აქტუალური პრობლემაა.

ბუნებრივი წყლის შემადგენლობაში იდენტიფიცირებულია 65-ზე მეტი ქიმიური ელემენტი, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ცოცხალი მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმის ცხოველმყოფელობაში. მათგან 20 ელემენტი ესენციურ* ელემენტსა და მიკროელემენტს წარმოადგენს. მათგან 12 სტრუქტურულ ელემენტს წარმოადგენს, ხოლო 8 — *მიკროელემენტს* — მიკრორაოდენობით შემცველობის გამო (პროცენტის მეასედი და მეათასედი ნაწილები) განისაზღვრება. მათი ჰიგიენური როლი ბიოლოგიური აქტიურობით განისაზღვრება — ისინი მონაწილეობს არა მარტო მინერალურ ცვლაში, არამედ აქტიურ გავლენას ახდენს საერთო ცვლაზე ბიოქიმიური პრო-

---

* ესენციური (ლათ. essentia - არსი) — არსებობისათვის აუცილებელი, სასიცოცხლო მნიშვნელობის. მათ მიეკუთვნება ყველა სტრუქტურული ელემენტი: წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი, ნახშირბადი, კალციუმი, ქლორი, ფთორი, კალიუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, ფოსფორი, გოგირდი და 8 მიკროელემენტი: ქრომი, სპილენძი, რკინა, იოდი, მანგანუმი, მოლიბდენი, სელენი, თუთია, სულ - 20 ელემენტი.

ცესების კატალიზატორის სახით. დაახლოებით 20 მიკროელემენტი ადამიანის ორგანიზმისათვის მიკროელემენტს წარმოადგენს. განვიხილოთ ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციების უზრუნველყოფისათვის საჭირო მიკროელემენტებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ზოგიერთი მათგანი.

ადამიანი წყალთან ერთად იღებს ორგანიზმისთვის საჭირო *ფთორის* 10-85%-ს. ამ მაჩვენებლის სიდიდის მერყეობის ასეთი დიდი დიაპაზონი წყალში მისი შემცველობის დიდი მერყეობით აიხსნება. ორგანიზმისათვის მისი ოპტიმალური კონცენტრაცია სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში განსხვავებულია და 0,5-1,5 მგ/ლ-ის ფარგლებში მერყეობს. საქართველოში მოქმედი ნორმატივით, მისი კონცენტრაცია სასმელ წყალში უნდა იყოს არა უმეტეს 0,7 მგ/ლ. მისი შემცველობის როგორც სიჭარბის, ისე სიმცირის დროს ვითარდება ორგანიზმის პათოლოგიური მდგომარეობა.

ორგანიზმში ფთორის შემცველობის სიჭარბის დროს ვითარდება *ფლუოროზი*. მისი ერთ-ერთი ნიშანია კბილის ემალზე მუქი (ყვითელი-მოყავისფრო) ლაქების გაჩენა. ეს პროცესი დამახასიათებელია მოსახლეობის გარკვეული ნაწილისათვის წყალში ფთორის 1,4-1,6 მგ/ლ კონცენტრაციით შემცველობისას. მუდმივი კბილების ფორმირების პროცესში ამ პათოლოგიის განვითარების შემთხვევაში ლაქები ემალზე მუდმივად რჩება. წყალში ფთორის 2-2,5 მგ/ლ კონცენტრაციისას, მოსახლეობის უმეტესობას აღენიშნება კბილის ემალზე ყავისფერი ლაქები. 3-6 მგ/ლ კონცენტრაციისას კბილის ემალი კარგავს სიგლუვეს და მუქი ლაქებით რამდენიმე კბილი იფარება; პროცესის გაღრმავების დროს ემალი კარგავს სიმტკიცეს და მსხვრევადი ხდება. უფრო მაღალი კონცენტრაციებისას (10 მგ/ლ-ის ფარგლებში) ირღვევა ორგანიზმის საერთო მდგომარეობა, ბავშვებში — გაძვალების პროცესი, ვითარდება ცვლილებები გულის კუნთსა და ნერვული სისტემის ფუნქციებში; სახსრების ტკივილი და მოძრაობის გაძნელება; ხერხემლის დეფორმაციის პროგრესირებადი ფორმა, რაც ინვალიდობას იწვევს. ძვლოვანი სისტემის კალციფიკაციის პროცესში ფთორი ლაგდება ძვლებში (მ.შ. კბილებში) კალციუმის ფთორიდის სახით. მისი დიდი დოზებით ხანგრძლივი მიღება იწვევს მთელი ჩონჩხის გენერალიზებულ ცვლილებებს (ოსტეოპოროზი, ძვლების სიმყიფის მომატება და დეფორმაცია).

ჭარბი ფთორის პათოგენურ მოქმედებას საფუძვლად უდევს მისი გავლენა ძვლების (მ.შ კბილების) მინერალური ცვლის რეგულაციის პროცესზე: ორგანიზმის ზრდის პროცესში იგი ხელს უწყობს ძვლების მინერალიზაციას, ხოლო ხანდაზმულ ასაკში იწვევს კალციფიკაციის პროცესის დარღვევას (ძვლოვანი ქსოვილის ასაკობრივი დემინერალიზაცია).

ორგანიზმში ფთორის შემცველობის ნაკლებობის დროს ვითარდება *კარიესი* — ფართოდ გავრცელებული არა მარტო სტომატოლოგიური, არამედ მთელი ორგანიზმის დაავადება. ამ დროს ირღვევა კავშირი კბილის ემალისა და დენტინის ორგანულ (ცილოვან) და არაორგანულ (ცარცულ-კიროვან) ელემენტებს შორის, რასაც კბილის დაკარგვა

მოყვება. კარიესი პოლიეტიოლოგიური დაავადებაა: მისი განვითარება მრავალ ფაქტორთანაა დაკავშირებული — ორგანიზმში კალციუმის ნაკლებობა (საკვებთან ერთად არასაკმარისი რაოდენობით მიღება), ორგანიზმიის იმუნური სტატუსის დაქვეითება, კბილების არადამაკმაყოფილებელი მოვლა და სხვ. მაგრამ, ორგანიზმში ფთორის დეფიციტის დროს, უფრო აქტიურად გამოვლინდება სხვა მიზეზების გავლენა, ორგანიზმში ფთორისა და კალციუმის ცვლას შორის მჭიდრო კავშირის გამო.

წყალთან ერთად, ფთორს ზოგიერთი სასურსათო პროდუქტიც (ჩაი, ზღვის პროდუქტები) შეიცავს. ამის მიუხედავად, მის ძირითად რაოდენობას ორგანიზმი წყლის საშუალებით იღებს. ეს განასხვავებს ფთორს ორგანიზმისათვის აუცილებელი სხვა მიკროელემენტებისაგან.

კარიესის ფართოდ გავრცელების გამო, სასმელი წყლის მომზადების დროს, ხშირად საჭირო ხდება წყლის სპეციალური დამუშავება — ფთორირება. ამ დროს მხედველობაში მიიღება ორგანიზმის მიერ სხვა გზებით ფთორის მიღების შესაძლებლობა — ატმოსფერულ ჰაერში და მოსახლეობის სასურსათო რაციონში შემცველობის გათვალისწინებით.

ფთორის ბიოლოგიური აქტიურობა დამოკიდებულია არა მარტო მის კონცენტრაციაზე. გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მის ფორმას — განსაკუთრებით აქტიურია ფთორის იონი; კომპლექსურ შენაერთებში არსებული ფთორის ათვისება ორგანიზმის მიერ ძლიერ მცირე რაოდენობით ხდება. ამ გარემოებას ითვალისწინებენ სასმელი წყლის ხარისხის შეფასების დროს (ლაბორატორიული კონტროლის დროს).

მოწოდებულია სასმელი წყლის კლასიფიკაცია მასში ფთორის შემცველობის მიხედვით (ცხრილი 1.2.)

ცხრილი 1.2.

სასმელი წყლის კლასიფიკაცია მასში ფთორის შემცველობის მიხედვით

№	კონცენტრაცია, მგ/ლ	შეფასება	გავლენა ჯანმრთელობაზე
1.	<0,3	ძლიერ დაბალი	კარიესი იზრდება 3-4-ჯერ
2.	0,3-0,7	დაბალი	კარიესი იზრდება 2-3-ჯერ
3.	0,7-1,1	ოპტიმალური	კარიესი მინიმალურია
4.	1,1-1,5	მომატებული, მაგრამ დასაშვები	კარიესი მინიმალურია; ფლუოროზის მსუბუქი ფორმები — მოსახლეობის 20%
5.	1,5-2	ზდკ-ზე მეტი	კარიესი მინიმალურზე რამდენადმე მომატებულია; ფლუოროზის მსუბუქი ფორმები — მოსახლეობის 30-40%
6.	2-6	მაღალი	კარიესი მინიმალურზე მეტია; ფლუოროზი — მოსახლეობის 30-100%
7.	6-15	ძლიერ მაღალი	კარიესი მინიმალურზე მნიშვნელოვნად მეტია; ფლუოროზი — მოსახლეობის 80-100%, მძიმე ფორმების სიჭარბით

ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ ფთორის შემცველობის ოპტიმალური მაჩვენებლები მეტად მცირე ინტერვალში მერყეობს, რაც მის დაცვას მნიშვნელოვნად ართულებს.

წყალში *იოდის* დაბალ შემცველობას ხშირად უკავშირდება ენდემური *ჩიყვის* განვითარება. იგი გარეგნულად ფარისებრი ჯირკვლის გადიდებით გამოვლინდება. დაავადება ხასიათდება ფიზიკური და გონებრივი განვითარების ჩამორჩენით, ცნს-ის ფუნქციობის მნიშვნელოვანი დარღვევით. დადგენილია, რომ ენდემური ჩიყვი ვითარდება გარკვეულ ბიოგეოქიმიურ პროვინციებში, რომელიც ბიოსფეროს ყველა ელემენტში (ჰაერი, ნიადაგი, წყალი, მცენარეები, შინაური ცხოველების ორგანიზმი) იოდის დაბალი შემცველობით ხასიათდება. ენდემიური ჩიყვის განვითარებაში წყლის გადამწყვეტი როლი სადავოა, რაც შემდეგი ფაქტითაა განმტკიცებული: ადამიანის ორგანიზმის სადღეღამისო მოთხოვნილება იოდზე 100-200 მკგ-ს შეადგენს, ხოლო ენდემიურ კერებში – 50 მკგ-ს. ორგანიზმის მიერ მისი მიღება შემდეგი წყაროებიდან ხდება:

- მცენარეული სასურსათო პროდუქტი — 70 მკგ;
- ცხოველური სასურსათო პროდუქტი — 40 მკგ;
- წყალი — 20 მკგ;
- ჰაერი — 10-15 მკგ.

ამრიგად, იოდის ფიზიოლოგიურად აუცილებელ სადღეღამისო რაოდენობას ადამიანი სხვადასხვა წყაროდან იღებს. ამასთან ერთად, მხედველობაშია მისაღები, თუ იოდდეფიციტური ბიოგეოქიმიური პროვინციის (ძირითადად, სოფლის დასახლების) მოსახლეობა იკვებება მხოლოდ ადგილობრივი წარმოების სასურსათო პროდუქტებით (რომელიც, ბუნებრივია, ღარიბია იოდით), მოსალოდნელია ორგანიზმში იოდდეფიციტური მდგომარეობის განვითარება. მაგრამ, საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, ასეთი მდგომარეობა ნაკლებად მოსალოდნელია, რადგან ნებისმიერი ტერიტორიული ერთეულის მოსახლეობა, ადგილობრივთან ერთად, ფართოდ გამოიყენებს შემოტანილ სასურსათო პროდუქციას, რაც, გარკვეულწილად, არეგულირებს სიტუაციას და უზრუნველყოფს იოდის ნორმალურ ბალანსს.

როგორც ვხედავთ, სასმელი წყალი უმნიშვნელო როლს ასრულებს იოდის ბალანსის შევსებაში, რის გამოც მისი შემცველობის ნორმირების აუცილებლობაც აღარ არის. ოუმცა, სასმელ წყალში იოდის შემცველობა კორელაციაშია ადგილობრივი წარმოების სასურსათო პროდუქციაში მის შემცველობასთან. აქედან გამომდინარე, წყალში იოდის შემცველობას გარკვეული „სასიგნალო“ მნიშვნელობა აქვს. გარემოში იოდის შემცველობაზე კონტროლი ხორციელდება წყალში მისი შემცველობის მიხედვით, რადგან წყალში მისი რაოდენობის შემცირება ასახავს მის დეფიციტს გარემოს სხვა ობიექტებში, მ.შ. ნიადაგსა და მცენარეებში, ანუ სასურსათო პროდუქტებში. ამასთან დაკავშირებით, წყლის ობიექტის წყალში იოდის შემცველობა განიხილება, როგორც მოცემული ადგილ-

მდებარეობის იოდით უზრუნველყოფის არაპირდაპირი მაჩვენებელი. რაც შეეხება ენდემიური ჩიყვის განვითარების შესაძლებლობას, მას განაპირობებს ენდემიური კერის ყველა ელემენტში მისი შემცველობის დეფიციტი. გარკვეული მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, სოციალურ ფაქტორებს, კერძოდ, კვების ხასიათს (კვებით ქცევას). სხვა ესენციური მიკროელემენტების დეფიცის შევსებაც შესაძლებელია სასურსათო პროდუქციის ხარჯზე.

ზოგიერთი მიკროელემენტი, ბუნებრივ წყალში არსებული კონცენტრაციებით, უარყოფით გავლენას ახდენს ჯანმრთელობაზე ან ცვლის წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს. ამ მომენტის გათვალისწინებით, მათი ჰიგიენური ნორმირება ხდება ან სანიტარიულ—ტოქსიკოლოგიური მაჩვენებლით, ან ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლით. სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური თვალსაზრისით შესწავლილი სასმელ წყალში არსებული დაახლოებით 20 ესენციური მიკროელემენტიდან უმრავლესობა ნორმირებულია მავნეობის სანიტარიულ—ტოქსიკოლოგიური მაჩვენებლით, ხოლო 5 — ორგანოლეპტიკური ნიშნით.

უნდა აღინიშნოს სასმელ წყალში არსებული ზოგიერთი მიკროელემენტის ბიოლოგიური როლი.

დარიშხანის შემცველობის მომატებით ვითარდება ტერფის კანის გარქოვანება — „ჩლიქოვანი დაავადება". მისი ტოქსიკური მოქმედება ვლინდება წყალში 3-6 მგ/ლ კონცენტრაციის დროს. შესაძლებელია, აგრეთვე, სისხლძარღვების დაზიანების სხვადასხვა ფორმის განვითარება. დამტკიცებულია დარიშხანის კანცეროგენული მოქმედება. ჯანმოს ექსპერტების დასკვნით, მთელი სიცოცხლის მანძილზე ისეთი წყლის მოხმარება, რომელიც დარიშხანს 0,2 მგ/ლ კონცენტრაციით შეიცავს, მოსახლეობის 5%-ში იწვევს კანის კიბოს განვითარებას. ბიოგეოქიმიურ პროვინციებში ბუნებრივ წყალში დარიშხანის შემცველობა შეიძლება 1 მგ/ლ-ს აღემატებოდეს. ნეიტრალური pH-ის მქონე წყლებში დარიშხანის ნაერთებიდან გვხვდება დარიშხანოვანი მჟავა მოლეკულურ ფორმაში, დარიშხანის მჟავას ანიონები, ორგანულ ნივთიერებებთან დარიშხანის კომპლექსური შენაერთები. ამ ნივთიერებებს ისეთივე უარყოფითი მოქმედება აქვთ ორგანიზმზე, როგორც დარიშხანს. დარიშხანის მადნისა და მისი შენაერთების გადამამუშავებელი საწარმოების (დარიშხანის მადნის მოპოვება და გადამუშავება, ფერადი მეტალურგიის ჰიდროქიმიური პროცესები, ქვანახშირის საწვავზე მომუშავე თბოელექტროსადგურების ნაცარი და სხვ.) საწარმოო ნარჩენები დიდი რაოდენობით შეიცავს დარიშხანს სხვადასხვა ფორმით, რაც მინისქვეშა წყლების დაბინძურების რეალური წყაროა. ეს გარემოება მოცემული ტერიტორიისათვის რეალური ეკოლოგიური და ჰიგიენური საფრთხეა. სასმელ წყალში დარიშხანის შემცველობა ნორმირებულია 0,01 მგ/ლ-ის დონეზე.

მანგანუმი მიეკუთვნება ესენციური მიკროელემენტების ჯგუფს. იგი შედის მრავალი ფერმენტის, ჰორმონისა და ვიტამინის შემადგენლობაში, რომლებიც გავლენას ახდენს ზრდაზე, რეპროდუქციულ ფუნქციაზე, სისხლის ნარმოქმნასა და იმუნიტეტზე. წყალთან ერთად ორგანიზმში

მოხვედრილი მანგანუმის შეწოვა უმნიშვნელოა, მანგანუმის კათიონების ჰიდროლიზისა და ნაკლებად ხსნადი მარილების წარმოქმნის გამო. 0,5 მგ/ლ-მდე შემცველობისას მანგანუმი არსებით გავლენას არ ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. მაგრამ გავლენას ახდენს ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე — წყალი იძენს მეტალის გემოს, შესაძლებელია, აგრეთვე, ლაქების გაჩენა სან-ტექნიკურ ნაკეთობებსა და თეთრეულზე. სასმელ წყალში მანგანუმის ზდკ არის 0,4 მგ/ლ.

სტრონციუმის მომატებული შემცველობა იწვევს ძვლის ქსოვილის განვითარების შეფერხებას (კბილების განვითარების შეფერხება, ყიფლიბანდის გაძვალების ვადების გახანგრძლივება), აგრეთვე ბავშვთა ჰარმონიული მორფოფუნქციური განვითარების შეფერხებას. მის განვითარებას საფუძვლად უდევს ბიოქიმიიდან ცნობილი სტრონციუმსა და კალციუმს შორის კონკურენტული დამოკიდებულება. აღნიშნული პათოლოგია ენდემიური „უროვის დაავადების" მსგავსია. სასმელ წყალში სტრონციუმის ზდკ არის 7 მგ/ლ.

ტყვია სასმელ წყალში შესაძლებელია მოხდეს წყალსადენის სისტემაში ტყვიის შემცველი მასალების გამოყენებისას. ამ დროს წყალში ტყვიის კონცენტრაცია შეიძლება იყოს 1-20 მგ/ლ-ის ფარგლებში. პოლიმეტალური მადნის საბადოებისა და მისი გადამუშავების რაიონებში შესაძლებელია ბუნებრივ წყალში ტყვიის მომატებული კონცენტრაციებით არსებობა. სასმელ წყალში ტყვიის ზდკ არის 0,01 მგ/ლ.

სხვა მიკროელემენტების შემცველობა წყალში, ჩვეულებრივ, უმნიშვნელოა და მათი უარყოფითი ბიოლოგიური მოქმედება არსებულ კონცენტრაციებში არ გამოვლენილა.

წყლის *ორგანოლეპტიკურ* თვისებებზე მოქმედებს მთელი რიგი ქიმიური ნივთიერება. მათი გავლენით იცვლება წყლის სუნი, გემო, ფერი, გამჭვირვალობა, ქაფისა და ზედაპირული აპკის წარმოქმნის უნარი. არასასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებების მქონე წყალი არა მარტო საშიშია ჯანმრთელობისათვის, არამედ გამოყენების დროს იგი არასასიამოვნო სუბიექტურ შეგრძნებებსაც იწვევს.

დადგენილია, რომ წყლის გემოსა და სუნის შეცვლა გავლენას ახდენს წყლის სმის რეჟიმსა და ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ ფუნქციებზე. ამ დროს შესაძლებელია საჭმლის მონელებაში მონაწილე ჯირკვლების ფუნქციის დარღვევა; შეიძლება დაზიანდეს მხედველობის სიმახვილეც კი.

წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე გავლენას ახდენს შემდეგი ელემენტები: კალციუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, თუთია, რკინა, აგრეთკე სხვადასხვა შენაერთი: სულფატები, ქლორიდები, ნავთობპროდუქტები, ზან; მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია სიხისტე.

არ შეიძლება არ გავითვალისწინოთ ადამიანზე წყლის არასასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებების ესთეტიკური ზემოქმედებაც, თუმცა ესთეტიკა და უსაფრთხოება მჭიდროდაა ერთმანეთთან დაკავშირებული: „დაუშვებელი შეცდომაა ჩავთვალოთ ესთეტიკური მოთხოვნების დაკმაყოფილება ხელგაშლილობად, რამდენადაც აქ ესთეტიკა და ჰიგიენა

იმდენად შერწყმულია, რომ მათი დადებითად განცალკავება შეუძლებლად მიგვაჩნია" (ფ.ფ. ერისმანი).

წყლის სიმღვრივის წარმომქმნელი თიხის ნაწილაკების ზედაპირზე შესაძლებელია პათოგენური და პირობითად პათოგენური მიკროორგანიზმების ადსორბირება. ამდენად, წყლის სიმღვრივის შემცირება გარკვეულ დადებით როლს ასრულებს მის გაუსნებოვნებაში.

წყალში მინარევების სახით არსებული მთელი რიგი ქიმიური ნივთიერებები, მართალია, უშუალო გავლენას არ ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მაგრამ, ორგანოლეპტიკური თვისებების გაუარესე-ბის გამო, გარკვეულ, ირიბ, ზემოქმედებას ახდენს ცხოვრების სანიტა-რიულ პირობებზე. ცნობილია შემთხვევები, როდესაც არასასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებების მქონე, მაგრამ ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით უსაფრთხო წყალსადენის წყლის ნაცვლად მოსახლეობას გამოუყენებია ადგილობრივი წყალმომარაგების უცნობი ხარისხის წყალი, რის შედეგადაც განვითარებულა ნაწლავთა ინფექციების ადგილობრივი კერები.

წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებები, ჰიგიენური თვალსაზრისით, საინტერესოა იმდენად, რამდენადაც იგი განსაზღვრავს წყლის გამოყენებისადმი ადამიანის დამოკიდებულებას (მისი ხარისხის სუბიექტურ აღქმას). აქედან გამომდინარე, წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს ადგენენ და მის პარამეტრებს აკონტროლებენ წყლის ტოქსიკური პარამეტრების დადგენის შემდეგ.

ხშირად წყლის ქიმიური შედგენილობის როლს მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე ადგენენ არა ცალკეული ნივთიერების მიხედვით, არამედ დამაბინძურებელთა კომბინაციის მიხედვით. ამ მიზნით, სასმელი წყლის დახასიათებისთვის გამოიყენება წყლის შედგენილობის ზოგიერთი კომპლექსური მაჩვენებელი (შენონილი ნივთიერებები, მინერალიზაცია, მშრალი ნაშთი, სიხისტე, ნავთობპროდუქტები), ან მაჩვენებლები, რომლებიც ირიბად ასახავს მის ქიმიურ შედგენილობას (pH, ჟანგვადობა, ქლორიდები, აზოტის ფორმები, ფენოლის ინდექსი და სხვ.). ასეთ მაჩვენებლებს *განზოგადებული* მაჩვენებლები ეწოდება.

შეწონილი ნაწილაკები. ამ მაჩვენებლის ჰიგიენური მნიშვნელობა არ შემოიფარგლება წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე (სიმღვრივეზე) გავლენით. წყალში არსებული მიკროორგანიზმები, ელექტროსტატიკური ძალების გავლენით, სორბირდება სიმღვრივის წარმომქმნელი თიხოვანი ნაწილაკების ზედაპირზე და მათთან ერთად ტრანსპორტირდება. გარდა ამისა, თიხის ნაწილაკებზე სორბირდება წყალში იონების სახით არსებული ქიმიური ნივთიერებები. ამრიგად, ორგანო--ლეპტიკური მაჩვენებლით არასასურველი (მაღალი სიმღვრივე) წყალი არ შეიძლება ჩაითვალოს ეპიდემიოლოგიურად უსაფრთხოდ და ქიმიურად უვნებლად. ამ მომენტით აიხსნება მკაცრი მოთხოვნები სასმელ წყალში შეწონილი ნივთიერებების შემცველობის მიმართ.

მინერალური შედგენილობა (მინერალიზაცია). წყლის ქიმიური შედგენილობის შეფასების დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მის მარილოვან შედგენილობას — *მინერალიზაციას.* წყლის მინერალიზაციის დონე განსაზღვრავს წყლის ხარისხის ორ მნიშვნელოვან მაჩვენებელს — *მშრალ ნაშთს* და *სიხისტეს.* მინერალიზაციის მაჩვენებელი განსაკუთრებით აქტუალური გახდა მას შემდეგ, რაც ტექნიკურად შესაძლებელი გახდა მისი კორექცია — მინერალური შედგენილობის ოპტიმიზაცია. ამ გზით მოხერხდა დედამიწის მთელ რიგ რეგიონში მტკნარი წყლის დეფიციტის პრობლემის გადაწყვეტა.

წყლის საერთო მინერალიზაციის, მისი მარილოვანი შედგენილობის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე კარგად შესწავლილი საკითხია. საკმაოდ დიდი ხნის წინათ ცნობილი იყო, რომ მარილების დიდი რაოდენობით შემცველ წყალს მლაშე ან მომწარო გემო აქვს. ამიტომ, სასმელი წყლის მინერალიზაციის (მშრალი ნაშთის) ზედა ზღვარი — 1000 მგ/ლ — დადგენილი იყო ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლის მიხედვით.

მტკნარი წყლის მშრალი ნაშთის ძირითად ნაწილს ქლორიდები და სულფატები შეადგენს. წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე არსებითი გავლენის გამო, მათი მაქსიმალური შემცველობა შეზღუდულია ამ ნივთიერებების შეგრძნების ზღურბლით — 250 მგ/ლ თითოეულისათვის.

მომატებული მინერალიზაციის წყალი გავლენას ახდენს კუჭის სეკრეტორულ ფუნქციაზე — ირღვევა მარილ-წყლის ცვლის წონასწორობა (ჰომეოსტაზი), რის შედეგადაც ორგანიზმში ირღვევა მრავალი მეტაბოლური და ბიოქიმიური პროცესის თანაფარდობა.

ხელოვნურად გამონაყოფილების სათვის საჭირო წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია წყლის მინერალიზაციაზე: წყლის 500 მგ/ლ მინერალიზაციის დროს გამოყენებული იყო 92%, 1000 მგ/ლ დროს — 49%, ხოლო 2000 მგ/ლ დროს — 13% წყლის იმ რაოდენობასთან შედარებით, რომელიც მინერალიზაციის უფრო დაბალი მაჩვენებლით ხასიათდებოდა.

მაღალი მინერალიზაციის (მარილოვანი) წყლების გამტკნარების ტექნოლოგიის განვითარების შემდეგ აქტუალური გახდა წყლის მინერალიზაციის ქვედა ზღვრის დადგენის პრობლემა. დადგენილია, რომ დაბალი მინერალიზაციის (განსაკუთრებით, გამოხდილი წყლის) ხანგრძლივი მოხმარება იწვევს ორგანიზმში მარილ-წყლის ბალანსის დარღვევას, რაც, ოსმოსური წონასწორობის დარღვევის შედეგად, გამოვლინდება სისხლში ნატრიუმის მომატებული გადასვლით. საბოლოოდ, ხდება უჯრედშიდა და უჯრედგარეშე წყლის გადანაწილება.

მრავალრიცხოვანი დაკვირვებების შედეგად დადგენილია წყლის მინერალიზაციის ქვედა ზღვარი — 100 მგ/ლ, ხოლო ოპტიმალური დონე — 200-400 მგ/ლ-ის ფარგლებში. ამასთან, კალციუმის მინიმალური

შემცველობა არ უნდა იყოს 25 მგ/ლ-ზე ნაკლები, ხოლო მაგნიუმისა — 5 მგ/ლ-ზე ნაკლები*.

მშრალი ნაშთი. იგი წარმოადგენს საორიენტაციო მაჩვენებელს წყალში არაორგანული ნივთიერებების შემცველობის შესახებ. ჯერჯერობით არ არის დამტკიცებული სარწმუნო კავშირი მშრალი ნაშთის რაოდენობასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის. შესაძლებელია, მშრალი ნაშთის ერთი და იგივე რაოდენობის დროს მისი ქიმიური შედგენილობა მეტად განსხვავებული იყოს. მშრალი ნაშთის შემცველობის ერთ-ერთი კრიტერიუმია წყლის გემო. ამ მაჩვენებელს დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის გემოს აღქმისათვის. რადგანაც წყლის გემოს აღქმა სუბიექტურია, ეს მაჩვენებელი მეტად ლაბილურია და გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება კონკრეტულ ტერიტორიაზე, რასაც წყლის წარმოქმნის პირობები განსაზღვრავს. საქართველოში მოქმედი ნორმატივით, მშრალი ნაშთი ნორმირებულია 1000-1500 მგ/ლ-ის დონეზე.

სიხისტე. დიდია კალციუმისა და მაგნიუმის ფიზიოლოგიური როლი ორგანიზმში. თუმცა, ცნობილია, რომ წყალში არსებული 12 ელემენტი (ბერილიუმი, ბორი, კადმიუმი, კალიუმი, ნატრიუმი და სხვ.) და რამდენიმე ანიონი გავლენას ახდენს წყლის სიხისტეზე და მის თვისებებზე. ამასთან ერთად, დიდი ხანია, ცნობილია წყლის მინერალიზაციის და, შესაბამისად, სიხისტის განმაპირობებელი ქიმიური ნივთიერებებისა და ელემენტების ეტიოლოგიური როლი შარდკენჭოვანი დაავადების განვითარებაში. აღწერილია შარდკენჭოვანი პათოლოგიის (უროლითიაზის) ენდემიური კერები, რომელიც ბუნებრივი სასმელი წყლის მინერალურ შედგენილობას უკავშირდება. ამრიგად, წყლის მაღალი სიხისტე (ძირითადად, კალციუმისა და მაგნიუმის მარილების ხარჯზე) შარდკენ-ჭოვანი დაავადების განვითარების რისკის ფაქტორია.

წყლის მომატებულ სიხისტეს (კალციუმისა და მაგნიუმის ხარჯზე) გარკვეული სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მნიშვნელობაც აქვს — ცნობილია, რომ ასეთი წყლის გამოყენებისას ჭურჭელში ჩნდება მინადუღი, იხარჯება სარეცხი საშუალების მეტი რაოდენობა, ცუდად იხარშება საკვები პროდუქტები და ა.შ. აღწერილია შემთხვევები, როდესაც გათბობის სისტემაში მაღალი მინერალიზაციის წყლის გამოყენებისას, ქვაბებში მინადუღის წარმოქმნის შედეგად, მოხდა მათი გახეთქვა.

უკანასკნელ პერიოდში დადგენილია დაბალი სიხისტის წყლის (განსაკუთრებით, კალციუმისა და მაგნიუმის მარილების დაბალი შემცველობის) გარკვეული როლი გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დაავადებების, კერძოდ, მიოკარდის ინფარქტის განვითარებაში. გამოვლე-

---

* სანწდან 2.3.2./2.3.3. 004/001-03. ჰიგიენური მოთხოვნები ჩამოსხმული სასმელი წყლის ხარისხისადმი (სსმ, III, 2003, №141).

ნილია დაბალი სიხისტის მქონე წყლის გამოყენების რაიონებში გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგიის მომატებული დონის არსებობა. თუმცა, საკითხის საბოლოოდ გადაწყვეტა დამატებით კვლევას საჭიროებს. ამ დროს მხედველობაშია მისაღები აღნიშნული პათოლოგიის განვითარებაში მრავალი ფაქტორის ეტიოლოგიური როლი, მ.შ. სოციალურ-ჰიგიენური ფაქტორების. ამასთან ერთად, დადგენილია, რომ წყალში არსებული ელემენტის მოქმედება ორგანიზმზე გამოვლინდება არა იზოლირებულად, არამედ სხვა ელემენტებთან კომბინაციაში. ამდენად, წყლის შემადგენელი კომპონენტების ორგანიზმზე შერწყმული მოქმედების შესწავლა აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. სასმელი წყლის სიხისტე ნორმირებულია 7-10 მგ-ეკვ/ლ-ის დონეზე.

ნავთობპროდუქტები. წყლის ობიექტების დაბინძურება ნავთობითა და მისი გადამუშავების პროდუქტებით გარემოს დაცვის ერთ-ერთი გლობალური პრობლემაა. ნავთობი წარმოადგენს ალიფატური, არომატული და პოლიციკლური ნახშირწყალბადების რთულ ნაზავს. მისი კომპონენტები ერთმანეთისაგან ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით მკვეთრად განსხვავდება. ნავთობპროდუქტები გვხვდება წყლის ობიექტების ყველა ფენაში — ფსკერზე (ნალექის სახით), თვით წყალში (გახსნილი სახით), ზედაპირზე (ლაქების სახით). მათი არსებობით წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებები იცვლება — წყალი იძენს სპეციფიკურ სუნს, წყლის ზედაპირზე ქმნის აპკს და ლაქებს. წყალთან ერთად მიღებული ნავთობპროდუქტებში არსებული ნახშირწყალბადები ტოქსიკურ მოქმედებას ადამიანზე არ ახდენს, რადგან სასმელ წყალთან ერთად, ჩვეულებრივ, არ ხდება ნაშირწყალბადების ისეთი რაოდენობით მიღება (ძირითადად, ორგანოლეპტიკური თვისებების გამო), რომ მათი ტოქსიკური მოქმედება გამოვლინდეს. სასმელი წყლის დამუშავების ჩვეულებრივი წესების გამოყენების დროს ნავთობპროდუქტების სპეციფიკური სუნის სრულად მოცილება ვერ ხერხდება. სასმელ წყალში ნავთობპროდუქტების ზდკ არის 0,1 მგ/ლ.

<u>მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობა</u> — <u>აქტიური რეაქცია</u> (pH). მისი დიდი მერყეობა საფრთხეს არ უქმნის ადამიანის ორგანიზმს, რადგან როგორც წყალს, ისე ორგანიზმის შესაბამისი ჰომეოსტაზის მექანიზმს აქვს ბუფერული რეზერვი. pH–ის რეგლამენტაციას (6-9-ის ფარგლებში) საფუძვლად უდევს წყლის „მთავარი იონების" ხსნადობისა და ბიოლოგიური ეფექტურობის ამ სიდიდეზე დამოკიდებულება. pH–ის რეკომენდებულ ფარგლებში შენარჩუნებისას მათი კონცენტრაციები ვერ აღწევს ისეთ სიდიდემდე, რომ ტოქსიკური ეფექტი გამოვლინდეს. კონკრეტულ წყლის ობიექტს აქვს pH-ის მისთვის დამახასიათებელი სიდიდე. წყლის ობიექტის pH-ის მნიშვნელობის ცვლილება მიუთითებს წყალსატევში განსხვავებული შედგენილობის წყლის ჩაშვებაზე, ან წყლის დამუშავების ტექნოლოგიური რეჟიმის დარღვევაზე. pH-ის ბუნებრივი მნიშვნელობის შეცვლას განაპირობებს ფსკერის ქანებიდან სხვადასხვა ელემენტის გამორეცხვა. pH ნორმირებულია 6-9 ერთეულის ფარგლებში.

პერმანგანატული ჟანგვადობა. წყალმომარაგების წყაროს წყალი ხშირად შეიცავს სხვადასხვა კონცენტრაციის როგორც ბუნებრივი, ისე ტექნოგენური წარმოშობის ორგანულ ნივთიერებებს. მათი იდენტიფიკაცია საკმაოდ რთული ქიმიური პროცესია, თუმცა ამის საჭიროებაც არ არის — მათი რაოდენობის დადგენა ხდება ინტეგრალური მაჩვენებლის საფუძველზე — მათ დაჟანგვაზე დახარჯული ჟანგბადის რაოდენობის მიხედვით. სასმელი წყლის ხარისხის კონტროლისათვის გამოიყენება კალიუმის პერმანგანატით დაჟანგვის მეთოდი მჟავე არეში, წყლის გაცხელებით. აქედან გამომდინარე, ამ მაჩვენებელს პერმანგანატული ჟანგვადობა ეწოდება. მისი სიდიდის მატება მიუთითებს წყლის ორგანულ დაბინძურებაზე. სასმელ წყალში პერმანგანატული ჟანგვადობის ნორმირებული სიდიდეა არა უმეტეს 3,0 მგ O_2/ლ.

ფენოლის ინდექსი. ზედაპირულ წყლებში ხშირად არის ფენოლის შენაერთები, რომელიც წყალმცენარეების გახრწნის შედეგად წარმოიქმნება. ფენოლებს შეიცავს, აგრეთვე, მთელი რიგი (ნავთობქიმიური მრეწველობის, შავი მეტალურგიის და სხვ.) საწარმოების ჩამდინარე წყლები. ფენოლის ნაერთების უმნიშვნელო რაოდენობაც კი წყალს სპეციფიკურ სუნს აძლევს. სუნის მიხედვით ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაციითაც კი ფენოლების შემცველი წყლის ქლორირებისას წარმოიქმნება ქლორფენოლები — სპეციფიკური, „აფთიაქის" სუნის მეტად დაბალი ზღურბლით. სასმელი წყლის ხარისხის ოპერატორული კონტროლისათვის განისაზღვრება ფენოლის ინდექსი — წყალში ფენოლის აქროლადი ნაერთების ჯამური რაოდენობა. წყლის ყველა ობიექტს აქვს მისთვის დამახასიათებელი ფენოლის ინდექსი; სხვა მაჩვენებლებთან ერთად, მისი დინამიკის მიხედვით, შეიძლება წყლის შემადგენლობის სტაბილურობაზე მსჯელობა. მოცემული წყლის ობიექტის ფენოლის ინდექსის გაზრდისას საჭიროა ამ ცვლილების გამომწვევი მიზეზის დადგენა.

1.3. სასმელი წყლის ჰიგიენური ნორმირება

სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური ნორმირება ადამიანის ჯანმრთელობაზე მისი უარყოფითი გავლენის პროფილაქტიკის ერთერთი ძირითადი მიმართულებაა.

1.3.1. სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირების განვითარების ისტორია

სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენურ ნორმირებას საკმაოდ დიდი ისტორია აქვს. ჯანმრთელობისათვის წყლის უსაფრთხოების კრიტერიუმები იცვლებოდა სამედიცინო და ბიოლოგიური ცოდნის ზრდის კვალობაზე. ბუნებრივია, შესაბამისად იცვლებოდა ჰიგიენური მოთხოვნები წყლისადმი.

სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური ნორმირების ისტორიაში 4 ეტაპი გამოიყოფა.

წყლის ხარისხის ნორმირების *პირველი* ეტაპი დამახასიათებელი იყო უძველესი დროისათვის. იმ დროის სწავლულების შრომებში გვხვდება წყლის ხარისხის შეფასების პირველი ორიენტირები. ჰიპოკრატეს (ძვ. წ. 460-377 წწ) მიხედვით, სუფთა, „ჯანმრთელი“ წყლის უვარგისი, „არაჯანსაღი“ წყლისაგან გასარჩევად გამოიყენებოდა მისი ხარისხის გარეგნული ნიშნები (სიმღვრივე, შეფერილობა, სუნი, გემო), რომელთა განსაზღვრა გრძნობათა ორგანოების მიერ ადვილი იყო. შესაბამისად, შემდგომში წყლის ხარისხის ამ მაჩვენებლებს ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები ეწოდა. ორგანოლეპტიკური ხერხი, როგორც იმ დროისათვის ხელმისაწვდომი ერთადერთი საშუალება, მრავალი საუკუნის განმავლობაში წყლის ხარისხის შეფასების ერთადერთი მეთოდი იყო. თუმცა, ორგანოლეპტიკური თვისებების მხოლოდ ხარისხობრივი განსაზღვრის საფუძველზე შეუძლებელი იყო მისი ხარისხის ობიექტური შეფასება და მრავალი მნიშვნელოვანი ნიშან-თვისების დახასიათება.

წყლის ხარისხის ნორმირების *მეორე* ეტაპი დაკავშირებულია ქიმიის, კერძოდ, თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზის განვითარებასთან, რაც მ.ვ. ლომონოსოვსა (1711-1765) და ა.ლ. ლავუაზიეს (1743-1794) უკავშირდება. ეს ეტაპი სათავეს იღებს XVIII საუკუნის შუა პერიოდიდან. წყლის ხარისხის შეფასება ორგანოლეპტიკური თვისებების საფუძველზე მეორე პლანზე გადავიდა. ქიმიური ანალიზის შედეგები, თავისი სიზუსტის გამო, განსაკუთრებულად იქცევდა ყურადღებას და, თავისი კონკრეტულობის გამო, ნამყვანი აღმოჩნდა წყლის ხარისხის შეფასებისათვის. ამ ეტაპზე დიდი ყურადღება ექცეოდა წყლის საერთო მინერალიზაციის, ქლორიდებისა და სულფატების შემცველობის, სიხისტის განსაზღვრას. მეთოდების შერჩევა ხდებოდა მათი ხელმისაწვდომობის მიხედვით. მოგვიანებით დაიწყო წყალში ორგანული შენაერთებისა და მათი დაშლის პროდუქტების (ამიაკი, ნიტრიტები, ნიტრატები) შემცველობის განსაზღვრა. თანდათან დაგროვდა მონაცემები ზედაპი-რული და მიწისქვეშა წყლების სხვადასხვა ხარისხით დაბინძურებასა და მათი შედგენილობის თავისებურებებზე. ჩამოყალიბდა შეხედულება იმის შესახებ, რომ გამოსაყენებლად ვარგისია ისეთი წყაროების წყლები, რომლებსაც არა მარტო კეთილსასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები აქვთ, არამედ მცირე რაოდენობით შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებსა და მათი დაშლის პროდუქტებს, მინერალურ მარილებს, კერძოდ, ქლორიდებს და სულფატებს.

1854 წელს, ქ. ბრიუსელში გამართულ ჰიგიენისტთა I კონგრესზე მიღებული იყო გადაწყვეტილება სხვადასხვა წყარო-ს წყლის ქიმიური შედგენილობის შედარების საფუძველზე საშუალო, სტანდარტული ხარისხის წყლის კრიტერიუმების დამტკიცების შესახებ. კონგრესის დავალების საფუძველზე საქსონიაში შეისწავლეს სხვადასხვა წყაროს წყალი. ვინაიდან დიდი ხნის განმავლობაში ამ წყლებით მოსარგებლე მოსახლეობაში მათი უარყოფითი მოქმედება არ ვლინდებოდა წყალთან დაკავშირებული დაავადებების განვითარების თვალსაზრისით, გაკეთდა

დასკვნა, რომ ამ წყლების სხვადასხვა ინგრედიენტის საშუალო კონცენტრაციები ჩაითვალოს წყლის ხარისხის სტანდარტად.

შემდგომში წყლის ინგრედიენტების საშუალო ნორმებს ზღვრული ნორმები ეწოდა, ხოლო მოგვიანებით — უნივერსალური ნორმები. თუმცა, გარკვეული პერიოდის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთ ქვეყანაში ადგილობრივი წყლის ქიმიური შედგენილობა აღნიშნული ნორმებისაგან მკვეთრად განსხვავდებოდა. ამასთან ერთად, ასეთი წყლების გამოყენება უარყოფით შედეგებს არ იწვევდა. ამრიგად, ბრიუსელის ნორმატივების უნივერსალობისადმი გარკვეული ეჭვი გაჩნდა. გადაწყდა ცალკეული ქვეყნისათვის წყლის სტანდარტის შემუშავება. ამ პრინციპის საფუძველზე შემუშავებული ახალი ნორმატივები, გარკვეული თვალსაზრისთ, უნივერსალური ხასიათის იყო და ბრიუსელის ნორმატივების უარყოფითი თვისებებით ხასიათდებოდა. თუმცა, ასეთი უნივერსალური ნორმატივები საკმაოდ დიდხანს გამოიყენებოდა. ამის მიზეზი იყო სასმელად ბუნებრივი წყლის მოხმარება ყოველგვარი დამუშავების გარეშე, ხოლო სამედიცინო ცოდნის დონე არ იძლეოდა ადამიანის ორგანიზმზე წყლის გავლენის შესწავლის საშუალებას. ამის მაგალითია 1884 წელს ფ.ფ. ერისმანის განცხადება, რომ ჰიგიენისტებს არ აქვთ სათანადო საზომი იმისათვის, რომ შეაფასონ ამა თუ იმ წყლის სასმელად ვარგისიანობა. 1908 წელს გ.ვ. ხლოპინი მიუთითებდა, რომ სასმელი წყლის ხარისხის სწორი, მკაცრად მეცნიერული შეფასება სანიტარიის ერთ-ერთი ყველაზე რთული ამოცანაა.

XIX საუკუნის ბოლოს დადგინდა, რომ წყალში არსებული ორგანული შენაერთების დაშლის პროდუქტები (ამიაკი, ნიტრიტები, ნიტრატები) ნარმოადგენს წყლის დაბინძურების მაჩვენებელს. ჰიგიენისტების მიერ დადგინდა, რომ წყალში ცილების დაშლის პროდუქტების არსებობა თან ახლავს მის ბაქტერიულ დაბინძურებას და მის საფუძველზე შესაძლებელია ირიბად მსჯელობა წყაროს გარეგანი დაბინძურების შესახებ. თუმცა, ამგვარმა ცვლილებამ ვერ უზრუნველყო უნივერსალური ნორმატივების ძირითადი უარყოფითი მომენტების ნიველირება, რამდენადაც შეფასება ეძლეოდა მხოლოდ წყალმომარაგების წყაროს შედარებით ჭრილში. ჰიგიენის ფიზიოლოგიური მიმართულების თვალსაზრისით ძირითად საკითხზე, ადამიანის ორგანიზმზე წყლის გავლენის შესახებ, ასეთ ნორმატივებს პასუხი არ ჰქონდა. აქედან გამომდინარე, დღის წესრიგში დადგა უნივერსალური ნორმატივების გაუმჯობესება ცალკეული ქვეყნის ფარგლებში რეგიონული ნორმატივების, აგრეთვე მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროების წყლის ნორმატივების შემუშავების გზით. ამ მცდელობის მიუხედავად, ეს ნორმები, გარკვეულწილად, მუხრუჭის როლს ასრულებდა ჰიგიენური მეცნიერების განვითარებისათვის წყლის ჰიგიენის სფეროში.

XIX საუკუნის II ნახევრიდან დაიწყო პირველი ექსპერიმენტები საცდელი ცხოველების გამოყენებით სუფთა და დაბინძურებული წყლის ორგანიზმზე გავლენის შესასწავლად. თუმცა, კვლევის იმდროინდელი

ფიზიოლოგიური მეთოდების არასრულყოფილების გამო, სარწმუნო შედეგები ვერ მიიღეს.

ამ მიმართულებით კვლევების ინტენსიურობას ხელი შეუწყო მიკრობიოლოგიის განვითარებამ. წყალში პათოგენური მიკროორგანიზმების აღმოჩენის სირთულის გამო, ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხის შეფასებას ცდილობდნენ ირიბად, მასში საპროფიტული მიკროფლორის განვითარების მიხედვით. დღის წესრიგში დადგა წყლის ხარისხის შეფასების აუცილებლობა მისი ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხის მიხედვით. შემუშავდა წყლის კლასიფიკაციის სხვადასხვა. თუმცა, პრაქტიკამ დაადასტურა ასეთი სქემების პირობითობა და ნაკლები პრაქტიკული ღირებულება.

ამ ფონზე განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა რ. კოხის (1843-1910) აღმოჩენას. 1891 წელს ქ. ჰამბურგსა და ამჟამად მასთან შეერთებულ ქ. ალტონაში ქოლერის ეპიდემიის ლიკვიდაციაში მონაწილეობის დროს მან ალტონაში ქოლერით ავადობის არარსებობა დაუკავშირა მდინარის წყლის გაწმენდას ნელი ფილტრაციის მეთოდით. საპროფიტული მიკროფლორის შემცველობაზე ჩატარებული ანალიზებით დადგინდა, რომ ალტონის წყალსადენის წყალი 1 მლ-ში შეიცავდა არა უმეტეს 100 საპროფიტულ მიკროორგანიზმს. ჰამბურგის წყალსადენის წყალი გაცილებით მეტ საპროფიტულ მიკროორგანიზმს შეიცავდა. ეს იყო წყლის მიკრობული შედგენილობის პირველი რაოდენობრივი შეფასების მაგალითი. ამ ფაქტის საფუძველზე რ. კოხმა გააკეთა დასკვნა, რომ თუ წყალი 1 მლ-ში შეიცავს არა უმეტეს 100 საპროფიტულ მიკროორგანიზმს, მასში არ არის პათოგენური მიკროორგანიზმი (ამ დაკვირვების შემთხვევაში, ქოლერის ვიბრიონი). ეს იყო წყლის ორგანიზმზე გავლენის ხარისხის შესწავლის საფუძველზე ჰიგიენური ნორმატივის შემუშავების პირველი შემთხვევა. ჩამოყალიბდა გარკვეული თვალსაზრისი არა მარტო წყალმომარაგების წყაროს წყლის, არამედ სასმელი წყლის ხარისხის როლის შესახებ. შემდგომში, წყლის დამუშავების (გაწმენდის) ეფექტურობის შეფასებისათვის დაინერგა ნაწლავის ჩხირის ტიტრის განსაზღვრა.

ნაწლავის ჩხირი, წარმოადგენს რა ადამიანის ნაწლავის აუცილებელ და მუდმივ ბინადარს, მჭიდრო კავშირშია ადამიანის ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევ პათოგენურ მიკროორგანიზმებთან. ამ გარემოების გამო, წყალში მისი აღმოჩენა დიდი ალბათობით მიუთითებს მისი ეპიდემიოლოგიური საშიშროების ხარისხზე. მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ წყალში ნაწლავის ჩხირის აღმოჩენის მეთოდი საიმედოა და პრაქტიკულად ხელმისაწვდომია ლაბორატორიებისათვის. ამრიგად, მიკრობიოლოგიის განვითარების შედეგად დღის წესრიგში დადგა წყლის ხარისხის ნორმირების გადასვლა უფრო მაღალ დონეზე.

წყლის ხარისხის ნორმირების *მესამე* ეტაპი ხასიათდებოდა უპირატესად წყლის ბაქტერიული შემადგენლობის შესწავლით და სასმელი წყლის (და არა წყალმომარაგების წყაროს წყლის) ხარისხის ჰიგიენურ ნორმირებაზე გადასვლით. პირველი ნორმატიული აქტი (სას-

მელი წყლის სტანდარტი), რომლითაც რეგულირდებოდა სასმელი წყლის ხარისხი, გამოიცა აშშ-ში 1914 წელს. ამ ნორმატიული დოკუმენტით რეგლამენტირებული იყო წყლის მხოლოდ ბაქტერიული შემადგენლობა — კოლონიების საერთო რაოდენობა და ნაწლავის ჩხირის ტიტრი.

ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სისტემის განვითარებამ მნიშვნელოვნად განაპირობა სასმელი წყლის ნორმატივების სხვა პარამეტრების შემუშავება. კერძოდ, გერმანიაში შეისწავლეს ქლორიდების, სულფატებისა და ნიტრატების გაელენა წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე; სცადეს ტყვიისა და დარიშხანის ნორმატივების შემუშავება. 1925 წელს აშშ-ში მიიღეს სასმელი წყლის ახალი სტანდარტი, რომელშიც ნორმირებული იყო მისი ორგანოლეპტიკური თვისებები.

ევროპაში პირველი სასმელი წყლის სტანდარტი მიიღეს სსრკ-ში 1937 წელს. მას ჰქონდა საუწყებათაშორისო ხასიათი. სტანდარტით რეგლა=-მენტირებული იყო წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებები (სუნი, ფერიანობა, სიმღვრივე) და ბაქტერიული შემადგენლობა. ნორმატიული მოთხოვნები ვრცელდებოდა მხოლოდ იმ წყალსადენის წყალზე, რომელსაც წყლის დამუშავების აღჭურვილობა ჰქონდა.

ამრიგად, წყლის ხარისხის პირველ სტანდარტებში განხორციელდა წყლის ხარისხის ნორმირების ახალი პრინციპი, რაც განაპირობებდა სასმელად მისი გამოყენების ვარგისიანობას, მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხოებას და უვნებლობას. აღნიშნულმა პრინციპმა შეცვალა ადრე არსებული წყლის „საშუალო" ქიმიური შედგენილობის პრინციპზე დამყარებული ნორმატივები.

წყლის ხარისხის ნორმირების ისტორიაში მესამე ეტაპი ითვლება გარდამტეხად: წყლის ჰიგიენის პრობლემამ მიიღო მკვეთრად გამოხატული ფიზიოლოგიური მიმართულება.

წყლის ხარისხის ნორმირების *მეოთხე* ეტაპზე, გარემოს ქიმიური ფაქტორების გავლენის შესახებ ახალი სამეცნიერო მონაცემების დაგროვების კვალობაზე, მოხდა წყლის ხარისხის ნორმატივების გაფართოება. სსრკ-ში 1945 წელს მიღებულ ახალ დოკუმენტში მოთხოვნები წყლის ხარისხისადმი 2 ჯგუფად გაიყო: A — ყველა წყალსადენისათვის და B — იმ წყალსადენისათვის, რომელსაც აქვს აღჭურვილობა წყლის დამუშავებისათვის. ეს დოკუმენტი უზრუნველყოფდა წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნების დაცვას. აღნიშნული დოკუმენტის შემდგომი გადახედვა და ნორმირებული მაჩვენებლების გაფართოება და დაზუსტება მოხდა 1954, 1973, 1982 წლებში. ნორმატივებში ცვლილებების შეტანას საფუძვლად დაედო ადამიანის ჯანმრთელობაზე წყლის გავლენის პრინციპი (ჰიგიენის ფიზიოლოგიური მიმართულება).

1958 წელს ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის (ჯანმო) მიერ გამოიცა „სასმელი წყლის საერთაშორისო სტანდარტები". ამ დოკუმენტმა ახალი სტიმული მისცა ეროვნული სტანდარტების შემუშავებას.

1987 წელს ჯანმო-ს მიერ გამოიცა სამტომეული „სასმელი წყლის ხარისხის კონტროლის სახელმძღვანელო", რომლის მეორე გამოცემა 1993 წელს გამოვიდა. მათში წარმოდგენილია სარწმუნო და სრული

ინფორმაცია სასმელი წყლის შემადგენლობის ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესახებ, რაც ეროვნული სტანდარტების შემუშავებას დაედო საფუძვლად.

2001 წლიდან საქართველოში, ეროვნული სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიული ბაზის შემუშავების დაწყების შემდეგ, სასმელი წყლის ხარისხის რეგულირების 2 ნორმატიული დოკუმენტი შემუშავდა: ა — ცენტრალიზებული სისტემისათვის* და ბ — არაცენტრალიზებული სისტემისათვის** 2008 წლიდან მოქმედებაშია სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი***

საქართველოში სასმელი წყლის ხარისხის კონტროლის ფუნქცია დაკისრებული აქვს საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სურსათის უვნებლობის ეროვნულ სააგენტოს.

ჩვენს ქვეყანაში, ნორმატიულ დოკუმენტში მოცემული ნორმირებული სიდიდეების დაცვა შესაბამისი ფიზიკური და იურიდიული პირების მიერ სავალდებულოა.

სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირების სფეროში სხვა ქვეყნების პრაქტიკის გაცნობისას ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ ნორმირებული სიდიდეები უმეტეს შემთხვევაში სარეკომენდაციო ხასიათს ატარებს. ნორმატივების დაცვის სახელმწიფო, სავალდებულო რეგულირებაზე გადასვლის ტენდენცია უკანასკნელ წლებში უფრო ინტენსიურია.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში 1914 წელს მიღებული სასმელი წყლის სტანდარტი არ იყო სახელმწიფო სტანდარტი, ის მოქმედებდა ცალკეული შტატის დონეზე და გამოიყენებოდა შტატებს შორის კომერციული ურთიერთობების დარეგულირებისათვის მოსახლეობის წყალმომარაგების სფეროში. პირველი ფედერალური კანონი სასმელი წყლის უსაფრთხოების შესახებ მიღებული იყო 1974 წელს. ამ კანონით, სასმელი წყლის სისუფთავისა და უსაფრთხოების მარეგულირებელი ნორმატივების შემუშავება დაევალა გარემოს დაცვის სააგენტოს. სასმელი წყლის ხარისხის საერთოეროვნული სტანდარტი მიიღეს 1975 წელს. 1995 წელს იგი შეიცავდა 10 არაორგანული ნივთიერების ზდკ-ს, 6 სასოფლო-სამეურნეო პესტიციდის ნორმატივს. მათი უმრავლესობის

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყლის ხარისხისადმი. ხარისხის კონტროლი. სწდან 2.1.4. 001-01 (სსმ, III, 2001, №90).

** ჰიგიენური მოთხოვნები არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი. წყაროების სანიტარიული დაცვა. სწდან 2.1.4. 002-01 (სსმ, III, 2001, №90).

*** სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №349/ნ, 2007 წლის 17 დეკემბერი (სსმ, III, 2007, №179).

მაქსიმალური დასაშვები სიდიდეები შეესაბამება საქართველოს ნორმატივებით დადგენილ სიდიდეებს.

სასმელი წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოება კონტროლდება მიკროორგანიზმების სანიტარიული მაჩვენებლების მიხედვით. მათი სიდიდეები საქართველოში შეესაბამება ჯანმო-ს მიერ რეკომენდებულს.

ევროკავშირის ქვეყნებში სასმელი წყლის ხარისხი რეგულირდება რამდენიმე საკანონმდებლო დადგენილებით. მათგან ერთ-ერთია ევროკავშირის დირექტივა №98/93 (3.11.1998). მისი ნორმატიული ბაზის საფუძველია ჯანმო-ს 1994 წლის რეკომენდაციები. ნორმატივების სიდიდეები პრინციპულად არ განსხვავდება საქართველოს ნორმატივებისაგან.

სასმელი წყალმომარაგების წყაროებისადმი მოთხოვნები მოცემულია ევროკავშირის დირექტივაში №75/440 (16.06.1975). ამ დოკუმენტით სასმელი წყალმომარაგების წყაროები 3 კლასად იყოფა, წყლის შედგენილობისა და დამუშავებისათვის საჭირო წესების შესაბამისად.

აღნიშნული დირექტივების საფუძველზე ევროკავშირის ქვეყნებში შემუშავებულია ეროვნული აქტები — დეკრეტები, კანონები, დირექტივები, დადგენილებები.

საფრანგეთში სასმელი წყალმომარაგების საკითხები რეგულირდება სახელმწიფო დეკრეტით. მასში მოცემულია ადამიანის მიერ მოხმარებული წყლის ხარისხის ნორმატივები, მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების წყაროებისადმი, განსაზღვრულია აღნიშნული ნორმატივებისა და მოთხოვნების ცხოვრებაში გატარების იურიდიული პროცედურები. სახელმწიფო დეკრეტის საფუძველზე დეპარტამენტებში (მუნიციპალიტეტებში) ხდება რეგიონული სამართლებრივი აქტების შემუშავება და მიღება. რეგიონული მოთხოვნების დადგენაში სასმელი წყლის ხარისხისადმი გადამწყვეტი როლი აკისრია დეპარტამენტების (მუნიციპალიტეტების) საზოგადოებრივი ჰიგიენის საბჭოებს; გრუნტის წყლების გამოყენებისა და სანიტარიული დაცვის ზონების ორგანიზაციის საკითხების გადაჭრაში მონაწილეობს, აგრეთვე, ჰიდროგოლოგიური სამსახური. დეპარტამენტის პრეფექტის მიერ დამტკიცებული რეკომენდაციები შესრულებისთვის სავალდებულოა სასმელი წყალმომა-რაგების სისტემის ყველა მფლობელისათვის, საკუთრებს ფორმის მიუხედავად.

გერმანიაში, ადამიანის მიერ მოხმარებისათვის გამიზნული წყლისადმი მოთხოვნები ჩამოყალიბებულია რამდენიმე სახელმწიფო დირექტივაში. მოთხოვნები საკვები პროდუქტების დამზადებისათვის გამიზნული წყლის ხარისხისადმი შემუშავებულია ჯანმო-ს რეკომენდაციების საფუძველზე. მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების წყაროებისადმი ითვალისწინებს წყაროების დაყოფას 3 კლასად, წყლის შედგენილობისა და მისი მომზადების სირთულის შესაბამისად.

აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში (უნგრეთი, ბულგარეთი, ჩეხეთი, სლოვაკეთი) სასმელი წყლის ხარისხის სახელმწიფო სტანდარტები შემუშავდა XX ს 60-70-იან წლებში სსრკ-ის სახსტანდარტის „სასმელი წყალი“ (№2874-82) საფუძველზე. მათი თანამედროვე რედაქციის საფუძველია ევროკავშირის 1998 წლის №98/93 დირექტივა.

1.3.2. სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირების ჰიგიენური პრინციპები

სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირების საფუძველია ჯანმო-ს მიერ მოწოდებულ სახელმძღვანელოში მოცემული ადამიანის ჯანმრთელობაზე სასმელი წყლის გავლენის ძირითადი პრინციპები. ეს ინფორმაცია სასმელი წყლის შესაძლო ინგრედიენტებისა და მათი უვნებელი დონეების შესახებ განიხილება, როგორც მონაცემთა მსოფლიო ბაზა. მის საფუძველზე ხდება ეროვნული ნორმატივების შემუშავება. მათში მსოფლიო ბაზის მონაცემების გათვალისწინება ხდება წყლის შედგენილობის ეროვნული და რეგიონული თავისებურებებისა გათვალისწინებით.

ხანგრძლივი კომპლექსური კვლევების საფუძველზე შედგენილია სარწმუნო, მეცნიერულად დასაბუთებული ნყლის შედგენილობის (ქიმიური, მიკრობიოლოგიური) ნორმატივები, აგრეთვე რეგლამენტირებულია მოსახლეობისათვის მიწოდებული სასმელი წყლის შედგენილობისა და ხარისხის კონტროლის წესი და მექანიზმი.

სასმელი წყლის ხარისხის ნორმირებას საფუძვლად უდევს შემდეგი პრინციპები:

• სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმების პრინციპი. იგი მოიცავს სასმელი წყლის ხარისხის განმსაზღვრელ *ტრიადას* (იხ. ქვეთავი 1.2.1.).

• სასმელი წყლის შედგენილობის უსაფრთხოებისა და უვნებლობის განმსაზღვრელი ინგრედიენტების ზღვრული შემცველობის პრინციპი. მისი დადგენა ხდება სამედიცინო-ჰიგიენური კვლევების საფუძველზე. სასმელი წყლის შედგენილობის ნორმატივები ითვალისწინებს არა იმ ინგრედიენტებს, რომელიც წყალში უნდა იყოს, არამედ იმათ, რომელთა არსებობაც არასასურველია და დასაშვებია მხოლოდ განსაზღვრულ, მკაცრად დადგენილ ფარგლებში.

• სასმელი წყლის შედგენილობის ერთიანი ეტალონის შექმნის შეუძლებლობა. ეს გარემოება განპირობებულია სასმელი წყლის ერთიანი მოდელის არარსებობით. მისი ქიმიური და ბაქტერიული შედგენილობა და თვისებები დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: წყალმომარაგების წყაროს გეოქიმიური თავისებურებები, წლის პერიოდი, ამინდის პირობები და ა.შ. ნორმატიულ დოკუმენტში მოცემული ჰიგიენური ნორმატივები წარმოადგენს არა სასმელი წყლის ხარისხის ეტალონს, არამედ იმ მაჩვენებლებს, რომელთა დაცვაც აუცილებელია ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნების თვალსაზრისით.

• სასმელი წყლის შედგენილობის რეგლამენტაციის რეგიონული პრინციპი. მისი საფუძველია ის გარემოება, რომ კონკრეტული წყალმომარაგების წყაროს შედგენილობა და თვისებები დამოკიდებულია ადგილობრივ (ბუნებრივ და ანთროპოგენურ) პირობებზე. ასეთი წყლის მოხმარებისადმი ადგილობრივი მოსახლეობა ადაპტირებულია და სრულიად მისაღებია. ასეთი რეგიონული მიდგომის ჰიგიენური საიმედოობა უზრუნველყოფილია ერთიანი სახელმწიფო ნორმატიული დოკუმენტის

მოთხოვნებით. მის საფუძველზე შესაძლებელია სამუშაო პროგრამების შედგენა წყალმომარაგების ცალკეული წყაროსათვის, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება რეგიონული თავისებურებები. ასეთ სამუშაო პროგრამაში აისახება წყლის რეალური შედგენილობა, რაც მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე უარყოფით გავლენას არ ახდენს.

ამრიგად, ნორმატიულ დოკუმენტში მოცემულია ერთიანი სამართლებრივი საფუძველი სასმელი წყლის ხარისხის ყველა მაჩვენებლისათვის, ხოლო კონკრეტულ სანიტარიულ სიტუაციაში საკონტროლო მაჩვენებლის სტატუსი მათგან ენიჭება ამ წყაროსათვის მნიშვნელოვან მაჩვენებლებს. რეგლამენტაციის ასეთი პრინციპი შესაძლებლობას იძლევა, კონკრეტულ შემთხვევაში წყაროს ხარისხის კონტროლი ჩატარდეს შემცირებული (მაგრამ საკმარისი) მაჩვენებლების მიხედვით. ამ დროს გათვალისწინებულია:

- სასმელი წყლის ხარისხის უსაფრთხოების მიკრობიოლოგიური კრიტერიუმების პრიორიტეტულობა ქიმიურ კრიტერიუმებთან შედარებით. ეს გარემოება განპირობებულია იმით, რომ სასმელი წყლის ქიმიურმა დაბინძურებამ შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანის ჯანმრთელობის დარღვევა, მაგრამ ქიმიური დაბინძურების პოპულაციური რისკი მნიშვნელოვნად ნაკლებია მიკრობიოლოგიურ დაბინძურების რისკთან შედარებით.
- სასმელი წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების რეგლამენტაცია. მისი მიზანია ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ფიზიოლოგიური ფუნქციების, აგრეთვე მოსახლეობის წყალმომარაგების ეპიდემიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და არა მხოლოდ წყლის გარკვეული სამომხმარებლო თვისებების დაცვა.
- სასმელი წყლის ხარისხის ნორმატივების დადგენა დიფერენცირებულად, წყალმომარაგების ცენტრალიზებული და არაცენტრალიზებული სისტემებისათვის.

ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნები ადგენს სასმელ წყალში ქიმიური ნივთიერებების ან ბიოლოგიური აგენტების შემცველობის მხოლოდ ზედა ზღვარს. ეს სიდიდეები მისი ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმების დაცვის საშუალებას იძლევა

1.3.3. ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყლის ხარისხისადმი

ნორმატიული დოკუმენტით განსაზღვრული მოთხოვნები წყლის ხარისხისადმი წარმოდგენილია *სანიტარიული მაჩვენებლებლების* სახით, რომლებიც ახასიათებს როგორც წყლის ბუნებრივ თვისებებს, ისე მასზე შესაძლო ანთროპოგენულ ან/და ტექნოგენურ ზემოქმედებას. სანიტარიული მაჩვენებლები 2 ჯგუფად იყოფა:

1. სანიტარიული მაჩვენებლებლების *I ჯგუფი* საერთოა წყალმომარაგების მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროებისათვის და არ იცვლება წყლის ტრადიციული მეთოდებით დამუშავების დროს. ამ ჯგუფში შედის წყლის მარილოვანი შედგენილობის მაჩვენებლები: მშრალი ნაშთი, ქლორიდებისა და სულფატების კონცენტრაცია, საერთო სიხისტე, აგრეთვე

იმ ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის მაჩვენებლები, რომელთა მიმართ არ არსებობს მათი კონცენტრაციების კორეგირების (გაწმენდის) საიმედო მეთოდები. მათ ძირითადად მიეკუთვნება სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო ან საყოფაცხოვრებო გაბინძურების შედეგად წყალში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები. მათი კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს შესაბამის ზდკ-ს.

2. სანიტარიული მაჩვენებლების *II ჯგუფში* გაერთიანებულია ნივთიერებები, რომელთაგან წყლის გაწმენდის ეფექტური მეთოდები არსებობს. ამ მაჩვენებლების დონე განსაზღვრავს წყალმომარაგების წყაროს მიკუთვნებას ამა თუ იმ კლასისადმი და, შესაბამისად, წყლის დამუშავების სათანადო სახეს. ვინაიდან მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყაროები შედგენილობის ბუნებრივი თავისებურებებით ხასიათდება და არასასურველი ანთროპოგენული ზემოქმედებისაგან სხვადასხვა ხარისხითაა დაცული, ნორმატიულ დოკუმენტში მათი კლასიფიკაცია ცალ-ცალკეა მოცემული.

❖სასმელი წყლის *ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოება* განისაზღვრება მიკრობიოლოგიური, ვირუსოლოგიური და პარაზიტოლოგიური მაჩვენებლების 1.3. ცხრილში წარმოდგენილ ნორმატივებთან შესაბამისობით.

ცხრილი 1.3.

სასმელი წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების მიკრობიოლოგიური, ვირუსოლოგიური და პარაზიტოლოგიური მაჩვენებლები
(ტექნიკური რეგლამენტი, №349/6)

მაჩვენებლები	განზომილების ერთეულები	ნორმატივები, არა უმეტეს
1	2	3
მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	კოლონიების ნარმომქმ-ნელი ერთეული 1 მლ-ში: 37^{0}C-ზე 22^{0}C-ზე	 20 100
საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ-ში	არ დაიშვება
E.Coli	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ-ში	არ დაიშვება
პათოგენური მიკროორგანიზმები, მ.შ. Salmonella	100 მლ-ში	არ დაიშვება
კოლიფაგები	ნეგატიური კოლონიების ნარმომქმნელი 100 მლ-ში	არ დაიშვება
Pseudomonas aeroginesa (მხო-ლოდ დაფასოებულისათვის)	250 მლ-ში	არ დაიშვება
Streptococus faecalis	250 მლ-ში	არ დაიშვება
ლამბლიების ცისტები	ცისტების რაოდენობა 50 ლ-ში	არ დაიშვება
1	2	3
დიზენტერიული ამებას ცისტები	ცისტების რაოდენობა 50 ლ-ში	არ დაიშვება

❖სასმელი წყლის უვნებლობა *ქიმიური შედგენილობის* მიხედვით განისაზღვრება მისი შესაბამისობით ნორმატივებთან, კერძოდ:

- განზოგადებული მაჩვენებლებით და იმ არაორგანული და ორგანული ქიმიური ნივთიერებების შემცველობით, რომლებიც ხშირად გვხვდება ბუნებრივ წყლებში, აგრეთვე ანთროპოგენული წარმოშობის ნივთიერებებით, რომლებიც გლობალურადაა გავრცელებული (ცხრილი 1.4);

ცხრილი 1.4.

სასმელი წყლის უვნებლობის განზოგადებული მაჩვენებლები და ბუნებრივ წყლებში არსებული ანთროპოგენული წარმოშობის გლობალური გავრცელების ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები

მაჩვენებლები	განზომილების ერთეულები	ნორმატივი - ზდკ, არა უმეტეს	მავნეობის მაღალი-მიტირებელი მაჩვენებლები*	საშიშროების კლასი
1	2	3	4	5
განზოგადებული მაჩვენებლები				
წყალბადის მაჩვენებელი	pH	6-9		
პერმანგანატული ჟანგვადობა	მგ O_2/ლ	3,0		
საერთო მინერალიზაცია (მშრალი ნაშთი)	მგ/ლ	1000 -1500		
არაორგანული ნივთიერებები				
ბარიუმი (Ba^{2+})	მგ/ლ	0,7	ს.-ტ.	2
ბორი (B, ჯამური)	—"—	0,5	—"—	2
დარიშხანი (As, ჯამური)	—"—	0,01	—"—	1-2
ვერცხლისწყალი (Hg, არაორგანული)	—"—	0,006	ს.-ტ.	1
კადმიუმი (Cd, ჯამური)	—"—	0,003	ს.-ტ.	2
მანგანუმი (Mn, ჯამური)	—"—	0,4	ორგ.	3
მოლიბდენი (Mo, ჯამური)	—"—	0,07	ს.-ტ.	1
ნიკელი (Ni, ჯამური)	—"—	0,07	—"—	3
ნიტრატები (NO_3-ით ხანმოკლე ზემოქმედება)	—"—	50,0	ორგ.	3
ნიტრიტები (NO_2-ით ხანგრძლივი ზემოქმედება)	—"—	0,2	ორგ.	2
სელენი (Se, ჯამური)	—"—	0,01	—"—	2
სპილენძი (Cu, ჯამური)	—"—	2,0	—"—	3
ტყვია (Pb, ჯამური)	—"—	0,01	—"—	2
ფთორიდები (F^-)	—"—	0,7	—"—	2
ქრომი (Cr^{6+})	—"—	0,05	ს.-ტ.	3
სტიბიუმი (Sb)	—"—	0,02	—"—	2
ციანიდები (CN^-)	—"—	0,07	—"—	2
1	2	3	4	5
ორგანული ნივთიერებები				
პესტიციდების საერთო შემცველობა	—"—	0,05	ს.-ტ.	1

** ნივთიერების მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი, რომლის მიხედვითაც დადგენილია ნორმატივი: "ს.-ტ." — სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური, "ორგ." — ორგანოლეპტიკური.*

- მავნე ქიმიური ნივთიერებების შემცველობით, რომლებიც წყლის დამუშავების პროცესში წარმოიქმნება და წყალმომარაგების სისტემაში ხვდება (ცხრილი 1.5);

ცხრილი 1.5.

სასმელი წყალში წყლის დამუშავების პროცესში წარმოქმნილი და წყალმომარაგების სისტემაში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები

მაჩვენებლები	საზომი ერთეული	ნორმატიები (ზდკ), არა უმეტეს	მავნეობის მაჩვენებლები[1]	საშიშროების კლასი
ქლორი ნარჩენი თავისუფალი[2]	მგ/ლ	0,3-0,5	ორგ.	3
ქლორი ნარჩენი შეკავშირებული[2]	--"--	0,8-1,2	--"--	3
ქლოროფორმი (წყლის ქლორირებისას)	--"--	0,3[2]	ს.-ტ.	2
ოზონი ნარჩენი[3]	--"--	0,3	ორგ.	2
ალუმინი (Al^{3+})	--"--	0,1	ს.-ტ.	2
ფორმალდეჰიდი (წყლის ოზონირებისას)	--"--	0,05	ს.-ტ.	2
აკრილამიდი	--"--	0,0005	--"--	1
გააქტივებული სილიციუმმჟავა (Si-ის მიხედვით)	--"--	10	--"--	2
პოლიფოსფატები (PO_4^{3-}-ის მიხედვით)	--"--	3,5	ორგ.	3

1) ნივთიერების მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი, რომლის მიხედვითაც დადგენილია ნორმატივი: "ს.-ტ." -- სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური, "ორგ." — ორგანოლეპტიკური;

2) ა) თავისუფალი ქლორით წყლის გაუვნებლებისას წყალთან ქლორის კონტაქტი უნდა გრძელდებოდეს არანაკლებ 30 წუთისა, შეკავშირებული ქლორით — არანაკლებ 60 წუთისა;

ბ) ნარჩენი ქლორის შემცველობის კონტროლი ხდება გამანაწილებელ ქსელში წყლის მიწოდებამდე;

გ) წყალში თავისუფალი და შეკავშირებული ქლორის ერთდროული შემცველობისას მათი საერთო კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს 1,2 მგ/დმ³;

დ) ცალკეულ შემთხვევაში სასმელ წყალში შეიძლება დაშვებული იქნეს ქლორის მომატებული კონცენტრაცია;

3) ნარჩენი ოზონის შემცველობის კონტროლი ხდება შემრევი კამერის შემდეგ წყლთან ოზონის არანაკლებ 12-წუთიანი კონტაქტის უზრუნველყოფისას.

- მავნე ქიმიური ნივთიერებების შემცველობით, რომლებიც წყალმომარაგების წყაროებში ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ხვდება. ქიმიური ნივთიერებების აღნიშნული ჯგუფი წარმოდგენილია საკმაოდ მრავალრიცხოვანი ჩამონათვალით, რომელიც ნორმატიულ დოკუმენტში (სწდან 2.1.4. 001-01) დანართი 2-ის სახითაა

წარმოდგენილი, აგრეთვე მოცემულია საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს მიერ დამტკიცებულ სხვა, შესაბამის ნორმატიულ აქტებში. მათი შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო წყლის ხარისხობრივ ნორმებს.

სასმელ წყალში არსებული ქიმიური ნივთიერებების ზდკ-ის დადგენის საფუძველია მათი მალიმიტირებელი მაჩვენებლები — სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური და ორგანოლეპტიკური.

სასმელ წყალში ტქსიკური მოქმედების საერთო მექანიზმის მქონე (მ.შ. კანცეროგენული) აღმოჩენისას, საშიშროების 1 და 2 კლასების რამდენიმე ნივთიერების არსებობის შემთხვევაში, თითოეული მათგანის კონცენტრაციის შესაბამის ზდკ-სთან შეფარდების ჯამი არ უნდა აღემატებოდეს 1-ს. ჯამური კონცენტრაციის გაანგარიშება წარმოებს განტოლებით:

$$\frac{C^1\text{ფაქტ}}{C^1\text{დასაშვ}} + \frac{C^2\text{ფაქტ}}{C^2\text{დასაშვ}} + \ldots + \frac{C^n}{C^n} \leq 1, \text{ სადაც}$$

$C^1, C^2, \ldots C^n$ – საშიშროების 1 და 2 კლასის თითოეული ქიმიური ნივთიერების კონცენტრაციებია: ფაქტ. (ფაქტობრივი) და დასაშვ. (დასაშვები).

სასმელი წყლის ხარისხის შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია *ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები*. ორგანოლეპტიკურია წყლის ისეთი მაჩვენებლები, რომელთა აღქმა ადამიანის გრძნობათა ორგანოების მიერ ხდება. ისინი განისაზღვრება ფიზიკურ-ორგანოლეპტიკური და ქიმიურ-ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით.

სასმელი წყლის *ფიზიკურ-ორგანოლეპტიკური* მაჩვენებლებია 1.6. ცხრილში მოცემული ნორმირებული მაჩვენებლები — სუნი, გემო, ფერი-

ცხრილი 1.6.

ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლების ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები

მაჩვენებლები	განზომილების ერთეული	ნორმატივები, არა უმეტეს	
		ცენტრალიზებული წყალმომარაგება[1]	დეცენტრალიზებული წყალმომარაგება[2]
სუნი	ბალი	2	2-3
გემო	-"-	2	2-3
ფერიანობა	გრადუსი	15	30
სიმღვრივე	სიმღვრივის ერთეული (ფორმაზინით) ან მგ/ლ	3,5 2	— 2

1. სნდან 2.1.4. 002-01;

2. სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი, 349/ნ;

3. დაუშვებელია სასმელ წყალში შეუიარაღებელი თვალით შესამჩნევი წყლის ორგანიზმებისა და ზედაპირული აპკის არსებობა.

ანობა, სიმღვრივე. მათ გარდა, მაჩვენებლების ამ ჯგუფში შედის ტემპერატურა, გამჭვირვალობა, ქაფის წარმოქმნის უნარი, შეტივნარებული მინარევები (შეუიარაღებელი თვალით შესაჩნევი წყლის ორგანიზმები, აპკი და სხვა ნივთიერებები).

სასმელი წყლის *ქიმიურ-ორგანოლეპტიკურ* მაჩვენებლებს განაპირობებს ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც:

- ბუნებრივ წყალში გვხვდება;
- წყალში დამუშავების პროცესში რეაგენტების სახით ხვდება;
- წყალში ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ხვდება (სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო დამაბინძურებელი წყაროებიდან).

სასმელი წყლის კეთილსასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები განისაზღვრება მათი შესაბამისობით მითითებულ ნორმატივებთან, ასევე იმ ქიმიური ნივთიერებების ნორმატიული შემცველობით, რომლებიც გავლენას ახდენს წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე (ცხრილი 1.7.).

ცხრილი 1.7.

წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე მოქმედ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები

მაჩვენებელი	საზომი ერთეული	ნორმატივი, არა უმეტეს
სულფატები (SO_4^{2-})	მგ/ლ	250
ქლორიდები (Cl^-)	—"—	250
ნავთობპროდუქტები, ჯამური	—"—	0,1
ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, ანიონაქტიურები	—"—	0,5
სიხისტე,	მგ-ეკვ/ლ	7-10
კალციუმი (Ca^{2+})	მგ/ლ	140
მაგნიუმი (Mg)	—"—	85
ნატრიუმი (Na)	—"—	200
თუთია (Zn^{2+})	—"—	3,0
რკინა (Fe), ჯამური	—"—	0,3

1.7. ცხრილში წარმოდგენილი მაჩვენებლების კონტროლი ხდება წყლის ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების გაუარესების შემთხვევაში.

❖სასმელი წყლის *რადიაციული უსაფრთხოება* განისაზღვრება საერთო α- და β-რადიოაქტიურობის მაჩვენებლების ნორმატივებთან შესაბამისობით (ცხრილი 1.8.).

საერთო რადიოაქტიურობის ნორმატივების გადაჭარბებისას დამატებით ტარდება წყალში არსებული რადიონუკლიდების იდენტიფიკაცია. გამოვლენილი რადიონუკლიდების კონცენტრაციების შეფასება ხდება შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტის* მიხედვით.

---

* რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები, რუნ-2000. Ან 2.6.1. 001-01.

ცხრილი 1.8.

სასმელი წყლის რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები

მაჩვენებლები	განზომილების ერთეულები	ნორმატივები	მავნეობის მაჩვენებლები
საერთო α-რადი-აქტიურობა	ბკ/ლ	0,1	რადიაციული
საერთო β-რადი-აქტიურობა	ბკ/ლ	1,0	—"—

ცენტრალიზებული და ადგილობრივი (დეცენტრალიზებული) წყალმომარაგების წყაროების წყლებისადმი განსხვავებული ჰიგიენური მოთხოვნები ასახულია სათანადო ნორმატიულ დოკუმენტებში*.

დეცენტრალიზებული (ადგილობრივი) წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნები მოცემულია 1.9. ცხრილში.

ცხრილი 1.9.

დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნები (სნდან 2.1.4. 002-01)

მაჩვენებლები	საზომი ერთეული	ორმატივი, არა უმეტეს
სუნი	ბალი	არა უმეტეს 2-3
გემო	ბალი	არა უმეტეს 2-3
ფერიანობა	გრადუსი	არა უმეტეს 30
სიმღვრივე	მგ/ლ	არა უმეტეს 2
საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	მგ/ლ	არა უმეტეს 45
ნანლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიების რიცხვი (კოლი-ინდექსი)	300 მლ წყალში	არ დაიშვება
ქიმიური ნივთიერებები	მგ/ლ	ზდკ

ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროების წყლებისადმი განსხვავებული ჰიგიენური მოთხოვნები განპირობებულია მათი განსხვავებული ეპიდემიოლოგიური საშიშროებით ნანლავთა ინფექციების შესაძლო განვითარებისათვის.

---

* ა. ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყლის ხარისხისადმი. ხარისხის კონტროლი. სნდან 2.1.4. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001);

ბ. ჰიგიენური მოთხოვნები არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი. წყაროების სანიტარიული დაცვა. სნდან 2.1.4. 002-01 (სსმ, III, №90, 2001).

1.4. წყალმომარაგების სანიტარიულ-ჰიგიენური შეფასება

მომხმარებლის (მოსახლეობის, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების, ტრანსპორტის და სხვ.) წყლით უზრუნველყოფის ღონისძიებათა ერთობლიობას *წყალმომარაგება* ეწოდება.

ორგანიზაციული თვალსაზრისით მოსახლეობის წყალმომარაგება ხორციელდება 2 გზით: ცენტრალიზებული და ადგილობრივი (დეცენტრალიზებული) წყალმომარაგების სახით. მათი ორგანიზაციული მოწყობის განსხვავებული პირობების, სამედიცინო თვალსაზრისით წყლის უსაფრთხოების განსხვავებული მასშტაბების, წყლის დამუშავების შესაძლებლობების და სხვ. მომენტების გათვალისწინებით ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების სასმელი წყლისადმი, ასევე წყალმომარაგების წყაროების წყლებისადმი ჰიგიენური მოთხოვნები განსხვავებულია.

❖სასმელი წყალმომარაგების *ცენტრალიზებული* სისტემა წარმოადგენს წყლის აღების, დამუშავების (ან მის გარეშე), შენახვისა და მოხმარების ადგილზე მიწოდების აღჭურვილობისა და ნაგებობების კომპლექსს, რომელიც ხელმისაწვდომია ფიზიკური და იურიდიული პირებისათვის საერთო სარგებლობისათვის.

სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემა, როგორც წესი, გამოიყენება დიდ დასახლებებში — ქალაქებში, ურბანიზაციის მაღალი დონით, რომლისთვისაც დამახასიათებელია განაშენიანების მაღალი სიმჭიდროვე. ეს გარემოება ქმნის ეპიდემიური დაავადებების, მ.შ. წყლისმიერის, გავრცელების დიდ რისკს. ქალაქში ცხოვრების რეჟიმი, საყოფაცხოვრებო პირობების უფრო მაღალი დონის გამო, თხოულობს წყლის მეტ ხარჯს. კეთილხარისხოვანი სასმელი წყლით მოსახლეობის მომარაგება მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კეთილდღეობის უზრუნველყოფას.

ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სასმელი წყლისადმი, ასევე წყალმომარაგების წყაროების წყლებისადმი ჰიგიენური მოთხოვნები რეგლამენტირებულია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით*.

ცენტრალიზებული წყალმომარაგების კომპლექსური სანიტარიულ-ჰიგიენური შეფასება მოიცავს შემდეგ მომენტებს:

- მონაწილეობა წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის, წყალაღებისა და წყალსადენის სათავე ნაგებობების განლაგების ადგილის განსაზღვრის პროცესებში და სათანადო დასკვნის გაკეთება; წყალმომარაგების შესაძლო წყაროს სანიტარიული გამოკვლევა და წყლის ხარისხის შესწავლა; მონაწილეობა სანიტარიული დაცვის ზონის დადგენაში;

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყლის ხარისხისადმი. ხარისხის კონტროლი. სწდან 2.1.4. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001).

- მოქმედი წყალსადენის გაფართოებისა და რეკონსტრუქციის, ახალი წყალსადენის მოწყობის პროექტების განხილვა;
- წყლის დამუშავების ცალკეული მეთოდების ჰიგიენური შეფასება;
- წყალსადენის მშენებლობის პროცესის მონიტორინგი და სათანადო კორექტივების შეტანა;
- წყალსადენის ობიექტების ექსპლუატაციაში მიღების პროცესში მონაწილეობა;
- წყალმომარაგების წყაროს, წყალსადენის ნაგებობებისა და წყალსადენის ქსელის სანიტარიული გამოკვლევა;
- სისტემატური დაკვირვება წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიულ მდგომარეობასა (წყლის ხარისხის ლაბორატორიული კონტრო-ლის ჩათვლით) და სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში დადგენილი სანიტარიული რეჟიმის დაცვაზე;
- წყალსადენის სათავე ნაგებობების პერიოდული სანიტარიული გამოკვლევა მათი სანიტარიული მდგომარეობის, ექსპლუატაციის სისწორის და წყლის ხარისხის ლაბორატორიულ-საწარმოო კონტროლის შეფასების მიზნით;
- წყლის გაწმენდისა და გაუსნებოვნების ეფექტურობის, მომსახურე პერსონალის მიერ სანიტარიული მოთხოვნების დაცვისა და მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობის მონიტორინგის მონაცემების ანალიზი;
- წყალსადენის ქსელისა და მისი ნაგებობების სანიტარიული მდგომარეობის, მათი ექსპლუატაციის, რემონტის, გარეცხვის, დეზინფექციის დროს სანიტარიული წესების დაცვის, წყლის ხარისხის კონტროლი;
- სასმელი და სამეურნეო მიზნებით მოსახლეობის წყალზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილების ხარისხის და მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე წყალმომარაგების პირობების გავლენის შესწავლა;
- მოსახლეობის ცენტრალიზებული წყალმომარაგების გაუმჯობესების მიზნით დაგეგმილი და განხორციელებული ღონისძიებების შეფასება და მონიტორინგი.

❖სასმელი წყალმომარაგების *დეცენტრალიზებული* სისტემა წარმოადგენს წყლის აღების აღჭურვილობასა და მონყობილობას, მოხმარების ადგილზე მიწოდების გარეშე, რომელიც ხელმისაწვდომია ფიზიკური და იურიდიული პირებისათვის საერთო სარგებლობისათვის.

წყალმომარაგების დეცენტრალიზებული სისტემას არ აქვს წყალსადენის გამანაწილებელი სისტემა; შენახვისა და გამოყენების ადგილზე წყლის მიწოდება თვით მომხმარებლს მიერ ხდება.

დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების ერთ-ერთი თავისებურებაა ის, რომ მისთვის, როგორც წესი, გამოიყენება გრუნტის წყლები, რომელიც არ არის დაცული ზედაპირული დაბინძურებისაგან და არ

ხდება მისი დამუშავება. აქედან გამომდინარე, წყლის აღების ადგილის შერჩევის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მიმდებარე ტერიტორიის სანიტარიულ მდგომარეობას, ხოლო ექსპლუატაციის დროს — ტერიტორიის დაცვას დაბინძურებისაგან.

მეორე თავისებურებაა ის, რომ ასეთი წყალაღების მოწყობილობით სარგებლობს მოსახლეობის შედარებით მცირე რაოდენობა. მათ ერთმანეთს შორის მუდმივი საყოფაცხოვრებო კონტაქტი აქვთ, რაც განაპირობებს მათთვის საერთო მიკრობიოცენოზის არსებობას და მათი ორგანიზმის საკმარის იმუნურ მდგრადობას. ამიტომ, მოსახლეობის იმ კატეგორიას, რომელიც ადგილობრივი წყალმომარაგების საერთო წყაროთი სარგებლობს, არ უვითარდება ნაწლავთა ინფექციები, იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ნაწლავური მიკროფლორით წყლის დაბინძურება მაღალია. ამასთან ერთად, ამ ადგილზე დროებით მცხოვრებ კონტინგენტს (ტურისტებს, დამსვენებლებს, სტუმრებს და ა.შ.) შეიძლება განუვითარდეთ ნაწლავთა ინფექციების ლოკალური აფეთქებები.

დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების სასმელი წყლისადმი, ასევე წყალმომარაგების წყაროების წყლებისადმი ჰიგიენური მოთხოვნები რეგლამენტირებულია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით*.

ადგილობრივი (დეცენტრალიზებული) წყალმომარაგების კომპლექსური სანიტარიულ-ჰიგიენური შეფასება მოიცავს შემდეგ მომენტებს:

- წყალმომარაგების წყაროსა და წყალაღების ადგილის შერჩევის პროცესში მონაწილეობა;
- წყალშემკრები ნაგებობების (ჭაბურღილი, ჭა, კაპტაჟი და სხვ.) მოწყობისა და აღჭურვის პროექტების განხილვა;
- ექსპლუატაციაში შესული წყალშემკრები ნაგებობების მიღების პროცესში მონაწილეობა;
- ადგილობრივი წყალმომარაგების წყაროებისა და ნაგებობების (აღჭურვილობის) აღრიცხვა და პასპორტიზაცია; მათი პერიოდული სანიტარიული გამოკვლევა და წყლის ხარისხის კონტროლი;
- ადგილობრივი წყალმომარაგების წყაროებისა და ნაგებობების (აღჭურვილობის) გაჯანსაღების ღონისძიებათა შემუშავება და მონიტორინგი მათ რეალიზაციაზე;
- წყლის მუდმივი ან დროებითი (ეპიდემიოლოგიური ჩვენების მიხედვით) დეზინფექციის ორგანიზაცია და მისი ეფექტურობის კონტრ‹ლი;
- ორგანიზებულ კოლექტივებში წყლის მოხმარების სანიტარიული კონტროლი;

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი. წყაროების სანიტარიული დაცვა. სწდან 2.1.4. 002-01 (სსმ, III, №90, 2001).

- წყალმომარაგების მდგომარეობისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მისი გავლენის შეფასება; გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების შემუშავება;
- სანიტარიულ-საგანმანათლებლო მუშაობა მოსახლეობაში წყალმომარაგების ჰიგიენის საკითხებზე.

თანამედროვე პირობებში წარმოიქმნა სასმელი წყალმომარაგების კიდევ ერთი სისტემა — ავტონომიური, როდესაც წყალშეკრების ნაგებობები ეკუთვნის მოქალაქეს კერძო საკუთრების უფლებით. იგი, ფაქტობრივად, წარმოადგენს დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების კერძო შემთხვევას.

❖ *სასმელი წყალმომარაგების ავტონომიური სისტემა* არის მოწყობილობები და აღჭურვილობა წყლის შეკრების, მომზადებისა (ან მის გარეშე) და მოხმარების ადგილზე მიწოდებისათვის (ან მის გარეშე), რომელიც ინდივიდუალურ მფლობელობაშია (ცალკეული სახლისათვის, ფერმერული მეურნეებისათვის, სააგარაკე ნაკვეთისათვის და ა.შ.).

სასმელი წყალმომარაგების ავტონომიური სისტემის წყალზე ვრცელდება არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნები*.

წყალშეკრებისა და სხვა ნაგებობების სათანადო ტექნიკური და სანიტარიული მდგომარეობის უზრუნველყოფა, აგრეთვე წყლის ხარისხის კონტროლი ასეთ სისტემაში მისი მფლობელის კომპეტენციაა.

1.5. სასმელი წყალმომარაგების წყაროები

სასმელი წყლის ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული წყალმომარაგების წყაროს წყლის ხარისხზე. წყლის არადამაკმაყოფილებელი ბუნებრივი შედგენილობის ან წყაროსა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ანთროპოგენური დაბინძურების შემთხვევაში წყლის დამუშავების თანამედროვე მეთოდებითაც კი ხშირად შეუძლებელია სათანადო ხარისხის წყლის გარანტირებული მიღება.

წყალმომარაგების წყაროს მნიშვნელოვანი ჰიგიენური მახასიათებლებია:

- წყლის ხარისხი — ბუნებრივი და სოციალური (ტექნოგენური) ფაქტორებით განპირობებული;
- წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული საიმედოობის ხარისხი — ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენისადმი წინააღმდეგობის უნარი;
- წყალუხვობა — წყალზე მოსალოდნელი მოთხოვნილების დაკმაყოფილების შესაძლებლობა;

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი. წყაროების სანიტარიული დაცვა. სწდან 2.1.4. 002-01 (სსმ, III, №90, 2001).

• წყაროს ხელმისაწვდომობა;

• სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაციის შესაძლებლობა.

სასმელი წყალმომარაგების წყაროებია წყლის მიწისქვეშა მარაგები (გრუნტის, ფენათშორისი წნევიანი და უწნევო წყლები) და ზედაპირული წყლის ობიექტები (მდინარე, ტბა, წყალსაცავი).

1.5.1. წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა და შედარებითი ჰიგიენური დახასიათება

სასმელი წყლის ჰიგიენის ერთ-ერთი მთავარი და პრინციპული საკითხია წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა. მისი საფუძველია სავარაუდო წყაროების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება, ზემოთ ჩამოთვლილი ჰიგიენური მახასიათებლების პრიორიტეტულობის გათვალისწინებით. წყალმომარაგების წყაროს სწორად შერჩევა სასმელი ხარისხის (კეთილსასურველი თვისებების მქონე) წყლის მიღების ერთ-ერთი არსებითი პირობაა.

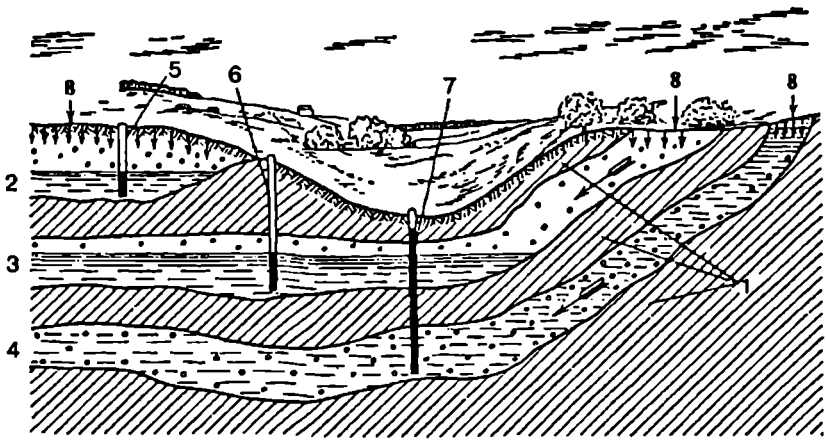
განთავსების გეოგრაფიის მიხედვით წყალმომარაგების წყაროები იყოფა წყლის მიწისქვეშა და ზედაპირულ ობიექტებად. თითოეული მათგანის არჩევა წყალმომარაგების წყაროდ განპირობებულია ადგილობრივ პირობებზე.

1.5.1.1. მიწისქვეშა წყაროები. სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ ვარგისი წყლის მიწისქვეშა მარაგები განთავსებულია ზედაპირიდან არა უმეტეს 250-300 მ სიღრმეზე. წყლის მიწისქვეშა ობიექტები იყოფა გრუნტის წყლებად, ფენათაშორის უწნევო და წნევიან წყლებად (სურ. 1.3.). ჰიგიენური თვალსაზრისით, ისინი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება.

• *გრუნტის წყლები.* იგი წარმოადგენს მიწის ზედაპირიდან გრუნტის პირველ მუდმივ წყალგაუმტარ ფენაზე (სურ. 1.3., 1) დაგროვილი წყლის მარაგს (2). მას არ აქვს ზედაპირული დაცვა წყალგაუმტარი ფენისგან; ამდენად, მისი დაბინძურება შედარებით ადვილია. გრუნტის წყლების კვების არეალი მისი გავრცელების ზონას შეესაბამება. გრუნტის წყლების მეტად ცვლადი რეჟიმი დამოკიდებულია ჰიდრომეტეოროლოგიურ პირობებზე — ნალექების სიხშირეზე და რაოდენობაზე. აქედან გამომდინარე, წყლის ასეთი წყაროები ხასიათდება ძირითადი მაჩვენებლების (დგომის სიმაღლე, დებიტი*, ქიმიური და ბაქტერიული შედგენილობა) მნიშვნელოვანი სეზონური მერყეობით. მათი მარაგის შევსება ატმოსფერული ნალექების ან წყალსატევების წყლების ინფილტრაციის შედეგად ხდება. ინფილტრაციის პროცესში წყალი მნიშვნელოვნად

---

* დებიტი (ფრანგ. debit - ხარჯი) — სითხის ან აირის მოცულობა, რომელიც გამოდის ხელოვნური ან ბუნებრივი წყაროდან დროის ერთეულში. დებიტის შესატყვისია წყლის ხარჯი – წყლის მოცულობა, რომელიც გაივლის მდინარის განივკვეთში ან წყალშემცველ ჰორიზონტში დროის ერთეულში (ქსე, ტ. 3, გვ. 417).



სურ. 1.3. მიწისქვეშა წყლების განლაგების სქემა
1 - წყალგაუმტარი ფენა; 2 - გრუნტის წყლების ჰორიზონტი; 3 - ფენათშორისი უწნევო წყლების ჰორიზონტი; 4 - ფენათშორისი წნევიანი (არტეზიული) წყლების ჰორიზონტი; 5 - გრუნტის წყლების ჭა; 6 - ფენათშორისი უწნევო წყლების ჭაბურღილი; 7 - ფენათშორისი წნევიანი (არტეზიული) წყლების ჭაბურღილი; 8 - კვების უბანი

თავისუფლდება ორგანული და ბაქტერიული დაბინძურებისაგან, უმჯობესდება მისი ორგანოლეპტიკური თვისებები. თუმცა, იმ შემთხვევაში, თუ ასეთი წყლის დამცველი ნიადაგის ზედაპირული ფენა თხელია და, თანაც, დაბინძურებული, შესაძლებელია გრუნტის წყლების დაბინძურებაც. ეს გარემოება ეპიდემიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვან საფრთხეს შეიცავს.

როგორც წესი, გრუნტის წყლების დებიტი მცირეა. ეს გარემოება ზღუდავს მის გამოყენებას ცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროდ. გრუნტის წყლები, ძირითადად, გამოიყენება სოფლისა და სააგარაკე ადგილებში ადგილობრივი, დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროდ (ჭის სახით).

• ფენათაშორისი წყლები. მისი მარაგი მოქცეულია გრუნტის ორ წყალგაუმტარ ფენას (სურ. 1.3., 1) შორის. განთავსების პირობების მიხედვით იგი იყოფა ფენათშორის უწნევო (3) და წნევიან (4) წყლებად. თითოეულ ფენათშორის ჰორიზონტში გამოიყოფა: კვების უბანი (8), სადაც ჰორიზონტი გამოდის ზედაპირზე, წნევის უბანი, სადაც გროვდება წყლის მარაგი, განტვირთვის უბანი, საიდანაც წყალი იღვრება მიწის ზედაპირზე ან წყალსატევის ფსკერზე, ალმავალი ან დალმავალი ნაკადების სახით. ფენათშორისი წყლების მოპოვება, როგორც წესი, ჭაბურღილების (6,7) საშუალებით ხდება. ჭაბურღილებიდან მიღებული წყლის ხარისხი, დიდწილად, დამოკიდებულია მის დაცილებაზე კვების

უბნიდან და წყალგაუმტარი ფენის ხასიათზე (სიმძლავრე, მონოლითურობა და სხვ.).

მიწისქვეშა წყლების *ქიმიური შედგენილობის* ფორმირება ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შედეგად ხდება. ქიმიურ პროცესებს მიეკუთვნება ხსნადობა, გამოტუტვა, სორბცია, იონური ცვლა, ნალექის წარმოქმნა; ფიზიკურ-ქიმიური პროცესებია მფილტრავი ქანების ნივთიერებების გადატანა, აირების ხსნადობა, შთანთქმა და გამოყოფა. მიწისქვეშა წყლებში იდენტიფიცირდება დაახლოებით 70 ქიმიური ელემენტის არსებობა. მათგან, სასმელი წყალმომარაგებისათვის, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფთორს, რკინას, მანგანუმს და სიხისტის მარილებს (მაგნიუმისა და კალციუმის სულფატებს, კარბონატებსა და ბიკარბონატებს). შედარებით იშვიათად გვხვდება ბრომი, ბორი, ბერილიუმი, სელენი, სტრონციუმი.

ფენათშორისი წყლების დამახასიათებელი თავისებურებაა მასში გახსნილი ჟანგბადის არარსებობა. თუმცა, მიკრობიოლოგიური პროცესები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მის შემადგენლობაზე. გოგირდის ბაქტერიების მოქმედებით ხდება გოგირდწყალბადისა და გოგირდის დაჟანგვა გოგირდმჟავამდე; რკინის ბაქტერიები წარმოქმნის რკინისა და მანგანუმის კონგლომერატებს, რაც ნაწილობრივ იხსნება წყალში; ზოგიერთი სახის ბაქტერიის მოქმედებით ხდება ნიტრიტების აღდგენა აზოტამდე და ამიაკამდე.

მიწისქვეშა წყლების ხარისხს არსებითად განაპირობებს მთელი რიგი გარემოებები. რაც უფრო დაცილებულია წყლის აღების ადგილი (ჭაბურღილი) კვების ან განტვირთვის უბნისგან და რაც უკეთ დაცულია ზედაპირული წყლების შეღწევისაგან, მით უფრო მუდმივია ფენათშორისი წყლების ქიმიური შედგენილობა. წყლის ქიმიური (მარი-ლოვანი) შედგენილობის მუდმივობა მიწისქვეშა წყლების ჰორიზონტის სანიტარიული საიმედოობის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია.

სანიტარიული საიმედოობის თვალსაზრისით გარკვეული განსხვავებაა ფენათშორის უწნევო და წნევიან წყლებს შორის.

✓ფენათაშორისი უწნევო წყლები (სურ. 1.3., 3) განთავსებულია გრუნტის ორ წყალგაუმტარ ფენას (1) შორის. მისი მოპოვება ჭაბურღილის (6) საშუალებით ხდება. შედარებით დაბალი წნევის გამო, წყლის ამ მარაგის ზედაპირზე ამოტანისათვის საჭირო ხდება შესაბამისი დანადგარის გამოყენება. გარდა ამისა, გარკვეულ პირობებში შესაძლებელია ამ ჰორიზონტის ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური გაბინძურება. აქედან გამომდინარე, ფენათაშორისი უწნევო წყლების გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ სათანადო დამუშავების — გაუვნებლებისა და გაუსნებოვნების შემდეგ.

✓ფენათაშორისი წნევიანი წყლები (სურ.1.3.,4) განთავსებულია გრუნტის ორ წყალგაუმტარ ფენას (1) შორის. მისი მოპოვება ჭაბურღილის (7) საშუალებით ხდება. შედარებით მაღალი წნევის გამო,

წყლის ამ მარაგის ზედაპირზე ამოსვლა შესაძლებელია საკუთარი წნევის საფუძველზე. ასეთ წყლებს არტეზიული* წყლები ეწოდება. წყლის ეს ფენა განლაგებულია უფრო ღრმა ჰორიზონტზე, ფენათაშორისი უწნევო წყლების ჰორიზონტის ქვემოთ, წნევის ქვეშ. მისი შედგენილობა მუდმივობის უფრო მაღალი ხარისხით ხასიათდება. ამ გარემოებების გამო, იგი უფრო საიმედოდაა დაცული ზედაპირული დაბინძურებისაგან და უმეტეს შემთხვევაში მისი გამოყენება დამუშავების გარეშეა შესაძლებელი.

არტეზიული წყალი შეიძლება იყოს სასმელი, სამრეწველო, სარწყავი, თერმული და სამკურნალო. მათ შემცველ სტრუქტურას არტეზიული აუზი ეწოდება. საქართველოს ტერიტორიაზე დიდი არტეზიული აუზებია: ბზიფის, კოდორის, სამეგრელოს, კოლხეთის, რაჭა-ლეჩხუმის, გურიის, წყალტუბოს, არგვეთის, ქართლის, ალაზნის, იორ-შირაქის, მარნეულ-გარდაბნისა და ახალციხის.

ბუნებრივ ფაქტორებთან ერთად, მიწისქვეშა წყლების შედგენილობის ფორმირებაზე გავლენას გარემოს ხელოვნური ფაქტორებიც ახდენს. წყალშემცველი ჰორიზონტის არარაციონალური ექსპლუატაციისა და წყლის აღების დროს, რაც მის წყალუხვობას აღემატება, შესაძლებელია განსხვავებული მინერალიზაციის წყლის შემოსვლა მოსაზღვრე, ზემო ან ქვემო ჰორიზონტებიდან. ზოგიერთ შემთხვევაში, ამ პროცესს ბაქტერიული დაბინძურებაც თან ახლავს.

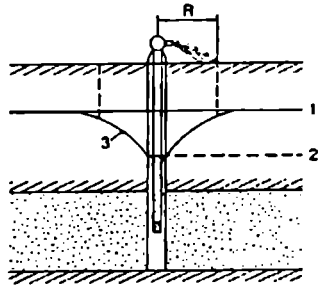
მიწისქვეშა წყლების გაბინძურების ერთ-ერთი მიზეზია სამრეწველო ჩამდინარე წყლები (იხ. თავი 2.3.1.), მათი მიმღები რეზერვუარებიდან ინფილტრაციის შედეგად, რეზერვუარების არასაკმარისი ჰიდროიზოლაციის გამო. შესაძლებელია სამრეწველო დამაბინძურებლების ინფილტრაცია საფილტრაციო ველებიდან, რომლებიც ადრე გამოყენებული იყო სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაუვნებელყოფისათვის. ჩამდინარე წყლების შეღწევას გრუნტის წყლების ჰორიზონტში ხელს უწყობს უმეტეს სამრეწველო ჩამდინარე წყლებში ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების არსებობა.

ფენათშორისი წყლები, ზედაპირული დაბინძურებისაგან დაცულობის, შედგენილობის მუდმივობისა და საკმაოდ დიდი დებიტის გამო, სანიტარიული თვალსაზრისით მაღალ შეფასებას იმსახურებს და სასმელი წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის დროს სხვა წყაროებთან შედარებით უპირატესობით სარგებლობს. საკმაოდ ხშირად დასაშვებია მათი გამოყენება სასმელად ან სასმელ-სამეურნეო მიზნით წინასწარი დამუშავების გარეშე. სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ მისი არჩევის ერთადერთი პრინციპული შემზღუდავი გარემოებაა არასაკმარისი წყალუხვობა დაგეგმილი წყალსადენის სიმძლავრესთან შედარებით.

---

* საფრანგეთის პროვინცია არტუას (ლათ. Artezium) სახელწოდების მიხედვით. ასეთი წყალი ცნობილი იყო საფრანგეთში XII საუკუნიდან (ქსე, ტ. 1, გვ. 588).

წყალშემკრები ჭაბურღილის ექსპლუატაციის დროს წყლის შემცველი ჰორიზონტის გარკვეულ ნაწილში, ჭაბურღილის ირგვლივ, იქმნება წყლის შედარებით დაბალი წნევა. წნევის შემცირების ხარისხი დამოკიდებულია წყლის ამოღების სიმძლავრეზე, ჰორიზონტში წყლის საწყის წნევაზე და ჰორიზონტის წყალუხვობაზე. წყლის შემცველი ქანების იმ ნაწილს, რომელზედაც ვრცელდება წყლის ამოქაჩვის შედეგად წნევის შემცირება, დამახასიათებელი ფორმის გამო, *დეპრესიის ძაბრი* ეწოდება (სურ. 1.4.). წყლის შემცველ ჰორიზონტში წნევის შემცირების შედეგად დეპრესიის ძაბრი ამცირებს მის სანიტარიულ საიმედოობას. ამის მიზეზია მეზობელი ჰორიზონტებიდან წყლის შემოსვლის შესაძლებლობა. ტერიტორია მიწის ზედაპირზე, რომელიც შეესაბამება დეპრესიის ძაბრის საზღვრებს, წარმოადგენს მიწისქვეშა წყლების შესაძლო დაბინძურების წყაროს, რასაც ითვალისწინებენ წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონების ორგანიზაციის დროს.



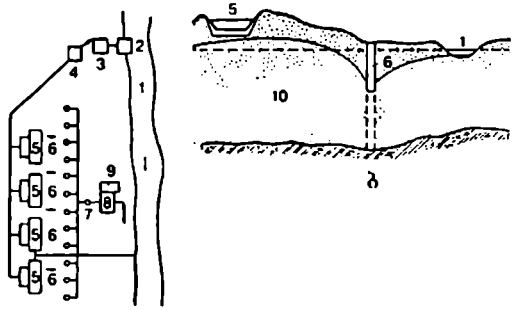
სურ. 1.4. დეპრესიის ძაბრი და წყალაღების ჭაბურღილის სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის საზღვარი.
1 – წყლის სტატიკური დონე; 2 - წყლის დინამიკური დონე; 3 – დეპრესიის მრუდი; R - სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის რადიუსი.

წყალმოხმარების სულ უფრო მზარდი მოცულობის გამო აუცილებელი ხდება წყალაღების არსებული წყაროების სიმძლავრის (წარმადობის) გაზრდა. მისი რეალიზაციის ერთ-ერთი ეფექტური და შედარებით იაფი ხერხია წყალაღების სანაპირო საინფილტრაციო წყა-როს სიმძლავრის გაზრდა მიწისქვეშა წყლების ხელოვნურად შევსების გზით. ამ მიზნით ღია წყალსატევის წყლის ინფილტრაცია ხდება მთის ქანებით წყალშემცველ ნიადაგქვეშა ჰორიზონტში (სურ. 1.5.).

მიწისქვეშა წყლების მარაგის შევსების დროს ძირითადი ჰიგიენური მოთხოვნებია იმ ზედაპირული წყლის ობიექტის სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაცია, საიდანაც ხდება წყლის მიწისქვეშა მარაგის შევსება; წყლის წინასწარი გაწმენდა საინფილტრაციო აუზებში მიწოდებამდე დალექვისა და ფილტრაციის გზით; გაუსნებოვნება მომხმარებლისთვის მიწოდებამდე. დაცილება საინფილტრაციო აუზებიდან წყალაღების ადგილამდე უნდა იყოს არანაკლებ 50 მ წვრილქვიშოვანი წყალ-

შემცველი ქანების შემთხვევაში და 100-200 მ — საშუალო- და მსხვილქვიშოვანი წყალშემცველი ქანების შემთხვევაში.

ინდუსტრიალიზაციისა და ურბანიზაციის შედეგად მსხვილი დასახლებების წარმოქმნა მნიშვნელოვნად ზრდის წყალმოხმარების მოცულობას. თანამედროვე პირობებში მიწისქვეშა წყლების მარაგი უმეტეს შემთხვევაში ვეღარ აკმაყოფილებს წყალზე არსებულ მოთხოვნილებას. ამის შედეგად წარმოიქმნა წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროების გამოყენების აუცილებლობა.



სურ. 1.5. ზედაპირული წყლებიდან მიწისქვეშა წყლების ხელოვნურად შევსების ღია ტიპის სისტემა საინფილტრაციო აუზითა და სანაპირო ინფილტრაციით.

A – გეგმა; B – ვერტიკალური ჭრილი.

1 – მდინარე; 2 – წყალაღება ზედაპირული წყლებიდან; 3 – I დონის საქაჩავი სადგური; 4 – მდინარის წყლის ხარისხის წინასწარი გაუმჯობესების ნაგებობები; 5 – საინფილტრაციო აუზები; 6 – წყალაღების ჭაბურღილები; 7 – სარეგულირებელი რეზერვუარი; 8 – II დონის საქაჩავი სადგური; 9 – გამწმენდი ნაგებობები ქლორირებით; 10 – წყალშემცველი ჰორიზონტი.

1.5.1.2.ზედაპირული წყაროები. წყლის ზედაპირულ ობიექტები ორ ჯგუფად იყოფა — წყალატევები და წყალსაცავები.

წყალსატევი არის ბუნებრივად არსებული წყლის ობიექტი. ამ ჯგუფში შედის მდინარე, ტბა, ზღვა. წყალსაცავი არის ხელოვნურად შექმნილი წყლის ობიექტი.

ამ ჯგუფის წყლების საერთო თვისებებია დაბალი მინერალიზაცია, შეწონილი ნაწილაკების დიდი რაოდენობა, მიკრობული დაბინძურების მაღალი დონე, წყლის ხარჯის მერყეობა წლის პერიოდისა და მეტეოროლოგიური პირობების შესაბამისად. ზედაპირული წყლების pH უმეტესად 6,5-8,5-ის ფარგლებშია. ხშირია ინტენსიური ტექნოგენური გაბინძურება სამრეწველო და საწყლოსნო ტრანსპორტის ჩამდინარე წყლების ღია წყლებში ჩაშვების და სხვა მიზეზების გამო. ამ უარყოფით მომენტებს ემატება ღია წყალსაცავებისათვის დამახასიათებელი ერთუჯრედიანი წყალმცენარეების განვითარება — ე.წ. აყვავება, რაც

მნიშვნელოვნად აუარესებს წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს და მას ალერგიულ თვისებებს ანიჭებს.

ზედაპირული წყაროების წყლის ხარისხისა და შედგენილობის ამ თავისებურებების გამო შეუძლებელია მათი გამოყენება სასმელი წყალმომარაგებისათვის ბუნებრივი სახით და საჭიროებს წინასწარ დამუშავებას გაკამკამებისა და გაუსნებოვნების მიზნით.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა, მათი სანიტარიული საიმედოობის ხარისხის მიხედვით, შემდეგი თანმიმდევრობით უნდა წარმოებდეს:

- ფენათაშორისი წნევიანი წყლები;
- ფენათაშორისი უწნევო წყლები;
- გრუნტის წყლები;
- ხელოვნურად შევსებული მიწისქვეშა წყლები;
- ზედაპირული წყლები.

ეს გარემოება სამართლებრივი წესით განმტკიცებულია შესაბამის ნორმატიულ დოკუმენტში*. მასში მოცემულია ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების წყაროების შერჩევისადმი.

წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა მოითხოვს ჰიდროგეოლოგიური (მიწისქვეშა წყაროს დროს) ან ჰიდროლოგიური (ზედაპირული წყაროს დროს) სიტუაციის კომპეტენტურ შეფასებას, წყლის ჰიდროქიმიური, ჰიდრობიოლოგიური შედგენილობის, წყლის მომზადების მეთოდების ანალიზს და ა.შ. ჰიგიენისტებთან ერთად, სასმელი წყალმომარაგების წყაროს შერჩევაში მონაწილეობენ ჰიდროლოგები, ჰიდროგეოლოგები, წყლის გაწმენდის ტექნოლოგები, ეკონომისტები და სხვა სპეციალისტები.

წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის საფუძველი, ძირითადი პრინციპია წყლის დამუშავების სათანადო მეთოდების გამოყენებით ხარისხიანი და კეთილსაიმედო სასმელი წყლის მიღების შესაძლებლობა. ამდენად, ჰიგიენური მოთხოვნები წყალმომარაგების წყაროსადმი უშუალოდ დამოკიდებულია წყლის დამუშავების ტექნიკურ დონეზე. ამ უკანასკნელის სრულყოფის კვალობაზე შესაძლებელი ხდება წყალმომარაგების წყაროდ წყლის ახალი მარაგების გამოყენება (შედარებით არასასურველი ჰიგიენური მაჩვენებლების შემთხვევაშიც).

წყლის დამუშავების, კერძოდ, გამტკნარების მეთოდების სრულყოფის გამო, თანამედროვე პირობებში შესაძლებელია წყალმომარაგების წყაროდ მომლაშო და მლაშე წყლების გამოყენებაც. თუმცა, პროცესის შესწავლის ჯერ კიდევ არასრულყოფილების გამო, ასეთი წყლების გამოყენება შეზღუდულია.

1.5.1.3. წყალმომარაგების წყაროების ჰიგიენური კლასიფიკაცია. მოთხოვნები წყალმომარაგების წყაროს ხარისხისადმი განისაზღვრება

---

* ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.

სანიტარიული მაჩვენებლების მიხედვით. იგი ითვალისწინებს როგორც წყლის ბუნებრივ თვისებებს, ისე წყაროზე შესაძლო ანთროპოგენურ და ტექნოგენურ ზემოქმედებას. სანიტარიული მაჩვენებლები წარმოდგენილია ორი ჯგუფით (იხ. ქვეთავი 1.3.3.).

წყალმომარაგების მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროები ბუნებრივი განსხვავებული თავისებურებებით ხასიათდება; გარდა ამისა, ანთროპოგენური ფაქტორების უარყოფითი მოქმედებისაგან ერთნაირად დაცულნი არ არიან. ამ ვითარების გათვალისწინებით წყალმომარაგების როგორც მიწისქვეშა, ისე ზედაპირული წყაროები სამ კლასად იყოფა (ცხრილი 1.10.).

❖წყალმომარაგების *მიწისქვეშა* წყაროს *პირველ* კლასს მიეკუთვნება ისეთი წყარო, რომლის წყალი ყველა მაჩვენებლის მიხედვით აკმაყოფილებს სასმელი წყლის ჰიგიენურ ნორმატივებს, აქვს მუდმივი შედგენილობა წლის სხვადასხვა პერიოდში და, აქედან გამომდინარე, არ საჭიროებს დამუშავებას.

მეორე კლასის წყაროს წყლის თვისებები არ შეესაბამება ნორმატიულ მოთხოვნებს ან ქიმიური შედგენილობის მიხედვით (რკინა, მანგანუმი, გოგირდწყალბადი), ან მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით (ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიების რიცხვი). წყლის ხარისხის ნორმირებულ მაჩვენებლებამდე გაუმჯობესება შესაძლებელი დამუშავების ტრადიციული მეთოდების გამოყენებით (აერაცია, ფილტრაცია, დეფერირება და სხვ.).

მეორე კლასს მიეკუთვნება, აგრეთვე, ისეთი მიწისქვეშა წყაროები, რომლის წყლის ხარისხი პასუხობს მოთხოვნებს სასმელი წყლისადმი, მაგრამ მისი მარილოვანი შედგენილობა მერყეობით დახიათდება და დამოკიდებულია წლის პერიოდზე. მიწისქვეშა წყლის მარილოვანი შედგენილობის ასეთი მერყეობა მიუთითებს მის არასაკმარის დაცვაზე ზედაპირული გაბინძურებისაგან და ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით მისი არაკეთილსაიმედოობის ირიბი მაჩვენებელია. ასეთი წყაროს წყალი საჭიროებს აუცილებელ პროფილაქტიკურ დამუშავებას (გაუსნებოვნებას).

მესამე კლასის წყაროს წყალს აქვს ისეთი გადახრები ნორმირებული მაჩვენებლებიდან, რომ მისი დამუშავება საჭიროებს უფრო რთული მეთოდების გამოყენებას, რეაგენტული მეთოდების ჩათვლით. მაგალითად, ჭარბი გოგირდწყალბადის, რკინის, მანგანუმის მოსაცილებლად გამოიყენება სპეციალური აერატორები ან დაჟანგვა ფილტრაციის წინ, დეფთორირებისათვის — კონტაქტურ-სორბციული კოაგულაცია და სხვ.

ანალოგიური პრინციპი უდევს საფუძვლად წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროების კლასიფიკაციას.

❖წყალმომარაგების *ზედაპირული* წყაროს *პირველ* კლასს მიკუთვნება მცირედ შემღვრეული (20 მგ/ლ-მდე) და მცირედ გამოხატული ფერიანობის (35°-მდე) მქონე წყალი, რომლის დამუშავება შესაძლებელია გაუსნებოვნებით და ფილტრაციით კოაგულაციის გარეშე ან კოაგულანტის მცირე დოზის გამოყენებით.

მეორე კლასს მიეკუთვნება უფრო მღვრიე (1500 მგ/ლ-მდე) და მნიშვნელოვანი ფერიანობის (120°-მდე) წყალი. ამავე კლასს მიეკუთვნება წყალი პლანქტონის მნიშვნელოვანი შემცველობით, მაგრამ შედარებით სუფთა სამრეწველო და საყოფაცხოვრებ გაბინძურების თვალსაზრისით. ასეთი წყლის გაწმენდისათვის გამოიყენება დამუშავების ტრადიციული მეთოდები — კოაგულაცია შემდგომი დალექვითა და ფილტრაციით, კონტაქტური გაკამკამება, გაუსნებოვნება, მიკროფილტრაცია პლანქტონის მოსაცილებლად.

მესამე კლასის წყაროს წყალი ხასიათდება მნიშვნელოვანი სიმღვრივითა (10000 მგ/ლ-მდე) და ფერიანობით (200°-მდე), მკვეთრი სუნით (4 ბალამდე). ასეთი წყლის დამუშავება ტრადიციული მეთოდების გამოყენებით სასურველ შედეგს არ იძლევა და დამუშავების დამატებითი, სპეციალური მეთოდების გამოყენებას მოითხოვს. კერძოდ, ძლიერ მღვრიე წყლისათვის გამოიყენება დალექვის დამატებითი საფეხური, სუნის ან ორგანული სამრეწველო გაბინძურების მოსაცილებლად — დამჟანგველებისა და სორბენტების გამოყენება, მომატებული ბაქტერიული დაბინძურების მოსაცილებლად — გაუსნებოვნების უფრო ეფექტური მეთოდის გამოყენება და ა.შ.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ თავისი მიზნის (სასმელი წყალმომარაგების სისტემის *სანიტარიული* საიმედოობის ამაღლება) და შინაარსის (*სანიტარიული* მაჩვენებლების კლასები) მიხედვით წყალმომარაგების წყაროების წარმოდგენილი კლასიფიკაცია წარმოადგენს *სანიტარიულ კლასიფიკაციას.* იგი ეფექტური საშუალებაა წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული მონიტორინგის ხარისხიანად განხორციელებისათვის.

წყალმომარაგების წყაროს კლასის დადგენა ხდება წყალმომარაგების სისტემის დამპროექტებელი ორგანიზაციის მიერ.

წყალმომარაგების მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროების წყლის ხარისხი, კლასების მიხედვით, უნდა აკმაყოფილებდეს დადგენილ ჰიგიენურ მოთხოვნებს (ცხრილი 1.10.).

რამდენიმე წყაროს არსებობის შემთხვევაში, რომლებიც ხარისხის მოთხოვნას აკმაყოფილებს, შერჩევა ხდება წყლების დამუშავების სქემების ტექნიკური და ეკონომიკური მაჩვენებლების ვარიანტების შედარებითი შეფასების საფუძველზე. კერძოდ, არსებული წყალმომარაგების წყაროებიდან შეარჩევენ იმათ, რომლებზეც უფრო მოხერხებულია სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაცია და აღნიშნულ ტერიტორიაზე შესაბამისი რეჟიმის დაცვა.

წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის დროს დაცული უნდა იყოს შემდეგი პირობები:

- წყლის დაბინძურების ინტენსიურობა, რომლის მოცილებაც შესაძლებელია დამუშავების თანამედროვე მეთოდებით, უნდა შეესაბამებოდეს დაპროექტებული გამწმენდი ნაგებობების ეფექტურობას;

• წყლის შედგენილობა და თვისებები, რომელიც დამუშავების თანამედროვე მეთოდებით არ ექვემდებარება ცვლილებებს, უნდა შეესაბამებოდეს ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნებს;

• წყალმომარაგების წყაროს ბუნებრივი პირობებისა და სპეციალურად ჩატარებული სანიტარიული და ტექნოლოგიური ღონისძიებების (წყლის მომზადების) ერთობლიობა უნდა უზრუნველყოფდეს წყალსადენის სანიტარიულ საიმედოობას.

ცხრილი 1.10.

წყალმომარაგების მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროების წყლის ხარისხი კლასების მიხედვით

მაჩვენებელი	წყლის ხარიხის მაჩვენებელი კლასების მიხედვით		
	I	II	III
I. *მიწისქვეშა წყაროებისათვის*:			
სიმღვრივე, მგ/ლ, არა უმეტეს	1,5	1,5	10,0
ფერიანობა, გრადუსი, არა უმეტეს	20	20	50
წყალბადის მაჩვენებელი (pH)	6-9	6-9	6-9
რკინა (Fe), მგ/ლ, არა უმეტეს	0,3	10	20
მანგანუმი, (Mn), მგ/ლ, არა უმეტეს	0,1	1	2
გოგირდწყალბადი (H_2S), მგ/ლ, არა უმეტეს	-	3	10
ფთორი (F), მგ/ლ, არა უმეტეს	1,5-0,7	1,5-0,7	5
პერმანგანატული ჟანგვადობა, მგ O_2/ლ	2	5	15
საერთო კოლიფორმული ბაქტერიების რიცხვი 300 მლ-ში, არა უმეტეს	3	100	1000
II. *ზედაპირული წყაროებისათვის*:			
სიმღვრივე, მგ/ ლ, არა უმეტეს	20	1500	10000
ფერიანობა, გრადუსი, არა უმეტეს	35	120	200
სუნი, 20^0 და 60^0C-ზე, ბალებში, არა უმეტეს	2	3	4
წყალბადის მაჩვენებელი (pH)	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
რკინა (Fe), მგ/ლ, არა უმეტეს	1	3	5
მანგანუმი, (Mn), მგ/ლ, არა უმეტეს	0,1	1	2
ფიტოპლანქტონი, მგ/ლ, არა უმეტეს	1	5	50
ან უჯრ/დმ^3, არა უმეტეს	1000	100000	100000
პერმანგანატული ჟანგვადობა, მგ O_2/ლ	7	15	20
ჭბმ, მგ O_2/ლ, არა უმეტეს	3	5	7
ლაქტოზოდადებითი ნანლავის ჩხირების რაოდენობა 1 ლ წყალში, არა უმეტეს	1000	10000	50000

წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა წარმოებს შემდეგი მონაცემების საფუძველზე:

წყალმომარაგების *მიწისქვეშა* წყაროებისათვის — წყლის ხარისხის ანალიზების შედეგები, წყალშემცველი ჰორიზონტის ჰიდროგეოლოგიური დახასიათება, წყალაღების ადგილის სანიტარიული დახასიათება, ნიადაგის დაბინძურების არსებული და პოტენციური წყაროები და დაბინძურების ინტენსიურობა;

წყალმომარაგების *ზედაპირული* წყაროებისათვის — წყლის ხარისხის ანალიზების შედეგები, ჰიდროლოგიური დახასიათება, წყლის მაქსიმალური და მინიმალური ხარჯი, აუზის სანიტარიული დახასიათება, მრეწველობის განვითარება, არსებული და პერსპექტიული დაბინძურების წყაროები (საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო).

წყალმომარაგების მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროების გამოკვლევა ტარდება სპეციალური პროგრამის საფუძველზე.

ვინაიდან წყალმომარაგების წყაროს ვარგისიანობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია მისი წყლის ხარისხი, წყალმომარაგების წყაროს შერჩევისათვის რეგლამენტირებულია წყლის კვლევის მოცულობისა და ჯერადობის მოთხოვნები. წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროს ხარისხის შეფასებისათვის, წყალაღების ადგილზე სინჯები უნდა აიღონ ყოველთვიურად, არანაკლებ 3 წლის განმავლობაში. წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროს ხარისხის შეფასებისათვის სინჯები აიღება წლის განმავლობაში 4-ჯერ (წლის სეზონის მიხედვით). კვლევის ასეთი მოცულობა უზრუნველყოფს, შეიქმნას წარმოდგენა მიწისქვეშა წყაროს საიმედოობის შესახებ და ზედაპირული წყაროს წყლის ტექნოგენური ქიმიური და მიკრობიოლოგიური დაბინძურების შესახებ.

წყალმომარაგების წყაროს წყლის ხარისხის შეფასების კვლევის მოცულობა შეიცავს მონაცემებს, რომლის მიხედვითაც უნდა დადგინდეს წყაროს კლასი, განისაზღვროს წყაროს წყლის ხარისხისადმი ზოგადი მოთხოვნები და ეპიდემიური უსაფრთხოება.

წყლის ეპიდემიური უსაფრთხოების მაჩვენებლები, საპროფიტული ბაქტერიების რაოდენობისა და ნაწლავის ჩხირის ინდექსის განსაზღვრასთან ერთად, გულისხმობს ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევების (სალმონელების, შიგელების, ენტეროვირუსების), ახალი ფეკალური დაბინძურების (ეშერიხიების, ენტეროკოკების) და ვირუსული დაბინძურების (კოლიფაგების) მაჩვენებლების განსაზღვრას. ეს კვლევები, სამივე მიმართულებით, ტარდება მიწისქვეშა წყალმომარაგების წყაროების იმ წყლებისათვის, რომლებიც ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიების რიცხვის მიხედვით მიეკუთვნება მე-2 და მე-3 კლასებს და ზედაპირული წყალმომარაგების ყველა კლასის წყალმომარაგების წყაროს წყლისათვის.

დასკვნა ვარგისიანობის შესაბებ უნდა შეიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

- ✓წყალმომარაგების ობიექტისა და წყალმომარაგებისათვის გამოსაყენებელი წყლის წყაროს სანიტარიული დახასიათება;
- ✓წყალმომარაგების წყაროს წყლის ხარისხი და მისი მდგომარეობის პროგნოზი საანგარიშო პერიოდში;
- ✓სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაციის ღონისძიებები;
- ✓წყლის დამუშავების ის მეთოდები, რომელთა საშუალებით მიიღება ჰიგიენური მოთხოვნების შესაბამისი სასმელი წყალი.

დასკვნა წყალმომარაგების წყაროს გამოყენების შესახებ ძალაშია 3 წლის განმავლობაში. თუ წყალსადენის მშენებლობის დაწყება დაგვიანდა 3 წელზე მეტად, საჭიროა განმეორებითი დასკვნა, რადგან ამ პერიოდში შესაძლებელია სანიტარიული სიტუაციის შეცვლა.

წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის დროს უპირატესობა ეძლევა მიწისქვეშა წყაროებს. მათი გამოყენება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაშიც კი, თუ მათი მარაგი არასაკმარისია. ამ შემთხვევაში წყლის დეფიციტის შევსება შესაძლებელია სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით ნაკლებად უსაფრთხო წყლის მარაგით, მისი აუცილებელი დამუშავების პირობით, რომლის საიმედოობა დამტკიცებულია სპეციალური ტექნოლოგიური და ჰიგიენური გამოკვლევებით. მიწისქვესა წყლის მარაგის შევსება შესაძლებელია ზედაპირული წყაროს წყლის მიწისქვეშა ინფილტრაციის გზით (სურ. 1.5.).

წყალმომარაგების მიწისქვეშა და ზედაპირული წყაროების წყლის ხარისხი დგინდება წყალმომარაგების წყაროების კლასების შესაბამისად (ცხრილი 1.10.).

წყალმომარაგების წყაროების წყლის ხარისხის შეფასება უნდა მოხდეს წყლის მოხმარების ზრდის პერსპექტივის გათვალისწინებით, სათანადო რეკომენდაციების საფუძველზე.

წყალმომარაგების წყაროს წყლის ხარისხის შეფასების საფუძველზე შესაძლებელია გაკეთდეს დასკვნა წყაროს შერჩევის მართებულობის შესახებ, რომელიც ძალაშია 3 წლის განმავლობაში.

იმ შემთხვევაში, თუ წყალმომარაგების წყაროდ შერჩეული წყალი ვერ აკმაყოფილებს შესაბამის მოთხოვნებს და სხვა წყაროს შერჩევის შესაძლებლობა არ არის, წყალი უნდა დამუშავდეს სათანადო ეფექტური მეთოდების გამოყენებით.

1.5.2. წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული კვლევა

წყლის ხარისხის კონტროლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მომენტი და პირველი ეტაპის ღონისძიებაა წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული კვლევა.

მისი ორგანიზებულად ჩატარებისა და ყველა საჭირო ინფორმაციის შეკრების მიზნით სასურველია, კვლევის ჩატარების დაწყებამდე შედგეს წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული კვლევის სქემა. მის ნიმუშად წარმოდგენილია მიწისქვეშა წყლის წყაროს სანიტარიული კვლევის სქემა (დანართი 1.1.). მისი შედგენის საფუძველია მონაცემების შეკრება ადგილობრივი და ცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროების წყლების ჰიგიენური კონტროლის სფეროში არსებული ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნების მიხედვით. საკითხისადმი ასეთი მიდგომა ხელს უწყობს ობიექტური ინფორმაციის მიღებას და სწორი დასკვნების გაკეთებას. ამ მიზნით შემუშავებულია კვლევის რამდენიმე ტიპური სქემა წყალმომარაგების წყაროს სახეობის მიხედვით.

კვლევის კონკრეტული მიზნის შესაბამისად, წყაროს კვლევის 2 ტიპს განასხვავებენ:

1. გაღრმავებული სანიტარიული კვლევა — წყალაღების ადგილის არჩევა, სანიტარიული დაცვის ზონის განსაზღვრა, წყაროს სანიტარიული პასპორტის შედგენა და ა.შ.;
2. პერიოდული სანიტარიული კვლევა — ადგილობრივი და ცენტრალიზებული წყალმომარაგების ნაგებობებისა და აღჭურვილობის მონყობისა და ექსპლუატაციის სისწორის კონტროლი და სხვ.

წყალმომარაგების ზედაპირული და მიწისქვეშა წყაროების შემთხვევაში წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული კვლევა გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება.

I. წყალმომარაგების *ზედაპირული* წყაროების სანიტარიული კვლევა მოიცავს შემდეგ ღონისძიებებს:

1. წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროების *სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული* კვლევა — წყალმომარაგების წყაროს და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ვიზუალური, გამოკითხვითი და ანამნეზური შესწავლა სათანადო ლაბორატორიული და ინსტრუმენტული გამოკვლევებით. მისი ამოცანებია: დაბინძურების არსებული და პოტენციური წყაროების გამოვლენა, მათი სანიტარიული და ეპიდემიოლოგიური საშიშროების შეფასება, წყაროს დაბინძურების მასშტაბების დადგენა, ლაბორატორიული კვლევების მოცულობისა და პროგრამის განსაზღვრა, დაბინძურების საზღვრებისა და მასშტაბების დადგენა, სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდის განსაზღვრა და ა.შ.
2. წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროების *სანიტარიულ-ტექნიკური* კვლევა — ადგილობრივი და ცენტრალიზებული წყალმომარაგების ნაგებობებისა და აღჭურვილობისა და მათი ექსპლუატაციის მდგომარეობის ჰიგიენურ მოთხოვნებთან შესატყვისობის დადგენა.
3. წყალმომარაგების ზედაპირული ნყაროების *სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური* კვლევა — წყლისმიერი ინფექციური დაავადებების მოსახლეობაში გავრცელების გამოვლენა.

II. წყალმომარაგების *მიწისქვეშა* წყაროების სანიტარიული კვლევა მოიცავს შემდეგ ღონისძიებებს:

1. წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროების სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული კვლევა — ადგილის გეოლოგიური შენების შესწავლა, წყალშემცველი ფენების განლაგების სიღრმის, ნიადაგისა და ნიადაქვეშა ფენების მდგომარეობის გამოვლენა და სხვ.
2. წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროების სანიტარიულ-ტექნიკური კვლევა — ადგილობრივი წყალმომარაგების წყაროების (ჭების) მონყობისა და ექსპლუატაციის შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან და სხვ.
3. წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროების სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კვლევა — წყლის საშუალებით გავრცელებული ინფექციების გამოვლენა მოსახლეობაში, მოცემულ

ტერიტორიაზე ეპიზოოტის არსებობის გამოვლენა, განსაკუთრებით მღრღნელებს შორის, ვინაიდან შესაძლებელია წყალმომარაგების წყაროებში მათი მოხვედრა.

1.6. წყლის აღება

სასმელი წყალსადენის საიმედო საექსპლუატაციო პირობების უზრუნველყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის აღების ადგილის სწორად შერჩევას. ეს პროცესი განსაკუთრებით აქტუალურია წყალმომარაგების წყაროდ წყალსაცავის გამოყენების დროს, რომელსაც წყლის მოცულობის დიდი სეზონური მერყეობა ახასიათებს. წყლის თვისებები უფრო სტაბილურია წყალსაცავის ცენტრალურ და კაშხლის მიმდებარე ნაწილებში. ეს გამოწვეულია როგორც წყლის მასის დიდი რაოდენობით, ისე მისი მუდმივობით. რაც შეეხება წყალსაცავის ბოლო ნაწილს, აქ, წყლის მოცულობისა და დონის სეზონური მერყეობის გამო, ნაკლებად კეთილსასურველი პირობები იქმნება. ამასთან ერთად, მკვეთრად იცვლება ჩამდინარე წყლების განზავების პირობები ნაპირის მიმდებარე ნაწილში. ამის გამო, უარესდება წყალსაცავის წყლის ხარისხი.

წყლის სხვადასხვა ობიექტის წყლის ხარისხისა და რეჟიმის აღნიშნული თავისებურებები გათვალისწინებული უნდა იყოს წყალსადენის წყაროს შერჩევის დროს.

1.6.1. წყლის აღების ნაგებობების მოწყობა და მათი ჰიგიენური დახასიათება

სასმელი წყალმომარაგების წყლის აღების წესები და მისთვის საჭირო ნაგებობები წყალმომარაგების ზედაპირული და მიწისქვეშა წყაროებისათვის, როგორც ორგანიზაციით, ისე კონსტრუქციული გადაწყვეტით, განსხვავებულია.

წყლის აღების მოწყობილობამ *ზედაპირულ წყაროებზე* უნდა უზრუნველყოს მისი შედგენილობის მუდმივობა. წყლის აღების ადგილი, როგორც წესი, უნდა განლაგდეს მდინარის დინების მიმართულებით დასახლების ზემოთ, მონაკვეთზე, რომელიც ხასიათდება მდინარის მყარი ნაპირებით და საკმარისი სიღრმით.

იმ შემთხვევაში, თუ მდინარის მახლობლად არის ღრმულები, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის შეკრებას, აგრეთვე, მდინარის ნაპირები შედარებით ციცაბოა, ეწყობა *ნაპირის ტიპის წყალშემკრებები.*

მდინარის შედარებით სწორი ნაპირის შემთხვევაში წყლის აღება ხდება უშუალოდ მდინარის ნაკადში, სპეციალური წყლის მიმღების სათავის საშუალებით — *ნაკადის ტიპის წყალშემკრებებით.* წყლის მიმღების სათავიდან, მილის საშუალებით, წყალი მიეწოდება სანაპირო ჭას, საიდანაც პირველი დონის ტუმბოების საშუალებით მიეწოდება გამწმენდ ნაგებობებს. ზოგიერთ შემთხვევაში, წყლის აღების პირობების გაუმჯობესების მიზნით, მისი აღება ხდება არა უშუალოდ წყლის

ნაკადიდან, არამედ ხელოვნურად შექმნილი ყურეებიდან — ციცხვებიდან (*ციცხვური წყალშემკრებები*).

წყაროს წყლის ძლიერი დაბინძურებისა და კარგი საფილტრაციო თვისებების გრუნტის არსებობისას, გამოიყენება *ინფილტრაციული ტიპის წყალშემკრებები.* ამ დროს წყლის აღება ხდება ნაპირზე განლაგებული ჭებიდან ან ჭაბურღილებიდან, სადაც მისი ფილტრაცია წარმოებს წყლის ობიექტის ფსკერისა და ნაპირის გრუნტის საშუალებით. წყლის აღების ასეთი წესი საშუალებას იძლევა გრუნტის სორბციული თვისებები გამოყენებულ იქნას როგორც ბიოლოგიური, ისე ქიმიური დაბინძურების მოსაცილებლად. ამის შედეგად მცირდება არა მარტო გამწმენდი ნაგებობების დატვირთვა, არამედ უზრუნველყოფილია წყლის შედგენილობის მეტი მუდმივობა. აქედან გამომდინარე, საბოლოოდ, იზრდება წყალმომარაგების სისტემის სანიტარიული საიმედოობა.

წყლის აღება *მიწისქვეშა წყაროებიდან* ხორციელდება ჭაბურღილებით, შახტური ჭებით და კაპტაჟით.

ჭაბურღილი წარმოადგენს ვერტიკალურ ცილინდრულ არხს, რომელიც გადის დედამიწის სიღრმეში, საექსპლუატაციოდ გამიზნულ წყალშემკრებ ჰორიზონტამდე. წყლის მისაღებად ჭაბურღილის გაყვანა დარტყმითი ან ბრუნვითი მეთოდით ხდება.

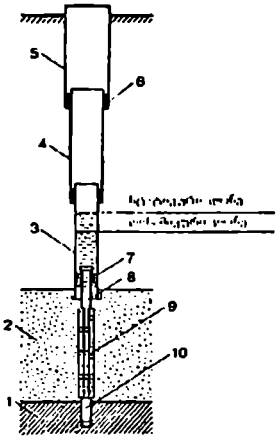
ჭაბურღილის სწორ კონსტრუქციას დიდი მნიშვნელობა აქვს მისი საექსპლუატაციო და სანიტარიული საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის, მისი გამოყენების ვადების გაზრდისა და წყლის ხარისხის შენარჩუნებისათვის.

ჭაბურღილის კედლების ჩამონგრევის თავიდან ასაცილებლად, აგრეთვე საექსპლუატაციო ჰორიზონტს ზემოთ განლაგებული წყალშემცველი ჰორიზონტების იზოლაციისათვის, ხდება მისი გამაგრება მეტალის მილების ჩადგმის გზით.

ჭაბურღილის აღჭურვის დროს აუცილებელია მთელი რიგი მოთხოვნების დაცვა, რაც უზრუნველყოფს მის ჰერმეტულობას სასმელი წყლის ხარისხის შენარჩუნების მიზნით.

ასეთ ჭაბურღილს *არტეზიულ ჭას* უწოდებენ (სურ. 1.6.).

ჭაბურღილის შემადგენლობაში განარჩევენ წყლის მიმღებ ნაწილს — ტანს და ზედა, გამოსასვლელ ნაწილს — შესართავს, რომელიც წყალსადენს უერთდება. ჭაბურღილის შესართავი განლაგებულია სპეციალურ მიწისქვეშა შახტში ან მიწისზედა პავილიონში, რითაც დაცულია მეტეოროლოგიური ფაქტორების მკვეთრი მერყეობისაგან. იგი ჭაბურღილთან ჰერმეტულად შეერთებული უნდა იყოს. ჭაბურღილის შახტში განლაგების შემთხვევაში იგი დაცული უნდა იყოს ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლებისაგან, ზემოდან უნდა ჰქონდეს ასფალტის ან ბეტონის საფარი და ჰერმეტული სახურავი. ჭაბურღილის ჰერმეტულობის გაუმჯობესების მიზნით წყალშემკრებ ჰორიზონტამდე მილები უნდა ჩადიოდეს ორმაგი დაცვით. მილებს შორის სივრცე ივსება ცემენტის ხსნარით წნევის ქვეშ.



1 – წყალგაუმტარი ფენა;
2 – წყალშემცველი ფენა;
3, 4, 5 – ჩასადგმელი მილების შუალედური სვეტები;
6 – ცემენტის მილთაშუა სივრცის საიზოლაციო ფენა;
7 – შემამჭიდროვებელი რგოლი;
8 – ფილტრისზედა მილი;
9 – ფილტრის სამუშაო ნაწილი;
10 – სალექარი.

სურ. 1.6. არტეზიული ჭა.

ბურღვის დამთავრებისა და მილების განთავსების შემდეგ წარმოებს წყლის „სამშენებლო ამოქაჩვა". ამ დროს ხდება მილების გარეცხვა და ხელოვნურად შეტანილი დამაბინძურებლების მოცილება. მისი ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ადგილობრივ ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე (რამდენიმე საათიდან ერთ თვემდე და მეტიც).

ჭაბურღილიდან წყლის ამოღების წესი დამოკიდებულია მასში წყლის დონეზე. მინის ზედაპირიდან 7 მ-მდე დინამიკური დონის დროს შესაძლებელია ცენტრიდანული ტუმბოს გამოყენება ჰორიზონტალურ ლილვზე. თუ წყლის დაინამიკური დონე არის 120 მ სიღრმეზე, გამოიყენება ცენტრიდანული ტუმბო ვერტიკალურ ლილვზე, რომელიც დამონტაჟდება ჭაბურღილზე. ღრმა ჭაბურღილიდან წყლის ამოსაღებად გამოიყენება ჩასაყვინთი ცენტრიდანული ელექტრული ტუმბო. ამ შემთხვევაში ტუმბო უნდა აკმაყოფილებდეს ყველა ჰიგიენურ მოთხოვნას. ამ წესით წყლის ამოღება შესაძლებელია 500 მ-მდე სიღრმიდან.

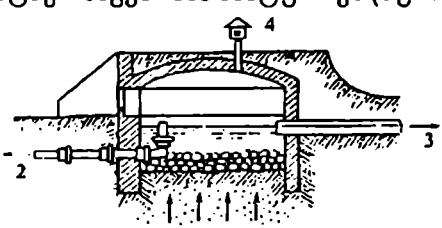
ცენტრალიზებული წყალმომარაგების ფართოდ გავრცელების მიუხედავად, თავის მნიშვნელობას ინარჩუნებს ადგილობრივი წყალმომარაგება, განსაკუთრებით სასოფლო დასახლებებში. ამ დროს წყლის მიწოდება მოსახლეობისათვის ხდება უშუალოდ წყაროდან, მილსადენების გარეშე, ხშირად დამუშავების გარეშეც. ასეთი წყალმომარაგების წყაროდ ძირითადად გამოიყენება გრუნტის წყლები, ხოლო წყალშემკრებად — შახტური ჭა და კაპტაჟი.

შახტური ჭა წარმოადგენს მინაში გაყვანილ ვერტიკალურ შახტს, რომლის ქვედა ნაწილი შეჭრილია წყალშემკრებ ჰორიზონტში, ხოლო კედლები გამაგრებულია წყალგაუმტარი მასალით. მისი კვეთი დაახლოებით 1 $მ^2$-ია, ხოლო სიღრმე — 10-20 მ-ის ფარგლებში. ჭის მშენებლობის ადგილი უნდა შეირჩეს დაბინძურების წყაროს ზემოთ, შედარებით შემაღლებულ ტერიტორიაზე (ატმოსფერული წყლებით

დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად). ჭის დაცილება ცხოველების სადგომიდან უნდა იყოს არანაკლებ 30-50 მ, ხოლო ორმოზე განთავსებული საპირფარეშოდან — 100-150 მ (გრუნტის ფილტრაციის უნარის შესაბამისად). წყლის საკმარისი მარაგის უზრუნველსაყოფად ჭის ქვედა ნაწილი წყალშემკრებ ჰორიზონტში უნდა ჩადიოდეს 1,5-2მ-ის სიღრმეზე. ჭის ფსკერზე 30 სმ სისქით იყრება ხრეში. ჭის კედლების გამაგრება ხდება ხის მორებით ან ბეტონის ნრეებით. გამაგრების ზედა ნაწილი მიწის ზედაპირიდან ამოდის 1 მ-ის სიმაღლეზე და აღჭურვილია სახურავით. ჭის ირგვლივ 1 მ-ის სიგანით და 1-1,5 მ სიღრმეზე კეთდება ასფალტის ან ბეტონის ფენა ზედაპირული წყლის ჩადინების თავიდან ასაცილებლად. ჭის ირგვლივ 3-5 მ რადიუსში შეზღუდული უნდა იყოს ტრანსპორტის მიახლოება.

შახტური ჭიდან წყლის ამოღების საუკეთესო საშუალებაა ტუმბოს დაყენება. მისი არასებობის შემთხვევაში გამოიყენება საერთო სარგებლობის სათლი (ვედრო). ინდივიდუალური სათლების გამოყენება დაუშვებელია, რადგანაც დიდია ჭის წყლის დაბინძურების ალბათობა.

*კაპტაჟი** ეწოდება სხვადასხვა წყაროდან წყლის შეკრებას. ამ მიზნით ეწყობა სპეციალური ნაგებობა. იგი საინჟინრო-ტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსია, რომელიც უზრუნველყოფს მიწისქვეშა წყლის საბადოს გახსნას, დედამიწის ზედაპირზე მის ამოყვანასა და ექსპლუატაციას სტაბილური ოპტიმალური მაჩვენებლების შენარჩუნებით. უმარტივესი საკაპტაჟო ნაგებობაა შახტური ჭა (სურ. 1.7.). წყლის გამოსვლის ადგილი



1 – წყლის შემოსვლა;
2 – წყლის გადაშვება მოცემული დონის გადამეტების დროს;
3 – მომხმარებლისათვის განკუთვნილი წყალი;
4 – საევნტილაციო მილი.

სურ. 1.7. კაპტაჟი — შახტური ჭა.

უნდა იყოს კედლებით შემოსაზღვრული და ზემოდან დახურული. კაპტაჟის კედელში უნდა იყოს წყლის გამოსასვლელი ხვრელი. კაპტაჟის ირგვლივ თიხის ფენისაგან კეთდება დამცავი სარტყელი.

1.7. სასმელი წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონები და მათი ორგანიზაცია

წყალმომარაგების წყაროები მუდმივად განიცდის გარემოს ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების მოქმედებას. მათგან აღსანიშნავია მეტეოროლოგიური მოვლენები, წყლის ზედაპირული ან მიწის-

* ფრანგ. captage<ლათ. capto – ვიჭერ, ვტაცებ.

ქვეშა ნაკადის ფორმირების პირობები, ადამიანის საყოფაცხოვრებო და სამეურნეო საქმიანობა და ა.შ. სასმელი წყლის მომზადების დანადგარების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნედლი წყლის სანყის თვისებებზე. წყალსადენის მუშაობის საიმედოობა იზრდება წყალმომარაგების წყაროს წყლის შედგენილობის მუდმივობით. მის თვისებებზე გარემოს ფაქტორების მოქმედება შეიძლება იყოს ეპიზოდური, პერიოდული ან სისტემატური. ასეთი უარყოფითი გავლენისა და წყლის ხარისხის გაუარესების თავიდან ასაცილებლად, მისი სანიტარიული საიმედოობის ასამაღლებლად წყალმომარაგების წყაროს ირგვლივ ეწყობა სანიტარიული დაცვის ზონა.

წყალმომარაგების სისტემის სანიტარიული კეთილსაიმედოობის უზრუნველყოფის ღონისძიებათა სისტემაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რგოლია სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაციის მართებული დასაბუთება და სწორი ექსპლუატაცია. მისი ორგანიზაცია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტის* მოთხოვნების საფუძველზე.

სასმელი წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონას წარმოადგენს სპეციალურად გამოყოფილი ტერიტორია და აკვატორია, სადაც მყარდება სამეურნეო და სხვა საქმიანობის სპეციალური რეჟიმი წყალმომარაგების წყაროსა და წყალსადენის ნაგებობების დაბინძურებისაგან დაცვის მიზნით.

წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში სამეურნეო საქმიანობის სპეციალური რეჟიმის დანიშნულებაა წყალაღების ადგილზე წყლის დაბინძურების ან ხარისხის გაუარესების, დებიტი შემცირების შეზღუდვა, ხოლო წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში — მათი (ასეთი უარყოფითი გავლენის) სრული გამორიცხვა.

ნორმატიული დოკუმენტის თანახმად, სდზ შედგება 3 სარტყლისაგან: I (მკაცრი რეჟიმის ზონა), II და III (შეზღუდვის ზონა). თითოეულ მათგანს განსაკუთრებული რეჟიმი აქვს.

წყალსადენის სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყელი მოიცავს წყალმომარაგების წყაროს, წყალშემკრებ ნაგებობებს და ტერიტორიას, სადაც განლაგებულია სათავე ნაგებობები.

სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის ფარგლებში წყალმომარაგების წყარო და წყალსადენის სათავე ნაგებობები სრულად დაცულია მათი წინასწარ განზრახული ან შემთხვევითი ისეთი დაზიანებისაგან, რასაც შეუძლია წყლის ხარისხზე უარყოფითად იმოქმედოს.

სანიტარიული დაცვის ზონის II სარტყელი განისაზღვრება მიკრობული დაბინძურების მაჩვენებლებით და თვითგაწმენდის

---

* წყალმომარაგების წყაროებისა და სასმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყალსადენების სანიტარიული დაცვის ზონები. სანწდან 2.1.4. 003-01 (სსმ, III, 2001, №90).

პროცესის მიმდინარეობით, ხოლო III სარტყელი განისაზღვრება ქიმიური დაბინძურების მაჩვენებლების მიხედვით.

წყალმომარაგების წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში მმართველობის ადგილობრივი ორგანოების გადაწყვეტილებით ტარდება აუცილებელი სანიტარიულ-გამაჯანსაღებელი ღონისძიებები.

წყალსადენის სანიტარიული დაცვის ზონა ღია წყალსატევებზე. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის (მკაცრი რეჟიმის ზონის) საზღვრებისა და ზომების დადგენას. უნდა დადგინდეს, საკმარისია თუ არა დაბინძურებისაგან წყალმომარაგების წყაროს საიმედო დაცვისათვის წყალსატევის მონაკვეთის ზომები, რომელიც ჩართულია ზონაში წყალაღების ადგილის ქვემოთ და ზემოთ. სდზ-ის ფარგლებში ჩართულია მოპირდაპირე ნაპირის უბნებიც. ზონის ფარგლებში გათვალისწინებულია ტერიტორია წყალსადენის შემდგომი გაფართოებისათვის.

წყალაღების წყაროდ მდინარის გამოყენების შემთხვევაში სდზ-ის I სარტყლის ტერიტორია ვრცელდება დინების მიმართულებით ზემოთ არანაკლებ 200 მ-ზე წყალაღების ადგილიდან და არა ნაკლებ 100 მ-ზე – დინების ქვემოთ. წყალსატევის 100 მ-ზე ნაკლები სიგანის შემთხვევაში სდზ-ის I სარტყელში შედის ამ მანძილზე მთელი აკვატორია და მოპირდაპირე ნაპირი 50 მ სიგანით; ხოლო წყალსატევის 100 მ-ზე მეტი სიგანის შემთხვევაში – აკვატორიის ზოლი არანაკლებ 100 მ სიგანით.

გაუმდინარე წყალსატევიდან (ტბა, წყალსაცავი) წყლის აღების შემთხვევაში სდზ-ის I სარტყელში შედის სანაპირო ზოლი არა ნაკლებ 100 მ სიგანით წყალაღების ადგილიდან ორივე მხარეს.

სდზ-ის I სარტყლის ფარგლებში გათვალისწინებული უნდა იყოს წყალმომარაგების წყაროს დაცვასთან დაკავშირებული სხვა მრავალი ღონისძიების რეალიზაცია: ტერიტორიის შემოსაზღვრა და მისი დაცვა, ტერიტორიაზე გარეშე პირთა შესვლისა და ადამიანთა ცხოვრების აკრძალვა, ყველა სახის ნაგებობის მშენებლობის აკრძალვა, თუ მათ კავშირი არ აქვთ სათავე ნაგებობებთან, ტერიტორიის მოასფალტება და ვერტიკალური ზონირება ზედაპირული ჩანადენების გადატანით I სარტყლის ფარგლებიდან წყალაღების ადგილიდან ქვემოთ, მწვანე ნარგავების დამცველი ზონის შექმნა სარტყლის პერიმეტრზე (არანაკლებ 50 მ) და ნაპირის გასწვრივ (არანაკლებ 100 მ). ჰიგიენური თვალსაზრისით, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მომსახურე პერსონალის საცხოვრებელი სახლების მიერთებას კანალიზაციის ქსელთან.

ამ სარტყელში აკრძალულია ტევზჭერა, ბანაობა, თეთრეულის რეცხვა; არ დაიშვება ნავებით სეირნობა და ა.შ.

ზედაპირული წყალმომარაგების წყაროს სდზ-ის II და III სარტყლების დანიშნულებაა წყალაღების ადგილზე მიკრობული დაბინძურების შემცირება იმ დონემდე, რომელიც დასაშვებია ნორმატიული დოკუმენტით, მოცემული წყალსადენის გამწმენდი ნაგებობების ტექნიკური შესაძლებლობების გათვალისწინებით.

სდზ-ის II და III სარტყლების ზედა საზღვრის დაცილება წყალაღების ადგილიდან განისაზღვრება შემდეგი მომენტებით: ა) წყლის მიკრობული თვითგანმენდისათვის საჭირო დროის უზრუნველყოფა, ბ) წყლის ნაკადის სიჩქარე.

წყალსადენის სანიტარიული დაცვის ზონის II და III სარტყლების (შეზღუდვის ზონის) ზედა საზღვარი გამდინარე წყალსატევებზე წყალაღების ადგილიდან იმდენად უნდა იყოს დაცილებული, რომ წყალაღების ადგილამდე შესაძლებელი იყოს წყლის მიკრობული თვითგაწმენდა. ეს პროცესი შეიძლება შემდეგი ტოლობით გამოისახოს:

$$N_t=N_0\cdot 10^{-kt}, \text{ სადაც}$$

N_t —მიკრობების კონცენტრაცია წყალში t დროის შემდეგ;

N_0 — მიკრობების კონცენტრაცია წყალში გაბინძურების ადგილზე;

k — მიკრობებისაგან წყლის თვითგანმენდის სიჩქარის მუდმივა.

ფორმულის გარდაქმნით შეიძლება განვსაზღვროთ ის დრო, რომელიც საჭიროა წყლის თვითგანმენდისათვის:

$$t=\frac{1}{K}\cdot \lg\frac{N_0}{N_t}.$$

წყალაღების ადგილზე წყალში მიკროორგანიზმების დასაშვები რაოდენობა (N_t) დგინდება კონკრეტული წყალსადენის გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობით — უზრუნველყოს წყალში არსებული მიკრობების შემცირება სასმელი წყლისათვის დასაშვებ სიდიდეებამდე. ამრიგად, საჭირო კონცენტრაციამდე მიკრობების რიცხვის შემცირებისათვის საჭირო დრო დამოკიდებულია საწყის კონცენტრაციაზე და თვითგაწმენდის სიჩქარეზე. თვითგანმენდის სიჩქარე განპირობებულია კლიმატური რაიონით და წლის პერიოდით. მიკრობებისაგან წყლის თვითგაწმენდის სიჩქარის მუდმივის ზუსტი სიდიდეები არ არსებობს, მაგრამ ემპირიულად დადგენილია სანიტარიული მაჩვენებლების მიკროორგანიზმების კონცენტრაციის შემცირების საშუალო სიდიდე, რაც ზაფხულში 2%-ს შეადგენს. აქედან გამომდინარე, საწყისი მიკროფლორის პრაქტიკულად სრული ელიმინაცია ხდება 2 დღეღამის განმავლობაში.

გაუმდინარე წყალსატევებში სდზ-ის II სარტყლის საზღვარი დაცილებული უნდა იყოს წყალაღების ადგილიდან ყველა მხარეს 3 კმ-ით ქარის 10%-მდე რაოდენობისას წყალაღების მიმართულებით და 5 კმ-ით — ქარის 10%-ზე მეტი რაოდენობისას. ზონის გვერდითი საზღვრები განისაზღვრება სანაპირო ზოლით, რომლის სიგანე უნდა იყოს: ადგილის ვაკე რელიეფის დროს — არა ნაკლებ 500 მ; მთიანი რელიეფის დროს – წყაროსაკენ მიმართული ფერდობის მწვერვალამდე, მცირედ დახრილი ფერდობის დროს — 750 მ ფარგლებში, ხოლო ციცაბო ფერდობის დროს – არა ნაკლებ 1000 მ-ისა.

გამდინარე წყალსატევებში ზონის II სარტყლის ქვედა საზღვარი (დინების მიმართულებით) უნდა იყოს არანაკლებ 250 მ მანძილზე

წყალაღების ადგილიდან, ქარისმიერი უკუდინების გამორიცხვის მიზნით.

წყალსადენის სანიტარიული დაცვის ზონის III სარტყლების საზღვრები ემთხვევა II სარტყლის საზღვრებს დინების მიმართულებით როგორც ზემოთ, ისე ქვემოთ; გვერდითი საზღვრები უნდა გადიოდეს წყალგამ-ყოფამდე, 3-5 კმ ფარგლებში, შენაკადების ჩათვლით.

სდზ-ის II და III სარტყლების ტერიტორიების განაშენიანების რეგულირება უნდა ითვალისწინებდეს ბუნებრივი ლანდშაფტის შენარჩუნებას, ტყის მასივის გაშენებას კლიმატური პირობების, ოროგრაფიული და ნიადაგის ფაქტორების გათვალისწინებით.

განშენიანების რეგულირების დროს ხდება განსახლების სიმჭიდროვის (ადამიანი/ჰა), განაშენიანების სიმჭიდროვის (%) და გზის მყარი საფარის სიმჭიდროვის (%) ნორმირება.მათ განსაზღვრავენ ტერიტორიის ოროგრაფიული* და ლანდშაფტური პირობების გათვა-ლისწინებით (რეგიონული ეკოლოგიური ნორმატივები).

სდზ-ის II და III სარტყლების დასაბუთების პროექტის განხილვისას უნდა დადგინდეს, გათვალისწინებულია თუ არა მოცემულ ტერიტორიაზე ჩასატარებელი ყველა ღონისძიება: დასახლებების, სამრეწველო საწარმოებისა და მეცხოველეობის კომპლექსების კეთილმოწყობა ნიადაგისა და ზედაპირული წყლების გაბინძურებისაგან დაცვის მიზნით; საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო (მეცხოველეობის) ჩამდინარე წყლების გაწმენდა და მათი ჩაშვება წყალსატევებში სათანადო მოთხოვნების დაცვით** მოსახლეობის მიერ წყალსატევების მასობრივი გამოყენების შემთხვევაში ამ მიზნით უნდა გამოიყოს სპეციალური უბნები. წყალსატევის სანაპირო ზოლის საზღვრებში აკრძალულია: წყალაღების ადგილიდან 100 მ ფარგლებში საქონლის ძოვება და დარწყულება; 300 მ ფარგლებში – შხამქიმიკატების და ორგანული სასუქის გამოყენება, მინის ავიაქიმიური დამუშავება; 500 მ ფარგლებში – მეცხოველეობის ფერმების განლაგება.

აკრძალვითი ღონისძიებების დანიშნულებაა II სარტყლის ტერიტორიაზე ისეთი კონცენტრირებული გამაბინძურებლების წყაროების, ობიექტების აკრძალვა, რომელიც მნიშვნელოვნად არღვევს ნიადაგის, ატმოსფერული ჰაერისა და ნიადაგის ნორმალურ მდგომარეობას, გეოლოგიურ გარემოს, რაც ცვლის წყლის მინისზედა და მინისქვეშა ნაკადებს.

---

* ოროგრაფია (ბერძნ. oros — მთა და .... — გრაფია) — გეომორფოლოგიის დარგი, რომელიც აღწერს რელიეფის ფორმებს (ქედებს, მაღლობებს, ქვაბულებსა და ა.შ.) და ახდენს მათ კლასიფიკაციას გარეგანი ნიშნების მიხედვით (ქსე, ტ. 7, გვ. 854).

** ა. ზედაპირული წყლების გაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სანწდან 2.1.4. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001);
ბ. მოსახლეობის წყალმოხმარების ადგილებში ზღვის სანაპირო წყლის დაცვა გაბინძურებისაგან. სანწდან 2.1.4. 002-01 (სსმ, III, №90, 2001).

წყალმომარაგების წყაროში წყლის ხარისხის გაუარესების დროული აღმოჩენისა და სათანადო სანიატრიული მდგომარეობის შენარჩუნების მიზნით ორგანიზაცია, რომელიც ახორციელებს წყალსადენის ექსპლუატაციას, უნდა ანარმოებდეს სდზ-ის II სარტყლის ტერიტორიისა და აკვატორიის სისტემატურ დაკვირვებას, აგრეთვე წყლის დინამიკურ ლაბორატორიულ ანალიზს (მონიტორინგს).

მიწისქვეშა წყაროების სანიტარიული დაცვის ზონა. მისი ორგანიზებისათვის შესწავლილი უნდა იქნას რაიონისა და წყალშემკრები ჰორიზონტის ჰიდროგეოლოგიური დახასიათების მასალა.

სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის ფართობი უნდა მოიცავდეს დეპრესიული ძაბრის (სურ. 1.4.) ყველაზე ციცაბო ნაწილს 30-50 მ რადიუსში, რამდენადაც ამ ზონაში ყველაზე ინტენსიურად მიმდინარეობს ზედაპირული და ნიადაგქვეშა წყლების ფილტრაცია მიწისქვეშა ნაკადში. ამდენად, ჭაბურღილის ირგვლივ I სარტყლის რადიუსი საიმედოდ დაცული ფენათშორისი (წნევიანი) წყლის გამოყენებისას უნდა იყოს არანაკლებ 30 მ (სარტყლის ფართობი 0,25 ჰა), ხოლო ნაკლებად საიმედოდ დაცული მიწისქვეშა (უწნევო) წყლების გამოყენებისას — არანაკლებ 50 მ (თუ დადგენილია კავშირი ღია წყალსატევთან) და არანაკლებ საინფილტრაციო ნაგებობებიდან.

მიწისქვეშა წყლების მარაგის ხელოვნურად შევსების დროს წყალაღებისათვის I სარტყლის საზღვარი დგინდება ისე, როგორც წყალმომარაგების ნაკლებად საიმედოდ დაცული ნიადაგქვეშა წყლების გამოყენებისას: წყალაღებიდან არა ნაკლებ 50 მ მანძილზე და არა ნაკლებ 100 მ-ზე — საინფილტრაციო ნაგებობებიდან (აუზი, არხი და სხვ.). მიწისქვეშა წყლების საინფილტრაციო წყალაღების I სარტყლის საზღვრებში უნდა ჩაირთოს სანაპირო ტერიტორია წყალაღებასა და ზედაპირულ წყალსატევს შორის, თუ მათ შორის მანძილი 150 მ-ზე ნაკლებია.

სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის ტერიტორია უნდა იყოს შემოსაზღვრული; მასზე არ დაიშვება უცხო პირები, აკრძალულია ნებისმიერი ობიექტის მშენებლობა, რომელიც წყალსადენის საჭიროებასთან არ არის დაკავშირებული.

სდზ-ის II და III სარტყლების დანიშნულებაა წყალაღების ადგილზე წყლის ბუნებრივი შედგენილობის მუდმივობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა. ამ შემთხვევაში წყალი, როგორც წესი, სასმელად გამოიყენება დამუშავების გარეშე. აქედან გამომდინარე, ამ სარტყლების ამოცანაა წყალაღების ადგილზე წყლის საექსპლუატაციო ჰორიზონტის დაცვა ზედაპირული გაბინძურებისაგან. მიწისქვეშა წყლების ზედაპირული დაბინძურების წყაროები მრავალფეროვანია; თუმცა მათგან ძირითადია დაბინძურება დეპრესიის ძაბრის შესაბამისი ტერიტორიიდან (სურ. 1.5.).

სდზ-ის II სარტყელი გამოიყენება მიწისქვეშა წყლების მიკრობული დაბინძურებისაგან დაცვისათვის. მისი საზღვრები უნდა დადგინდეს გაანგარიშების საფუძველზე ადგილობრივი ჰიდროგეოლოგიური და სანიტარიული სიტუაციის გათვალისწინებით. II სარტყლის საზღვრები განისაზღვრება ჰიდროდინამიკური გაანგარიშებით იმის გათვალის-

წინებით, რომ II სარტყლის საზღვრებს გარეთ წყლის ჰორიზონტში არასტაბილური მიკრობული გაბინძურების მოხვედრის შემთხვევაში მას წყალაღების ადგილის მიღწევისას ცხოველმყოფელობა და ვირულენტობა დაკარგული ჰქონდეს. გამოთვლების საფუძველზე დადგენილია, რომ მიკრობული გაბინძურების ფრონტის გადაადგილების დასაშვები დრო გრუნტისა და ფენათშორისი უწნევო წყლებისათვის 400 დღე-ღამეა, ხოლო ფენათშორისი წნევიანი წყლებისათვის — 200დღე-ღამე.

არასტაბილური მიკრობული დაბინძურებისაგან წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროს ეფექტური დაცვისათვის აუცილებელია, რომ დაბინძურებული მიწისქვეშა წყალში მოხვედრილი პათოგენური მიკროორგანიზმები წყალაღების ადგილზე მისვლამდე ასწრებდეს ცხოველმყოფელობისა და ვირულენტობის დაკარგვას (ეფექტური თვითგაწმენდა).

აღნიშნული დრო, რომელიც საკმარისია წყლის ეფექტური თვითგანმენდისათვის, არის წყალაღების ადგილიდან II სარტყლის საზღვრის განსაზღვრის ძირითადი მაჩვენებელი. ამასთან, იგი უზრუნველყოფს სდზ-ის ეპიდემიოლოგიურ და ჰიგიენურ საიმედოობას. ამ დროს ეწოდება მიკრობული დაბინძურების გადაადგილების საანგარიშო დრო ($T_ა$). მისი სიდიდე დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე, კერძოდ, ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე და კლიმატურ რაიონზე (ცხრილი 1.11.).

მიწისქვეშა წყლების სდზ-ის III სარტყელი წყალაღების ადგილზე წყალს იცავს ქიმიური დაბინძურებისაგან. მისი საზღვრები დგინდება ჰიდროდინამიკური გაანგარიშების საფუძველზე იმ პრინციპით, რომ მის საზღვრებს გარეთ მიწისქვეშა წყალში სტაბილური ქიმიური დამაბინძურებლის მოხვედრის შემთხვევაში მან წყალაღების ადგილამდე ვერ მაღწიოს (განზავდეს სხვა წყლებში კვების ზონის გარეთ), ან გაანგარიშებულ დროზე გვიან მიაღწიოს.

ცხრილი 1.11.

მიკრობული დაბინძურების გადაადგილების საანგარიშო დრო ($T_ა$, დღე-ღამე)

ჰიდროგეოლოგიური პირობები	I და II კლიმატური რაიონები	III და IV კლიმატური რაიონები
1. გრუნტის წყლები:		
ღია წყალსატევებთან ჰიდრავლიკური კავშირის არსებობისას	400	400
ღია წყალსატევებთან ჰიდრავლიკური კავშირის არარსებობისას	400	200
2. წნევიანი და უწნევო ფენათშორისი წყალი:		
ღია წყალსატევებთან ჰიდრავლიკური კავშირის არსებობისას	200	200
ღია წყალსატევებთან ჰიდრავლიკური კავშირის არარსებობისას	200	100

მიწისქვეშა წყაროს სტაბილური ქიმიური დაბინძურებისაგან დაცვისათვის აუცილებელია, რომ III სარტყლის საზღვრიდან წყალაღების ადგილამდე დაბინძურებული წყლის მისვლისათვის საჭირო დრო (საანგარიშო დრო) წყალაღების ადგილის ტექნიკური ექსპლუატაციის საშუალო ვადაზე მეტი იყოს. ამ შემთხვევაში ქიმიური დაბინძურებისაგან დაცვის უზრუნველყოფის მიზნით საანგარიშო დროდ მიღებულია 25 წელი.

პრაქტიკაში გამოიყენება წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდის გაანგარიშების რამდენიმე მეთოდი.

სდზ-ის გაანგარიშებული სიდიდის მართებულობის დადგენის შემდეგ განიხილება წყალშემკრები ჰორიზონტის დაბინძურებისაგან დაცვისათვის დაგეგმილი ღონისძიებები. ამ დროს ითვალისწინებენ, რომ ნიადაგქვეშა წყლების გაბინძურების სპეციფიკური წყარო და გამტარი შეიძლება იყოს: ეზოს საპირფარეშოები წყალგამტარი ორმოებით, მშთანთქმელი ჭები, ადგილობრივი კანალიზაციის არასწორად აგებული ან ექსპლუატირებული ნაგებობები, ავრეთვე კომუნალური გამწმენდი ნაგებობები (საფილტრაციო და სარწყავი ველები, სხვა ნაგებობები სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების გაწმენდისათვის); სამრეწველო ნარჩენების გადაყრის ადგილები; მიტოვებული და უმოქმედო ჭაბურღილები და შახტური ჭები; კარიერები და ნებისმიერი სხვა ნაგებობები, რომელიც დაკავშირებულია გრუნტის მონგრევასთან და წყალგამტარი ფენის დარღვევასთან; ღია წყალსატევები, რომელშიც ჩამდინარე წყლები ჩაედინება; სამრეწველო ჩამდინარე წყლების დამაგროვებლები და სხვ.

დიდ ქალაქებში, მსხვილ სამრეწველო საწარმოებში, განსაკუთრებით ქიმიურ და ნავთობქიმიურ წარმოებებში, დაბინძურების უფრო დიდი და საშიში კერები წარმოიქმნება. ნიადაგისა და გრუნტის წყლების მასიური დაბინძურების თავიდან აცილებისათვის სანიტარიული დაცვის ზონაში აუცილებელია დასახლებული ადგილების სანიტარიული კეთილმოწყობის მაღალი დონის უზრუნველყოფა. სდზ-ის II სარტყლის ფარგლებში სპეციალური ნებართვის გარეშე არ დაიშვება მშენებლობა (განსაკუთრებით, გრუნტისა და წყალგაუმტარი ფენის მთლიანობასთან დაკავშირებულის). მეცხოველეობის კომპლექსის განლაგება დაიშვება I სარტყლიდან არანაკლებ 300 მ დაცილებით, ხოლო საძოვრებისა და სარწყულებელი ადგილების — არანაკლებ 100 მ დაცილებით. მიტოვებული ჭაბურღილები და ჭები უნდა დაიხუროს (დატამპონდეს).

სდზ-ის II სარტყლის ფარგლებში აკრძალულია სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება, მყარი ნარჩენების მიწისქვეშა დამარხვა, ჭაბურღილების აგება ღრმა მიწისქვეშა ჰორიზონტებში გამოყენებული წყლების გადაქაჩვისათვის. აკრძალულია ამ ტერიტორიაზე სასაფლაოების, ცხოველთა სამარხების, ჩამდინარე წყლებისა და მეცხოველეობის კომპლექსების სიბინძურის მიწისქვეშა გაწმენდის ნაგებობების განთავსება, რომელიც ნიადაგის მიკრობული დაბინძურებას განაპირობებს.

წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროს სდზ-ის II სარტყლის ტერიტორიაზესაცხოვრებელი განაშენიანება დასაშვებია კანალიზაციის ან საპირფარეშოების წყალგაუმტარ ორმოებზე მონყობის პირობით

დაუსახლებელ ტერიტორიაზე გამავალი წყალსადენის სდზ პროექტირდება გარკვეული სიგანის ზოლის სახით წყალგამტარის ორივე მხარეს: წყალგამტარის 1 მ-მდე დიამეტრის დროს — 10 მ, უფრო დიდი დიამეტრის დროს — 20 მ, გრუნტის წყლების წყალგამტარის მიმართულებით მოძრაობისას — არანაკლებ 50 მ. იკრძალება წყალგამტარის ჩალაგება ნაგავსაყრელის, საფილტრაციო ველების, სასაფლაოების, ცხოველთა სამარხების, სამრეწველო საწარმოებისა და მეცხოველეობის ფერმების ტერიტორიაზე.

1.8. სასმელი წყლის მომზადების ჰიგიენური პრინციპები

სასმელი წყალმომარაგებისათვის განკუთვნილი ბუნებრივი წყაროების წყალი, უმეტეს შემთხვევაში, სათანადო ჰიგიენურ მოთხოვნებს არ შეესაბამება. აქედან გამომდინარე, დღის წესრიგში დგება სასმელი წყლის მომზადება (დამუშავება) — მისი გაწმენდა (გაუვნებლება) და გაუსნებოვნება. ზოგიერთ შემთხვევაში, წყლის მდგომარეობა იმის შესაძლებლობას იძლევა, რომ მისი მომზადება (დამუშავება) არ მოხდეს სრული მოცულობით და საკმარისია წყლის შედგენილობის კორექტირება — ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის შემცველობის შემცირება ან დამატება, რასაც წყლის *კონდიცირება* ეწოდება. წყლის დამუშავების ამ მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია ბოთლის ჩამოსასხმელი წყლის გამოშვებისას.

წყლის მომზადების მეთოდები იყოფა ძირითად და სპეციალურ მეთოდებად.

1.8.1. სასმელი წყლის მომზადების ტექნოლოგიის სანიტარიული მონიტორინგი

წყლის ხარისხის გაუმჯობესების წესებისა და მეთოდების გამოყენება, აგრეთვე წყლის გამწმენდი ნაგებობების აღჭურვა ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში დამოკიდებულია წყალმომარაგების წყაროს სახეზე, აგრეთვე წყლის შედგენილობასა და თვისებებზე.

წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროების წყლის დამუშავებისათვის გამოიყენება 3 სქემა:

1. ფილტრაცია ნელ ფილტრებზე და გაუსნებოვნება (მცირე ნარმადობის წყალსადენებზე);
2. კოაგულაცია და დალექვა; ფილტრაცია ჩქარ ფილტრებზე და გაუსნებოვნება;
3. კოაგულაცია, ფილტრაცია კონტაქტურ გამაკამკამებლებში და გაუსნებოვნება.

მიწისქვეშა წყაროების (გრუნტის, არტეზიული წყლების) გამოყენების შემთხვევაში წყლის დამუშავება ხდება შემოკლებული სქემით:

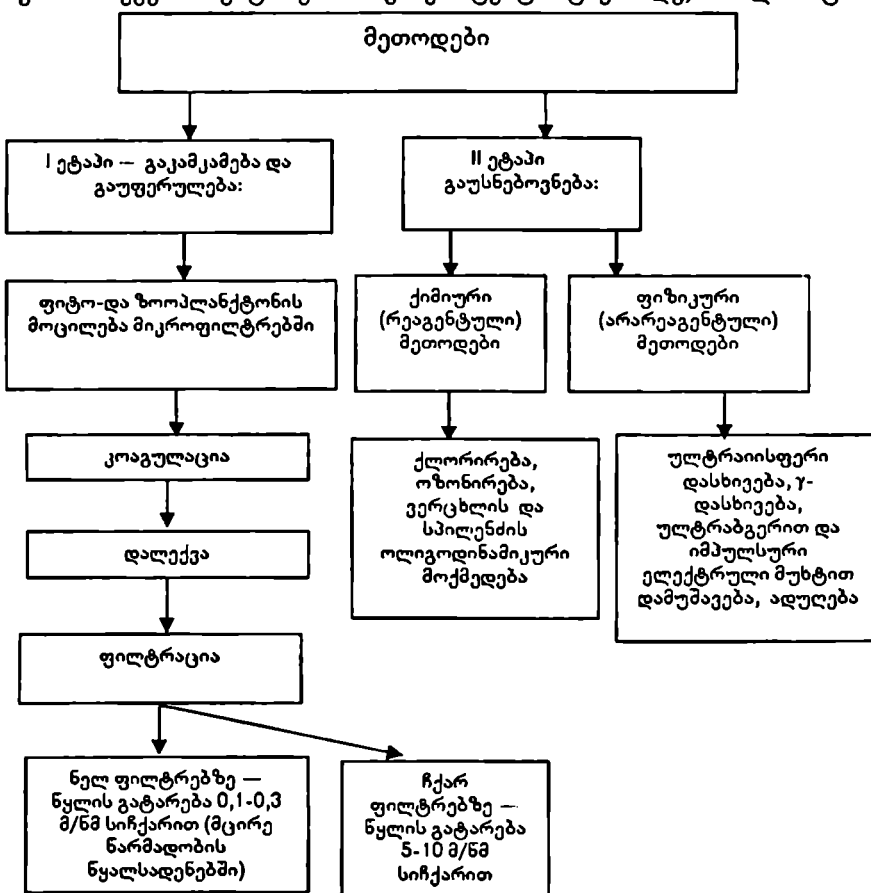
1.წყლის მიღება;

2.გაუსნებოვნება;
3.ქსელში გაშვება.

1.9. სასმელი წყლის მომზადების ძირითადი მეთოდები

ძირითადი მეთოდები (სურ.1.8.) ხორციელდება 2 ეტაპად — I ეტაპზე ხდება წყლის *გაწმენდა* (გაკამკამება და გაუფერულება), რაც მოიცავს კოაგულაციას, დალექვას და ფილტრაციას; ხოლო II ეტაპზე ხდება I ეტაპზე დამუშავებული წყლის *გაუსნებოვნება*, რაც ხორციელდება ქიმიური (რეაგენტული) და ფიზიკური (არარეაგენტული) მეთოდებით.

წყლის დამუშავების I ეტაპი — *გაწმენდა* გულისხმობს მასში სხვადასხვა მინარევების შემცირებას ისეთ კონცენტრაციებამდე, რომლითაც

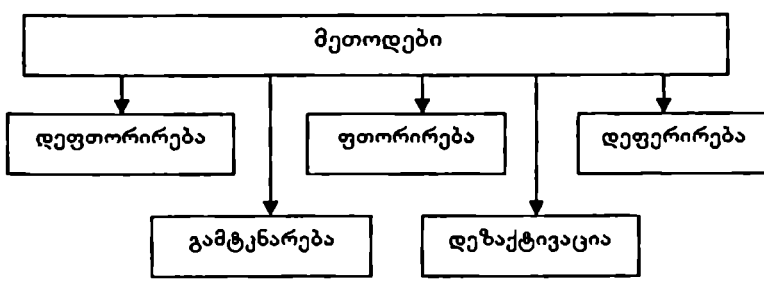


სურ.1.8. სასმელი წყლის მომზადების ძირითადი მეთოდები

უზრუნველყოფილია სასმელი წყლის უვნებლობა და უსაფრთხოება, ე.ი. ჰიგიენური ნორმატივების დონემდე შემცირება. არსებული მინარევებისაგან წყლის სრული გაწმენდა არ ხდება, რადგან ეს პრაქტიკულად რთული ამოცანაა და, რეალურად, არსებითი მნიშვნელობა არ აქვს — მნიშვნელოვანია, რომ უზრუნველყოფილი იყოს სასმელ წყალში მინარევების არსებობა ჰიგიენური ნორმატივებით განსაზღვრულ ფარგლებში.

სასმელი წყლის დამუშავების II ეტაპის — *გაუსნებოვნების* მიზანია მისი გათავისუფლება ცხოველმყოფელი და ვირულენტური მიკროორგანიზმებისაგან. მათ მიეკუთვნება ბაქტერიები და ვირუსები, აგრეთვე ჰელმინთების კვერცხები და უმარტივესების ვეგეტატიური ფორმები და ცისტები. დადგენილ ნორმატივებამდე წყლის გაუსნებოვნების შემდეგ მასში რჩება ცხოველმყოფელი საპროფიტული მიკროორგანიზმები. მათგან წყლის სრული გათავისუფლება ჰიგიენურად არ არის დასაბუთებული და, ამდენად, მიზანშეუწონელია ეკონომიკური თვალსაზრისით.

საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენება წყლის მომზადების *სპეციალური* მეთოდები (სურ.1.9.), რაც გულისხმობს მისი ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისების კორექციას (დარბილება, გამტკნარება, დეგაზაცია, დეზაქტივაცია, ქიმიური შედგენილობის — გოგირდწყალბადის, რკინის, ფთორის, მანგანუმის და სხვ. შემცველობის კორექცია).



სურ.1.9. სასმელი წყლის მომზადების სპეციალური მეთოდები

1.9.1. სასმელი წყლის განმენდის ჰიგიენური პრინციპები

სასმელი წყლის დამუშავების I ეტაპის — *განმენდის* ეფექტურობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლისაგან ფიტო- და ზოოპლანქტონის წინასწარ მოცილებას, რომელთა არსებობაც ძლიერ ამცირებს გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობას. გარდა ამისა, პლანქტონის მასის დაღუპვისა და ხრწნის შედეგად უარესდება წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებები — ჩნდება არასასიამოვნო სუნი და გემო, იზრდება სიმღვრივე.

პლანქტონისა და მსხვილი შეწონილი ნაწილაკებისაგან წინასწარი გათავისუფლების მიზნით გამოიყენება მიკროფილტრები და დოლურა

საცრები. მისი გამოყენება აუცილებელია იმ შემთხვევაში, თუ წყალსატევის „აყვავება" გრძელდება არანაკლებ 1 თვის განმავლობაში და საშუალოდ 1 თვის განმავლობაში პლანქტონის შემცველობა 1 სმ^3 წყალში 1000 უჯრედზე მეტია.

მიკროფილტრებისა და დოლურა საცრების ძირითადი ნაწილია მრავალწახნაგოვანი დოლურა მფილტრავი ელემენტებით — მართკუთხა ჩარჩოებით, რომელზედაც გაჭიმულია ბადე 0,04X0,04 მმ ზომის უჯრედებით მიკროფილტრებისათვის და 0,5X0,5 მმ ზომის უჯრედებით — დოლურა საცრებისათვის. დასამუშავებელი წყალი, ფილტრის გავლით, დოლურაში შესვლის შემდეგ, შედის მიკროფილტრის საკანში, აქედან კი, მილსადენით, მიეწოდება გაწმენდის სხვა აღჭურვილობას. დოლურა საკანში ჩაყურსულია დიამეტრის 3/5-ით და მუდმივად ტრიალებს. პერიოდულად ბადეები ირეცხება გამდინარე წყლით, რომელიც კანალიზაციაში ჩაედინება.

მიკროფილტრების ეფექტურობა საკმაოდ მაღალია: შეწონილი ნანილაკების რაოდენობა მცირდება 30-40%-ით, პრაქტიკულად მთლიანად შეკავდება ზოოპლანქტონი და 60-90%-ით — ფიტოპლანქტონი. მიკროფილტრების გამოყენებით მნიშვნელოვნად იზრდება გაწმენდის შემდგომ ეტაპზე გამოყენებული აღჭურვილობის ეფექტურობა.

წყლის გაწმენდის პროცესში შემდგომი ოპერაციებია გაკამკამება და გაუფერულება.

გაკამკამება წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების გაუმჯობესების ძირითადი მეთოდია. მისი საფუძველია იმ შეწონილი ნივთიერებებისაგან წყლის გათავისუფლება, რაც წყლის სიმღვრივეს განაპირობებს. წყალში შეწონილი ნივთიერებები განსხვავებულია ნანილაკების სიმკვრივით და ზომებით, რაც განსაზღვრავს მათი დალექვის სიჩქარეს.

წყლის 10^{0}C ტემპერატურის დროს ნანილაკების დალექვის სიჩქარეს ეწოდება *ნანილაკების ჰიდრავლიკური მუდმივა*, რაც ნანილაკების ზომაზეა დამოკიდებული (ცხრილი 1.12.).

ცხრილი 1.12.

წყალში შეწონილი ნანილაკების დალექვის სიჩქარე ნანილაკების ზომის მიხედვით (ნანილაკების ჰიდრავლიკური მუდმივა)

№	ნანილაკების დიამეტრი, მმ	ნანილაკების ტიპი	ჰიდრავლიკური მუდმივა	1 მ-ზე დალექვის დრო
1.	1	მსხვილი ქვიშა	100	10 წმ
2.	0,1	წვრილი ქვიშა	ᵽ	2 წთ
3.	0,01	ლამი	0,154	2 სთ
4.	0,01	თიხა	0,0154	7 დღე
5.	0,001	წვრილი თიხა	0,00154	2 წელი
6.	0,0001	კოლოიდური მიცელები	0,000154	200 წელი

ჰიდრავლიკური მუდმივას სიდიდის დიდი მერყეობა განაპირობებს შეწონილი ნაწილაკების სხვადასხვა ფრაქციისაგან წყლის გასათავისუფლებლად სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებას.

1.9.1.1. წყლის კოაგულაციის მონოტორინგი

წყლის გაკამკამების ტრადიციული მეთოდებია მექანიკური დალექვა და ფილტრაცია. მათი საშუალებით ხდება 0,001 მმ-ზე დიდი ზომის მქონე შეწონილი ნაწილაკების მოცილება. წყლისაგან კოლოიდების მოსაცილებლად საჭიროა მათი სტრუქტურის ნინასწარ შეცვლა კოაგულაციის მეთოდით.

კოაგულაცია არის წყლის კოლოიდური და წვრილდისპერსიული მინარევების გამსხვილების, აგრეგაციის პროცესი მოლეკულური მიზიდულობის ძალების გამოყენებით.

ნაწილაკების კოაგულაციის შედეგად ჩქარდება წყლის გაკამკამებისა და გაუფერულების პროცესი. კოაგულაცია წარმოებს ქიმიური რეაგენტის — კოაგულანტის, გამოყენებით. მისი საშუალებით ხდება წყლის მინარევების აგრეგატული სიმყარის დარღვევა, ან წარმოიქმნება კოლოიდები, რომელზედაც წყლის მინარევების სორბცია ხდება.

კოაგულანტად უფრო ხშირად გამოიყენება ალუმინის და რკინის მარილები.

წყლის მომზადების პრაქტიკაში გამოიყენება კონტაქტური კოაგულაცია და კოაგულაცია თავისუფალ მოცულობაში.

კონტაქტური კოაგულაცია ხდება წყლის კოლოიდური მინარევების აგრეგატული მდგრადობის დარღვევით, მიცელების მუხტის მოცილებით ან ძალიან მცირე სიდიდეებამდე შემცირების გზით. დასამუშავებელ წყალში კოაგულანტის (მაგალითად, ალუმინის სულფატის) დამატებისას ხდება მისი ჰიდროლიზი ალუმინის სამვალენტიანი იონის წარმოქმნით:

$$AL_2(SO_4)_3+6H_2O=2AL^{3+}+3SO_4^{2-}+3SO42+6H^{+}+6OH^{-}.$$

ალუმინის იონები წყლის კოლოიდური მინარევების მუხტის ნეიტრალიზებას ახდენს, რითაც ირღვევა მათი აგრეგატული სიმყარე. წყლის ასეთი მასის კონტაქტურ გამაკამკამებელში გავლისას, მოლეკულური ურთირთმომქმედი ძალების შედეგად, ხდება კოლოიდური ნაწილაკების ადსორბირება ფილტრის მარცვლოვანი მასის ზედაპირზე. საბოლოოდ მიიღწევა წყლის გაკამკამება და გაუფერულება.

კოაგულაცია თავისუფალ მოცულობაში განსხვავებული მექანიზმით წარმოებს. როგორც კონტაქტური კოაგულაციის დროს, დასამუშავებელ წყალში ალუმინის სულფატის შეტანით ხდება წყლის ბუნებრივი კოლოიდების მუხტის ნეიტრალიზაცია და მათი აგრეგატული სიმყარის შემცირება. ეს პროცესი მიმდინარეობს ძალიან სწრაფად და მთავრდება წონასწორობის დამყარებით კოაგულანტის კათიონებსა და ბუნებრივი

კოლოიდების მიცელებს* შორის. ამის შემდეგ იწყება ალუმინის ჰიდროქსიდის წარმოქმნა ჰიდროლიზის შედეგად:

$$AL_2(SO_4)_3+6H_2O=2AL(OH)_3+3H_2SO_4;$$

ან პროცესი მიმდინარეობს კოაგულანტის ზემოქმედებით წყალში არსებულ კარბონატებთან და ბიკარბონატებთან (წყლის სამარაგო ტუტიანობა):

$$AL_2(SO_4)_3+3Ca(HCO_3)_2=2AL(OH)_3+3CaSO_4+6CO_2.$$

ალუმინის ჰიდროქსიდი კოლოიდური სტრუქტურისაა (წარმოადგენს ზოლს*), რის გამოც კარგად განვითარებული ზედაპირი აქვს, რაზედაც წყლის მინარევების სორბცია ხდება, მ.შ. ბუნებრივი კოლოიდების, რომელსაც აგრეგატული სიმყარე დაკარგული აქვს.

კოაგულანტის ჰიდროლიზი შექცევადი რეაქციაა და მის სისრულეზე გავლენას ახდენს წყლის აქტიური რეაქცია (pH). მისი დაქვეითებისას სუსტი ფუძეების მარილების (მაგალითად, ალუმინის სულფატის) ჰიდროლიზი ითრგუნება. pH–ის მომატებისას წარმოიქნება უარყოფითი მუხტის მქონე ალუმინატის იონი $[AL0_2]^-$, რაც კოაგულაციას არ იწვევს. წყლის კოაგულაციისათვის pH-ის დასაშვები დიაპაზონია 4,3-7,6, ხოლო ოპტიმალური — 5,5-6,5.

კოაგულაციის ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს წყლის მინარევების უხეში ფრაქცია, რომელიც თავისებური „კოაგულაციის ბირთვის" როლს ასრულებს, აგრეთვე წყალთან კოაგულანტის შერევის ინტენსიურობა და წყლის ტემპერატურა.

---

* მიცელა (ლათ. mica - ნამცეცი) — ზოლის დისპერსიული ფაზის ცალკეული ნაწილაკი. შედგება კრისტალური ან ამორფული სტრუქტურის ბირთვისა და ზედაპირული ფენისაგან. ტიპური ლიოფობური ზოლების მიცელა შეიცავს მოცემულ გარემოში უხსნად ბირთვს, რომელიც გარშემორტყმულია ორმაგი ელექტრული შრით. მასში დადებითი და უარყოფითი მუხტების რიცხვი ერთნაირია, ამიტომ მიცელა მთლიანად ელექტრონეიტრალურია. ლიოფილურ ზოლებში მიცელა წარმოადგენს ნივთიერებათა (მაგალითად, საპნების) მოლეკულების (ან იონების) გაერთიანებას, რომელსაც ახასიათებს მკვეთრად გამოხატული პოლარული ასიმეტრია. მიცელების არსებობით აიხსნება საპნის წყალხსნარის (კოლოიდური დისპერსიების) გამრეცხი მოქმედება, აგრეთვე ზოგიერთი მოვლენა ბიოლოგიურ სისტემებსა და ტექნოლოგიურ პროცესებში (ქსე, ტ. 7, გვ. 32).

* ზოლი (გერმ. Sol<ლათ. solutio - ხსნარი) — ზღვრულად მაღალდისპერსიული კოლოიდური სისტემა, რომლის სადისპერსიო არე თხევადია. ხშირად კოლოიდურ ხსნარსაც უწოდებენ. ზოლის დისპერსიული ფაზის ნანილაკთა (მიცელების) ზომაა ჩვეულებრივად 10-5— 10-7 სმ. ზოლს, რომლის სადისპერსიო არე წყალია, *ჰიდრო ზოლს* უწოდებენ, ხოლო როცა ეს არე ორგანულია — *ორგანო ზოლს* (ქსე, ტ. 4, გვ. 526). აირად გარემოში შეწონილი მცირე ზომის მყარი ან თხევადი ნანილაკებისაგან შედგარ დისპერსიულ სისტემას *აერო ზოლი* ეწოდება (ქსე, ტ. 1, გვ. 108).

კოაგულაციის დაჩქარებისა და გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის პროცესის ინტენსიფიკაციისათვის გამოიყენება *ფლოკულანტები* — მაღალმოლეკულური სინთეზური შენაერთები. განარჩევენ ანიონური და კათიონური ტიპის ფლოკულანტებს.

ანიონური ტიპის ფლოკულანტების გამოყენების დროს საჭიროა წყლის წინასწარი დამუშავება კოაგულანტით.

კათიონური ტიპის ფლოკულანტების გამოყენების დროს წყლის წინასწარი დამუშავება კოაგულანტით საჭირო არ არის.

ფლოკულანტების გამოყენება აჩქარებს კოაგულაციას და წყლის მოძრაობის სიჩქარეს სალექარებში, ამცირებს დალექვისათვის საჭირო დროს წარმოქმნილი ფიფქების დალექვის სიჩქარის ზრდის გამო, ზრდის ფილტრაციის სიჩქარეს და, საბოლოოდ, ამცირებს ფილტრაციის ციკლის ხანგრძლივობას.

წყლის დამუშავებისათვის გამოიყენება ისეთი ფლოკულანტები, რომელთაც გავლილი აქვთ ჰიგიენური აპრობაცია და მათთვის შემუშავებულია ზდკ.

თავისუფალ მოცულობაში კოაგულაციის ჩატარებისათვის აღჭურვილობის შემადგენლობაში შედის დოზატორი, შემრევი და სათავსი ფიფქების წარმოქმნისათვის.

კოაგულაცია, თავისი არსით, არ არის წყლის დამუშავების დამოუკიდებელი ეტაპი; იგი წარმოადგენს წყლის შემდგომი დამუშავების — გაკამკამებისა და გაუფერულების, მოსამზადებელ ეტაპს. ზოგიერთ შემთხვევაში, თუ დასამუშავებელი (ნედლი) წყალი დიდი სიმღვრივითა და ფერიანობით არ გამოირჩევა, წყლის დამუშავების ღონისძიებათა სქემაში კოაგულაციის პროცესი შეიძლება საერთოდ გათვალისწინებული არ იყოს.

ცხადია, რომ სხვადასხვა შედგენილობისა და ხარისხის წყლისათვის კოაგულანტის განსხვავებული დოზებია საჭირო. ოპტიმალური დოზის წინასწარი გაანგარიშება ხდება დასამუშავებელი წყლის ტუტიანობისა და ფერიანობის გათვალისწინებით. ამასთან ერთად, კოაგულაციის ფიზიკურ-ქიმიური პროცესის სირთულის გამო, აუცილებელია წინასწარ გაანგარიშებული დოზის დაზუსტება ცდის გზით.

წყლის გაწმენდის ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კოაგულანტისა და ფლოკულანტის სწორ დოზირებაზე. წყლის ხარისხიანი გაწმენდის უზრუნველყოფის მიზნით, პირველ რიგში, უნდა დადგინდეს მისი დამუშავებისათვის აუცილებელი კოაგულანტის ოპტიმალური რაოდენობა. ოპტიმალურია კოაგულანტის ის მინიმალური რაოდენობა (მგ), რომელიც უზრუნველყოფს წყლის გაკამკამებასა და გაუფერულებას ჰიგიენური ნორმატივით გათვალისწინებულ მაჩვენებლებამდე.

კოაგულანტის დოზას ადგენენ დასამუშავებელი წყლის საცდელი დამუშავებით კოაგულანტის სხვადასხვა დოზის გამოყენებით.

გამოკვლევის დასაწყისში განსაზღვრავენ საწყისი (დასამუშავებელი) წყლის ფერიანობას, გამჭვირვალობასა და ტუტიანობას.

ტუტიანობის მაჩვენებლის გამოყენებით გამოითვლება კოაგულანტის მაქსიმალური რაოდენობა (k, მგ/ლ) ფორმულით:

$$k = \frac{t - 0,5}{0,0052}, \quad \text{სადაც}$$

t – წყლის ტუტიანობა, მმოლი/დმ^3;
0,5 – ტუტიანობის სასურველი სიჭარბე, რეაქციის სისრულის უზრუნველყოფისათვის, მგ·ეკვ/ლ;
0,0052 – ეკვივალენტურობის კოეფიციენტი.

კოაგულანტის ოპტიმალური დოზის განსაზღვრისათვის რამდენიმე (4-6) ქიმიურ ჭიქაში ასხამენ 0,5 ლ წყალს და ამატებენ ალუმინის სულფატის 1% ხსნარს შემდეგი რაოდენობით:

- I ჭიქაში – 1,25 მლ (25 მგ/ლ);
- II ჭიქაში – 2,5 მლ (50 მგ/ლ);
- III ჭიქაში – 3,75 მლ (75 მგ/ლ);
- IV ჭიქაში – 5,0 მლ (100 მგ/ლ);
- V ჭიქაში – 6,25 მლ (125 მგ/ლ);
- VI ჭიქაში – 7,5 მლ (150 მგ/ლ).

კოაგულანტის დამატების შემდეგ თითოეული ჭიქის შიგთავსს კარგად აურევენ და აჩერებენ 30 წთ-ის განმავლობაში. აკვირდებიან პროცესის მიმდინარეობას და აღნიშნავენ შემღვრევის დაწყების დროს, ფიფქების წარმოქმნის დროს, მათ ზომებს (მსხვილი, წვრილი), დალექვის დაწყებისა და წყლის გაკამკამების დასრულების დროს, გაკამკამებული წყლის სახეს. ამის შემდეგ იმ ჭიქიდან, სადაც კოაგულაციის პროცესი ყველაზე სწრაფად და სრულად ჩატარდა, პიპეტით იღებენ წყლის ნაწილს და ქაღალდის ფილტრში ფილტრავენ; განსაზღვრავენ მის ფერიანობას, გამჭვირვალობას და ტუტიანობას (ზოგჯერ – წყალბადის მაჩვენებელს – pH და ნარჩენი ალუმინის რაოდენობას).

ოპტიმალურად ითვლება კოაგულანტის რაოდენობა იმ ჭიქაში, რომელშიც დამატებული კოაგულანტის მინიმალური დოზის დროს რეაქცია საკმარისად ეფექტურად ჩატარდა; სწრაფად წარმოიქმნა მსხვილი, კარგად დალექვადი ფიფქები, ფერიანობა, გამჭვირვალობა და ტუტიანობა შეესაბამება ჰიგიენურ მოთხოვნებს (ფერიანობა — 20^0-მდე, გამჭვირვალობა — 30 სმ, ტუტიანობა — არა ნაკლებ 0,5 მგ·ეკვ/ლ; pH — 6-9, ალუმინის რაოდენობა — არა უმეტეს 0,5 მგ/ლ).

იმ შემთხვევაში, თუ კოაგულანტად გამოიყენება $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ან $Fe_2(SO_4)_3$, რკინის შემცველობა წყალში არ უნდა აღემატებოდეს 0,3 მგ/ლ-ს.

ფლოკულანტის ოპტიმალური დოზის განსაზღვრისათვის ცდას აყენებენ იმავე პრინციპით, როგორც კოაგულანტის დოზის განსაზღვრის დროს. თითოეულ ჭიქას უმატებენ კოაგულანტის ოპტიმალურ რაოდენობას და პოლიაკრილამიდის 0,1% ხსნარს მზარდი რაოდენობით. პროცესის ეფექტურობას აფასებენ იმავე პრინციპით.

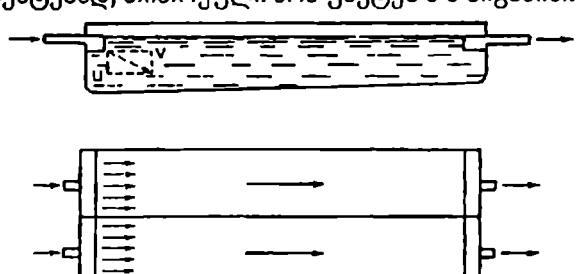
გარდა აღნიშნულისა (საცდელი კოაგულაციის ჩატარება), წყლის კოაგუალაციის ლაბორატორიული კონტროლი ითვალისწინებს დამუშავებული წყლის გამჭვირვალობის, ფერიანობის, ტუტიანობის სისტემატურ კონტროლს, აგრეთვე დგომის დროს განვითარებული ცელილებების შესწავლას. ამისათვის დამუშავებულ წყალს ათავსებენ ცილინდრში და აჩერებენ 24 სთ-ის განმავლობაში, აკვირდებიან ფიფქების ან ნალექის წარმოქმნას (მეორადი კოაგულაცია). დადებითი შედეგის (ფიფქების ან ნალექის წარმოქმნის) შემთხვევაში უნდა განისაზღვროს წყალში ნარჩენი ალუმინის (ან რკინის) შემცველობა.

1.9.1.2. წყლის გაკამკამებისა და გაუფერულების მეთოდები

იმის მიუხედავად, წყალმა გაიარა თუ არა დამუშავების წინასწარი ეტაპი — კოაგულაცია, წყლის გაკამკამებისა და გაუფერულების პირველი ეტაპია შეწონილი ნაწილაკების დალექვა *სალექარებში*. ნაკადის ფართობის ზრდის გამო, სალექარში წყლის მოძრაობის სიჩქარე მკვეთრად მცირდება. სალექარებში დალექვის გზით წყალს სცილდება შეწონილი ნაწილაკების მსხვილი ფრაქცია (0,01 მმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკები).

წყლის ნაკადის მოძრაობის მიხედვით, განარჩევენ ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სალექარებს.

ჰორიზონტალური სალექარი (სურ. 1.10.) წარმოადგენს მართკუთხა რეზერვუარს წყლის ლამინარული დინების* უზრუნველმყოფელი აღჭურვილობით. მისი ფსკერი გარკვეულად დახრილია წყლის შესვლის მიმართულებით, სადაც განთავსებულია ნალექის შესაგროვებელი ბუნკერი. დამუშავებული წყალი გამოდის სალექარის მოპირდაპირე მხარეს. ჩვეულებრივ, სალექარი დაყოფილია რამდენიმე, პარალელურად მომუშავე სეგმენტებად, თითოეული არა უმეტეს 6 მ სიგანით.



სურ. 1.10. ჰოროზონტალური სალექარი.
U - ჰიდრავლიკური მუდმივა; V— ნაკადის სიჩქარე.

---

* ლამინარული დინება (ლათ. lamina – ფურცელი, ფირფიტა, ზოლი) — ბლანტი სითხის (ან აირის) მონესრიგებული დინება, რომლის დროსაც სითხის მეზობელი შრეები ერთმანეთს არ შეერევა (ქსე, ტ. 6, გვ. 117).

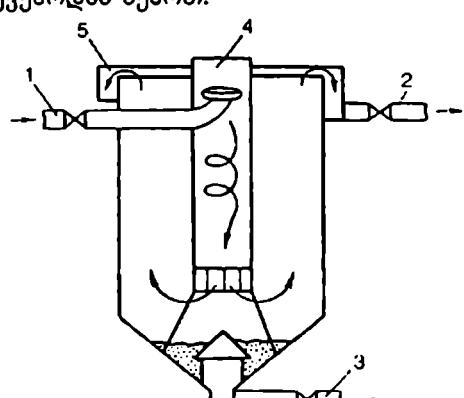
ჰორიზონტალური სალექარები გამოიყენება წყლის დამუშავების დანადგარების წარმადობისას 30000 $მ^3$ და მეტი დღე-ღამეში.

ჰორიზონტალური სალექარის ეფექტურობა (გამაბინძურებლების მოცილების პროცენტი) შეადგენს:

- შეწონილი ნივთიერებები — 50-70%;
- ჟბმ$_5$ — 25-30%;
- ბაქტერიების რაოდენობა — 25-50%;
- ჰელმინთების კვერცხების რაოდენობა — 70-90%.

წყლის მინარევების დალექვის ინტენსიფიკაციის პერსპექტიული მეთოდია დალექვა თხელ ფენაში. ამ მიზნით გამოიყენება *სალექარები თხელფენოვანი მოდულებით.* თხელფენოვანი მოდული წარმოადგენს ფუტკრის ფიჭის მსგავს 1,0X1,5 მ ზომის მეტალის ბლოკს; თითოეული ფიჭის ზომაა 0,15X0,005 მ, არხის სიგრძე — 1,2-1,5 მ. თხელფენოვანი მოდული თავსდება ჰორიზონტალური სალექარის დალექვის ზონაში ჰორიზონტისადმი 40^0 კუთხით. მისი წარმადობა იზრდება შეტანილი მოდულის ფირფიტების ფართობის პროპორციულად.

ვერტიკალური სალექარი (სურ. 1.11.) წარმოადგენს კონუსისებრი ან პირამიდული ფორმის რეზერვუარს. რეზერვუარის ცენტრში მოთავსებულია მეტალის მილი, რომლის ზედა ნაწილში გამოდის გაკამკამებული წყალი. წყლის დამუშავების სქემაში კოაგულაციის პროცესის ჩართვის შემთხვევაში ცენტრალური მილი ითავსებს ფიფქების წარმოქმნის რეზერვუარის ფუნქციას. ცენტრალური მილის გავლის შემდეგ, წყალი ხვდება დალექვის ზონაში, რომელსაც გაივლის დაბალი სიჩქარით ქვემოდან ზემოთ.



1 - დასამუშავებელი წყლის მიწოდება;
2 - დამუშავებული წყლის გამოსვლა;
3 - ნალექის მოცილება;
4 - ფიფქების წარმოქმნის კამერა;
5 - ნრიული შემკრები ღარი.

სურ. 1.11. ვერტიკალური სალექარი

დამუშავებული (გაკამკამებული) წყალი გადმოიღვრება სალექარის ბორტიდან და გროვდება წრიულ ღარში, საიდანაც მიდის დამუშავების შემდეგ ეტაპზე.

სალექარის ქვედა ნაწილში დაგროვილ ნალექს პერიოდულად (1-2-ჯერ დღეღამეში) აცილებენ სალექარის მუშაობის გაჩერების გარეშე.

ვერტიკალურ სალექარში წყლის აღმავალი ნაკადის სიჩქარე განისაზღვრება წყაროს წყლის ლაბორატორიული ექსპერიმენტის საფუძველზე ან ანალოგიურ პირობებში მომუშავე სალექარის ექსპლუატაციის მონაცემების საფუძველზე. ჩვეულებრივად, წყლის აღმავალი ნაკადის სიჩქარეა 0,4-0,6 მმ/წმ.

ვერტიკალური სალექარის უპირატესობაა მისი მცირე ფართობი. მისი გამოყენება რეკომედებულია მცირე წარმადობის წყალსადენებზე (3000 $მ^3$-მდე დღე-ღამეში).

კოაგუაციის გზით დამუშავებული წყლის გაკამკამება გაცილებით ინტენსიურად მიმდინარეობს იმ შემთხვევაში, თუ დასამუშავებელი წყალი გაივლის ადრე წარმოქმნილი, შეწონილ მდგომარეობაში არსებული ნალექის ფენაში. წყლის კონტაქტი ნალექთან ხელს უწყობს უფრო დიდი და მკვრივი ფიფქების წარმოქმნას, მკვეთრად აუმჯობესებს შეწონილი მასის ჰიდრავლიკურ თვისებებს. შეწონილი ნალექის ეს თვისება გამოყენებულია პრინციპულად ახალი ტიპის წყლის გამწმენდი ნაგებობის — *გამაკამკამებლის შეწონილი ნალექით* შემუშავებისას, სადაც გაკამკამების პროცესი გაცილებით სწრაფად მიმდინარეობს, მცირდება კოაგულანტის ხარჯი. გამაკამკამებლები სულ უფრო მეტად იკავებს სალექარების ადგილს, განსაკუთრებით, მღვრიე წყლების დამუშავებისას (შეწონილი ნივთიერებების კონცენტრაციისას 500-5000 მგ/ლ ფარგლებში).

შეწონილი ნივთიერებების დალექვისათვის რაციონალურად შერჩეული აღჭურვილობის გამოყენებისას მათი შემცველობა დამუშავებულ წყალში 8-12 მგ/ლ ფარგლებშია. დამუშავებულ წყალში დარჩენილი შეწონილი მასა წარმოდგენილია, ძირითადად, მინერალური ნივთიერებების წვრილდისპერსიული სუსპენზიებით, ბაქტერიებითა და ვირუსებით.

დალექვის პროცესის მაღალი ტექნიკური ეფექტურობის მიუხედავად (შეწონილი მასის მოცილების პროცენტი), ასეთი წყალი ჯერ კიდევ არ შეესაბამება სასმელი წყლის ჰიგიენურ კრიტერიუმებს. ამდენად, სალექარები და გამაკამკამებლები ვერ უზრუნველყოფს სასმელი წყლის ჰიგიენური თვალსაზრისით ეფექტურ გაწმენდას. აქედან გამომდინარე, წყლის გაკამკამების შემდგომი ეტაპია მისი გაფილტვრა ფილტრებში მარცვლოვანი მასის ფენით.

ფილტრები მარცვლოვანი მასის ფენით წარმოადგენს რეზერკუარს, რომელიც შევსებულია მფილტრავი მასალით ორ ფენად (შემაკავებელი და მფილტრავი). მფილტრავ ფენად გამოიყენება საკმარისი მექანიკური სიმკვრივის მქონე მასალა (კვარცის ქვიშა, ანტრაციტის მარცვლები, კერამზიტი, მარმარილოს ნამცეცები). ახალი მასალის მფილტრავად გამოყენებამდე მას უნდა ჩაუტარდეს სანიტარიული ექსპერტიზა, რომლის დროსაც უნდა დადგინდეს მისი შემადგენლობა, აგრეთვე, ცალკე-

ული ელემენტების გამორეცხვის სიჩქარე და ხარისხი, განსაკუთრებით, მძიმე მეტალების.

შემაკავებელი ფენა გამოიყენება წვრილი მფილტრავი მასალის შესაკავებლად. იგი შედგება ქვიშის, ხრეშისა და ღორღისაგან, რომელთა ზომები თანდათან იზრდება ზემოდან ქვემოთ 2-დან 40 მმ-მდე. ფილტრის გამანაწილებელი სისტემა შედგება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ნახვრეტების მქონე მილებისაგან. მისი დანიშნულებაა გაფილტრული წყლის შეგროვება და გამოტანა, მფილტრავი მასალის გამოტანის გარეშე, აგრთვე წყლის თანაბარი განაწილება ფილტრის მთელ ფართობზე მისი რეცხვის დროს.

ფილტრები მარცვლოვანი მასის ფენით ფილტრაციის პროცესის სიჩქარის მიხედვით, არის ნელი (0,1-0,3 მ/სთ) და ჩქარი (5-10 მ/სთ); გაფილტრული ნაკადის მიმართულების მიხედვით — ერთ- და ორნაკადიანი; მფილტრავი ფენის რაოდენობის მიხედვით – ერთ- და ორფენიანი.

წყლის ფილტრაცია ხორციელდება, ორი, პრინციპულად განსხვავებული მეთოდით.

✓*აპკოვანი ფილტრაცია* გულისხმობს ადრე შეკავებული მინარევების მიერ მფილტრავი მასალის ზედა ფენაში აპკის წარმოქმნას. ნაწილაკების მექანიკური დალექვისა და მფილტრავი მასალის ზედაპირზე მათი მიკვრის შედეგად მცირდება ფორების ზომები. ამის შემდეგ მფილტრავი მასალის (ქვიშის, ხრეშისა და ღორღის) ზედაპირზე იზრდება წყალმცენარეები, ბაქტერიები და სხვ., რაც დასაწყისს აძლევს ლამოვან ნალექს, რომელიც მინერალური და ორგანული ნივთიერებებისაგან შედგება (ბიოლოგიური აპკი). აპკის წარმოქმნას განაპირობებს ფილტ-რაციის დაბალი სიჩქარე, წყლის დიდი სიმღვრივე, ფიტოპლანქტონის მნიშვნელოვანი შემცველობა. აპკის სისქე აღწევს 0,5-1 მმ-ს და მეტს.

ნელი ფილტრების მუშაობისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ბიოლოგიურ აპკს. უწვრილესი შეწონილი ნივთიერებების შეკავების გარდა, აპკი აკავებს ბაქტერიებს (95-99%-ით), უზრუნველყოფს ჟანგვადობის (20-45%-ით) და ფერიანობის (20%-ით) შემცირებას. ექსპლუატაციის პროცესში აპკის თანდათანობით გასქელება იწვევს ფილტრაციის წინააღმდეგობის გაზრდას, რის გამოც საჭიროა ნელი ფილტრების პერიოდული გაწმენდა (მისი ზედაპირიდან აპკისა და ქვიშის ზედა ფენის მოხსნა).

ნელ ფილტრებში მფილტრავ მასალას წარმოადგენს 800—850 მმ სისქის ქვიშის ფენა, ხოლო შემაკავებელ ფენას — 400-450 მმ სისქის ხრეშისა და ღორღის ფენა. გაფილტრული წყალი გროვდება ფილტრის ფსკერზე განლაგებული სადრენაჟო სისტემით. ფილტრის გაწმენდა ხდება ყოველ 10-30 დღე-ღამეში, ქვიშის 15-20 მმ სისქის ფენის მოხსნის გზით; მის მაგივრად ქვიშის ახალ მასას ამატებენ. ფილტრის გაწმენდის შემდეგ რამდენიმე დღის განმავლობაში ხდება წყლის „ტექნიკური“ ფილტრაცია, ფილტრის ზედაპირზე ბიოლოგიური აპკის მომწიფებამდე.

ნელი ფილტრები მარტივია მოწყობისა და ექსპლუატაციის თვალსაზრისით. მათი გამოყენება ქალაქის წყალსადენის სისტემაში დაიწყო

ჯერ კიდევ XIX ს-ში. შემდგომში, სასმელ წყალზე მოთხოვნის მკვეთრი ზრდისა და წყალსადენების ნარმადობის ზრდის გამო, მოხდა მათი ჩანაცვლება ჩქარი ფილტრებით. სასოფლო დასახლებებში ცენტრალიზებული წყამომარაგების განვითარების გამო, ნელი ფილტრების, როგორც წყლის მომზადების მარტივი და საიმედო ნაგებობის როლი, იზრდება.

✓*მცურთბითი ფილტრაცია* წარმოადგენს ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესს. იგი ხორციელდება *ჩქარი ფილტრების* საშუალებით. დასამუშავებელ წყალში არსებული მექანიკური მინარევები აღწევს მფილტრავი მასალის სიღრმეში და მოლეკულური მიზიდულობის ძალების მოქმედებით ადსორბირდება მისი მარცვლების ზედაპირზე. რაც მეტია ფილტრაციის სიჩქარე და რაც მსხვილია მფილტრავი მასალის მარცვლები, მით უფრო ღრმად აღწევს მის სიღრმეში გაბინძურება და მის მასაში თანაბრად ნაწილდება.

მფილტრავ მასალაში ნაპრალების ზომების შემცირების კვალობაზე, იზრდება მფილტრავი მასალის წინააღმდეგობა ფილტრაციისადმი, მცირდება მასზე წყლის ზეწოლა. ფილტრის მუშაობის დაწყებიდან ზეწოლის ზღვრულ დაკარგვამდე განვლილ დროს, რომლის დროსაც საჭიროა ფილტრის გამორთვა რეცხვისათვის, ეწოდება *ფილტროციკლის დრო*. იმ დროს, რომლის განმავლობაშიც ფილტრი იძლევა დადგენილი ხარისხის წყალს, ეწოდება *დატვირთვის დაცვითი მოქმედების დრო*. ფილტრზე წყლის ზეწოლის შემცირების ტემპი და ფილტრატის ხარისხი არაპროპორციულია. ფილტრის სანიტარიული საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია მისი მუშაობის რეჟიმისა და დატვირთვის პარამეტრების იმგვარად შერჩევა, რომ ფილტროციკლის დრო ნაკლები იყოს დატვირთვის დაცვითი მოქმედების დროზე. სასმელი წყალმომარაგების პრაქტიკაში მათი თანაფარობა დაახლოებით უნდა იყოს 1:0,8.

ფილტრის ნორმალური მუშაობის უზრუნველყოფისათვის მნიშვნელოვანია, რომ ფილტრაციის დრო იყოს მუდმივი მთელი ფილტროციკლის განმავლობაში, ე.ი. მცირდებოდეს ფილტრის გაბინძურების შესაბამისად. ამ მიზნით გაფილტრული წყლის გამომყვან მილსადენზე აყენებენ ავტომატურად მომუშავე ფილტრაციის სიჩქარის რეგულატორებს, რის გამოც ფილტრში მუდმივად გაიელის წყლის მუდმივი რაოდენობა.

ჩქარ ფილტრში (სურ. 1.12.) წყალი შედის ფილტრის რეზერვუარში ზემოდან. Ეფილტრავი მასალის ზემოთ წყლის ფენის სიმაღლე უნდა იყოს არანაკლებ 2 მ. ფილტრის მუშაობის პროცესში წყალი გაიელის მფილტრავ და შემაკავებელ ფენებს და გამანაწილებელი სისტემის საშუალებით მიემართება სუფთა წყლის რეზერვუარში. ფილტროციკლის დროის ამოწურვის შემდეგ ფილტრი ირეცხება.

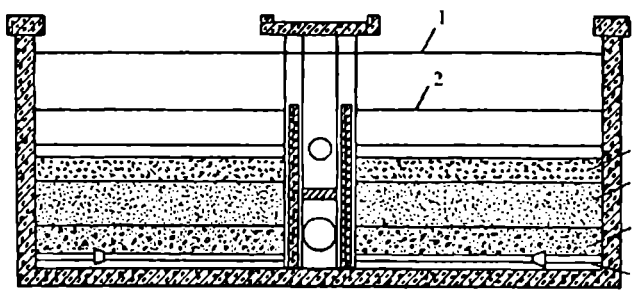
ფილტრის გარეცხვა ხდება სუფთა, გაფილტრული წყლის უკუნაკადით გამანაწილებელ სისტემაში საჭირო წნევით მიწოდების გზით. დიდი სიჩქარით (ფილტრაციის სიჩქარეზე 7-10-ჯერ მეტი) მფილტრავ

მასალაში ქვემოდან ზემოთ მიწოდებული წყალი თან წარიტაცებს მასში არსებულ ნალექს.

ჩქარი ფილტრების გარეცხვის ხანგრძლივობაა 5-7 წთ. გასარეცხად საჭირო წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია მფილტრავი მასალის ტიპზე და 12-დან 18 ლ/(წმ·მ^2)-მდე მერყეობს.

ფილტრაციის დაჩქარების მიზნით, ახალი ფილტრების კონსტრუირების დროს ზრდიან მათ სიბინძურის ტევადობას (დამაბინძურებლის რაოდენობას, კგ, რომელსაც შეიკავებს ფილტრის მფილტრავი მასალა ფილტროციკლის განმავლობაში). მომატებული სიბინძურის ტევადობის მქონე ჩქარ ფილტრებს მიეკუთვნება ფილტრი ორფენოვანი დატვირთვით და ორნაკადიანი ფილტრი სხვადასხვა მოდიფიკაციით.

ფილტრში ორფენოვანი დატვირთვით ქვიშის ფენაზე 0,4-0,5 მ სისქით იყრება დაქუცმაცებული ანტრაციტი ან კერამზიტი. ასეთ ფილტრში უფრო მსხვილი მარცვლების შემცველ ზედა ფენაში ხდება დაბინძურების ძირითადი მასის შეკავება, ხოლო ქვიშის ფენაში — დარჩენილი ნაწილის. ორფენოვანი ფილტრის საერთო სიბინძურის ტევადობა 2-2,5-ჯერ მეტია ჩვეულებრივ ჩქარ ფილტრთან შედარებით. ანტრაციტის და კერამზიტის სიმკვრივე ქვიშის სიმკვრივესთან შედარებით ნაკლებია, ამიტომ ფილტრის გარეცხვის შემდეგ მფილტრავი მასალის ფენოვანი განლაგების აღდგენა თავისთავად ხდება. ორფენოვან ფილტრში ფილტრაციის სიჩქარეა 10-12 მ^3/სთ, რაც 2-ჯერ მეტია ჩქარ ფილტრთან შედარებით.



სურ. 1.12. ჩქარი ფილტრი ორფენოვანი დატვირთვით.
1 – წყლის დონე; 2 – ღარის ნაპირი; 3 – ნახშირი; 4 – ქვიშა;
5 – ღორღი; 6 – დრენაჟი.

ორნაკადიანი ფილტრის მუშაობის პრინციპია ის, რომ წყლის ძირითადი მასა (70%) იფილტრება ქვემოდან ზემოთ მიწოდებისას, ხოლო ნაკლები ნაწილი (30%) — როგორც ჩვეულებრივ ფილტრებში, ზემოდან ქვემოთ. ამის გამო გაბინძურების ძირითადი მასა შეკავდება ფილტრის უფრო მსხვილმარცვლოვან ქვედა ფენაში, რომელსაც დიდი სიბინძურის ტევადობა აქვს. მფილტრავი მასალის სისქე ასეთ ფილტრში არის 1,45-1,65 მ. მფილტრავი მასის ზედაპირიდან 0,5-0,6 მ სიღრმეზე ეწყობა მილოვანი დრენაჟი, რომლითაც გამოიტანება გაფილტრული წყალი.

სასმელი წყლის მომზადების პრაქტიკაში გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ინტენსიფიკაციის მიზნით გამოიყენება კოაგულაცია ჩქარი ფილტრების მარცვლოვან მფილტრავ მასალაში (კონტაქტური კოაგულაცია).

კონტაქტური კოაგულაცია განსაკუთრებით ეფექტურია კოაგულანტის წყალთან შერევისას უშუალოდ მარცვლოვან მფილტრავ მასალაზე მიწოდებისას. ამ დროს კოაგულანტის ხარჯი 20%-ით მცირდება. წყლის ტემპერატურა გავლენას არ ახდენს კონტაქტურ კოაგულაციაზე, თუმცა, დიდი მნიშვნელობა აქვს თავისუფალ მოცულობაში კოაგულაციის დროს. კონტაქტური კოაგულაციის გამოყენება მიზანშეწონილია წყალში შეწონილი ნივთიერებების შედარებით მცირე კონცენტრაციების დროს და ტუტოვანი რეზერვის არარსებობისას. კონტაქტური კოაგულაციისათვის გამოყენებულ აღჭურვილობას *კონტაქტური გამაკამკამებელი* ეწოდება.

კონტაქტური გამაკამკამებლისათვის არ არის საჭირო ფიფქის წარმოქმნის რეზერვუარი და სალექარი, რაც ნაგებობების მოცულობას 4-5-ჯერ ამცირებს; მცირდება, აგრეთვე, კაპიტალური დანახარჯები. კოაგულანტის ხსნარი მიეწოდება წყალს უშუალოდ ფილტრაციის წინ.

წყლის ფილტრაცია ხდება მარცვლების ზომების შემცირების მიმართულებით, ქვემოდან ზემოთ, რის გამოც დაბინძურების ძირითადი მასა შეკავდება ქვედა, მსხვილმარცვლოვან ფენაში. მფილტრავი მასალის დიდი სისქე ფილტროციკლის დროს 8 სთ-მდე ზრდის. ფილტრაციის საანგარიშო სიჩქარეა 5-6 მ/სთ. ფილტრაციის სიჩქარე კონტაქტურ გამაკამკამებელში არის 20 მ/სთ. კონტაქტური გამაკამკამებელი დამაკმაყოფილებლად მუშაობს ისეთი წყლის გაკამკამების დროს, რომელიც შეწონილ ნივთიერებებს შეიცავს არა უმეტეს 150 მგ/ლ რაოდენობით და 150 გრადუსამდე ფერიანობისას.

კონტაქტურ გამაკამკამებელში, ფილტრისაგან განსხვავებით, გაკამკამებული წყალი იმყოფება მფილტრავი მასალის ზემოთ, ამიტომ წყლის სარკე იზოლირებული უნდა იყოს სხვა სათავსებისაგან.

წყლის გაკამკამებისა და გაუფერულების პროცესში, გარდა ძირითადი ფუნქციისა, ხდება წყალში არსებული 90%-მდე ბაქტერიებისა და ვირუსების შეკავება.

წყლის დამუშავებისათვის (გაკამკამებისა და გაუფერულებისათვის) გამოყენებული ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების შემდეგ წყალი ორგანოლეპტიკური თვისებებით და ქიმიური შედგენილობით უნდა შეესაბამებოდეს სასმელი წყლის ჰიგიენურ ნორმატივებს, მაგრამ, ეპიდემიური უსაფრთხოების მიღწევისათვის, აუცილებელია წყლის დამუშავების შემდგომი ეტაპი — გაუსნებოვნება.

1.9.2. სასმელი წყალმომარაგების გამწმენდი ნაგებობების ბარიერული როლი

წყალმომარაგების დანადგარებზე სასმელი წყლის დამუშავების შედეგად ბუნებრივი წყლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება გახდა კოაგულაციის, დალექვისა და ფილტრაციის ბარიერული როლის

შესწავლის საფუძველი იმ ნივთიერებების მიმართ, რომლებიც წყალმომარაგების წყაროს წყალში ხვდება სამრეწველო ჩამდინარე წყლებით (ნავთობპროდუქტები, სასოფლო-სამეურნეო შხამ-ქიმიკატები, ორგანული სინთეზის პროდუქტები და სხვ.). კვლევებმა დაადასტურა წყლის დამუშავების ყველა ეტაპზე მათი შეკავების შესაძლებლობა. შეკავების *ტექნიკური ეფექტურობა* ექსპერიმენტში მერყეობდა ფართო ფარგლებში — 10-დან 60-90%-მდე და დამოკიდებული იყო, ძირითადად, შესასწავლი ინგრედიენტის ბუნებაზე, აგრეთვე მის საწყის კონცენტრაციაზე, კოაგულანტის დოზაზე, ფილტრაციის სიჩქარეზე. საწყისი კონცენტრაციის შემცირებისას შეკავების პროცენტი (ეფექტურობა) მცირდებოდა. რეაგენტების ჩვეულებრივი დოზებისა და ფილტრაციის სიჩქარის დროს შეკავების ეფექტურობა არ იყო დიდი. ექსპერიმენტში აღნიშნული შეკავების დიდი პროცენტის დროსაც კი საკვლევი ნივთიერებების ნარჩენი რაოდენობა აღემატებოდა მათ ზდკ-ს, ე.ი. გამწმენდი ნაგებობების *ჰიგიენური ეფექტურობა* არასაკმარისი იყო.

ამრიგად, წყალმომარაგების პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული სასმელი წყლის მომზადების გაკამკამებისა და გაუფერულების მეთოდების როლი გამოიხატება ბუნებრივი მინარევებისაგან (მექანიკური შეწონილი ნაწილაკები, კოლოიდები) გათავისუფლებაში და, ნაწილობრივ, მიკროფლორისაგან (საწყისი შემცველობის 90%-მდე). წყალსადენის სისტემის დაცვითი თვისებები ქიმიური ტექნოგენური დამაბინძურებლების მიმართ მეტად შეზღუდულია. ის არ შეიძლება განვიხილოთ, როგორც საფუძველი მოთხოვნების შემცირებისათვის წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვისადმი, კერძოდ, მათში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობებისადმი, წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაციისა და რეჟიმის დაცვისადმი.

როგორც წარმოდგენილი მასალა გვიჩვენებს, წყლის დამუშავების I ეტაპი — გაწმენდა უვნებლობის *ტექნიკურ ეფექტურობას* უზრუნველყოფს, მაგრამ *ჰიგიენური ეფექტურობა* სრულიად არასაკმარისია ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების თვალსაზრისით. ამდენად, აუცილებელია წყლის დამუშავების II ეტაპის — გაუსნებოვნების გამოყენება.

1.9.3. სასმელი წყლის გაუსნებოვნების ჰიგიენური პრინციპები

პათოგენური მიკროორგანიზმების (ბაქტერიებისა და ვირუსების) ნაწილი, გამწმენდი ნაგებობების გავლის შემდეგ მაინც რჩება გაფილტრულ წყალში. წყლის დამუშავების ფილტრაციის ეტაპზე მისგან მიკროორგანიზმების მოცილების ეფექტურობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. მათგან წამყვანია შენონილი ნივთიერებების ხასიათი, რომლის პარამეტრები მეტად ცვალებადია.

წყლის საშუალებით წყლისმიერი ინფექციებისა და ინვაზიების გავრცელების საიმედო და მართული ბარიერის შესაქმნელად გამოიყენება წყლის დამუშავების II ეტაპი — გაუსნებოვნება, წყალში არსებული ცოცხალი და ვირულენტური პათოგენური მიკროორგანიზმების განადგურება.

კომუნალური წყალმომარაგების პრაქტიკაში წყლის გაუსნებოვნებისათვის გამოიყენება ქიმიური (რეაგენტული) და ფიზიკური (არარეაგენტული) მეთოდები.

წყლის გაუსნებოვნების მეთოდის არჩევის დროს უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ წყლის გაუსნებოვნებისათვის გამოყენებული ნივთიერებები შეიძლება ხასიათდებოდეს გარკვეული არასასურველი მოქმედებით, რაც გამოიხატება უშუალდ ამ ნივთიე-რებების ან მათი გარდაქმნის პროდუქტების ადამიანის ორგანიზმზე ტოქსიკური მოქმედებით, წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შეცვლით (მაგალითად, თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნა). აქედან გამომდინარე, აუცილებელია წყლის გაუსნებოვნებისათვის გამოყენებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ნარჩენი რაოდენობის ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიშროების არსებობის გათვალის-წინება. გაუსნებოვნების მეთოდის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია მისი ეფექტურობა წყლის მიკროფლორის სხვადასხვა სახის მიმართ, ეფექტის დამოკიდებულება გარემოს პირობებზე (წყლის ტემპერატურა, pH).

1.9.3.1. წყლის გაუსნებოვნების ქიმიური (რეაგენტული) მეთოდები

წყლის გაუსნებოვნების ქიმიური (რეაგენტული) მეთოდები გულისხმობს მის ქლორირებას, ოზონირებას, ვერცხლისა და სპილენძის ოლიგოდინამიკურ მოქმედებას.

პრაქტიკულად უფრო ხშირად გამოიყენება ქლორირება, შედარებით ნაკლებად — ოზონირება, უფრო იშვიათად — სხვა მეთოდები.

წყლის ქლორირება ფართოდ გავრცელებულია მთელი რიგი ტექნიკური, ჰიგიენური და ეკონომიკური უპირატესობების გამო.

წყლის ქლორირებისათვის გამოიყენება ქლორის სხვადასხვა შენაერთი და მათი ურთიერთმოქმედების სხვადასხვა წესი. ყველაზე გავრცელებულია თხევადი ქლორი, რომელიც წყალმომარაგების სათავე ნაგებობაში შემოაქვთ ცისტერნებით ან ბალონებით, მაღალი წნევის ქვეშ.

თხევადი ქლორი წარმოადგენს მუქ მწვანე ზეთოვან სითხეს 15°C ტემპერატურაზე 1,4 სიმკვრივით. წნევის შემცირების დროს თხევადი ქლორი გადადის აიროვან მდგომარეობაში, რომელიც წყალში კარგად იხსნება. გახსნილი ქლორის ურთიერთმოქმედება წყალთან შემდეგი რეაქციების სახით მიმდინარეობს:

$$Cl_2+H_2O=HCl+HOCl,$$

$$HOCl=H^++OCl^-.$$

ქვექლორმჟავას დისოციაციის ხარისხი დამოკიდებულია წყლის აქტიურ რეაქციაზე. გამაუსნებოვნებელი მოქმედებით ხასიათდება ჰიპოქლორიტის OCl^- იონი და არადისოცირებული ქვექლორმჟავა.

თხევადი ქლორის გარდა, წყლის გაუსნებოვნების პრაქტიკაში გამოიყენება მისი მთელი რიგი შენაერთები, რომელთაგან ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სისტემაში ძირითადად დანერგილია *ქლორის დიოქსიდი* (ClO_2). იგი მოყვითალო-მწვანე ფერის აირია, კარგად ისნება წყალში. 4°C დროს წყლის 1 მოცულობაში იხსნება თხევადი ქლორის 20

მოცულობა. ქლორის დიოქსიდის ჰიდროლიზი წყალში პრაქტიკულად არ ხდება. მოქმედი აგენტია თვით ნივთიერების მოლეკულა.

წყლის ქლორირებისათვის ასევე გამოიყენება *არაორგანული ქლორამინები — მონოქლორამინი* (NH_2Cl) და *დიქლორამინი* ($NHCl_2$).

კალციუმისა და ნატრიუმის ჰიპოქლორიტები წარმოადგენს ქვექლორმჟავას მარილებს. ჰიპოქლორიტების მოქმედი აგენტია ჰიპოქლორიტის OCl^- იონი.

ქლორიანი კირი კომპლექსური შენაერთია, რომელშიც კალციუმის იონი ერთდროულად დაკავშირებულია ქვექლორმჟავას და ქლორწყალბადმჟავას ანიონებთან. ახალი ტექნიკური ქლორიანი კირი შეიცავს არა უმეტეს 35% აქტიურ ქლორს. შენახვისას, განსაკუთრებით, ტენიან პირობებში და სინათლეზე, ქლორიანი კირი აქტიურობას კარგავს. ჰიპოქლორიტების მოქმედი აგენტია ჰიპოქლორიტის OCl^- იონი.

ქლორის შემცველი პრეპარატების განსხვავებული ბაქტერიციდულობა დაკავშირებულია მათ ჟანგვით თვისებებზე. ქლორის შემცველი პრეპარატების ჟანგვა-აღდგენითი აქტიურობა და, შესაბამისად, ბაქტერიციდული აქტიურობა, თანდათან იზრდება ნივთიერებათა შემდეგ რიგში: ქლორამინი—ქლორიანი კირი—აიროვანი ქლორი—ქლორის დიოქსიდი.

ქლორის ურთიერთმოქმედება ბაქტერიის უჯრედთან წყალში ორ სტადიად მიმდინარეობს: ჯერ გამაუსნებოვნებელი აგენტი ბაქტერიის უჯრედში დიფუნდირდება, ხოლო შემდეგ შედის რეაქციაში ციტოპლაზმის ცილებთან, უჯრედის ბირთვის ელემენტებთან, აგრეთვე უჯრედის ენზიმებთან, პირველ რიგში დეჰიდროგენაზებთან, რითაც ხდება SH-ჯგუფის ბლოკირება. ექსპერიმენტში დადგენილია დეჰიდროგენაზების აქტიურობის დათრგუნვის დადებითი კორელაციური კავშირი ბაქტერიციდულ ეფექტთან.

ქლორის პრეპარატები ბაქტერიციდულ მოქმედებას ძირითადად მიკროორგანიზმების ვეგეტატიურ ფორმებზე ახდენს. ექსპერიმენტში სპოროციდული ეფექტი გამოვლინდება ქლორის დიდი კონცენტრაციებისა და ხანგრძლივი კონტაქტის დროს, რაც არარეალურია წყლის მომზადების ტექნოლოგიაში. ქლორის მოქმედების მიმართ მაღალი რეზისტენტობა ახასიათებთ ვირუსებს, აგრეთვე უმარტივესების ცისტებს და ჰელმინთების კვერცხებს.

ქლორირების ეფექტურობა დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე, რაც დაკავშირებულია მიკროორგანიზმების ბიოლოგიურ თავისებურებებთან, ქლორის პრეპარატების ბაქტერიციდულ თვისებებთან, წყლის თვისებებთან, გაუსნებოვნების პირობებთან.

გაუსნებოვნების პროცესის სიჩქარე განისაზღვრება უჯრედის შიგნით გამაუსნებოვნებელი აგენტის დიფუზიით და მეტაბოლიზმის დარღვევის შედეგად უჯრედის დაღუპვით. გაუსნებოვნების სიჩქარე იზრდება წყალში გამაუსნებოვნებელი აგენტის კონცენტრაციის ზრდის შესაბამისად, მისი ტემპერატურის გაზრდით და გამაუსნებოვნებელი

აგენტის არადისოცირებულ ფორმაში გადასვლით, რადგან უჯრედის მემბრანებში მოლეკულების დიფუზია უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე დისოციაციის დროს წარმოქმნილი ჰიდრატირებული იონებისა.

ქლორირების ეფექტურობაზე არსებით გავლენას ახდენს დასამუშავებელ წყალში მიკროორგანიზმების რაოდენობა. წყლისა და გამაუსნებოვნებელი აგენტის კონტაქტის შემდეგ გაუსნებოვნების ეფექტი შეიძლება განისაზღვროს მიკრობების რიცხვის განსაზღვრით კონტაქტის გარკვეული, t დროის, შემდეგ:

$$N_t=N_0 10^{-kt}, \text{ სადაც}$$

N_0 — მიკრობების საწყისი რაოდენობა;

N_t — მიკრობების რაოდენობა t დროის განმავლობაში ქლორთან კონტაქტის შემდეგ;

k — მიკრობების დაღუპვის სიჩქარის მუდმივა.

გამაუსნებოვნებელ აგენტად ქლორის გამოყენების შემთხვევაში მიკრობების დაღუპვის სიჩქარის მუდმივა მერყეობს 0,026-დან 0,506-მდე, მიკრობის შტამის მიხედვით.

ემპირიულად დადგინდა და ექსპერიმენტით დამტკიცდა, რომ თუ 1 ლ დამუშავებულ წყალში არის არა უმეტეს 1-3 ნაწლავის ჩხირი, ასეთი წყალი არ შეიცავს ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევ მიკროორგანიზმებს.

ქლორირების ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს წყლის შედგენილობა. წყლის pH-ის გაზრდისას ბაქტერიციდული ეფექტი მცირდება, რაც დაკავშირებულია ქვექლორმჟავას დისოციაციის ზრდასთან, აგრეთვე ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის შემცირებასთან. გაუსნებოვნების ეფექტურობა მცირდება დაჟანგვის უნარის მქონე ორგანული ნივთიერებების და სხვა აღმდგენლების, აგრეთვე კოლოიდური და შეწონილი ნივთიერებების არსებობისას.

წყალში არსებული ორგანული ნივთიერებები სხვადასხვა ხარისხით ახდენს გავლენას ქლორის ბაქტერიციდულ ეფექტზე. ცხოველური წარმოშობის აზოტური ნივთიერებები (შარდოვანა, ამინომჟავები, ამინები) აქტიურად იერთებენ ქლორს, ხოლო უაზოტო ნივთიერებები (ცხიმები, ნახშირწყლები) ნაკლებად რეაგირებს ქლორთან. წყლის გაუსნებოვნების ხელშემშლელი თვისების ინტეგრალური მაჩვენებელია *ქლორშთანთქმადობა*, რაც იზომება ქლორის იმ რაოდენობით, რომელიც საჭიროა წყალში არსებული აღმდგენლების დაჟანგვისათვის. ამდენად, ქლორირების ეფექტურობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული წყლის გაწმენდის ხარისხზე — წყლის მომზადების I ეტაპზე. ქლორშთანთქმადობა პირდაპირპროპორციულადაა დამოკიდებული, აგრეთვე, ქლორის დოზაზე და კონტაქტის დროზე.

ქლორის ბაქტერიციდულ ეფექტზე მოქმედი ფაქტორების მრავალფეროვნება, აგრეთვე მათ შორის ურთიერთმოქმედების რთული კომპლექსი ართულებს წყლის გაუსნებოვნების პროცესის მართვას.

წყლის ეფექტური გაუსნებოვნების მნიშვნელოვანი მომენტია *აქტიური ქლორის ოპტიმალური დოზის* შერჩევა. იგი გულისხმობს ქლორის იმ რაოდენობას, რომელიც უზრუნველყოფს გაუსნებოვნების საკმარის ეფექტს კონტაქტის განსაზღვრული დროის განმავლობაში. მისი განსაზღვრა ხდება ლაბორატორიული ექსპერიმენტის გზით. საწყისი წყლის თვისებების და მისი დამუშავების ტექნოლოგიური სქემის შეცვლისას, წლის პერიოდის შესაბამისად, ხდება ამ დოზის ხელახლა განსაზღვრა.

აქტიური ქლორის ოპტიმალური დოზა წარმოადგენს ქლორის იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა წყლის ქლორშთანთქმადობისათვის და ბაქტერიციდული მოქმედებისათვის, აგრეთვე ე.წ. ნარჩენი ქლორის გარკვეულ რაოდენობას, რომელიც უნდა იყოს დამუშავებულ წყალში და ადასტურებს გაუსნებოვნების პროცესის დასრულებას.

ნარჩენი ქლორი, წყალში ნაწლავის ჩხირის რაოდენობასთან ერთად, წარმოადგენს ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით მისი უსაფრთხოების ირიბ მაჩვენებელს.

ჰიგიენური ნორმატიული დოკუმენტის მიხედვით, ნარჩენი ქლორის ნორმირებული კონცენტრაცია, მისი სახის მიხედვით, განსხვავებულია: შეკავშირებული (ქლორამინის) ქლორისათვის — 0,8-1,2 მგ/ლ, თავისუფალი (ქვექლორმჟავა ან ქლორმჟავა, ჰიპოქლორიტის იონი) ქლორისათვის — 0,3-0,5 მგ/ლ. ასეთ კონცენტრაციებში ნარჩენი ქლორი არ ცვლის წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს. ნარჩენი ქლორის შემცველობა წყალში ნორმირებულია წყალსადენის სადგურის სუფთა წყლის რეზერვუარის შემდეგ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნარჩენი ქლორი არის წყლის გაუსნებოვნების დასრულების ინდიკატორი მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დაცულია წყლის მომზადების ტექნოლოგიის სრული ციკლი და ყველა მოთხოვნა (დაყოვნების დრო, ფილტრაციის დრო და ა.შ.), აგრეთვე კონტაქტის საკმარისი დრო — 30 წთ თავისუფალი ქლორით გაუსნებოვნებისას და 60 წთ — შეკავშირებული ქლორით გაუსნებოვნებისას. აუცილებელია აქცენტის გაკეთება იმ გარემოებაზე, რომ ნარჩენი ქლორი არ უზრუნველყოფს წყლის ტრანსპორტირების დროს მილსადენებში შესაძლო მეორადი დაბინძურების უარყოფითი შედეგების თავიდან აცილებას: ნარჩენი ქლორის დაბალი კონცენტრაცია საკმარისი არაა ქალაქის გრუნტის წყლების გაუსნებოვნებისათვის, რომელიც შეიძლება შეერიოს წყალსადენის წყალს ქსელის დეფექტის ან ავარიის დროს. გამანაწილებელ ქსელში სასმელი წყლის ხარისხის დაცვის საფუძველია ქსელის ტექნიკური გამართულობა და ექსპლუატაციის წესების დაცვა (რეგულარული რეცხვა, დეზინფექცია სარემონტო სამუშაოების შემდეგ, სათვალთვალო ჭების დაცვა და სხვ.).

დასამუშავებელი წყლის კომპონენტებთან ქლორის ურთიერთმოქმედება რთული და მრავალსტადიური პროცესია. ქლორის მცირე დოზები მთლიანად უკავშირდება წყლის ორგანულ ნივთიერებებს, პირველ რიგში, ამინებს, რომელიც ყოველთვისაა ზედაპირულ წყლებში; დოზის

ზრდასთან ერთად წყალში გროვდება ამინებთან შეკავშირებული ნარჩენი ქლორი. მისი დოზის შემდგომი ზრდისას *ნარჩენი შეკავშირებული ქლორის* რაოდენობა გარკვეულ დონემდე მცირდება, რასაც *გარდატეხის წერტილი* ეწოდება. ეს გარემოება აიხსნება წყალში არსებული ორგანული ნივთიერებების მიერ ქლორამინებისა და სხვა ქლორორ-განული ნივთიერებების წარმოქმნით, რომელშიც ქლორი არააქტიურ ფორმაშია. ქლორის დოზის კიდევ უფრო ზრდისას ისევ იწყება ნარჩენი ქლორის რაოდენობის ზრდა. მას *ნარჩენი თავისუფალი ქლორი* ეწოდება რადგან იგი ქლორამინებთან შეკავშირებული არ არის.

სასმელი წყლის მომზადების პრაქტიკაში არსებობს წყლის ქლორირების რამდენიმე წესი, რომლის კონკრეტული სახის შერჩევა სხვადასხვა გარემოებაზეა დამოკიდებული.

წყლის ქლორირების აღწერილი მეთოდი ცნობილია *ნორმოქლორირების* სახელით. გარკვეულ პირობებში საჭირო ხდება ქლორირების მეთოდის სხვადასხვა მოდიფიკაციის გამოყენება.

ზედაპირულ წყლებში ხშირად არის სამრეწველო ჩამდინარე წყლების საშუალებით მოხვედრილი ფენოლი. ქლორისა და ფენოლის ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება მეტად სტაბილური ქლორფენოლის შენაერთები, რომელთა სუნის შეგრძნების ზღურბლი რამდენიმე რიგით ნაკლებია მათი შემადგენელი ნივთიერებების სუნის შეგრძნების ზღურბლზე. ეს გარემოება წყლის სასმელად გამოყენების შემზღუდავი ფაქტორია.

სუნის წარმოქმნის პროვოცირების პროფილაქტიკისათვის გამოიყენება *ქლორირება პრეამონიზაციით*, რომლის დროსაც დასამუშავებელ წყალში შეჰყავთ ამიაკი, რომელიც წარმოქმნის ამინებს; ამის შემდეგ ემატება ქლორი, რომელიც შედის რეაქციაში ამინებთან პროცესის პირველ სტადიაზე. წარმოქმნილი ქლორამინი (შეკავშირებული აქტიური ქლორი) არ შედის ურთიერთქმედებაში ფენოლთან, რის გამოც წყალში ქლორფენოლის სუნი არ წარმოიქმნება. ამასთან, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ შეკავშირებული (ქლორამინის) ქლორი 2-ჯერ ნაკლები ბაქტერიციდული ეფექტით ხასიათდება თავისუფალ (ჰიპოქლორიტის) ქლორთან შედარებით და აქვს უფრო დაბალი (1,5-ჯერ) უანგვა-აღდგენითი პოტენციალი. ეს გარემოება გათვალისწინე-ბულია ნორმატიულ დოკუმენტში — რეკომენდებულია მათი განსხვავე-ბული დოზები.

სუპერქლორირება (ჰიპერქლორირება) წარმოადგენს ქლორირებას ქლორის ჭარბი დოზების გამოყენებით განსაკუთრებული ეპიდემიოლოგიური სიტუაციისას (მიკრობული დაბინძურების მკვეთრი მერყეობისას) და წყალთან ქლორის კონტაქტის საკმარისი დროის უზრუნველყოფის შეუძლებლობისას. სუპერქლორირების დროს არ ხდება წყალში სუნის პროვოცირება, რადგან წყლისა და ქლორის ურთიერთქმედების ადრეულ ეტაპზე წარმოქმნილი ქლორორგანული შენაერთები შემდგომში იშლება ჭარბი ქლორით. ამასთან ერთად, აუცილებელია ჭარბი ნარჩენი ქლორის მოცილება (დექლორირება)

მომხმარებლისათვის წყლის მიწოდებამდე, რაც ხორციელდება სხვადასხვა მეთოთი — წყალში ნატრიუმის ჰიპოსულფიტის დამატებით, ქლორის სორბციით აქტივირებულ ნახშირში ან აერაციით.

ქლორის დიოქსიდით ქლორირებისას აქტიური ქლორის იგივე დოზის დროს ვლინდება უფრო მაღალი ბაქტერიციდული ეფექტი. ამასთან, არ წარმოიქმნება სუნი და საწყის წყალში არსებულიც (ბენზინის, მერკაპტანის და სხვ.) ქრება. ეს გარემოება იმით აიხსნება, რომ მოქმედი აგენტი ქლორის დიოქსიდის შეყვანისას არის არა ქვექლორმჟავა, არამედ ქლორის დიოქსიდის მოლეკულა — უფრო ძლიერი დამჟანგველი.

წყლის გაუსნებოვნებისათვის საჭირო ჰიპოქლორიტის მიღება შესაძლებელია უშუალოდ გამოყენების ადგილზე, ელექტროლიზის გზით. ელექტროლიტად გამოიყენება ნატრიუმის ქლორიდის სპეციალურად მომზადებული ხსნარი, ან ბუნებრივი ელექტროლიტები — წყალქვეშა მინერალიზებული და ზღვის წყალი. წყლის დამუშავების დანადგარის წარმადობისას 5000 $м^3$-მდე დღე-ღამეში შესაძლებელია გაუსნებოვნება წყლის პირდაპირი ელექტროლიზით წყალში ქლორიდების არანაკლებ 20 მგ/ლ საწყისი შემცველობისას და 7 მგ-ეკვ/ლ-მდე სიხისტისას. ჰიპოქლორიტის მიღებას უშუალოდ მოხმარების ადგილზე (წყლის მომზადების სადგურში) მნიშვნელოვანი ეკონომიკური უპირატესობა აქვს და თავიდან აგვაცილებს თხევადი ქლორის — საშიში და ტოქსიკური ნივთიერების, ტრანსპორტირების აუცილებლობას.

ორმაგი ქლორირება გამოიყენება ძლიერი ბაქტერიოლოგიური დაბინძურების მქონე ზედაპირული წყლების გაუსნებოვნებისათვის. ამ წესის გამოყენებისას ქლორის ძირითადი დოზა წყალში შეჰყავთ გაწმენდამდე, ხოლო გაწმენდის შემდეგ ხდება დასკვნითი ქლორირება. ორმაგი ქლორირება ტექნიკურად გამართლებულია, რადგან მკვეთრად ამცირებს წყალსადენის კომუნიკაციებში წყალმცენარეების განვითარებას. თუმცა, მისი ძირითადი ნაკლია ამ დროს ქლორორგანული შენაერთების დიდი კონცენტრაციის წარმოქმნა. ქლორორგანული შენაერთების წინამორბედები — ჰუმინური მჟავები, ფენოლისა და ანილინის წარმოებულები, რომლებიც წყალმცენარეების მეტაბოლიზმის პროდუქტებია, მუდმივად იმყოფება ზედაპირულ წყლებში. ქლორორ-განული შენაერთები მცირე დოზებში იწვევს არა მარტო ზოგად-ტოქსიკურ მოქმედებას — მათ აქვთ ემბრიოტოქსიკური, მუტაგენური და კანცეროგენური ეფექტი.

ქლორირების მეთოდს აქვს სხვა უარყოფითი თვისებებიც. მათგან მნიშვნელოვანია თხევადი ქლორის, აფეთქების საშიშროების მქონე და ტოქსიკური ნივთიერების, ტრანსპორტირების სირთულე, აგრეთვე უსაფრთხოების ტექნიკის მრავალფეროვანი მოთხოვნების დაცვა, გამაუსნებოვნებელი ეფექტის მიღწევისათვის კონტაქტის ხანგრძლივი დრო და სხვ. ტექნოგენური წარმოშობის ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება (მაგალითად, სინთეზური ზან) არსებით გავლენას ახდენს ქლორირების ეფექტურობაზე.

არსებითი ნაკლოვანებების მიუხედავად, ქლორირება რჩება წყლის გაუსნებოვნების ყველაზე გავრცელებულ მეთოდად მთელ მსოფლიოში, რაც განპირობებულია მაღალი ბაქტერიციდული ეფექტურობით და ტექნოლოგიური საიმედოობით.

წყლის ოზონირება. ოზონის ბაქტერიციდული თვისებები პირველად გამოიყენეს 1886 წელს საფრანგეთში. წყლის ოზონირების პირველი სანარმოო დანადგარი ამუშავდა 1911 წელს სანკტ-პეტერბურგში. უკანასკნელ პერიოდში წყლის გაუსნებოვნების ეს მეთოდი სულ უფრო ინტენსიურად გამოიყენება. ეს გარემოება განპირობებულია ოზონის თვისებებით — ის მოქმედებს არა მარტო წყალში არსებულ პათოგენურ მიკროფლორაზე, არამედ, აქვს უნარი გაანეიტრალოს წყალში არსებული ტექნოგენური წარმოშობის ქიმიური ნივთიერებები.

ოზონი (O_3) — ღია იასამნისფერი აირია, სპეციფიკური სუნით; იგი ერთ-ერთი უძლიერესი დამჟანგველია. მას უნარი აქვს, დაჟანგოს ყველა მეტალი, პლატინის ჯგუფის ელემენტებისა და ოქროს გარდა, აგრეთვე არამეტალების უმრავლესობა. დამჟანგველი აგენტია ატომური ჟანგბადი, რომელიც წარმოიქმნება წყალში გახსნილი ოზონის გახლეჩვის შედეგად.

ოზონის მიღება ხდება წყალსადენის სადგურზე სპეციალური დანადგარის საშუალებით. დანადგარის ძირითადი ტექნოლოგიური კვანძია *ოზონატორი.* იგი შედგება ორი ელექტროდისაგან, რომელთა შორის 2-3 მმ სიგანის ჰაეროვანი განმუხტვის სივრცეა. ერთ-ერთი ელექტროდი დამიწებულია, მეორესთან კი მიყვანილია 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის ცვლადი დენი. ოზონატორში შეშვებამდე ჰაერს წინასწარ ასუფთავებენ მტვრისაგან, აცილებენ ტენს და აცივებენ. მიღებული ოზონ-ჰაერის მასას შეურევენ დასამუშავებელ წყალს. ბაქტერიციდული ეფექტისათვის საჭირო კონტაქტის დრო დაახლოებით 10 წუთია.

ოზონის მოლეკულა ადვილად იშლება ჟანგბადის ატომად და მოლეკულად. ამ დროს წყალში შუალედური პროდუქტის სახით წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები HO_2, OH. ოზონის ბაქტერიციდულ ეფექტს განაპირობებს მოლეკულური ჟანგბადი და თავისუფალი რადიკალები, როგორც ძლიერი დამჟანგველები.

ოზონის გამაუსნებოვნებელი მოქმედება, ქლორთან შედარებით, 15-20-ჯერ მეტია მიკროფლორის ვეგეტატიური ფორმების მიმართ, ხოლო 300-600-ჯერ მეტი — სპოროვანი ფორმების მიმართ. წყლის დამუშავების რეალურ პირობებში ოზონის მაღალი ბაქტერიციდული ეფექტი გამოვლინდება 0,5-0,8 მგ/ლ კონცენტრაციისას და კონტაქტის 12 წუთის დროს. ცნობილია ოზონის მაღალი ეფექტურობა წყალში არსებული უმარტივესთა ცისტების მიმართ. ბაქტერიციდულ მოქმედებასთან ერთად, წყლის ოზონით დამუშავებისას ხდება წყლის გაკამკამება, არასასიამოვნო სუნისა და გემოს მოცილება, აგრეთვე მაღალმოლეკულური ორგანული შენაერთების დესტრუქცია.

ოზონის ბაქტერიციდული მოქმედება განპირობებულია ოზონის გახლეჩვისას წარმოქმნილი ატომური ჟანგბადის მიერ ბაქტერიული

ფერმენტების ინაქტივაციით და უჯრედის დნმ-ის სტრუქტურის შეუქცევადი დარღვევით.

წყლის ოზონის საშუალებით დამუშავებისას მასში წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერებების ოზონოლიზის პროდუქტები ალდეჰიდების, კეტონების, დაბალმოლეკულური კარბონული მჟავების სახით.მათგან განსაკუთრებით აქტიურია ფორმალდეჰიდი. ოზონოლიზის პროდუქტების საშიშროება იზრდება წყლის დამუშავების სქემაში ოზონირების კომბინირებისას შემდგომ ქლორირებასთან. ამ დროს წარმოიქმნება ოზონოლიზის ქლორირებული პროდუქტები მუტაგენური და კანცეროგენული თვისებებით.

ოპერატიული კონტროლის დროს წყლის გაუსნებოვნების ეფექტურობის ირიბი მაჩვენებელია წყალში ნარჩენი ოზონის არსებობა 0,1-0,3 მგ/ლ დონეზე შერევის აუზის შემდეგ.

წყლის გაუსნებოვნების დროს, ქლორთან შედარებით, ოზონის უპირატესობაა ის, რომ ოზონი არ წარმოქმნის ქლორორგანული შენაერთების ანალოგიურ ნივთიერებებს, აუმჯობესებს წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს, წყალი არ იძენს სპეციფიკურ სუნს და გემოს, უზრუნველყოფს ბაქტერიციდულ ეფექტს ნაკლები დროის განმავლობაში კონტაქტისას.

წყლის დამუშავების პრაქტიკაში ოზონირების ფართოდ დანერგვის ძირითადი დამაბრკოლებელი ფაქტორია ოზონის მიღების პროცესის დიდი ენერგოტევადობა: ოზონირება ერთი რიგით ძვირია ქლორირებაზე. ამასთან ერთად, ოზონირების მეთოდით დასამუშავებელი წყალი უნდა იყოს აბსოლუტურად გამჭვირვალე (შეწონილი ნივთიერებების შემცველობა არ უნდა იყოს ჰიგიენური ნორმატივებით დასაშვებ სიდიდეზე მეტი).

<u>გაუსნებოვნებისათვის გამოყენებული სხვა ბაქტერიციდული ნივთიერებები.</u> წყლის გაუსნებოვნება *ვერცხლის* გამოყენებით ემპირიულ დონეზე დიდი ხანია ცნობილია. დადგენილია ვერცხლის დიდი ბაქტერიციდული ეფექტი უკვე 0,05 მგ/ლ კონცენტრაციის დროს; ეფექტურია სამუშაო კონცენტრაცია 0,2-0,4 მგ/ლ და მეტი. ვერცხლის ანტიმიკრობული მოქმედების სპექტრი მოიცავს ბაქტერიებისა და ვირუსების მრავალ სახეს, მაგრამ ვირულიციდური მოქმედება გამოვლინდება მხოლოდ დიდი კონცენტრაციებისას — 0,5 მგ/ლ და მეტი, ხოლო სპოროციდულ მოქმედებას იგი არ ავლენს.

ვერცხლის ბაქტერიციდული მოქმედების მექანიზმის საფუძველია უჯრედის ფერმენტული სისტემის ფუნქციური ჯგუფების ბლოკირება. მეტალების დადებითი მუხტის იონების მცირე კონცენტრაციებით ფერმენტული ჯგუფების ინაქტივაციას *ოლიგოდინამიკური ეფექტი* ეწოდება. თანამედროვე დანადგარებში გამოიყენება დასამუშავებელ წყალში ვერცხლის შეყვანის ელექტროლიტური ხერხი. ამ დროს ანოდზე წარმოიქმნება ჰიპოქლორიტისა და ზეჟანგური შენაერთების იონები, რომელიც ვერცხლის ოლიგოდინამიკურ მოქმედებას აძლიერებს.

სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისათვის ვერცხლის გამოყენების შემაფერხებელი გარემოება ვერცხლის მაღალი ღირებულებაა; ამასთან ერთად, წყალში მისი ზდკ არის 0,05 მგ/ლ, რაც ერთი თანრიგით ნაკლებია ბაქტერიციდული მოქმედების ეფექტურ კონცენტრაციაზე. ამის გამო, ვერცხლი გამოიყენება მხოლოდ ავტონომიური ცხოველმყოფელობის უზრუნველყოფის სისტემაში მცირე რაოდენობის სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისა და კონსერვაციისათვის.

სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისათვის გამოიყენება *სპილენძის* იონების ოლიგოდინამიკური ეფექტი. ვერცხლისა და სპილენძის ანტიმიკრობული მოქმედების სპექტრი იდენტურია, თუმცა სპილენძის ეფექტური კონცენტრაცია მეტია და ბაქტერიციდული ეფექტი შედარებით გვიან ვლინდება.

საველე პირობებში სასმელი წყლის ინდივიდუალური ან ჯგუფური მარაგის გაუსნებოვნებისათვის გამოიყენება *იოდის პრეპარატები*, რომელიც, ქლორის პრეპარატებისაგან განსხვავებით, უფრო სწრაფად მოქმედებს და არ აუარესებს წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს. ბაქტერიციდული ეფექტი ვლინდება იოდის კონცენტრაციისას 0,3-1 მგ/ლ დონეზე, ხოლო ვირულიციდური — 0,5-2 მგ/ლ დონეზე, 20-30 წთ ექსპოზიციის დროს.

1.9.3.2. წყლის გაუსნებოვნების ფიზიკური (არარეაგენტული) მეთოდები

წყლის გაუსნებოვნების ფიზიკური (არარეაგენტული) მეთოდები გულისხმობს მის დამუშავებას ფიზიკური ფაქტორების გამოყენებით — ულტრაიისფერი სხივებით, γ-სხივებით, ულტრაბგერით და იმპულსური ელექტრული მუხტით, აგრეთვე ადუღებას.

ულტრაიისფერი სხივებით წყლის გაუსნებოვნება დამყარებულია მიკროორგანიზმებზე ბიოლოგიურად აქტიური ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებაზე. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ამ სპექტრს 205-დან 315 ნმ-მდე ტალღის სიგრძით ბაქტერიციდული გამოსხივება ეწოდება. ბაქტერიციდული მოქმედების მაქსიმუმით ხასიათდება გამოსხივების დიაპაზონი 250-270 ნმ ტალღის სიგრძით.

სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისათვის ულტრაიისფერი სხივების გამოყენება შედარებით შეზუდული იყო დაბალი ჰიგიენური საიმედოობის და არასაკმარისი ეკონომიკური ეფექტურობის გამო. კერძოდ, მეთოდი ხასიათდებოდა დიდი ენერგოტევადობით, ბაქტერიციდული გამოსხივების დაბალი სასარგებლო მოქმედებით.

წყლის ულტრაიისფერი გაუსნებოვნების თანამედროვე დანადგარებში გამოიყენება ვერცხლისწყლის ორთქლისა და ინერტული აირების ნარევზე მომუშავე ნათურები, რომლებიც მუშაობენ როგორც მაღალი, ისე დაბალი წნევის რეჟიმში. დაბალი წნევის ნათურებს აქვთ ელექტრული სიმძლავრე 2-200 ვტ ფარგლებში და 40-150°C სამუშაო ტემპერატურა. ასეთი ტიპის ნათურებში ელექტრული ენერგიის დაახლოებით

30% გარდაიქმნება ბაქტერიციდულ გამოსხივებად. დაბალი წნევის ნათურების მუშაობის ვადაა 5000-10000 სთ.

დანადგარების საიმედოობის კონტროლი ხორციელდება ულტრაიისფერი სხივების ინტენსიურობის გამზომი გადამცემებით, ავტომატიკის სისტემით, ნათურების მუშაობის ხანგრძლივობის აღრიცხვისა და გამართული მუშაობის ინდიკატორებით.

ულტრაიისფერი სხივების შთანთქმა ხდება როგორც წყლით, ისე მასში შეწონილი და გახსნილი ნივთიერებებით. 1 სმ სისქის წყლის ფენის მიერ შთანთქმულ ბაქტერიციდული გამოსხივების სიდიდეს *შთანთქმის კოეფიციენტი* ეწოდება.

ზედაპირული ბუნებრივი წყლის შთანთქმის კოეფიციენტის სიდიდეა 0,2-0,6, მისი დამუშავებით მიღებული სასმელი წყლის — 0,15-0,3, ხოლო მინისქვეშა წყლებიდან მიღებული სასმელი წყლის — 0,05-0,2.

ბაქტერიციდული ენერგიის შთანთქმის სიდიდეზე გავლენას ახდენს წყლის ფერიანობა და სიმღვრივე, მასში არსებული რკინის რაოდენობა. დადგენილია, რომ წყლის ფერიანობის 1 გრადუსით გაზრდისას შტანთქმის კოეფიციენტი 0,07-0,09-ით იზრდება, ხოლო ყოველი 0,1 მგ რკინა 1 ლ წყალში კოეფიციენტის სიდიდეს 0,01-0,015-ით ზრდის.

წყლის ქიმიური შედგენილობის სხვა მაჩვენებლები (სიხისტე, სულფატების, ამიაკის, ნიტრატებისა და ნიტრიტების შემცველობა) ჩვეულებრივ კონცენტრაციებში პრაქტიკულად გავლენას არ ახდენს ულტრაიისფერი სხივების შთანთქმის სიდიდეზე.

ულტრაიისფერი სხივების გამოყენება შესაძლებელია ისეთი წყლის დასამუშავებლად, რომლის ფერიანობა 50 გრადუსამდეა, სიმღვრივე — 30 მგ/ლ-მდე და რკინის შემცველობა — 5 მგ/ლ-მდე.

ულტრაიისფერი სხივების *ბაქტერიციდული მოქმედების მექანიზმის* არსია წყალში არსებული მიკროორგანიზმის მოლეკულის დნმ-ისა და რნმ-ის შეუქცევადი დაზიანება. ფოტოქიმიური ზემოქმედების შედეგად, ფოტონის ენერგიის შთანთქმის გამო, ხდება ორგანული მოლეკულის ქიმიური კავშირების რღვევა ან შეცვლა. მეორადი პროცესების საფუძველია წყალში თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნა, რომელიც ულტრაიისფერი სხივების ბაქტერიციდულ ეფექტს აძლიერებს.

ულტრაიისფერი სხივების *გამაუსნებოვნებელი მოქმედების ეფექტუროზა* დამოკიდებულია დასამუშავებელ წყალში მიკროორგანიზმების ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და მათ რაოდენობაზე, წყლის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, აგრეთვე გაუსნებოვნების პირობებზე.

წყალში არსებულ მიკროორგანიზმებს ულტრაიისფერი სხივების მოქმედების მიმართ განსხვავებული მდგრადობა აქვთ. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ თანაბარი ბაქტერიციდული ეფექტის მისაღებად სპოროვანი მიკროორგანიზმების შემცველი წყლის გაუსნებოვნებისათვის, ვეგეტატიურ ფორმებთან შედარებით, 2-3-ჯერ მეტი ბაქტერიციდული ენერგიაა საჭირო.

მიკროორგანიზმების ვეგეტატიურ ფორმებს ულტრაიისფერი სხივების მიმართ განსხვავებული მდგრადობა აქვთ. მაგალითად, ნაწლავთა

ინფექციების (მუცლის ტიფის, დიზენტერიის და სხვ.) გამომწვევი პათოგენური მიკროორგანიზმები უფრო მგრძნობიარეა ულტრაიისფერი სხივების მიმართ, ვიდრე ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიები. ლაბორატორიულ პირობებში მიკროორგანიზმების 99,9%-ის ინაქტივაციისათვის საჭირო ულტრაიისფერი ენერგიის სიდიდე მერყეობს 5,2-დან (ფლექსნერის შიგელა) 11 მჯ/სმ^2-მდე (A ჰეპატიტის ვირუსი). ამ მომენტის გათვალისწინება აუცილებელია წყლის ეფექტური გაუსნებოვნებისათვის საჭირო ბაქტერიციდული ენერგიის განსაზღვრის დროს. გაანგარიშების დროს აქცენტი კეთდება უფრო მდგრად მიკროორგანიზმებზე.

ულტრაიისფერი სხივების ბაქტერიციდული ეფექტის მქონე დოზების გამოყენება ვერ იძლევა პარაზიტული დაავადებების გამომწვევების ინაქტივაციის გარანტიას. მათი მოცილება უფრო აქტიურად ხდება წყლის მომზადების წინა ეტაპზე (კოაგულაცია, ფილტრაცია და ა.შ.).

წყლის ულტრაიისფერი სხივებით გაუსნებოვნების ეფექტურობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მისი *საწყისი მიკრობული დაბინძურება*: რაც მეტია დასამუშავებელი წყლის საწყისი მიკრობული დაბინძურება, მით მეტი ბაქტერიციდული ენერგიაა საჭირო მისი ეფექტური გაუსნებოვნებისათვის.

წყლის გაუსნებოვნების ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს *გამოყენებული ბაქტერიციდული ენერგიის რაოდენობა*. იგი წარმოადგენს ბაქტერიციდული ენერგიის ინტენსიურობის ნამრავლს მისი მოქმედების დროზე. აქედან გამომდინარეობს, რომ ერთი და იგივე საბოლოო ეფექტის მიღება შესაძლებელია დასხივების მცირე ინტენსიურობისას შედარებით ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და, პირიქით, დასხივების დიდი ინტენსიობისას შედარებით ხანმოკლე დროის განმავლობაში. უნდა აღინიშნოს, რომ ულტრაიისფერი სხივებით წყლის გაუსნებოვნება უშუალოდ წყლის ნაკადში ხდება. ამიტომ დასხივების ხანგრძლივობის აღნიშვნისათვის გამოიყენება არა დრო, არამედ წყლის ნაკადის სიჩქარე, რომელიც მუდმივი უნდა იყოს. საჭირო ბაქტერიციდული ენერგიის გაანგარიშების დროს მხედველობაში მიიღება მისი შთანთქმა წყლის ფენის მიერ.

წყლის გაუსნებოვნების ეფექტი დამოკიდებულია იმ პირობებზე, რომელშიც პროცესი მიმდინარეობს. ერთ-ერთი მათგანია დასამუშავებელი წყლის სისქე, რომელიც არ უნდა შთანთქავდეს ბაქტერიციდული ენერგიის 10%-ზე მეტს.

ულტრაიისფერი სხივებით გაუსნებოვნების ეფექტურობა არ არის დამოკიდებული წყლის pH-ზე და ტემპერატურაზე.

სასმელი წყლის მიღების ტექნოლოგიაში ულტრაიისფერი სხივების გამოყენება ხდება წყლის პირველადი და დასკვნითი გაუსნებოვნების დროს. წინასწარი გაუსნებოვნების ეტაპზე ულტრაიისფერი სხივები გამოიყენება პირველადი ქლორირების ალტერნატივად. ამით მცირდება წყალში ქლორორგანული ნივთიერებების წარმოქმნის ალბათობა, ნაკლებია წყლის მიკრობული გაბინძურება და შესაძლებელია გამწმენდი

ნაგებობების დამაკმაყოფილებელი სანიტარიული მდგომარეობის შენარჩუნება. დასკვნითი გაუსნებოვნების ეტაპზე ქლორისა და ულტრაიისფერი სხივების ერთობლივი გამოყენებით იზრდება წყლის გაუსნებოვნების საიმედოობა ვირუსების მიმართ.

ულტრაიისფერი სხივებით გაუსნებოვნების მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ბოთლის ჩამოსხმული წყლების დამუშავებისათვის*.

ულტრაიისფერი სხივების გამოყენების *დადებითი მხარეებია* ანტიმიკრობული მოქმედების ფართო სპექტრი, დოზის გადაჭარბების საშიშროების არარსებობა, წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების შენარჩუნება, კონტაქტის მინიმალური დრო (წამების განმავლობაში).

ულტრაიისფერი სხივების გამოყენების *უარყოფითი მხარეებია* ბაქტერიციდული ეფექტის დამოკიდებულება დასამუშავებელი წყლის ფერიანობასა და სიმღვრივეზე, ეფექტურობის ოპერატიული კონტროლის არარსებობა. ამ მეთოდის გამოყენება, ქლორირებისაგან განსხვავებით, არ იძლევა „შემდგომი მოქმედების ეფექტს", რის გამოც არსებობს დამუშავებულ წყალში მიკროორგანიზმების მეორადი ზრდის ალბათობა.

მაიონებელი γ-სხივები ხასიათდება გამოხატული ბაქტერიციდული მოქმედებით. წყლის გაუსნებოვნებისათვის მისი გამოყენება დაიწყო XX ს-ის 60-იანი წლებიდან. ამ სხივების მოქმედების შედეგად, წყლის რადიოლიზის პროცესში წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები, რომელიც ბაქტერიციდული ეფექტით ხასიათდება. ბაქტერიების 90% იღუპება დასხივების შედარებით დაბალი დოზის დროს — 10000-15000 რენტგენის ფარგლებში. 25000-50000 რ დასხივება იწვევს პრაქტიკულად ყველა ბაქტერიული ფორმის დაღუპვას. ნაწლავთა იფექციების გამომწვევები, რადიორეზისტენტობის შემცირების რიგში შემდეგნაირადაა განლაგებული: B პარატიფის სალმონელა—მუცლის ტიფის სალმონელა—დიზენტერიის ჩხირი. პათოგენური მიკროორ-განიზმების სრული ინაქტივაციის გამომწვევი დასხივების დოზები ნაკლებია ნაწლავის ჩხირებთან შედარებით. ეს გარემოება ამტკიცებს ნაწლავის ჩხირის სანიტარული მაჩვენებლის სახით გამოყენების ეფექტურობას წყლის γ-სხივებით გაუსნებოვნების პროცესის კონტროლის დროს. მისი ეფექტური ვირულიციდური დოზა ექსპერიმენტში არის 100000 რ.

გაუსნებოვნების დანადგარებში შესაძლებელია ატომურ რეაქტორებში გამოყენებული ელემენტების გამოყენება, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს კაპიტალურ დანახარჯებს. თუმცა, დიდი მოთხოვნები დანადგარის ექსპლუატაციის უსაფრთხოების ტექნიკი-სადმი, ეფექტურობის ოპერატიული კონტროლისა და „შემდგომი მოქმედების ეფექტის" არარსებობა მნიშვნელოვანი ხელშემშლელი ფაქტორებია ამ მეთოდის ფართოდ დასანერგად.

---

* წყლის გაუსნებოვნება ულტრაიისფერი გამოსხივების მეთოდის გამოყენებით. სნ 2.1„.2./2.1.4./2.3.2. 005/006/005-04 (სსმ, III, №13, 2004).

ულტრაბგერის ბაქტერიციდული მოქმედება აიხსნება მიკროორგანიზმების მექანიკური დაღუპვით. ამასთან ერთად, შესაძლებელია ულტრაბგერის მექანიკური ზემოქმედების შედეგად ქიმიური რეაქციების განვითარება.

წყლის ულტრაბგერით დამუშავება მთელი უპირატესობით გამოირჩევა: ხასიათდება ანტიმიკრობულ მოქმედების ფართო სპექტრით, არ ცვლის წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს, ბაქტერიციდული ეფექტი არ არის დამოკიდებული წყლის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე.

მეთოდის პრაქტიკული გამოყენების ხელშემშლელი ფაქტორებია აპრობირებული ტექნოლოგიური სქემის არარსებობა, დიდი წარმადობისა და მისაღები ტექნიკური საიმედოობის დანადგარის კონსტრუირების სირთულე, მეთოდის მაღალი თვითღირებულება.

წყლის გაუსნებოვნების პერსპექტულ ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს შორის დიდ ინტერესს იწვევს *იმპულსური ელექტრული მუხტის* (იემ) გამოყენების შესაძლებლობა. მისი მოქმედებით სითხეში მიმდინარე რთულ ელექტროფიზიოლოგიურ მოვლენას ეწოდება *ელექტროჰიდრავლიკური ეფექტი*. ეს ეფექტი წარმოიქმნება დასამუშავებელ წყალში მოთავსებულ ელექტროდებს შორის დიდი რაოდენობით ენერგიის გამოყოფის შედეგად. მაღალი (20-100 კვ) ან დაბალი (1-10 კვ) ძაბვის განმუხტვა ხდება 1 წმ-ზე ნაკლებ დროში და თან ახლავს მძლავრი ჰიდრავლიკური პროცესები დარტყმითი ტალღის წარმოქმნით, კავიტაციის* მოვლენით, ულტრაიისფერი და ულტარაბგერითი იმპულ-სებით, მაგნიტური და ელექტრული ველებით. ამასთან ერთად, წყალში წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები.

ჰიგიენური თვალსაზრისით უფრო მეტად შესწავლილია წყლის გაუსნებოვნების პროცესი დაბალი ძაბვის იემ-ის გამოყენებით.

წყლის გაუსნებოვნების *ეფექტუროობა* იემ-ის გამოყენებით არ არის დამოკიდებული მიკროორგანიზმების სახესა და რაოდენობაზე, ნაკლებადაა დამოკიდებული დასამუშავებელი წყლის შედგენილობაზე და განისაზღვრება პროცესის ტექნიკური პარამეტრებით (სამუშაო ძაბვის სიდიდე, დამუშავების ენერგიის ჯამური სიმკვრივე და სხვ.). წყლის გაუსნებოვნებისათვის იემ-ისა და ოზონის გამოყენების ენერგოტევადობა დაახლოებით ერთნაირია.

იემ-ის ბაქტერიციდული მოქმედების მექანიზმი განისაზღვრება მიკრობის უჯრედის ფერმენტულ სისტემაზე იმპულსური ულტრაიისფერი გამოსხივებისა და თავისუფალი რადიკალების კომბინირებული მოქმედებით. სასმელი წყლის გაუსნებოვნება იემ-ის გამოყენებით ხდება ცხოველმყოფელობის უზრუნველყოფის ავტონომიურ სისტემებში.

---

* კავიტაცია (<ლათ. cavitas სიცარიელე) — წვეთოვან სითხეში აირით, ორთქლით ან მათი ნარევით შევსებული სიღრუეების (ე.წ. კავიტაციური ბუშტების ან კავერნების) წარმოქმნა. ამ დროს ვითარდება ვიბრაცია და სხვა უარყოფითი მოვლენები (ქსე, ტ. 5, გვ. 298).

ადუღება წყლის გაუსნებოვნების უძველესი და უმარტივესი მეთოდია. მაღალი ტემპერატურის მოქმედების შედეგად წყალში არსებული მიკროორგანიზმების ვეგეტატიური ფორმები სწარფად იღუპება. მისი გამოყენება დასაშვებია უკიდურეს შემთხვევაში, როდესაც წყლის გაუსნებოვნების სხვა მეთოდი ხელმიუწვდომელია (საველე პირობებში, ექსტრემალურ სიტუციაში და ა.შ.).

წყლის დამუშავების II ეტაპის — გაუსნებოვნების შემდეგ მიიღება სასაქონლო პროდუქცია — სასმელი წყალი, რომელიც უკვე შეიძლება მიეწოდოს მოსახლეობას გამანაწილებელი ქსელის — წყალსადენის, საშუალებით.

ამრიგად, სასმელი წყლის გაუსნებოვნების სხვადასხვა მეთოდის განხილვის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ ქლორირების მეთოდის ერთ-ერთი დადებითი მომენტია ე.წ. „შემდგომი მოქმედების ეფექტის" არსებობა, რაც გულისხმობს ქლორთან კონტაქტისათვის განსაზღვრული აუცილებელი დროის შემდეგაც მასში არსებული ნარჩენი ქლორით წყლის გარკვეული ხარისხით დაცვის უზრუნველყოფას. ასეთი მოქმედება არ ახასიათებს არც ოზონირება და არც არარეაგენტულ მეთოდებს.

1.9.3.3. წყლის გაუსნებოვნების მონიტორინგი

ვინაიდან დღეისათვის წყლის გაუსნებოვნების ძირითადი მეთოდია ქლორირება, წყლის გაუსნებოვნების კონტროლის დროს პირველ რიგში შეფასდება ქლორირების ეფექტურობა. ამ დროს შეისწავლება შემდეგი მაჩვენებლები:

- ქლორიან კირში ან სხვა ქლორშემცველ პრეპარატში აქტიური ქლორის შემცველობა;
- წყლის გაუსნებოვნებისთვის საჭირო ქლორის ოპტიმალური დოზა;
- ქლორირების ეფექტურობა — წყალში ნარჩენი ქლორის რაოდენობა და მისი ბაქტერიოლოგიური ანალიზის შედეგები.

გაუსნებოვნების შემდეგ წყალში თავისუფალი ნარჩენი ქლორის კონცენტრაცია უნდა იყოს 0,3-0,5 მგ/ლ-ის, შეკავშირებულის — 0,8-1,2 მგ/ლ-ის ფარგლებში. წყლის ქლორირება როგორც ცენტრალიზებული, ისე ადგილობრივი წყალმომარაგებისას და წყალსადენის ნაგებობების დეზინფექცია რეგლამენტირებულია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით*.

ოზონირების მეთოდით წყლის გაუსნებოვნების დროს მასში ოზონის ნარჩენი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,3 მგ/ლ-ს.

---

* ცენტრალიზებული და ადგილობრივი წყალმომარაგების სასმელ-სამეურნეო წყლის ქლორით გაუსნებოვნება და წყალსადენის ნაგებობების დეზინფექცია (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2006 წლის 15 სექტემბრის 250/ნ ბრძანება, სსმ, III, 129, 2006).

ულტრაიისფერი დასხივების გამოყენებით წყლის გაუსნებოვნება რეგლამენტირებულია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით**.

წყლის γ–სხივებით, ულტრაბგერისა და იმპულსური ელექტრული მუხტით დამუშავების დროს მათი ეფექტურობა ფასდება წყლის შესაბამისი მაჩვენებლების შესწავლის საფუძველზე.

1.10. სასმელი წყლის მომზადების სპეციალური მეთოდები

სასმელი წყალმომარაგების პრაქტიკაში წყლის დამუშავების სპეციალური მეთოდების გამოყენების მიზანია მის შემადგენლობაში ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების შემცველობის ოპტიმიზაცია (მომატება ან შემცირება). ყველაზე მეტად გავრცელებულია დეფერირება, ფთორირება და დეფთორირება, გამტკნარება. როგორც წესი, ამ მეთოდების საშუალებით წყლის დამუშავება ძირითადად საჭიროა წყალმომარაგების მინისქვეშა წყაროების გამოყენების შემთხვევაში. ამასთან ერთად, გამტკნარების მეთოდი სასმელად ზღვის წყლის გამოყენების საშუალებას იძლევა.

დეფერირება. მიწისქვეშა წყლებში რკინა უმეტესად არის ზეჟანგის, სულფიდების, კარბონატებისა და ბიკარბონატების სახით, იშვიათად — კომპლექსური რკინაორგანული შენაერთების სახით. ზედაპირული წყლები შეიცავს რკინის ჰიდროქსიდების კოლოიდურ და ნვრილდისპერსიულ მინარევებს, რკინის სულფატებს, ჰუმინური შენაერთების შემცველ რთული შედგენილობის კომპლექსებს.

სასმელი წყლიდან ჭარბი რკინის მოცილების მეთოდის, ტექნოლოგიური სქემისა და დანადგარების შერჩევა დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: რკინის შენაერთების სახე დასამუშავებელ წყალში, მისი თვისებები (აქტიური რეაქცია, ტუტიანობა და სხვ.), დანადგარის წარმადობა და სხვ. წყლის დეფერირება რთული ტექნოლოგიური ამოცანაა, რომლის გადასაწყვეტად ხშირად საჭირო ხდება ბუნებრივ პირობებში ექსპერიმენტის ჩატარება წყალმომარაგების კონკრეტული წყაროს წყლის გამოყენებით.

მინისქვეშა წყლების დეფერირება ძირითადად წარმოებს არარეაგენტული, აერაციული მეთოდების გამოყენებით. მას საფუძვლად უდევს წყლის წინასწარი აერაცია*, რომლის მიზანია ნახშირმჟავასა და გოგირდწყალბადის მოცილება, pH-ის გაზრდა, ჰაერის ჟანგბადით წყლის გამდიდრება. ჰაერის ჟანგბადით რკინის დაჟანგვის შედეგად წარმოიქმნება რკინის ჰიდროქსიდი, რომლის წყლისაგან მოცილება ხდება დალექვით ან ფილტრაციით.

** ულტრაიისფერი დასხივების მეთოდის გამოყენებით წყლის გაუსნებოვნების სანიტარიული წესები (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2004 წლის 22 იანვრის 17/6 ბრძანება, სსმ, III, №13, 2004).

* აერაცია წყლისა — წყლის გაჯერება ჰაერის ჟანგბადით (ქსე, ტ. 1, გვ. 103).

დეფერირების დანადგარის შემადგენლობაში შედის სააერაციო მოწყობილობა, საკონტაქტო რეზერვუარი — სალექარი ან კონტაქტური ფილტრი, გამაკამკამებელი ფილტრი.

უკანასკნელ პერიოდში გავრცელდა წყლის აერაცია „მიწის ფენაში", რომლის დროს რკინის დაჟანგვა ხდება უშუალოდ წყალშემცველ ფენაში, საექსპლუატაციო ჭაბურღილის საშუალებით ჟანგბადის წნევით მიწოდების გზით. კონკრეტული სქემის შერჩევა ხდება ჰიდროგეოლოგიური პირობების გათვალისწინებით. დეფერირების ასეთი მეთოდისადმი ძირითადი ჰიგიენური მოთხოვნაა ჭაბურღილში შეტანილი ატმოსფერული ჰაერის სისუფთავის უზრუნველყოფა.

ზედაპირული წყლების დეფერირება წარმოებს რეაგენტული მეთოდებით. რეაგენტად გამოიყენება ალუმინის სულფატი, კირი და ქლორი. რეაგენტის არჩევა დამოკიდებულია წყლის ტექნოლოგიური ანალიზის მონაცემებზე. რეაგენტული დეფერირების დანადგარების სქემა პრინციპულად არ განსხვავდება კოაგულაციის გამოყენებით გაკამკამების სქემისაგან.

ფთორირება. სასმელი წყლის ფთორირება მოსახლეობის მთელი რიგი დაავადებებით, კერძოდ, კარიესით ავადობის პროფილაქტიკის მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა. კარიესის განვითარებაზე, ფთორის იონის კონცენტრაციასთან ერთად, გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები (კერძოდ, ულტრაიისფერი სხივები) და კვების ხასიათი (საკვებ რაციონში რძის, ვიტამინების, მიკროელემენტების საკმარისი შემცველობა). ამ გარემოების გამო, წყალში ფთორის შემცველობის ერთიანი ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენა შეუძლებელია. ამ საკითხის გადაწყვეტის დროს ითვალის-წინებენ მოცემული წყალმომარაგების რაიონში მოსახლეობის კარიესით ავადობის დონეს. აღნიშნული გარემოებების გამო, ფთორის კონცენტრაციის ნორმირება ხდება კლიმატური ზონების მიხედვით. საქართველოს კლიმატურ-გეოგრაფიული ზონისათვის, შესაბამის ნორმატიულ დოკუმენტში მისი სიდიდე ნორმირებულია 0,7 მგ/ლ-ის დონეზე. პათოლოგიური პროცესის ქრონიკული მიმდინარეობის გამო, ფთორირებული წყლის კარიესის საწინააღმდეგო ეფექტურობის შეფასებისათვის ბავშვთა ასაკის მოსახლეობის კარიესით ავადობის შესწავლა უნდა ჩატარდეს ფთორირების შემოღების არანაკლებ 5 წლის შემდეგ. იმ შემთხვევაში, თუ მოსწავლეთა ყოველწლიური გამოკვლევის დროს აღმოჩდება, რომ ფთორირების ეფექტურობა უმნიშვნელოა, ხოლო ფლუოროზი არ ვლინდება, შესაძლებელია სასმელ წყალში ფთორის კონცენტრაციის რამდენადმე გაზრდა. კარიესით ავადობის შემცირების შემთხვევაში, თუ I ხარისხის ფლუოროზი ვლინდება 10%-ზე მეტ შემთხვევაში ან აღინიშნება II ხარისხის ფლუოროზის ერთეული შემთხვევები, საჭიროა წყალში ფთორის კონცენტრაციის რამდენადმე შემცირება.

ფთორირებისათვის საჭირო რეაგენტებს შემდეგი მოთხოვნები წაეყენება: კარიესის საწინააღმდეგო მაღალი ეფექტურობა მცირე პოტენციური ტოქსიკურობის დროს, შხამიანი მინარევების (დარიშხანი,

მძიმე მეტალების მარილები) არარსებობა, წყალში კარგი ხსნადობა, უსაფრთხოება პერსონალისათვის (ნაკლები ამტვერება), მეტალების მიმართ შესაძლებლად დაბალი კოროზიული აქტიურობა. ფთორირებისათვის უმეტესად გამოიყენება ნატრიუმის ფთორიდი და სილიციუმფთორმჟავა.

ფთორირება წყლის დამუშავების პირველი ეტაპის დასრულებამდე არაეფექტურია: კოაგულაციის დროს ფთორი წარმოქმნის კოაგულანტის ალუმინთან კომპლექსურ შენაერთებს, რომელთაც არ აქვთ კარიესის საწინააღმდეგო აქტიურობა. აქედან გამომდინარე, ფთორრეაგენტი უნდა დაემატოს დამუშავებულ წყალს — ფილტრების შემდეგ, სუფთა წყლის რეზერვუარში შესვლამდე.

სანიტარიული მონიტორინგის დროს ყურადღება ექცევა ფთორშემცველი რეაგენტის სწორ დოზირებას. ქსელში წყლის მიწოდებისას მასში ფთორის იონის კონცენტრაციის მერყეობა არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს. სასურველია, თუ წყალში ფთორის იონის კონცენტრაციის კონტროლი ავტომატურ რეჟიმში განხორციელდება. პერსონალის ჯანმრთელობის დაცვის მიზნით, ფთორშემცველ რეაგენ-ტებთან ოპერაციები უნდა ჩატარდეს მექანიზებულად, მაქსიმალურად ჰერმეტულ პირობებში.

დეფთორირება. სასმელი წყლის დეფთორირება ფლუოროზით მოსახლეობის ავადობის პროფილაქტიკის მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა. დეფთორირებისათვის მოწოდებული მრავალი მეთოდი ორ ჯგუფად იყოფა: რეაგენტული (დალექვის მეთოდები) და ფილტრაციული.

რეაგენტული მეთოდები დამყარებულია ფთორის სორბციაზე ალუმინის ან მაგნიუმის ახლადდალექილი ჰიდროქსიდებით. ეს მეთოდი რეკომენდებულია ზედაპირული წყლის დამუშავებისათვის, როდესაც, დეფთორირებასთან ერთად, უნდა ჩატარდეს გაკამკამება და გაუფერულება. ტექნოლოგიურ სქემაში გამოყენებულია ვერტიკალური შემრევი, გამაკამკამებელი შენონილი ნალექით, ჩქარი ფილტრი.

განსაკუთრებით ეფექტურია წყლის ფილტრაცია აქტივირებული ალუმინის ოქსიდის ფენაში, რომელიც ანიონიტის როლს ასრულებს. ფილტრის რეგენერაცია ხდება ალუმინის სულფატის 1-1,5%-იანი ხსნარით. ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია ფთორის კონცენტრაციის შემცირება 1 მგ/ლ-ზე ქვემოთ.

ზოგიერთ შემთხვევაში ფთორის მაღალი შემცველობის მქონე წყლის გამოყენება შესაძლებელია დეფთორირების გარეშე: თუ ასეთი წყლის აღების ტერიტორიაზე არსებობს სხვა წყაროს წყალი, რომელიც ფთორს ნორმირებულზე ნაკლები კონცენტრაციით შეიცავს, ამ წყლების გარკვეული პროპორციით შერევა სასმელ წყალში ფთორის კონცენტრაციის ნორმირებული სიდიდის არსებობას უზრუნველყოფს.

გამტკნარება. ისეთი ტერიტორიების სამეურნეო ათვისების შემთხვევაში, სადაც არ არის მტკნარი წყლის რესურსები, აგრეთვე ხანგრძლივი საზღვაო კრუიზების დროს, სასმელი წყალმომარა-გებისათვის

აუცილებელი ხდება წყლის გამტკნარება. ამდენად, იგი აქტუალური სანიტარიულ-ტექნიკური პრობლემაა.

წყლის გამტკნარების მეთოდის ფართოდ გამოყენების ერთ-ერთი ხელშემშლელი ფაქტორია პროცესის ეკონომიკური მაჩვენებლები — მისი დიდი ენერგოტევადობა და სიძვირე. ბირთვული ენერგეტიკის განვითარებამ და გამტკნარების მეთოდების სრულყოფამ შესაძლებელი გახადა წყლის დამუშავების ამ მიმართულების მასობრივი გამოყენება. წყალმომარაგების სისტემაში წყლის გამტკნარების ყველაზე ფართოდ გავრცელებული მეთოდებია დისტილაცია, იონმიმოცვლითი მეთოდი, ელექტროლიზი, ჰიპერფილტრაცია —უკუოსმოსის მეთოდი.

დისტილაციის მეთოდი დამყარებულია წყლის აორთქლებაზე შემდგომი კონდენსაციით. ამ მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილია წყალში მარილების 8 მგ/ლ-ზე მეტი კონცენტრაციით არსებობისას.

დისტილაციის უარყოფითი მომენტებია წყლის არასასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები მასში ორგანული ნივთიერებების თერმული დაშლის პროდუქტების მოხვედრის გამო და დაბალი მინერალიზაცია.

სუნისა და გემოს მოცილება შესაძლებელია წყლის გატარებით გააქტივებული ნახშირის ფენაში. მინერალური შედგენილობის ოპტიმიზაციისათვის დისტილატს უმატებენ დაუმუშავებელი წყლის გარკვეულ რაოდენობას, ან ნახშირმჟავით წინასწარ გამდიდრებულ დისტილატს გაატარებენ მარმარილოს ან დოლომიტის ნამცეცების ფენაში, რის შედეგადაც ის მდიდრდება კალციუმის მარილებით.

იონმიმოცვლითი მეთოდის გამოყენებისას წყალს თანმიმდევრობით გაატარებენ H-კათიონიტურ და OH-ანიონიტურ ფილტრებში. იონმიმოცვლითი მეთოდი რენტაბელურია მომლაშო წყლების (3 გ/ლ-მდე) დამუშავებისათვის და მცირე წარმადობის დანადგარებისათვის. ამ მეთოდით წყლის დამუშავებისათვის გამოყენებული იონგაცვლითი ფისები შესწავლილი უნდა იყოს ჰიგიენურ-ტოქსიკოლოგიური თვალ-საზრისით და ოფიციალურად დაშვებული სასმელი წყალმომარაგების პრაქტიკაში გამოსაყენებლად.

ელექტროლიზის მეთოდი დამყარებულია წყლის მასაში მუდმივი დენის გატარებაზე, რომლის დროსაც მასში გახსნილი მარილების დადებითად დამუხტული კათიონები კათოდისაკენ მიისწრაფვიან, ხოლო უარყოფითად დამუხტული ანიონები — ანოდისაკენ. თუ ელექტროლიზისათვის განკუთვნილ ჭურჭელს გავყოფთ სამ ნაწილად (ანოდური, კათოდური და სამუშაო) სელექტურად გამტარად კათიონებისა და ანიონებისათვის, სამუშაო ნაწილში მივიღებთ გამტკნარებულ წყალს. პრაქტიკაში გამოიყენება ელექტროლიზის დანადგარები წარმადობით 12-1000 $მ^3$/დღეღამეში.

ჰიპერფილტრაცია წარმოადგენს წყლის ფილტრაციის პროცესს ნახევრადგამტარ ფილტრებში, რომელიც შეაკავებს მარილების ჰიდრატირებულ იონებს და ორგანული ნივთიერებების მოლეკულებს. ჰიპერფილტრაციული მემბრანა უნდა იყოს საკმაოდ მყარი, რომ

გაუძლოს წყლის მნიშვნელოვან ზეწოლას. ჰიპერსაფილტრაციო აპარატი წარმოადგენს მემბრანული ელემენტებისა და მოწყობილობების ნაკრებს. აპარატის ბლოკური კონსტრუქცია მისი ელემენტების მონტაჟისა და გამოცვლის სიმარტივეს განაპირობებს.

1.11. სასმელი წყლის კონსერვაცია

წყლის დამუშავების სპეციფიკური სახეა *სასმელი წყლის კონსერვაცია*. მისი საშუალებით შესაძლებელია წყლის ნორმირებული მაჩვენებლების ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შენარჩუნება.

ავტომატური ცხოველმყოფელობის ობიექტების უზრუნველყოფა კეთილხარისხოვანი სასმელი წყლით მათი ფუნქციონირების მნიშვნელოვანი პირობაა. როგორც წესი, ასეთ ობიექტებზე იქმნება წყლის გარკვეული მარაგი. ამდენად, მისი კეთილხარისხოვნების ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შენარჩუნება მათი ფუნქციონირების უზრუნველყოფის არსებითი ფაქტორია. წყალმომარაგების ავტონომიური რეჟიმით სარგებლობს მცირე დასახლებები, მეცხოველეობის და მემინდვრეობის საველე დასახლებები, საექსპედიციო ბაზები, სასარგებლო წიაღისეულის მზვერავთა და მომპოვებელთა დასახლებები და ა.შ.

სერიოზული სოციალური პრობლემაა კეთილხარისხოვანი სასმელი წყლით მოსახლეობის უზრუნველყოფა სტიქიური უბედურებების, ტექნოგენური კატასტროფების, სამხედრო კონფლიქტების დროს, როდესაც წყალმომარაგების ადგილობრივი წყაროები, როგორც წესი, არაკეთილსაიმედოობის გამო, მწყობრიდანაა გამოსული. ასეთ პირობებში სასმელი წყალმომარაგება ხორციელდება შემოტანილი წყლით, წინასწარ მომზადებული მარაგიდან. ამ მიზნით გამოიყენება ბოთლის ჩამოსხმული წყალი — იგი წარმოადგენს სასმელი წყალმომარაგების ალტერნატიულ გზას. ყველა ეს გარემოება განაპირობებს წყლის ხარისხის დაცვის მნიშვნელობას მოსახლეობის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კეთილდღეობის უზრუნველყოფისათვის.

სასმელი წყლის კონსერვაციით უზრუნველყოფილია მისი თვისებების, განსაკუთრებით, სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების, შენარჩუნება აუცილებელი დროის განმავლობაში.

სასმელი წყლის კონსერვაციისათვის გამოიყენება იგივე წესები და მეთოდები, რაც გაუსნებოვნებისათვის. ამასთან, მათგან ირჩევენ ისეთს, რომელიც „შემდგომი მოქმედების ეფექტს" იძლევა.

წყლის კონსერვაცია ფართოდ გამოიყენება ჩამოსხმული წყლის სარეალიზაციო პროდუქციის წარმოებისათვის. მისი წარმოების ძირითადი ჰიგიენური მოთხოვნები მოცემულია შესაბამის ნორმატიულ დოკუმენტში*.

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები ჩამოსხმული სასმელი წყლის ხარისხისადმი. სანწდან 2.3.2./2.3.3. 004/001-03. (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2003 წლის 27 ნოემბრის 306/ნ ბრძანება, სსმ, III, №141, 2003).

აღნიშნული დოკუმენტით დადგენილია ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელად და საკვების მოსამზადებლად გამიზნული ჩამოსხმული წყლის სასაქონლო პროდუქციისა და ჩამოსხმულ წყალთან კონტაქტში მყოფი მასალების ხარისხისადმი, ასევე წყლის დამუშავების მეთოდებისადმი. განსაზღვრულია, ასევე, ჩამოსხმული წყლის ხარისხის კონტროლის, ტრანსპორტირებისა და რეალიზაციის სანიტარიულ-ჰიგიენური წესები და დადგენილია მზა პროდუქციის შენახვის ვადები.

1.12. სასმელი წყალმომარაგების სისტემის სასმელი წყლის შენახვისა და ტრანსპორტირების წესებისა და მეთოდების ჰიგიენური დახასიათება

სასმელი წყლის შენახვისა და ტრანსპორტირების სისტემა შედგება რთული, ერთმანეთთან დაკავშირებული ტექნოლოგიური პროცესების ციკლისაგან.

დასახლების წყალმომარაგება ხორციელება წყალმომარაგების სისტემის — წყალსადენის საშუალებით.

წყალსადენი საინჟინრო ნაგებობათა კომპლექსია, რომელიც ცენტრალიზებულად აწვდის წყალს მომხმარებელს. დანიშნულების მიხედვით იგი არის სასმელ, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო (წარმოების ტექნოლოგიური პროცესებისათვის), სახანძრო, სპეციალური დანიშნულების (რკინიგზის, სარწყავი და სხვ.). ყველა ჩამოთვლილი დანიშნულებისათვის აგებულ ერთ სისტემას *გაერთიანებული წყალსადენი* ეწოდება.

წყალსადენი ინდივიდუალური პროექტების მიხედვით შენდება, რომელთა შედგენის საფუძველია წყალსადენის სისტემის ცალკეული ნაგებობების ტიპური პროექტები, აგრეთვე კონკრეტული დასახლებისა და წყალაღების ადგილის თავისებურებები. აქედან გამომდინარე, სავალდებულოა წყალსადენის ყველა პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა.

წყალსადენის სისტემის ნაგებობებია: პირველადი სატუმბი სადგური, წყლის დამუშავების ნაგებობები და აღჭურვილობა, სუფთა წყლის რეზერვუარი, მეორადი სატუმბი სადგური (წყლის წნევიანი კოშკი), გამანაწილებელი ქსელი და სხვ. (სურ.1.13.).

წყალსადენის ქსელში მიეწოდება სათანადო ხარისხის დამუშვებული წყალი — სასმელი წყალი, რომლის თვისებები შეესაბამება სანიტარიულ-ჰიგიენურ მოთხოვნებს. მისი უზრუნველყოფისათვის ხდება წყალმომარაგების წყაროს წყლის — ნედლი წყლის მომზადება (დამუშავება).

სასმელი წყლის მომზადების პირველი ეტაპია სასმელი წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა და წყლის აღების ნაგებობების მოწყობა.

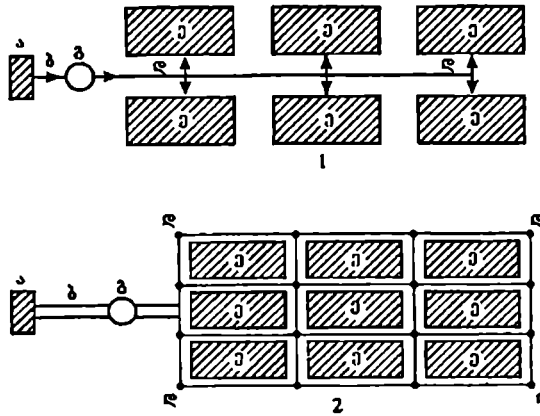
წყალმომარაგების წყაროს განსაზღვრა მოიცავს წყალმომარაგების წყაროსა და მისი სახის შეფასებას და წყლის აღების ადგილის შერჩევას.

წყალმომარაგების წყაროსა და მისი სახეების ჰიგიენური დახასიათება მოცემულია 1.5. თავში.

წყალსადენის სათავე ნაგებობის წყლის დამუშავების დანადგარებში დამუშავებული სასაქონლო პროდუქცია — სასმელი წყალი მიეწოდება *სუფთა წყლის რეზერვუარს*. იგი, დანიშნულების მიხედვით, სხვადასხვა სახისაა: სამარაგო, სარეგულაციო, ხანძარსაწინააღმდეგო. ამასთან ერთად, შესაძლებელია, ერთი რეზერვუარი რამდენიმე ფუნქციას ასრულებდეს (განსაკუთრებით, მცირე წარმადობის წყალსადენებზე). რეზერვუარის დანიშნულებაა მომხმარებლისათვის წყლის მიწოდების საიმედოობისა და უწყვეტობის უზრუნველყოფა. ფორმისა და კონსტრუქციის მრავალფეროვნების მიუხედავად, რეზერვუარებისადმი ძირითადი სანიტარიულ-ჰიგიენური მოთხოვნებია რეზერვუარისა და მისი ლუკების ჰერმეტულობა, სასმელ წყალთან კონტაქტისათვის ნებადართული კოსტრუქციული და მოსაპირკეთებელი მასალების გამოყენება, რეზერვუარის გულმოდგინე გარეცხვისა და დეზინფექციის უზრუნველყოფის შესაძლებლობა. რეზერვუარში წყლის სრული ცვლის დრო არ უნდა აღემატებოდეს 48 სთ-ს.

დამუშავებული (სასმელი) წყალი მოსახლეობას მიეწოდება *გამანაწილებელი ქსელის* საშუალებით. იგი ცენტრალიზებული წყალმომარაგების ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია. გამანაწილებელი ქსელის მოწყობისა და სწორი ექსპლუატაციისაგან მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მომხმარებლისთვის მიწოდებული წყლის ხარისხი. აქ მხედველობაში მიიღება წყლის არა მარტო ორგანოლეპტიკური თვისებების გაუარესების შესაძლებლობა. დიდია ინფექციური დაავადებების გავრცელების რისკი: ნაწლავთა ინფექციების წყლისმიერი აფეთქებების შემთხვევების არანაკლებ 1/4 დაკავშირებულია წყალსადენის გამანაწილებელი ქსელის არადამაკმაყოფილებელ მდგომარეობასთან. გამანაწილებელი ქსელმა უნდა უზრუნველყოს წყლის შეუფერხებელი მიწოდება მოხმარების ყველა წერტილამდე და თავიდან იქნას აცილებული მისი დაბინძურება მთელ გზაზე — სათავე ნაგებობიდან მომხმარებლამდე.

გამანილებელი ქსელის დაპროექტების დროს მნიშვნელოვანია მისი ოპტიმალური კონფიგურაციის, ანუ *ქსელის სქემის* შერჩევა, რაც შეიძლება იყოს წრიული ან ჩიხური. სანიტარიული თვალსაზრით უპირატესობა ეძლევა წრიულ სქემას, რომლის დროსაც ქსელში წყლის შეგუბების შესაძლებლობა გაცილებით ნაკლებია (სურ. 1.13.). სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით, უპირატესობა ეძლევა წრიულ სქემას, რომლის დროსაც ქსელში წყლის შეგუბების ზონების წარმოქმნის შესაძლებლობა გაცილებით ნაკლებია. წრიული სქემა ექსპლუატაციაში უფრო საიმედოა, წყლის შეუფერხებელი მიწოდების მეტ გარანტიას იძლევა.



სურ. 1.13. დასახლების წყალმომარაგების ქსელის სქემა:
1 - ჩიხური სქემა; 2 - წრიული სქემა.
ა - სატუმბი სადგური; ბ - წყალგამტარი; გ - წყლის წნევიანი კოშკი;
დ - გამანაწილებელი ქსელი; ე - საცხოვრებელი მიკრორაიონები.

სასმელი წყლის ხარისხის შენარჩუნებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გამანაწილებელი ქსელის *მილების მასალას*. მილების დამზადებისათვის გამოიყენება ფოლადი, თუჯი, აზბესტცემენტი და პლასტმასები. ფოლადის მილებში კოროზიის განვითარების შედეგად შესაძლებელია წყალში რკინის შემცველობის მომატება და, ამის გამო, წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების გაუარესება. ამ არასასურველი მომენტის თავიდან აცილების მიზნით, ფოლადის მილების შიდა ზედაპირი უნდა დაიფაროს ანტიკოროზიული მასალით (თუთია ან ცემენტის ხსნარი). სხვადასხვა პოლიმერისაგან დამზადებული და დიდი რაოდენობით ტექნოლოგიური დანამატების შემცველი პლასტმასის მილები წყალში ტოქსიკური ნივთიერებების შესაძლო გამოყოფის წყაროა. სასმელი წყალმომარაგების სისტემაში გამოიყენება მხოლოდ სათანადოდ შესწავლილი და სასმელ წყალთან კონტაქტისათვის ნებადართული მასალებისაგან დამზადებული მილები*. სათანადო სანიტარიული მდგომარეობის უზრუნველყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გამანაწილებელი ქსელის რეცხვის ტექნიკური რეგლამენტის, აგრეთვე ყოველწლიური გეგმიური გამაფრთხილებელი რემონტის გრაფიკის დაცვას.

წყლის ხარისხზე შესაძლო უარყოფითი გავლენის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია *სათვალთვალო ჭების* მდგომარეობა. ისინი წყალსადენის სისტემის გაყვანისა და ექსპლუატაციის აუცილებელი ელემენტია და ეწყობა ქსელის მოსახვევებში, განტოტვის ადგილებში, სახლებში შესვ-

* წყალმომარაგების სისტემებში გამოყენებული მასალების, რეაგენტების, მოწყობილობების და ტექნოლოგიების ჰიგიენური შეფასება. მმ 2.1.4. 007-04 (სსმ, III, 2004, №13).

ლის წერტილებში, აგრეთვე გარკვეული დაცილებით ქსელის გრძელ სწორხაზოვან მონაკვეთზე. სათვალთვალო ჭებში აყენებენ სახანძრო ჰიდრანტებს, წყლის შემკრებ არხებს. ტექნიკური ექსპლუატაციის წესებით, სათვალთვალო ჭებში არ უნდა მოხვდეს წყლები მინის ზედაპირიდან. ჭაში წყლის არსებობით ვითარდება მილების გარეთა ზედაპირის კოროზია, ირღვევა მილების შეერთების კონსტრუქციების ჰერმეტულობა, რაც, საბოლოოდ, მილებით ტრანსპორტირებული სასმელი წყლის დაბინძურების მიზეზი შეიძლება გახდეს. ჭების ჰერმეტულობის უზრუნველყოფისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ტექნიკური, დაგეგმარებითი და სამშენებლო საშუალება.

თანამედროვე ქალაქებში მრავალსართულიანი განაშენიანებით, ზედა სართულებზე წყლის შეუფერხებელი მიწოდების უზრუნველყოფისათვის, მიკრორაიონებში ეწყობა დამატებითი დანადგარი წყლის წნევით მიწოდებისათვის. მართალია, ექსპლუატაციის თვალსაზრისით ასეთი დანადგარი აუმჯობესებს წყლის მიწოდების პირობებს, მაგრამ დამატებითი რისკია წყლის დაბინძურების თვალსაზრისით. ამიტომ ასეთი სადგურები გულმოდგინე სანიტარიულ კონტროლს საჭიროებს.

მოსახლეობის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით კატეგორიულად აკრძალულია ტექნიკური წყალმომარაგების ქსელის (რომელშიც წყალი სათანადო დამუშავების გარეშე მიეწოდება) მიერთება სასმელი წყალმომარაგების ქსელთან. ასეთი შემთხვევის გამოვლენის გაადვილების მიზნით ტექნიკური წყალმომარაგების ქსელში ემატება ფლუოროსცეინი: სასმელ წყალში მისი აღმოჩენა მასთან ტექნიკური წყლის შერევის პირდაპირი მაჩვენებელია.

სასმელი წყალმომარაგების ქსელის მიერთება ტექნიკური წყალმომარაგების ქსელთან დასაშვებია მხოლოდ ტექნიკური წყალსადენის შევსების დასაბუთებული აუცილებლობისას (ავარია, ხანძარი და სხვ.).

გამანაწილებელი ქსელის ნორმალური სანიტარიული მდგომარეობის უზრუნველყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ქსელში წყლის საწარმოო ლაბორატორიული კონტროლის ორგანიზებას. ამ მიზნით დადგენილია თითოეული ქსელისათვის ნიმუშის აღების ადგილები (გაცვეთილი უბნები, ჩიხური უბნები, სანიტარიული თვალსაზრისით არაკეთილსაიმედო ტერიტორია, დამატებითი წნევით მიწოდების სადგურები და ა.შ.). ნორმირებულია ასეთი ანალიზების მინიმალური რაოდენობა მოსახლეობის რაოდენობის მიხედვით. თუმცა, სანიტარიულ-საწარმოო კონტროლის ეფექტურობისათვის, დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის ხარისხის შესწავლას დინამიკაში და წყლის ხარისხის კავშირის დადგენას წლის სეზონთან, სათავე ნაგებობაზე წყლის დამუშავების რეჟიმთან, გეგმიური რემონტის ხარისხთან. გეგმიური ანალიზების გარდა, უნდა ჩატარდეს ანალიზები ქსელის ან მისი ცალკეული მონაკვეთის რემონტის, გარეცხვის ან დეზინფექციის შემდეგ.

1.13. დასახლების წყალმომარაგების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა

წყალმომარაგების სისტემის სანიტარიული კონტროლის ამ ეტაპზე უნდა გადაწყდეს 3 საკითხი:

- წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის სანიტარიული შეფასება;
- წყალშემკრები და წყალსადენის ნაგებობებისა და მაგისტრალური მილსადენების მშენებლობისათვის გამოყოფილი მიწის ნაკვეთის (წყალსადენის ტრასის) შეფასება სანიტარიული სიტუაციის გათვალისწინებით;
- წყალმომარაგების, მ.შ. სანიტარიული დაცვის ზონის, პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა.

აღნიშნული სამუშაოების თითოეული ეტაპი სრულდება შესაბამისი *სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური* დასკვნის შედგენით.

დასკვნის შედგენისათვის უნდა გაანალიზდეს:

- დაწვრილებითი სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული აღწერილობა:
  - წყალაღების ადგილის — ზედაპირული წყაროსათვის;
  - წყალშემცველი ჰორიზონტის კვების ზონის და მომავალი წყალაღების გავლენის ზონის — მიწისქვეშა წყაროსათვის;
- საკონტროლებელი მაჩვენებლების გაფართოებული კვლევის პროგრამის შედეგები.

წყალმომარაგების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა ტარდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. *პროექტის საპასპორტო მონაცემების გაცნობა.* ეს მონაცემები მოცემულია პროექტის სატიტულო ფურცელზე. მასში შედის: დასახელება, პროექტირების სტადია, პროექტის შემმუშავებელი ორგანიზაცია, ავტორები, შემუშავების დრო (წელი).
2. *წარმოდგენილი მასალის სისრულის შემოწმება.* წყალსადენის ნაგებობების მშენებლობის, აღდგენისა და რეკონსტრუქციის პროექტები უნდა შეიცავდეს განმარტებით ბარათს, გრაფიკულ მასალას, სანიტარიული დაცვის ზონის პროექტს, დანართს.

განმარტებითი ბარათი შეიცავს შემდეგ მასალას:

- დასახლების დახასიათება და მონაცემები მისი განვითარების პერსპექტივების შესახებ; მონაცემები მისი ცალკეული რაიონების განაშენიანებისა და სანიტარიული კეთილმოწყობის შესახებ;
- წყლის მოხმარების დეტალური გაანგარიშება მოხმარების ყველა სახის გათვალისწინებით; მონაცემები წყალსადენის ნაგებობების სიმძლავრის, სანიტარიული და ტექნიკური მდგომარეობის შესახებ;
- წყალსადენის ნაგებობების მშენებლობის ან/და გაფართოების აუცილებლობის დასაბუთება;

- წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის დასაბუთება, მისი დეტალური აღწერა; წყლის ანალიზის შედეგები (უკანასკნელი 3 წლის ყოველთვიური მონაცემები);
- მონაცემები წყალმომარაგების სხვადასხვა ვარიანტის ტექნიკურ-ეკონომიკური და სანიტარიულ-ჰიგიენური შედარების შესახებ და მათ შორის ოპტიმალურის არჩევის დასაბუთება; წყალმომარაგებისა და წყლის დამუშავების მიღებული სქემის მოკლე აღწერა; წყლის მიწოდებისა და გამწმენდი ნაგებობების სიმძლავრის გაანგარიშების მონაცემები;
- ყველა სათავე ნაგებობის განლაგება და დახასიათება (წარმადობა, ზომები, მუშაობის რეჟიმი, შენობების გათბობა, ვენტილაცია და სანიტარიული კეთილმოწყობა, გამოყენებული ტიპური პროექტების ჩამონათვალი), ტერიტორიის საზღვრები, მილსადენების მიწისქვეშა განლაგების სიღრმე (მ.შ. მათი განლაგება საკანალიზაციო მილების მიმართ).

<u>გრაფიკულ მასალაში</u> იგულისხმება შემდეგი მონაცემები:

- ადგილის სიტუაციური გეგმა, რომელზეც აღნიშნულია დასახლება და საპროექტო ობიექტი, წყალმომარაგების არსებული სისტემისა და ჩამდინარე წყლების კანალიზაციის სქემები;
- დასახლების გენერალური გეგმა მისი საზღვრების მითითებით პროექტირების დასაწყისისათვის და საპროექტო პერიოდისათვის;
- დასახლების სქემატური გეგმა, რომელზეც აღნიშნულია კვარტლები, საზოგადოებრივი ორგანიზაციები, კომუნალური ობიექტები, სამრეწველო სანარმოები, არსებული და დაპროექტებული წყალსადენის ნაგებობები და ქსელი;
- წყალსადენის სათავე ნაგებობების მოედნის გეგმა (ჰორიზონტალების აღნიშვნით);
- წყალსადენის ქსელის ტრასის პროფილი და გეგმა.

<u>სანიტარიული დაცვის ზონის პროექტი</u> შეიცავს შემდეგ მონაცემებს:

- ტექსტური ნაწილი — წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული მდგომარეობის დახასიათება წყლის ანალიზის მონაცემებით სეზონების მიხედვით; მონაცემები წყლის დებეტის შესახებ და მისი შესაბამისობა გაანგარიშებულ მოთხოვნილებასთან; ჰიდროლოგიური (ზედაპირული) და ჰიდროგეოლოგიური (ნიადაგქვეშა) მონაცემები წყაროს შესახებ; მონაცემები შესაძლო ზედაპირულ და ნიადაგქვეშა წყაროებს შორის ჰიდრავლიკური კავშირის შესახებ, მონაცემები წყალმომარაგების წყაროს განლაგების რაიონში სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო განვითარების პერსპექტივების შესახებ; სანიტარიული დაცვის ზონის I, II და III სარტყლების დასაბუთება მოცემული ტერიტორიის გაჯანსაღების ღონისძიებების მითითებით (საჭიროების შემთხვევაში);

- გრაფიკული მასალა — სიტუაციური გეგმა მასშტაბით 1:50000–1:100000 — სანიტარიული დაცვის ზონის II და III სარტყლების, წყალაღების ადგილებისა და წყალსადენის ნაგებობების, წყაროსა და მისი კვების აღნიშვნით —ზედაპირული წყაროს შემთხვევაში და ნიადაგქვეშა წყაროების მოძრაობის დამახასიათებელი მიმართულებების ჰიდროგეოლოგიური პროფილების, აგრეთვე არსებული და დაპროექტებული ჭაბურღილების აღნიშვნით — ნიადაგქვეშა წყაროს შემთხვევაში. გრაფიკული მასალა შეიცავს აგრეთვე სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის გეგმას 1:500-1;1000 მასშტაბით და II და III სარტყლების გეგმას მასშტაბით 1:10000-1:25000 ნიადგქვეშა წყაროსათვის და მასშტაბით 1:2500-1:50000 — ზედაპირული წყაროსათვის, დაბინძურების წყაროების აღნიშვნით.
- თანმხლები ოფიციალური მასალა — ღონისძიებების ჩამონათვალი ტერიტორიის გაჯანსაღებისათვის შესრულებაზე პასუხისმგებელი პირების მითითებით; დოკუმენტაცია სანიტარიული დაცვის ზონის გამოყოფის შესახებ და სხვ.

დანართი შეიცავს დასკვნებს მოცემული დასახლებისათვის დაპროექტებული წყალსადენის სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ, შეთანხმებებს ჭაბურღილების ბურღვის, წყალშემკრები გამწმენდი ნაგებობების განლაგების ადგილის შესახებ და სხვ.

3. ოფიციალური ნორმატიული დოკუმენტების გაცნობა. მათ საფუძველზე ტარდება წყალმომარაგების სისტემის პროექტის ექსპერტიზა.

4. წარმოდგენილი მასალის სანიტარიული ექსპერტიზა. დასახლების წყალმომარაგების პროექტის ექსპერტიზის დროს ხდება ყველა იმ დოკუმენტის შესწავლა, რომელიც აუცილებელია სანიტარიულ-ჰიგიენური დასკვნისათვის.

სანიტარიულ-ჰიგიენური დასკვნა პასუხობს შემდეგ პრინციპულ საკითხებს:

- სასმელ წყალზე დასახლების მოთხოვნილების დასაბუთება;
- წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის მართებულობა;
- მოცემული დასახლებისათვის წყლის დამუშავების საპროექტო ტექნოლოგიური სქემისა და წყალმომარაგების სათავე ნაგებობების განლაგების ადგილის შერჩევის მართებულობა;
- წყალსადენის ცალკეული ნაგებობების აღჭურვის მართებულობა;
- სანიტარიული დაცვის ზონის პროექტის დასაბუთება.

1.13.1. სასმელ წყალზე დასახლების მოთხოვნილების დასაბუთების ჰიგიენური შეფასება

წყალმომარაგების პროექტში დასაბუთებული უნდა იყოს წყალსადენის სიმძლავრის საკმარისობა მოსახლეობის, დასახლების კომუნალურ-სამეურნეო საჭიროების და კვების მრეწველობის საწარმოების შეუფერხებელი წყალმომარაგებისათვის.

დასახლების წყალმომარაგების დაპროექტებული სიმძლავრის შეფასებისათვის უნდა განისაზღვროს წყალსადენის სადღეღამისო ნარმადობა. ამისათვის საჭირო მონაცემებია: მოსახლეობის რაოდენობა წყალსადენის მომსახურების ზონაში, მოსახლეობის მიერ სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალმოხმარების საორიენტაციო ნორმები, საპროექტო წყალსადენის და (არსებობის შემთხვევაში) სხვა წყალსადენის ნარმადობა. უნდა განისაზღვროს, წყალსადენი მთელ დასახლებას მოემსახურება, თუ მის ნაწილს. უკანასკნელ შემთხვევაში წყალსადენით უზრუნველყოფილი უნდა იყოს მჭიდროდ დასახლებული მიკრორაიონები, მრავალსართულიანი განაშენიანების ზონები, სანიტარიული თვალსაზრისით არადამაკმაყოფილებელი რაიონები, სადაც აღინიშნება ნაწლავთა ინფექციებით ავადობის მომატებული დონე, მოსახლეობის დაზიანება ფლუოროზით, კარიესით და ა.შ.

სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალმოხმარების საორიენტაციო ნორმები. მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტით განსაზღვრულია 1 მცხოვრებზე სადღეღამისო წყალმოხმარების საორიენტაციო ნორმები. მისი სიდიდე მნიშვნელოვან ფარგლებში მერყეობს და მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული.

ქალაქისა და სამრეწველო რაიონების 1 მცხოვრებზე დღე-ღამეში გათვალისწინებულია 550-600 ლ წყალი, სასოფლო-სამეურნეო რაიონების 1 მცხოვრებზე – 125-150 ლ. ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით (კლიმატური პირობები, კეთილმოწყობის ხარისხი და სხვ.) წყალმოხმარების აღნიშნული საორიენტაციო ნორმები შეიძლება გაიზარდოს ან შემცირდეს 10-20%-ით.

აღნიშნულ ნორმებში არ შედის სამრეწველო და სხვა ობიექტების წყლის ხარჯი, რომელიც მოსახლეობისათვის გათვალისწინებული ნორმის 25%-ს უნდა შეადგენდეს. სამრეწველო წყალმოხმარების გათვალისწინებით 1 მცხოვრებზე სადღეღამისო ნორმა შეადგენს: არა ნაკლებ 750 ლ ქალაქებში და არანაკლებ 150 ლ — სასოფლო-სამეურნეო რაიონებში.

დასახლების მოსახლეობის წყალმოხმარების საერთო საორიენტაციო ნორმები 1 მცხოვრებზე ითვალისწინებს: სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალმომარაგებას საცხოვრებელი განაშენიანების რაიონებში და საზოგადოებრივ შენობებში; წყლის ხარჯს დასახლებული პუნქტების ტერიტორიის (ქუჩების, მოედნების, მწვანე ნარგავების) მორწყვისა და გარეცხვისათვის, შადრევნებისათვის; წყლის ხარჯს სამრეწველო საწარმოებში (რომლის ხარისხი უნდა შეესაბამებოდეს სასმელი წყლის ხარისხს); წყლის მომზადებისა და გაწმენდის სადგურების საკუთარ ხარჯს; წყლის ხარჯს სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების საჭიროებისთვის; სხვა საჭიროებებს, მ.შ. წყალსადენისა და კანალიზაციის ქსელების გარეცხვისათვის და სხვ.

მოსახლეობის მაქსიმალური მოთხოვნილება წყალზე. დღე-ღამისა და წლის სხვადასხვა პერიოდში მოსახლეობა წყალს არათანაბარი რაოდენობით მოიხმარს. წყალმოხმარების შეფასება ხდება არათანაბ-

რობის კოეფიციენტით (მაქსიმალური მოხმარების შეფარდება საშუალო მოხმარებასთან). ამისათვის საჭირო ხდება წყალმოხმარების მაქსიმალური მოთხოვნილების გაანგარიშება, კერძოდ, უნდა ვიცოდეთ მოცემულ დასახლებაში მოსახლეობის რაოდენობა და წყალმოხმარების საორიენტაციო ნორმა. ამ დროს მხედველობაში მიიღება დასახლების კეთილმოწყობის ხარისხი და მოსახლეობის რაოდენობა, რის მიხედვითაც შესაბამისი კოეფიციენტების გამოყენებით ხდება წყალზე მოსახლეობის მაქსიმალური მოთხოვნილების გაანგარიშება. ამასთან, წყალსადენის პროექტში გათვალისწინებული უნდა იყოს დასახლების განვითარების პერსპექტივები მისი გენერალური გეგმის შესაბამისად.

1.13.2. წყლის დამუშავების საპროექტო ტექნოლოგიური სქემისა და წყალმომარაგების სათავე ნაგებობების განლაგების ადგილის შერჩევა

წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროს წყლის დამუშავებისათვის გამოიყენება პრინციპულად განსხვავებული 5 ტექნოლოგიური სქემა:

- წყლის ბუნებრივი დაყოვნება ნელი მოქმედების ქვიშის ფილტრებში შემდგომი ფილტრაციით (წყალსადენის წარმადობა დღე-ღამეში 1000 მ³-მდე, წყლის ფერიანობა არა უმეტეს 50°, სიმღვრივე არა უმეტეს 20 მგ/ლ);
- წყლის კოაგულაცია, დაყოვნება და ფილტრაცია სხვადასხვა კონსტრუქციის სწრაფი მოქმედების ფილტრებზე (ნებისმიერი მოცულობის წყალსადენის წარმადობა, წყლის ფერიანობა არა უმეტეს 200°, სიმღვრივე არა უმეტეს 1500 მგ/ლ);
- წყლის კოაგულაცია და ფილტრაცია კონტაქტურ გამაკამკამებლებში (წყალსადენის ნებისმიერი მოცულობის წარმადობა, წყლის ფერიანობა არა უმეტეს 120°, სიმღვრივე არა უმეტეს 1500 მგ/ლ);
- მიკროფილტრაცია წყლისაგან ფიტო- და ზოოპლანქტონის წინასწარი მოცილებისათვის, წყლის კოაგულაცია, დაყოვნება და ფილტრაცია გამაკამკამებლებში (წყალსადენის ნებისმიერი მოცულობის წარმადობა, წყლის ფერიანობა არა უმეტეს 200°, სიმღვრივე არა უმეტეს 1500 მგ/ლ და პლანქტონის რაოდენობა 100000 კოლ/მლ);
- მიკროფილტრაცია წყლისაგან ფიტო- და ზოოპლანქტონის წინასწარი მოცილებისათვის, წყლის კოაგულაცია, ორსაფეხურიანი დაყოვნება ძლიერ მღვრიე წყლისათვის, წყლის ფილტრაცია ჩქარ ფილტრებში ან კონტაქტურ გამაკამკამებლებში, დამჟანგველებისა და სორბენტების გამოყენება სუნის მოცილებისათვის, უფრო ეფექტური გაუსნებოვნება (წყალსადენის ნებისმიერი მოცულობის მწარმოებლურობა, წყლის ფერიანობა არა უმეტეს 200°, სიმღვრივე არა უმეტეს 10000 მგ/ლ, სუნი 4 ბალი და პლანქტონის რაოდენობა 500000 კოლ/მლ).

წყალსადენის წყალმომარაგების წყაროდ მდინარის წყლის გამოყენების შემთხვევაში წყლის გაუსნებოვნების მეთოდებიდან უპირატე-

სობა ოზონირებას და ქლორირების სხვადასხვა მოდიფიკაციას ენიჭება. წყლის ქლორირების შედეგად წარმოქმნილი ქლორფენოლის სუნის მოსაცილებლად ტექნოლოგიურ ციკლში გათვალისწინებული უნდა იყოს შესაბამისი ღონისძიება, კერძოდ, პრეამონიზაცია, ორმაგი ქლორირება.

თუ წყალში ფთორის შემცველობა დაბალია (0,3 მგ/ლ-ზე ნაკლები) და მოსახლეობაში ვლინდება კარიესის მომატებული დონე, წყლის დამუშავების სქემაში გათვალისწინებული უნდა იყოს მისი ფთორირება. წყალში ფთორის 1,5 მგ/ლ-ზე მეტი რაოდენობით შემცველობისას (მაგრამ არა უმეტეს 5 მგ/ლ III კლასის ნიადაგქვეშა წყაროების წყალში) აუცილებელია წყლის დეფთორირება. როგორც წესი, სასურველია წყალმომარაგების წყაროდ არ გამოვიყენოთ ისეთი წყალი, რომლის დამუშავებისათვის აუცილებელია სპეციალური მეთოდების გამოყენება (დეზოდორაცია, რკინის მოცილება და სხვ.).

დღეისათვის წყალმომარაგებაში ფართოდ გამოიყენება სინთეზური პოლიმერული მასალები: წყლის დამუშავებისათვის (ფლოკულანტები, სტაბილიზატორები), ფილტრაციისათვის (კერამზიტი), ჭაბურღილების აღჭურვისათვის (ფილტრები, კაპრონისა და ქლორირებული ძაფები), სხვადასხვა საღებავი, ლაქი, წებო, რეზინა, იონმიმოცვლითი ფისები, აგრეთვე სინთეზური მასალისაგან დამზადებული მილები. უნდა შემოწმდეს, დაშვებულია თუ არა მათი გამოყენება მოქმედი ოფიციალური დოკუმენტების საფუძველზე.

წყალმომარაგების სისტემაში გამოყენებული მასალების, რეაგენტების, მოწყობილობებისა და ტექნოლოგიების ჰიგიენური შეფასება წარმოებს შესაბამისი მეთოდური დოკუმენტის* საფუძველზე. ისინი უნდა აკმაყოფილებდეს მათდამი წაყენებულ ჰიგიენურ მოთხოვნებს, წყალან კონტაქტის დროს არ უნდა იწვევდეს მის ხარისხზე უარყოფით ზეგავლენას.

1.13.3. მინისქვეშა და ზედაპირულ წყაროებზე აგებული წყალსადენების ნაგებობების ჰიგიენური შეფასება

წყალსადენის ცალკეული ნაგებობების ჰიგიენური შეფასების დროს მათი განხილვა ხდება ტექნოლოგიური სქემის თანმიმდევრობის შესაბამისად.

პირველ რიგში განიხილება წყალშემკრები ნაგებობების კონსტრუქცია. წყალმომარაგებისათვის ნიადაგქვეშა წყაროების გამოყენების შემთხვევაში ადგენენ მილებისა და მათ ირგვლივ სივრცის ტამპონაჟის წესს, საექსპლუატაციო წყაროს ჰორიზონტის მეზობელი ჰორიზონტებისაგან იზოლაციის საიმედოობას. უნდა შემოწმდეს, რამდენად

---

* მეთოდური მითითებები "წყალმომარაგების სისტემაში გამოყენებული მასალების, რეაგენტების, მოწყობილობებისა და ტექნოლოგიების ჰიგიენური შეფასება" (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2004 წლის 22 იანვრის 16/6 ბრძანება, სსმ, III, №13, 2004).

დაცულია კონსტრუქციულად წყალშეკრების ადგილი სხვა წყლების შერევისაგან.

წყლის ტრანსპორტირებისათვის (ზედაპირზე ამოტანისათვის) ტექნიკური საშუალებების გამოყენების დროს უპირატესობა უნდა მიეცეს ისეთ ტუმბოს, რომელიც მუშაობის პროცესში უფრო საიმედოა და, ამასთან, ხშირი შეკეთება არ სჭირდება. ამით თავიდან ავიცილებთ წყაროს დაბინძურების საშიშროებას. ამ მხრივ გამართლებულია ცენტრიდანული ტუმბოების გამოყენება.

იმ შემთხვევაში, თუ არტეზიული ჭები სატუმბი სადგურის შენობაშია განლაგებული, ისინი იზოლირებულად უნდა განთავსდეს.

ღია წყალსატევიდან წყლის აღების დროს უნდა დადგინდეს დაპროექტებული წყალშემკრები აღჭურვილობის გამოყენების მიზანშეწონილობა.

კოაგულაციისა და დალექვის ნაგებობების პროექტის განხილვისას მოწმდება: გამოყენებისათვის გათვალისწინებული რეაგენტები, მათი დოზები, რეაგენტების გახსნისა და დოზირების წესები, დასამუშავებელ წყალთან მათი შერევის წესი, ცალკეული დანადგარის მოცულობა და წარმადობა, შრომის პირობები ამ უბანზე.

მიზანშეწონილია ახალი კონსტრუქციის აპარატურის გამოყენება, რომელიც რეაგენტების ავტომატურად დოზირების საშუალებას იძლევა (პროპორციული დოზატორები).

მასალების საწყობის ფართობი რეაგენტების არანაკლებ 30 დღისა და ქლორ- და ფთორშემცველი პრეპარატების 3 თვის მარაგის შენახვის შესაძლებლობას უნდა იძლეოდეს. ამისათვის საწყობები სპეციალურად უნდა იყოს აღჭურვილი (ბნელი, გრილი, მშრალი, კარგი ვენტილაციით). უახლოესი საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობებიდან დაცილებული უნდა იყოს 300 მ-ზე მეტი მანძილით.

გამწმენდ ნაგებობებში გათვალისწინებული უნდა იყოს შემრევი, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის ენერგიულ შერევას რეაგენტებთან, აგრეთვე საკანი ფიფქების წარმოქმნისათვის. ამ უკანასკნელში, კოაგულაციის სრულად განხორციელებისათვის, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს წყლის 5-20 წთ განმავლობაში დაყოვნება.

კოაგულაციის შედეგად წარმოქმნილი ფიფქებისა და წყალში არსებული შეწონილი ნაწილაკების დალექვისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის სალექარები (ჰორიზონტალური, ვერტიკალური, რადიალური) ან გამაკამკამებლები. უნდა შეფასდეს არჩეული ტიპის რაციონალურობა. უნდა განისაზღვროს წყლ.ს სალექარში დაყოვნების საორიენტაციო დრო და მოძრაობის სიჩქარე.

სალექარის ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია დასამუშავებელი წყლის რაოდენობაზე და მის შემადგენლობაზე (შეწონილი ნივთიერებების რაოდენობაზე).

უნდა შეფასდეს ფილტრის შერჩევის მართებულობა, ფილტრაციის საორიენტაციო სიჩქარე. წყალსადენის ნაგებობების დამუშავებისათვის (რეზერვუარების, სალექარების და ფილტრების გარეცხვა და სხვ.)

გამოყენებული წყლის მდინარეში ჩაშვება უნდა მოხდეს წყლის აღებიდან 300 მ-ით ქვემოთ დინების მიმართულებით.

განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა წყლის გაუსნებოვნების საკითხს. იმ შემთხვევაში, თუ გათვალისწინებულია წყლის ქლორირება, უნდა დადგინდეს, კონკრეტულად რომელი რეაგენტი გამოიყენება: ქლორიანი კირი, სხვა ჰიპოქლორიტები, თხიერი ქლორი და ა.შ. მცირე წყალსადენებზე (დღე-ღამეში 3000 $მ^3$-მდე წარმადობით) დასაშვებია ქლორიანი კირის გამოყენება; უფრო დიდი წარმადობის წყალსადენებზე თხიერი ქლორი გამოიყენება, რომელიც წყალში შესარევად აიროვან მდგომარეობაში გადაჰყავთ. ერთმომენტიანი ქლორირების დროს ქლორშემცველი რეაგენტი წყალში შეჰყავთ გაფილტრული წყლის მილსადენში ან სუფთა წყლის რეზერვუარამდე.

გაწმენდილი წყლის კონტაქტის ხანგრძლივობა ქლორთან უნდა იყოს არანაკლებ 1 სთ-ისა, ამასთან ნარჩენი აქტიური ქლორის კონცენტრაცია უახლოესი წყალაღების ადგილზე უნდა იყოს 0,3-0,5 მგ/ლ-ის ფარგლებში. თუ ქლორირების შემდეგ მოსალოდნელია ქლორფენოლის სუნის წარმოქმნა, უნდა დაპროექტდეს ქლორირება პრეამონიზაციით. ამ შემთხვევაში გაფილტრული წყლის მილსადენში ჯერ შეჰყავთ ამიაკი, 2-3 წთ შემდეგ კი ქლორის ხსნარი.

ჰიპოქლორიტის (ქვექლორმჟავას) ხსნარის მომზადებისა და შენახვისათვის უნდა იყოს არა ნაკლებ 2 სპეციალური ჭურჭელი, რომელთა მოცულობა განისაზღვრება საჭირო ხსნარის რაოდენობის შესაბამისად. უზრუნველყოფილი უნდა იყოს რეაგენტის დოზირების საიმედოობა და მისი რეგულირების მოხერხებულობა. გათვალისწინებული უნდა იყოს სარეზერვო ქლორატორი და წყალში ნარჩენი ქლორის ანალიზატორი. საქლორატორო იზოლირებული უნდა იყოს სხვა ნაგებობებისაგან, ჰქონდეს სათადარიგო გასასვლელი. საქლორატოროში უნდა იყოს გათბობა (ჰაერის საორიენტაციო ტემპერატურა 18-20^{0}C), ბუნებრივი და ხელოვნური განათება, მექანიკური გამწოვი ვენტილაცია (განოვა იატაკის დონიდან) 1 სთ-ში ჰაერის 12-ჯერადი ცვლით.

ამონიზაციის დანადგარი უნდა განთავსდეს ცალკე შენობაში, საქლორატოროსაგან იზოლირებით.

ფთორირების სისტემის ექსპერტიზის დროს ყურადღება ექცევა ფთორის დოზას, ფთორშემცველ რეაგენტს, მის სამუშაო კონცენტრაციას და სამუშაო ხსნარის მომზადების მეთოდიკას, წყალსადენის წყალში ფთორის შეყვანის ადგილს, ფთორის დოზირების დანადგარის მოწყობას. წყლის ფთორირება შესაძლებელია სეზონური (ზამთრის და ზაფხულის) და საშუალო წლიური დოზით.

ფთორი წყალს უნდა დაემატოს დამუშავების შემდეგ, რადგანაც გაწმენდის პროცესში მისი წყალში შემცველობა მცირდება.

ასევე წარმოებს დეფთორირების ჩატარების სისტემის და მეთოდიკის ექსპერტიზა.

მიწისქვეშა რეზერვუარების და წყალსაწნეო კოშკის შემოწმების დროს ყურადღება ექცევა მათ მოცულობას. რეზერვუარების მოცულობა

უნდა უზრუნველყოფდეს მოსახლეობის უწყვეტ წყალმომარაგებას პიკის საათებში, აგრეთვე წყლის მარაგს გაუთვალისწინებელი შემთხვევისათვის. მიწისქვეშა რეზერვუარების კედლები და ფუძე უნდა იყოს წყალგაუმტარი. რეზერვუარების ფუძე უნდა განლაგდეს გრუნტის წყლების დონეზე მაღლა. რეზერვუარების ვენტილაციისათვის გათვალისწინებულია სავენტილაციო მილების დამონტაჟება.

სატუმბ სადგურში სანიტარიული კვანძის მოწყობა დასაშვებია მისი საკანალიზაციო ქსელთან მიერთების შემთხვევაში.

წყალსადენის ქსელის შეფასების დროს შეისწავლება მისი ტიპი (წრიული, ჩიხური) და ტრასის სანიტარიული მდგომარეობა სათავე ნაგებობიდან დასახლებამდე. წყალსადენის ქსელი უნდა იყოს წრიული ტიპის. ერთეული ჩიხური განტოტვა დასაშვებია ცალკეული, მოშორებით განლაგებული მომხმარებლისათვის 100 მმ-მდე დიამეტრის მილით.

ტრასის სიგანე უნდა იყოს არანაკლებ 40 მ ღერძის ორივე მხარეს — განაშენიანებულ ტერიტორიაზე და არანაკლებ 10 მ – მის გარეთ. დასახლების ფარგლებში წყალსადენისა და საკანალიზაციო ქსელების იძულებითი გადაკვეთის შემთხვევაში წყალსადენის მილები პროექტდება უფრო მაღლა. ვერტიკალური დაცილება მათ შორის უნდა იყოს არანაკლებ 0,4 მ-ისა. წყალსადენის მილი უნდა იყოს მეტალის და გარსაცმით დაფარული. გარსაცმის სიგრძე უნდა იყოს არანაკლებ 5 მ გადაკვეთის ადგილიდან ორივე მხარეს თიხნარ გრუნტში და არა ნაკლებ 10 მ – ფილტრაციულ გრუნტში. ასეთ უბნებზე კანალიზაციისათვის გამოიყენება თუჯის მილები. შესაძლებელია, ასევე, პლასტმასის მილების გამოყენება, რომელიც მედეგია კოროზიისადმი, არ მოქმედებს მასზე მჟავები და ტუტეები, გამოირჩევა სიმსუბუქით და დრეკადობით; თუმცა, მისი გამოყენება არ შეიძლება ცხელი წყლით მომარაგებისათვის. პლასტმასებიდან ყველაზე მეტად გამოიყენება პოლივინილქლორიდი (ვინილპლასტი) და პოლიეთილენი. წყალსადენისა და კანალიზაციის მილსადენების ერთ დონეზე პარალელური განლაგების დროს მილსადენებს შორის დაცილება უნდა იყოს არანაკლებ 1,5 მ – წყალსადენის მილის 200 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის შემთხვევაში და არა ნაკლებ 3 მ — წყალსადენის მილის 200 მმ-ზე მეტი დიამეტრის შემთხვევაში.

წყალსადენის მილი უნდა განლაგდეს გრუნტის შესაძლო გაყინვის დონეზე 0,5 მ-ით ღრმად, მაგრამ არა ნაკლებ 0,5-ზე – მიწის ზედაპირიდან.

ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ ჭები დაცული იყოს ზედაპირული და გრუნტის წყლების შეღწევისაგან.

1.13.4. წყალსადენის სანიტარიული დაცვის ზონის პროექტის დასაბუთება და მისი ორგანიზაცია

წყალსადენის პროექტის აუცილებელი ნაწილია მისი სანიტარიული დაცვის ზონების პროექტი. ამ ნაწილის ექსპერტიზის დროს ყურადღება ექცევა სანიტარიული დაცვის ზონის (სდზ) საზღვრებისა და სარტყლების ზომების შესაბამისობას სანიტარიულ წესებთან.

სანიტარიული დაცვის ზონის პროექტის ექსპერტიზა მთავრდება შესაბამისი დასკვნის შემუშავებით.

წყალსადენის პროექტში გათვალისწინებული უნდა იყოს წყალსადენის ნაგებობების გარეცხვისა და გაუსნებოვნების დროს წარმოქმნილი წყლის მოცილებისა და გაუვნებლობის, სალექარების ნალექის გაუვნებლობისა და მოცილების საკითხები, აგრეთვე ქლორის განთავსებისა და დროებით შენახვისა და მასთან მუშაობის რეჟიმის საკითხები. პროექტში გათვალისწინებული უნდა იყოს წყლის მომზადების ობიექტების სარეზერვო სიმძლავრეების არსებობა საგანგებო სიტუაციებში წყლის დამუშავების ტექნოლოგიური სქემის შეცვლის შემთხვევისათვის (წყალმომარაგების წყაროს წყლის გაბინძურება და სხვ.).

წყალსადენის პროექტის განხილვა მთავრდება *საექსპერტო დასკვნის* შემუშავებით. მასში მოცემულია: პროექტისა და საპროექტო ორგანიზაციის დასახელება, პროექტის შედგენის დასაბუთება, წარმოდგენილი საპროექტო მასალის ჩამონათვალი მათი სისრულისა და ხარისხის შეფასებით, პროექტის მოკლე შინაარსი; შეფასებულია დაგეგმილ პროფილაქტიკურ და გამაჯანსაღებელ ღონისძიებათა საკმარისობა. მასში მოცემულია სანიტარიული დაცვის ზონის ტერიტორიასა და აკვატორიაში სათანადო სანიტარიული რეჟიმის უზრუნველსაყოფად გასატარებელი ღონისძიებების ჩამონათვალი. საბოლოოდ კეთდება დასკვნა პროექტის მიღების (ან დასამუშავებლად გადაგზავნის) შესახებ.

1.14. წყალსადენის ნაგებობების მშენებლობისა და ექსპლუატაციაში მიღების პროცესის სანიტარიული მონიტორინგი

წყალსადენის მშენებლობის დაწყების წინაპირობაა შესაბამის ორგანოებთან პროექტის შეთანხმება დადგენილი წესით.

წყალსადენის მშენებლობის პროცესში დამტკიცებული პროექტიდან გადახრა, რაც დაკავშირებულია წყალაღების სისტემის კონსტრუქციისა და განთავსების ადგილის, წყლის დამუშავების ტექნოლოგიის, წყალსადენის სიმძლავრის, მაგისტრალური მილების ტრასირების შეცვლასთან, აგრეთვე სანიტარიული დაცვის ზონის ტერიტორიასა და აკვატორიაში გასატარებელი ღონისძიებების შეცვლასთან, საჭიროებს აუცილებელ შეთანხმებას დადგენილი წესით.

წყალსადენის მშენებლობის პროცესში, კვარტალში 1-ჯერ, ტარდება მიმდინარე სამუშაოების სანიტარიული კონტროლი. მოწმდება ჩატარებული სამუშაოების შესაბამისობა არსებულ პროექტთან; განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა წყალსადენის მილების შენახვის პირობებს. მილები დახურული უნდა იყოს სპეციალური საცობებით მათში ზედაპირული წყლების, გადანაყრებისა და სხვა დამაბინძურებლების მოხვედრის თავიდან ასაცილებლად. მოწმდება აქტები დახურული

(მიწისქვეშა) სამუშაოების შესრულების შესახებ — ყველა რეზერვუარსა და საცავში ჰიდროსაიზოლაციო სამუშაოების ჩატარება, ასევე მილების გადაბმის ადგილებში, გამოყენებული სინთეზური მასალები და ა.შ. ყველა შემოწმების შედეგები ფორმდება სათანადო აქტით.

წყალსადენის ექსპლუატაციაში მიღება ტარდება წყალაღებისა და წყალსადენის ნაგებობების მშენებლობის დამთავრების შემდეგ, სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის ორგანიზაციისა და კეთილმოწყობის, II და III სარტყლებში გასატარებელი ღონისძიებების გეგმის შესრულების შემდეგ.

ჭების ექსპლუატაციაში მიღების პროცესი მოიცავს შემდეგ სამუშაოებს: ჭის პროექტის, ბურღვისა და საცდელი ამოტუმბვის ჟურნალების შესწავლა; გამოყენებული სინთეზური მასალების დადგენა და სხვ. ამის შემდეგ, ადგილზე, ხდება ჭის დათვალიერება, რომლის დროს ყურადღება ექცევა შემდეგ საკითხებს: ა) ამოყვანილია თუ არა მიწის ზედაპირის ზემოთ პროექტით გათვალისწინებული ყველა მილი (არანაკლებ 0,5 მ-ზე); ჩატარებულია თუ არა ჭის მოპირკეთება თიხით; გ) არის თუ არა მილებს შორის ცემენტით გადაბმა. ტარდება წყლის საცდელი სამრეწველო ამოქაჩვა, რომელიც გრძელდება წყლის სრულ გაკამკამებამდე. წყლის სინჯების აღება ბაქტერიოლოგიური და ქიმიური ანალიზისათვის ხდება წყლის ხანგრძლივი ამოქაჩვის შემდეგ, რომლის წარმადობა გარკვეულად აღემატება საპროექტო (საექსპლუატაციო) სიმძლავრეს. ჭის ექსპლუატაცია დაიშვება, თუ სრულად შესრულებულია პროექტით გათვალისწინებული სამუშაოები და წყალი, თავისი თვისებებით, პასუხობს სასმელი წყლის ნორმატიულ მოთხოვნებს.

წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროზე მონყობილი წყალსადენის (წყლის დამუშავების გარეშე) მიღება ხდება ერთ ეტაპად. სხვა დოკუმენტებთან ერთად, წარმოდგენილი უნდა იყოს: ჭაბურღილიდან წყლის ამოქაჩვის დაკვირვების ჟურნალი, აქტი მილსადენების გარეცხვისა და დეზინფექციის ჩატარების შესახებ, საცდელი ამოქაჩვის დროს ჭაბურღილის წყლის სანიტარიული ანალიზის შედეგების ოქმი.

დამუშავებული წყლის მიწოდებით მოწყობილი წყალსადენის ნაგებობების ექსპლუატაციაში მიღება წარმოებს 2 ეტაპად: პირველ ეტაპზე სამუშაო კომისიის მიერ, ხოლო შემდეგ — სახელმწიფო კომისიის მიერ. წყალსადენის მშენებლობის დამკვეთი ორგანიზაციის მიერ იქმნება სამუშაო კომისია, რომელშიც შედის ამ ორგანიზაციის, საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციების, აგრეთვე სხვა დაინტერესებული ორგანიზაციების წარმომადგენლები. სამუშაო კომისია ამოწმებს შესრულებული სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესაბამისობას პროექტთან, აღჭურვილობის სასინჯი ექსპლუატაციის შედეგების საფუძველზე აკეთებს დასკვნას და წყვეტს საკითხს ობიექტის მისაღებად სახელმწიფო კომისიისათვის გადაცემის შესახებ.

წყალსადენის სასინჯი ექსპლუატაციის დროს ტარდება შემდეგი სამუშაოები: წყლის დამუშავებისათვის განკუთვნილი დანადგარები და აღჭურვილობა ირეცხება და უტარდება დეზინფექცია. სალექარების,

შემრევების და ფილტრების დეზინფექციისათვის მათ 5-6 სთ-ის განმავლობაში ავსებენ ქლორიანი წყლით, რომელშიც აქტიური ქლორი არის 75-100 მგ/ლ. იმ შემთხვევაში, თუ აქტიური ქლორის კონცენტრაცია ნაკლები იქნება, კონტაქტის დრო იზრდება. კერძოდ, აქტიური ქლორის 40-50 მგ/ლ კონცენტრაციის დროს ექსპოზიციის ხანგრძლივობა უნდა იყოს 24 სთ. საკონტაქტო დროის გასვლის შემდეგ ხდება ქლორიანი წყლის მოცილება და სუფთა წყლით რეცხვა აქტიური ქლორის შემცველობის 0,3-0,5 მგ/ლ-მდე შემცირებამდე. ასეთივე წესით ხდება მცირე მოცულობის წნევიანი რეზერვუარების დამუშავება (გაუსნებოვნება) განმენდისა და რემონტის შემდეგ. დიდი მოცულობის რეზერვუარების დეზინფექციისათვის მათი კედლები და ფსკერი რეზინის მილების ან ჰიდროპულტის საშუალებით უხვად ირწყვება აქტიური ქლორის 200-250 მგ/ლ კონცენტრაციის ქლორიანი წყლით. 1-2 სთ-ის შემდეგ მათი ზედაპირები ირეცხება სუფთა წყლით. რეზერვუარების შევსების შემდეგ, 2-ჯერადი დამაკმაყოფილებელი ბაქტერიოლოგიური ანალიზის შემთხვევაში (დროის იმ ინტერვალში, რომელიც საკმარისია რეზერვუარში წყლის მოცულობის სრულად შეცვლისათვის), რეზერვუარი იკეტება, ილუქება და ეძლევა ექსპლუატაციის ნებართვა.

ჭაბურღილების დეზინფექცია ტარდება წყლის ამოქაჩვის შემდეგ. პირველ რიგში წარმოებს ჭაბურღილის ზედა (წყლის ზედა) ნაწილის გაუსნებოვნება, რისთვისაც მასში სტატიკურ დონეზე რამდენიმე მეტრით ქვემოთ იდგმება პნევმატური საცობი, მასში ჰაერს ტუმბავენ. ჭაბურღილის მთელ მოცულობას საცობის ზემოთ 3-6 სთ-ით 50-100 მგ/ლ აქტიური ქლორის შემცველი ქლორიანი წყლით ავსებენ. შემდეგ საცობს აცილებენ და ქლორიანი წყალი სპეციალური შემრევის საშუალებით ჭის წყლიან ნაწილში შეჰყავთ ისეთი გაანგარიშებით, რომ ჭის წყალთან შერევის შემდეგ აქტიური ქლორის კონცენტრაცია იყოს 50 მგ/ლ. კონტაქტის 3-6 სთ-ის შემდეგ ჭიდან წყალი ამოიტუმბება ქლორის შესამჩნევი სუნის გაქრობამდე (ან აქტიურ ქლორზე უარყოფითი რეაქციის მიღებამდე). ამის შემდეგ იღებენ წყლის სინჯს საკონტროლო ბაქტერიოლოგიური და ქიმიური კვლევისათვის.

წყალსადენის ქსელის ექსპლუატაციაში მიღებამდე წარმოებს მისი გამოცდა სიმტკიცეზე და ჰერმეტულობაზე. ამ მიზნით სისტემას შეავსებენ წყლით წნევის ისეთ სიდიდემდე, რომელიც 2-ჯერ აღემატება წნევის სამუშაო (საექსპლუატაციო) დონეს. სისტემის წინასწარი გარეცხვისათვის წარმოებს ხანგრძლივი (4-5 სთ-ის განმავლობაში) გარეცხვა 1,2-1,5 მ/წმ სიჩქარის მქონე წყლის ნაკადით. ამის შემდეგ წყალსადენის მილები შეივსება 75-100 მგ/ლ აქტიური ქლორის შემცველი ქლორიანი წყლით, რაც დაყოვნდება არანაკლებ 6 სთ-ის განმავლობაში. ქლორიან წყალთან კონტაქტის შემდეგ ქსელი ირეცხება სუფთა წყლით და იღებენ წყლის სინჯებს ბაქტერიოლოგიური და ქიმიური კვლევისათვის.

წყალსადენის სათავე ნაგებობებისა და ქსელის გარეცხვისა და დეზინფექციის შემდეგ შესაძლებელია წყალსადენის გაშვება და საცდელი ექსპლუატაცია, რომელიც არანაკლებ 48 სთ გრძელდება. საცდელი

ექსპლუატაციის პროცესში ტარდება წყლის ლაბორატორიული გამოკვლევები წყალსადენის ყველა ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობის შემოწმებისათვის.

სამუშაო კომისიის დადებითი დასკვნის შემდეგ წყალსადენის ექსპლუატაციაში მიღების საკითხს წყვეტს სახელმწიფო კომისია. კომისია ეცნობა სათანადო დოკუმენტაციას (მ.შ. წყალსადენის პროექტს, შუალედურ აქტებს ცალკეული ნაგებობების მიღების შესახებ, სამუშაო კომისიის დასკვნას და სხვ.), ადგენს აგებული ობიექტის პროექტთან შესაბამისობას და შენიშვნების არარსებობის შემთხვევაში იძლევა საბოლოო დასკვნას წყალსადენის მთელი კომპლექსის ექსპლუატაციაში მიღების შესახებ, რაც აქტის სახით ფორმდება.

1.15. წყალსადენის საწარმოო კონტროლი და ექსპლუატაციის სანიტარიული მონიტორინგი

ექსპლუატაციის პროცესში წყალსადენის მფლობელი ვალდებულია უზრუნველყოს:

- წყლის შეუფერხებელი მიწოდება, რომლის ხარისხი შეესაბამება დადგენილ ჰიგიენურ მოთხოვნებს;
- სანიტარიული დაცვის ზონის I სარტყლის ტერიტორიასა და აკვატორიაში მისი ორგანიზაცია და სათანადო რეჟიმის დაცვა;
- წყალაღების ადგილებში, გამანაწილებელ ქსელში შესვლის წინ და წყალმოხმარების ადგილებში წყლის ხარისხის სანიტარიული კონტროლი.

წყალსადენის ექსპლუატაციის სანიტარიული მონიტორინგი გულისხმობს: წყალსადენის გამწმენდი ნაგებობების, სასმელი წყლის შენახვის რეზერვუარების, გამანაწილებელი ქსელის პერიოდულ სანიტარიულ კვლევას; წყლის ხარისხის სანარმოო კონტროლის სამუშაო პროგრამების შეთანხმებას, არსებული სანიტარიული სიტუაციის გათვალისწინებით; წყალსადენის ანალიზური ლაბორატორიის მეთოდურ ხელმძღვანელობას.

წყალსადენის გამანაწილებელი ქსელის ექსპლუატაციის დროს აუცილებელია ორი ძირითადი სანიტარიული მოთხოვნის დაცვა: გამანაწილებელი ქსელი უნდა უზრუნველყოფდეს წყლის შეუფერხებელ მიწოდებას მისი მოხმარების ყველა წერტილში და აცილებული უნდა იყოს წყლის გაბინძურება მისი ტრანსპორტირების მთელ გზაზე, მოხმარების ადგილამდე. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა გამანაწილებელ ქსელში წყლის საკმარისი წნევის უზრუნველყოფას, სიფონური ეფექტის პრინციპით ქსელში გაბინძურების მოხვედრის პროფილაქტიკისათვის. წყალსადენის ქსელში შესაძლო გაუმართაობის დროული აღმოფხვრა წყალსადენის საექსპლუატაციო სამსახურის მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

გამანაწილებელ ქსელში წყლის ხარისხის შენარჩუნებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ქსელის რეგულარულ გარეცხვას. იგი ხორციელდება გრაფიკით, წყალსადენის ექსპლუატაციის წესების შესაბამისად.

წყალსადენის წყლის ხარისხის შეფასების მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია წყლის ხარისხის საწარმოო კონტროლის მონაცემების შედარება წყალსადენის მომსახურების ტერიტორიაზე მოსახლეობის ნაწლავთა ინფექციებით ავადობის მონაცემებთან, აგრეთვე მოსახლეობის ჩივილების ანალიზი წყლის ხარისხისა და მიწოდების შეფერხებების შესახებ.

დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების დანადგარების სანიტარიულ მდგომარეობაზე პასუხისმგებელია ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანო ან მოსახლეობის საზოგადოებრივი ორგანიზაცია (მაგალითად, მებაღეობის ამხანაგობა), რომლის მფლობელობაშიც ან გამგებლობაშიც არის ეს ნაგებობა. მასვე ევალება წყალშემკრები ნაგებობების (საერთო სარგებლობის ჭების ან კაპტაჟის) ტექნიკური მდგომარეობის, აგრეთვე წყლის ხარისხის საწარმოო კონტროლის ორგანიზაცია.

წყალმომარაგების ავტონომიური სისტემების წყალშემკრები ნაგებობების ტექნიკური მდგომარეობისა და წყლის ხარისხის კონტროლი ხორციელდება მათი მფობელის მიერ.

1.16. მცირე მოცულობის სასმელი წყლის მომზადების ჰიგიენური საფუძვლები

მცირე სასოფლო დასახლებების და ცალკეული ობიექტის (დასასვენებელი სახლის, პანსიონატის, სასტუმროს, საველე ბანაკის და სხვ.) ცენტრალური სასმელი წყალმომარაგების ორგანიზაციისაათვის ზედაპირული წყაროების წყლის გამოყენებისას საჭიროა მცირე მოცულობის გამწმენდი ნაგებობები. ამ მოთხოვნებს პასუხობს ქარხნული წესით დამზადებული კომპაქტური დანადგარები წარმადობით 25-დან 8000 მ³/დღეღამეში. შემუშავებულია ასეთი დანადგარების მრავალი ვარიანტი. ასეთი სამრეწველო დანადგარების გამოყენება განაპირობებს მათ სანიტარიულ კეთილსაიმედოობას.

ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში დანადგარის არჩევა ხდება წყალმომარაგების წყაროს წყლის შემადგენლობისა და თვისებების თავისებურებების გათვალისწინებით. ზედაპირული წყაროს მცირე სიმღვრივის შეფერილი წყლის გაწმენდისათვის რეკომენდებულია ერთსაფეხურიანი ფილტრაციის დანადგარი კონტაქტური კოაგულაციით. მაღალი ანთროპოგენური დაბინძურების ბუნებრივი წყლის გაწმენდისათვის გამოიყენება დანადგარი წყლის გაკამკამების, ოზონირებისა და სორბციის ბლოკებით. ისინი განაპირობებენ ისეთი წყლის გაწმენდას, რომლებიც დიდი კონცენტრაციებით შეიცავს ფენოლს, ნავთობპრო-დუქტებს და სხვა ორგანულ ნივთიერებებს. დანადგარის უნივერსალობა, კონსტრუქციის შეცვლის გარეშე, უზრუნველყოფს სამუშაოს შესრუ-ლებას არარეაგენტულ და რეაგენტულ (კოაგულანტის გამოყენებით) რეჟიმში. პირველ შემთხვევაში დანადგარის წარმადობა 4-ჯერ ნაკლებია.

აღნიშნული დანადგარები წყლის გაწმენდის დიდ ტექნიკურ ეფექტურობას განაპირობებს: შეწონილი ნივთიერებების მხრივ — 98-99%, ფერიანობის მიხედვით — 80%-მდე; დალექვა და ფილტრაცია ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიების შემცველობას ამცირებს 99,8-99,9%-ით.

დანადგარის ასეთი მაღალი ეფექტურობა შესაძლებელია მისი ექსპლუატაციისა და რემონტის ცენტრალიზაციისა და უნიფიკაციის შემთხვევაში.

1.17. სასმელი წყალმომარაგებისა და სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება და სანიტარიული კონტროლი

მოსახლეობის სამელი წყალმომარაგების სანიტარიული კონტროლი ხორციელდება ჰიგიენური ნორმატივებისა და სანიტარიული წესების საფუძველზე, რომელთა მოთხოვნების დაცვა უზრუნველყოფს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის იმ წყლის შედგენილობის უსაფრთხოებასა და უვნებლობას, რომელიც მიეწოდება მოსახლეობას ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სისტემით, ან მოიხმარს საერთო გამოყენებისათვის განკუთვნილი დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროებიდან.

ცენტრალიზებული სასმელი წყალმომარაგების სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს წყლის საკმარისი რაოდენობის შეუფერხებელ მიწოდებას მოსახლეობისათვის და კვების მრეწველობის სანარმო-ებისათვის, რომლის ხარისხი შეესაბამება ჰიგიენურ მოთხოვნებს სასმელი წყლისადმი.

ამ ამოცანის რეალიზაციისათვის აუცილებელია წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა; სანიტარიული დაცვის ზონის საზღვრებისა და სანიტარიული რეჟიმის დადგენა მის ტერიტრიასა და აკვატორიაში; წყლის დამუშავების სქემის შერჩევა, რომელიც წყალმომარაგების წყაროს წყლის ხარისხის ადეკვატურია და უზრუნველყოფს წყლის გაწმენდას ჰიგიენური ნორმატივების მოთხოვნებამდე; წყლის მომზადების, შენახვის, ტრანსპორტირებისა და განაწილების სისტემების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია; წყლის ხარისხის მუდმივი საწარმოო კონტროლის ორგანიზაცია და განხორციელება წყალაღების ადგილებში, ქსელში შესვლამდე და წყალსადენის გამანაწილებელ ქსელში.

ამ ღონისძიებების შინაარსი და მოცულობა განისაზღვრება წყალსადენისა და სხვა ნაგებობების დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციაში მიღების დროს, ექსპლუატაციის პროცესში. ყველა ზემოაღნიშნულ სტადიაზე განხორციელებული სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კონტროლის მეთოდები, შინაარსი და მოცულობა სხვადასხვა ეტაპზე განსხვავებულია.

1.17.1. სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება

სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება წარმოებს მოცემული სახის წყლისადმი წაყენებული მოთხოვნების გათვალისწინებით. ტერმინში „წყლის სახე" იგულისხმება წარმოშობით, ფორმირებით, წარმოშობის სიღრმით განპირობებული გარკვეული თვისებების მქონე ბუნებრივი წყალი.

პრაქტიკული თვალსაზრისით, გამოყოფენ წყლის 3 ტიპს: ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სასმელი წყალი; ადგილობრივი წყალმომარაგების სასმელი წყალი; წყალმომარაგების წყაროს წყალი.

მიზანშეწონილია წყლის მოცემული 3 ტიპიდან 7 სახის გამოყოფა:

1. წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემით მიწოდებული სასმელი წყალი. მას ეწოდება „წყალსადენის წყალი“;
2. წყალმომარაგების წყაროდან ცენტრალიზებული წყალმომარაგებისათვის მიწოდებული სასმელი წყალი დამუშავების გარეშე. წყლის ამ სახეს მიეკუთვნება ფენათშორისი ნნევიანი (არტეზიული) წყლები. შემოკლებით წყლის ეს სახე აღინიშნება, როგორც „არტეზიული წყალი“;
3. წყალმომარაგების წყაროს წყალი, რომელიც ცენტრალიზებული წყალმომარაგებისათვის გამოიყენება მხოლოდ გაუსნებოვნების შემდეგ. წყლის ამ სახეს მიეკუთვნება ფენათშორისი უწნევო და წნევიანი წყლები, ინფილტრაციული წყლები წყალსატევებიდან და წყალსაცავებიდან. შემოკლებით ამ სახის წყალს ეწოდება „წყალმომარაგების წყაროს წყალი, რომელიც მოითხოვს მხოლოდ გაუსნებოვნებას";
4. წყალმომარაგების წყაროს წყალი, რომელიც მოსახლეობის მიერ გამოიყენება ადგილობრივი წყალმომარაგებისათვის. ასეთი სახის წყლებს მიეკუთვნება, უპირატესად, გრუნტის წყლები. შემოკლებით ამ სახის წყალს ეწოდება „ჭის წყალი;
5. წყალმომარაგების წყაროს წყალი, რომლის გამოყენება სასმელ-სამეურნეო მიზნით შესაძლებელია მხოლოდ დამუშავების საერთოდ მიღებული მეთოდების გამოყენებით (გაკამკამება, გაუფერულება და გაუსნებოვნება). ასეთ წყაროებს მიეკუთვნება მდინარეების, წყალსაცავების, ტბებისა და არხების წყალი. შემოკლებით ასეთ წყალს „მდინარის წყალი“ ეწოდება;
6. წყალმომარაგების წყაროს წყალი, რომელიც არის დაბინძურებისაგან ბუნებრივად დაცული მინისქვეშა წყლის ერთი საბადოდან ნარმოებული (ჩამოსხმული) წყალი, რომლის ქიმიური შედგენილობა, ტემპერატურა და დებიტი შესაძლოა არ იყოს სტაბილური და მარაგი არ იყოს დამტკიცებული. მისი დამუშავების დროს გამოყენებულია ისეთი ტექნოლოგია, რომელსაც არ შეუძლია გამოიწვიოს მისი ბუნებრივი მიკრობიოლოგიური და ქიმიური შედგენილობის ცვლილება. მას ეწოდება „წყაროს წყალი“.
7. წყალმომარაგების წყაროს წყალი, რომლის გამოყენება სასმელ-სამეურნეო მიზნით შესაძლებელია მხოლოდ დამუშავების სპეციალური მეთოდების გამოყენების შემდეგ (გამტკნარება, დარბილება, ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების მოცილება ან დამატება და სხვ.). ასეთი სახის წყალს მიეკუთვნება მაღალი მინერალიზაციის მინისქვეშა წყლები, აგრეთვე ინტენსიურად დაბინძურებული წყლის ობიექტების წყლები. შემოკლებით მას ეწოდება „წყალი, რომელიც საჭიროებს სპეციალური მეთოდებით დამუშავებას“.

სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყლის წარმოდგენილი კლასიფიკაცია პირობითია და არ ითვალისწინებს წყლის ყველა სახეს, მაგრამ პრაქტიკულად გამართლებულია.

წყლის ხარისხის შეფასება მოიცავს შემდეგ ძირითად მომენტებს: წყალმომარაგების წყაროების, ცენტრალიზებული და ადგილობრივი (დეცენტრალიზებული) წყალმომარაგების სხვადასხვა ნაგებობისა და აღჭურვილობის, მთლიანად წყალსადენის სისტემის სანიტარიული გამოკვლევა; წყლის ხარისხის კვლევა (ორგანოლეპტიკური თვისებების, ქიმიური შედგენილობის, ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების განსაზღვრა); დასკვნის მომზადება.

წყლის ხარისხის სანიტარიული კონტროლი ხორციელდება ლაბორატორიულ-საწარმოო კონტროლის სახით, რომელსაც წყალსადენის ლაბორატორია ატარებს.

წყლის ლაბორატორიულ-საწარმოო კონტროლი სისტემატურად ხორციელდება:

1.წყალსადენისათვის წყლის აღების ადგილზე;

2.ნყლის დამუშავების პროცესში;

3.ქსელში გაშვების წინ;

4.გამანაწილებელ ქსელში.

საანალიზოდ წყლის სინჯის აღება ხდება მუდმივ წერტილებში, რომელთა შერჩევა შემდეგ პრინციპებს ემყარება:

1.სათავე ნაგებობიდან ყველაზე დაშორებულ უბნებში;

2.ჩიხურ განშტოებებში;

3.ყველაზე მოძველებულ და სანიტარიულად არაკეთილსაიმედო ადგილებში გამავალი ქსელიდან.

ნიმუშის აღებისა და ჩასატარებელი კონკრეტული გამოკვლევების ჯერადობა განისაზღვრება შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით.

1.17.2. წყლის სინჯის აღება, წყლის ანალიზის ჩატარება და მისი შედეგების გაფორმება

ანალიზისათვის წყლის სინჯის აღება წარმოებს ნორმატიული დოკუმენტის* მოთხოვნების დაცვით.

წყლის სინჯის აღების დროს სავალდებულოა შემდეგი პირობების დაცვა: ა) სინჯის აღების დროს უნდა გამოირიცხოს შემთხვევითი მომენტები; ბ) წყლის თვისებების შეცვლის გამორიცხვის მიზნით სინჯის აღების შემდეგ ანალიზი უნდა ჩატარდეს მაქსიმალურად სწრაფად; გ) წყლის მოკლე სანიტარიული ანალიზისათვის საკმარისია სინჯის 2 ლ, ხოლო სრული ანალიზისათვის – 5 ლ; ბაქტერიოლოგიური ანალიზისათვის ერთ შემთხვევაში საჭიროა სინჯის 0,5 ლ, ხოლო მეორე შემთხვევაში — 1,0 ლ; დ) სინჯის ონკანიდან აღების შემთხვევაში, აღებამდე წყალმა 2 წთ-ის განმავლობაში უნდა იდინოს (ფუჭი დინება).

---

* წყლის სინჯის აღების სანიტარიული წესები. სანწ 2.1.4. 005-04 (სსმ, III, №13, 2004).

წყლის სინჯის აღების ტიპებია: წერტილოვანი, პერიოდული, უწყვეტი, სერიული, შედგენილი და დიდი მოცულობის. სინჯის აღების ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია აღების მიზანსა და პროგრამაზე.

წყლის ქიმიური და ბიოლოგიური ანალიზისათვის რეკომენდებულია სინჯების ცალ-ცალკე აღება, რადგან სინჯის წინასწარი დამუშავებისა და განსაზღვრის მეთოდები, ასევე ასაღები მოწყობილობები განსახვავებულია.

წყლის სინჯის აღების ადგილზე განისაზღვრება: სუნი, გემო, pH, მჟავიანობა (ტუტიანობა), ელექტროგამტარობა, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურა, ასევე ქლორის, ოზონის, ჟანგბადის, ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობა და უნდა მოხდეს წყლის ვიზუალური შეფასება.

წყლის ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზისათვის სინჯს იღებენ მინის ჭურჭელში, რომელსაც არანაკლებ 2-ჯერ გამოავლებენ საანალიზო წყალს.

სინჯების კონსერვაცია ხდება გარკვეული ქიმიური ნაერთების (მჟავები, ტუტეები, ბიოციდები) დამატებით წინასწარ, ცარიელ ჭურჭელში ან სინჯის აღების შემდეგ.

ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის სინჯების აღება ხდება ერთდროულად; სინჯებისათვის იყენებენ მინის ჭურჭელს მილესილი ან ხრახნიანი საცობით, რომელსაც წინასწარ ასტერილებენ საშრობ კარადაში 160^{0}C ტემპერატურაზე 1 სთ-ის განმავლობაში. შესაძლებელია სტერილიზაცია დუღილით 30 წთ-ის განმავლობაში. სინჯის აღების შემდეგ თითოეულ ჭურჭელს ათავსებენ ქაღალდის ცალკეულ პაკეტებში სათანადო აღნიშვნით.

წყალსადენის ქლორირებულ წყალს მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის იღებენ ჭურჭელში, რომელშიც სტერილიზაციამდე შეაქვთ ნატრიუმის თიოსულფატის 0,01 მოლი/ლ ხსნარის 10 მლ ნარჩენი ქლორის შეკავშირებისათვის. სტერილიზაციას ატარებენ ავტოკლავში. სინჯს იმგვარად იღებენ, რომ ჭურჭელში საცობის ქვეშ ჰაერის მცირე (5-6 სმ^{3}) მოცულობა დარჩეს.

წყალსადენის ქსელიდან, წყალშემკრები კოშკიდან ან ჭაბურღილიდან სინჯის აღების დროს ონკანის თავს წინასწარ მოწვავენ სპირტქურის საშუალებით; არანაკლებ 15 წთ-ის განმავლობაში უშვებენ წყალს სრულად გახსნილი ონკანიდან და მხოლოდ ამის შემდეგ იღებენ სინჯს სტერილურ ჭურჭელში. სინჯის აღების შემდეგ ჭურჭელს მჭიდროდ უცობენ თავს სტერილური საცობით.

ღია წყალსატევიდან წყლის სინჯს იღებენ წყალაღების დონეზე დამხმარე საშუალების (ჭოკი და სხვ.) გამოყენებით.

შახტური ჭიდან სინჯის ასაღებად გამოყენება გრძელი საგანი ან ამ ჭიდან წყლის ამაღებისათვის განკუთვნილი სათლი.

სინჯის აღების დროს ივსება თანმხლები დოკუმენტი, რომელშიც აღინიშნება სინჯის აღების ადგილი და დრო ან სინჯის რიგითი ნომერი. სინჯი თანმხლებ ბლანკთან ერთად მაქსიმალურად სწრაფად იგზავნება ლაბორატორიაში ანალიზისათვის.

სინჯის თანმხლებ დოკუმენტში აღინიშნება: 1) წყალმომარაგების წყაროს დასახელება, ადგილმდებარეობა და მისამართი; 2) წყალმომარაგების წყაროს ან წყალსადენის დახასიათება (ტიპი, წყლის ამოტანის სიღრმე და საშუალებები, მიმდებარე ტერიტორიის სანიტარიული მდგომარეობა); 3) ამინდის მდგომარეობა სინჯის აღების დროს და წინამორბედი 10 დღის განმავლობაში (ღია წყალსატევებისათვის), აგრეთვე ქარის ძალა და მიმართულება; 4) საკვლევი წყლის სინჯის აღების გარემოებები და მიზანი (გეგმიური კვლევა, წყალმომარაგების წყაროს რემონტის შემდეგ, მოსახლეობის ჩივილი წყლის ხარისხზე — სუნი, სიმღვრივე და სხვ., კვლევა ნაწლავთა ინფექციების აფეთქების გამო და სხვ.); 5) კვლევის აუცილებელი მოცულობა (მოკლე თუ სრული ანალიზი, პათოგენური მიკროორგანიზმების განსაზღვრა და სხვ.); 6) სინჯის აღების თარიღი და დრო; 7) უშუალოდ წყაროსთან ჩატარებული კვლევის მონაცემები; 8) სინჯის ამღების ვინაობა (გვარი, თანამდებობა) და ხელმოწერა.

წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზი უნდა დაიწყოს სინჯის აღებიდან არა უგვიანეს 2 საათისა. 1-8°C ტემპერატურის პირობებში სინჯის შენახვა შესაძლებელია 6 საათამდე. სხვა დასახლებაში სინჯის ტრანსპორტირების აუცილებლობის შემთხვევაში იგი უნდა ინახებოდეს 1-5°C პირობებში არა უმეტეს 12 სთ-სა.

ლაბორატორიაში მოტანის შემდეგ სინჯი რეგისტრირდება ლაბორატორიის ჟურნალში, რომელშიც აღინიშნება თანმხლები დოკუმენტის მონაცემები. რეგისტრაციის ნომერი აღინიშნება სინჯზე (ჭურჭელზე). ჟურნალის გრაფაში „შენიშვნა" უნდა მიეთითოს ლაბორატორიაში სინჯის მიტანის ვადის დარღვევა (6 სთ-ზე მეტი) და მისი მდგომარეობა. სინჯის შემოტანის შემდეგ, პირველ რიგში (იმავე დღეს), ხდება წყლის მიკრობიოლოგიური დათესვა და ცდის დაყენება ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილების ($ЮВМ_5$) განსაზღვრისათვის. სასურველია, ჟანგვადობის განსაზღვრა, ამონიუმის, ნიტრატული აზოტის, რკინის, მანგანუმის და გახსნილი ჟანგბადის შემცველობის განსაზღვრა ჩატარდეს სინჯის აღებიდან 4 სთ-ის განმავლობაში. ალუმინის შემცველობის განსაზღვრა უნდა ჩატარდეს სინჯის აღებიდან 2 სთ-ის განმავლობაში. იმ შემთხვევაში, თუ შეუძლებელია წყლის ფიზიკურ-ქიმიური კვლევა ლაბორატორიაში სინჯის მიტანის დღეს, დასაშვებია მცირედ დაბინძურებული წყლის შენახვა მაცივარში 48 სთ განმავლობაში და სუფთა წყლისა — 72 სთ-ის განმავლობაში. სინჯის ძენახვის ვადების შესახებ კეთდება სათანადო აღნიშვნა ანალიზის ოქმში.

კვლევის უფრო ზუსტი შედეგები მიიღება წყლის კონსერვირების შემთხვევაში. ამ მიზნით საკვლევი წყლის 1 ლ-ს ემატება: ალუმინის განსაზღვრისათვის – 5 მლ კონცენტრირებული ქლორწყალბადმჟავა; მანგანუმის, ტყვიის და ვერცხლის განსაზღვრისათვის – 5 მლ კონცენტრირებული აზოტმჟავა, მეთილ ნარინჯით ვარდისფერ შეფერვამდე; ნიტრიტებისა და ამონიუმის განსაზღვრისათვის – 5 მლ ქლორწყალბადმჟავა

სუსტ მჟავე რეაქციამდე; ნიტრატების განსაზღვრისათვის – 2-4 მლ ქლოროფორმი ან 1 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა.

მიკრობიოლოგიური დათესვა, ორგანოლეპტიკური კვლევა და ცდის დაყენება ჟბმ$_5$-ის განსაზღვრისათვის აუცილებლად უნდა ჩატარდეს სინჯის აღების დღესვე, რადგან წყლის კონსერვირება ამ შემთხვევაში არ შეიძლება (შესასწავლი მაჩვენებლების შეცვლის გამო).

ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები გამოისახება SI სისტემის ერთეულში — მგ/დმ^3. მასთან ერთად ჯერ კიდევ გამოიყენება არასისტემური ერთეული — მგ/ლ (1 მგ/ლ= მგ/დმ^3).

კვლევის შედეგები ფორმდება ოქმის სახით.

1.17.3. წყლის ხარისხის კვლევა

წყლის კონკრეტული სინჯის კვლევის პროგრამა განისაზღვრება ანალიზის მიზნითა და ამოცანით და შეიძლება ჩატარდეს სანიტარიული კვლევის სრული ან/და მოკლე სქემით.

სრული სქემით წყლის სანიტარიულ კვლევას ატარებენ ცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროსა და ექსპლუატაციაში ახლად შესული არტეზიული ჭის წყლების შესწავლისას.

სრული სანიტარიული ანალიზის სქემა მოიცავს შემდეგ კვლევებს: ა) ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების კვლევა — ტემპერატურა, სუნი, გემო, ფერიანობა, გამჭვირვალობა, სიმღვრივე, აპკი, შეუიარაღებელი თვალით ხილული წყლის ორგანიზმები, შეწონილი ნაწილაკები (თუ გამჭვირვალობა 10 სმ-ზე ნაკლებია); ბ) ქიმიური კვლევა – პერმანგანატული ჟანგვადობა, საერთო და კარბონატული სიხისტე, ტუტიანობა, წყალბადის მაჩვენებელი (pH), გახსნილი ჟანგბადი, ჟბმ$_5$ (მხოლოდ ღია წყალსატევების წყლისათვის), მშრალი ნაშთი, საერთო მინერალიზაცია, ამონიუმის, ნიტრიტული და ნიტრატული აზოტი, კალციუმი, მაგნიუმი, ქლორის იონი, სულფატების იონი, საერთო რკინა, ფთორი, გოგირდწყალბადი (სუნის შემთხვევაში), მიკროელემენტები, ტოქსიკური და რადიაქტიური ნივთიერებები (ჩვენების მიხედვით); გ) მიკრობიოლოგიური კვლევა – მეზოფილური აერობების და ფაკულტატური ანაერობების რიცხვი 1 მლ წყალში (მიკრობთა საერთო რაოდენობა), საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები, E. Coli, პათოგენური მიკროორგანიზმები (ჩვენების მიხედვით).

მოკლე სქემით წყლის სანიტარიულ კვლევას ატარებენ ადგილობრივი წყალმომარაგების წყაროს წყლის შესწავლისას (წყალმომარაგების წყაროს შერჩევის დროს), აგრეთვე სრული სქემით გამოკვლეული წყლის განმეორებითი კვლევის საჭიროებისას.

მიწისქვეშა წყლების ხარისხის შეფასების დროს სანიტარიული ანალიზის მოკლე სქემა მოიცავს შემდეგ კვლევებს: ა) ორგანოლეპტიკური კვლევა – სუნი, გემო, ფერიანობა, გამჭვირვალობა, სიმღვრივე, აპკი, შეუიარაღებელი თვალით ხილული წყლის ორგანიზმები; ბ) ქიმიური კვლევა – პერმანგანატული ჟანგვადობა, ამონიუმის, ნიტრიტული და ნიტრატული აზოტის შემცველობა, საერთო და კარბონატული სიხისტე,

ტუტიანობა, გახსნილი ჟანგბადი, ჟბმ$_5$ (ღია წყალსატევების წყლისათვის), ქლორის იონი, საერთო რკინა, ფთორი; გ) მიკრობიოლოგიური კვლევა — მიკრობთა საერთო რაოდენობა, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები, E. Coli.

წყალშემკრები კოშკიდან და წყალსადენის ონკანიდან აღებულ წყალსადენის წყლის ნიმუშებს მიმდინარე სანიტარიული კონტროლის მიზნით იკვლევენ შემდეგ მაჩვენებლებზე: სიმღვრივე, ფერიანობა, გემო, სუნი, მიკრობული რიცხვი და საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები. ანალიზის არადამაკმაყოფილებელი შედეგის შემთხვევაში იმავე წერტილიდან განმეორებით იღებენ წყლის ნიმუშს და დამატებით ატარებენ წყლის დაბინძურების სანიტარიულ-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც კვლევა ტარდება მოქმედ ჰიგიენურ ნორმატიულ დოკუმენტთან წყლის შესაბამისობის დადგენის მიზნით, შეისწავლება ყველა მითითებული მაჩვენებელი.

წყლის გაკამკამებისა და გაუფერულების ეფექტურობის შეფასებისათვის შეისწავლება მისი სიმღვრივე, გამჭვირვალობა, ფერიანობა, კოაგულანტებისა და ფლოკულანტების ნარჩენი რაოდენობა.

წყლის გაუსნებოვნების კონტროლის მიზნით შეისწავლება მიკრობთა საერთო რაოდენობა, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიების რაოდენობა, ნარჩენი აქტიური ქლორი.

წყალსადენის ჭებიდან და ონკანებიდან აღებული წყლის ნიმუშებში კვლევენ შემდეგ მაჩვენებლებს: გამჭვირვალობა, ფერიანობა, გემო, სუნი, სიმღვრივე, მიკრობთა საერთო რაოდენობა, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები, E. Coli. თუ წყალი იქლორება, იკვლევენ ნარჩენი ქლორის კონცენტრაციას.

წყლის ხარისხზე წყალსადენის ქსელის გავლენის შეფასების მიზნით კონტროლი ხორციელდება შემდეგი მაჩვენებლების მიხედვით: სუნი, გემო, ფერიანობა, სიმღვრივე, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები, E. Coli.

სასმელი წყლის სინჯში საერთო კოლიფორმული ბაქტერიებისა და E. Coli–ის აღმოჩენისას, ხელმეორედ ხდება მათი განსაზღვრა, დაბინძურების მიზეზის გამოსავლენად. ერთდროულად ისაზღვრება ქლორიდები და აზოტის ჯგუფის ნაერთები (ნიტრიტები და ნიტრატები).

განმეორებით აღებულ წყლის სინჯში საერთო კოლიფორმული ბაქტერიების და/ან E. Coli–ის აღმოჩენისას, წყლის კვლევა ხდება ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიებისა და/ან Streptococcus faecalis–ის არსებობაზე.

იმ შემთხვევაში, თუ წყალსადენის მილები დამზადებულია სინთეზური მასალისაგან, განისაზღვრება იმ ნივთიერებების შემცველობა, რომლებც ამ მილებიდან შეიძლება წყალში მოხვდეს. მათი ჯამური კონცენტრაცია ზდკ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

რუტინული მონიტორინგის მიზნით ლაბორატორიული კვლევები ტარდება შემდეგ მაჩვენებლებზე: ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები — სუნი, გემო, ფერიანობა, სიმღვრივე; ქიმიური მაჩვენებლები — pH,

აზოტის ფორმები (ამიაკი, ნიტრატები, ნიტრიტები), ქლორიდები, ნარჩენი ქლორი, ჟანგვადობა; მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები — მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები, E. Coli.

ლაბორატორიული ანალიზის საფუძველზე დგინდება წყლის ხარისხი, ხოლო მისი არასასურველი ხარისხის დროს – დაბინძურების მახასიათებლები.

ცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლის ხარისხი განისაზღვრება მაჩვენებლების 3 ჯგუფით:

- წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების მაჩვენებლები;
- წყლის ქიმიური შედგენილობის მაჩვენებლები;
- წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების მაჩვენებლები.

წყლის ხარისხის განმსაზღვრელი 3 ჯგუფის მაჩვენებლების გამოყოფა შეესაბამება წყლის ხარისხისადმი წაყენებულ ზოგად მოთხოვნებს (ტრიადას): ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოება, ქიმიური უვნებლობა, კეთილსასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები.

1.17.4. წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების შესწავლა

წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების შეფასებისათვის გამოიყენება მაჩვენებლების 2 ჯგუფი:

- სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები;
- სანიტარიულ-ქიმიური მაჩვენებლები.

➢ *სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური* მაჩვენებლები წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების ძირითადი მაჩვენებლებია (ცხრილი 1.2). მას მიეკუთვნება მიკრობთა საერთო რაოდენობა, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები, E. Coli, ხოლო ეპიდემიოლოგიური ჩვენებისას — პათოგენური მიკროორგანიზმების არსებობა.

სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიურ (ძირითად) მაჩვენებლებთან ერთად წყლის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების შეფასებისათვის გამოიყენება დამატებითი, არაპირდაპირი სანიტარიულ-ქიმიური მაჩვენებლები.

➢ *სანიტარიულ-ქიმიური* მაჩვენებლები ახასიათებს წყალში ორგანული ნივთიერებების ან მათი დაშლის პროდუქტების არსებობას. მაჩვენებლების ამ ჯგუფში შედის: პერმანგანატული და ბიქრომატული ჟანგვადობა, აზოტის ჯგუფი (ამონიუმის, ნიტრიტის, ნიტრატის აზოტი), ქლორიდები, ჟბმ$_5$, გახსნილი ჟანგბადი.

პერმანგანატული ჟანგვადობა — ჟანგბადის ის რაოდენობა (მგ), რომელიც იხარჯება 1 ლ წყალში არსებული ადვილად დაჟანგვადი ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების (ორვალენტოვანი რკინის მარილები, გოგირდწყალბადი, ამონიუმის მარილები, ნიტრატები და ა.შ.) დაჟანგვაზე. წყლის ჟანგვადობის მომატება მიუთითებს მის დაბინძურებაზე, რამდენადაც ჟანგვადობის სიდიდეს ძირითადად განაპირობებს წყალში ადვილად დაჟანგვადი ორგანული ნივთიერებების არსებობა.

ჟანგვადობის სიდიდე სხვადასხვა კატეგორიის წყალში მერყეობს. ყველაზე დაბალი ჟანგვადობა (1-2 მგ O_2/ლ) აქვს ღრმა მიწისქვეშა წყლებს, ხოლო გრუნტის წყლებში მის იზრდება 2-4 მგ O_2/ლ–მდე. ამასთან, იზრდება წყლის ფერიანობის ზრდასთან ერთად. ამიტომ მაღალი ჟანგვადობა წყლის უმნიშვნელო ფერიანობისას მიუთითებს მის შესაძლო დაბინძურებაზე. ღია წყალსატევების წყლის ჟანგვადობა იზრდება 5-6 მგ O_2/ლ–მდე მდინარეების წყალში და 5-8 მგ O_2/ლ–მდე — წყალსაცავებში.

წყლის მომატებული ჟანგვადობის მიზეზი შეიძლება იყოს წყალსატევში საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების საშუალებით ადვილად დაჟანგვადი მინერალური და ორგანული ნარმოშობის ნივთიერებების შეტანა.

სასმელ წყალში პერმანგანატული ჟანგვადობა ნორმირებულია 3 მგ O_2/ლ-ის დონეზე.

ბიქრომატული ჟანგვადობა (ჟანგბადის ქიმიური მოხმარება) — ჟანგბადის ის რაოდენობა (მგ), რომელიც იხარჯება 1 ლ წყალში შემავალი ყველა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების ქიმიურ დაჟანგვაზე.

აზოტის ჯგუფის ნაერთები (ნიტრიტები და ნიტრატები) განსაზღვრავს წყლის ორგანული დაბინძურების ხანდაზმულობას.

წყალში დიდი რაოდენობით *ნიტრიტების* არსებობა ადასტურებს მის შედარებით ახალ დაბინძურებას აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებებით. ნიტრიტების (NO_3) შემცველობა სასმელ წყალში, მისი ხანგრძლივი ზემოქმედებისას, ნორმირებულია 0,2 მგ/ლ-ის დონეზე.

ნიტრატების (NO_3) შემცველობა სასმელ წყალში, მისი ხანმოკლე მოქმედებისას, არ უნდა აღემატებოდეს 50 მგ/ლ-ს.

პერმანგანატული ჟანგვადობის განსაზღვრის პრინციპია ძლიერი დამჟანგველის — კალიუმის პერმანგანატის რეაგირება წყალში არსებულ აღმდგენლებთან. მჟავე არეში კალიუმის პერმანგანატი ათწუთიანი დუღილის დროს იშლება და გამოიყოფა თავისუფალი ჟანგბადი, რომელიც წყლის არსებულ მოცულობაში ჟანგავს ორგანულ ნივთიერებებს. რაც მეტია ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა, მით მეტი ჟანგბადი და, შესაბამისად, კალიუმის პერგამანატი სჭირდება მათ დაჟანგვას.

განსაზღვრის ჩატარებისათვის 250 მლ ტევადობის კოლბაში პიპეტით შეიტანენ 100 მლ საკვლევ წყალს, დაუმატებენ 5 მლ გოგირდმჟავას (1:3) და მინის ონკანიანი ბიურეტის საშუალებით — ზუსტად 10 მლ 0,01 მოლ/ლ $KMnO_4$ ხსნარს (ამ ხსნარის 1 მლ აღდგენის დროს გამოყოფს 0,08 მგ O_2-ს). საკვლევი სითხის შემცველ კოლბას ადუღებენ 10 წთ-ის განმავლობაში. სხვა ბიურეტიდან ცხელ სითხეს დაუმატებენ მჟაუნმჟავას ზუსტად 10 მლ 0,01 მოლ/ლ ხსნარს (მისი 1 მლ შეესაბამება 0,08 მგ O_2-ს) და კარგად შეანჯღრევენ. ხსნარი გაუფერულდება იმის გამო, რომ მჟაუნმჟავა აღადგენს დარჩენილ კალიუმის პერმანგანატს. გაუფერუ-

ლებულ ცხელ ხსნარს ტიტრავენ 0,01 მოლ/ლ $KMnO_4$ ხსნარით მდგრადი ღია ვარდისფერის წარმოქმნამდე.

ჟანგვადობას (მგ O_2/ლ) საზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$x=10[(10+a)\cdot K]\cdot 0,08 \ ,$$ სადაც

a — ჭარბი მჟაუნმჟავას გატიტვრაზე დახარჯული კალიუმის პერმანგანატი, მგ;

K — კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი.

კალიუმის პერმანგანატის ტიტრს ადგენენ უშუალოდ განსაზღვრის შემდეგ. ამისათვის ღია ვარდისფრამდე გატიტრულ ჯერ კიდევ ცხელ ხსნარს უმატებენ მჟაუნმჟავას ზუსტად 10 მლ 0,01 მოლ/ლ ხსნარს და მაშინვე ტიტრავენ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით ისეთივე ფერის მიღებამდე.

კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი K=10:V, სადაც V — კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა მჟაუნმჟავას 10 მლ ხსნარის გატიტვრისათვის.

ზოგჯერ, ძლიერი ორგანული დაბინძურების შემთხვევაში, კალიუმის პერმანგანატიანი ხსნარი დუღილისას ვერ ინარჩუნებს ვარდისფერს, ხდება მურა ან უფერულდება. ეს მიუთითებს, რომ დამატებული $KMnO_4$ არასაკმარისია ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვისათვის. ამ შემთხვევაში გამოკვლევას იმეორებენ, რისთვისაც საკვლევ წყალს წინასწარ განაზავებენ გამოხდილი წყლით. ამის შემდეგ ახდენენ შესაბამის გადაანგარიშებას.

1.17.5. სასმელი წყლის ქიმიური უვნებლობის შესწავლა

სასმელი წყლის ქიმიური უვნებლობის მაჩვენებლები იყოფა 3 ჯგუფად:

• წყალში ბუნებრივად არსებული ქიმიური ნივთიერებებით განპირობებული მაჩვენებლები (წყლის ბუნებრივი შედგენილობის დამახასიათებელი მაჩვენებლები).

ამ ჯგუფს მიეკუთვნება შემდეგი მაჩვენებლები: განზოგადოებული მაჩვენებლები — წყალბადის მაჩვენებელი (აქტიური რეაქცია — pH), საერთო მინერალიზაცია (მშრალი ნაშთი), პერმანგანატული ჟანგვადობა; არაორგანული ნივთიერებები — As, Ni, Cu, Pb, ნიტრატები და ნიტრიტები, ციანიდები და სხვ.; აგრეთვე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად წყალში მოხვედრილი ციანიდების და ორგანული ნივთიერებების — პესტიციდების საერთო შემცველობა (ცხრილი 1.3.).

• წყლის დამუშავების პროცესში დამატებული რეაგენტებით განპირობებული ტოქსიკურობის დამახასიათებელი მაჩვენებლები.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ის ქიმიური ნივთიერებები და შენაერთები, რომელიც წყალში ხვდება მისი სხვადასხვა მეთოდით დამუშავებისა და ტრანსპორტირების დროს, როგორიცაა გაკამკამება, გაუფერულება, გაუსნებოვნება, დარბილება, ფთორირება და სპეციალური დამუშავების სხვა მეთოდები, წყალსადენის ქსელის მასალასთან კონ-

ტაქტის დროს გადასული ნივთიერებები — ქლორი (თავისუფალი და შეკავშირებული), ქლოროფორმი, ოზონი, ფორმალდეჰიდი, გააქტივებული სილიციუმმჟავა, პოლიფოსფატები (ცხრილი 1.4.).

• ე.წ.ანთროპოგენული დაბინძურებით — სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებისა და ზედაპირული ჩანადენებით წყალმომარაგების წყაროში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებებით განპირობებული მაჩვენებლები.

ამ ჯგუფს შეადგენს ქიმიური ნივთიერებების საკმაოდ დიდი ჩამონათვალი (სულ 1346 ნივთიერება). მასში შედის ნივთიერებები, რომელთა არსებობაც წყალში განპირობებულია წყალმომარაგების წყაროს ანთროპოგენური დაბინძურებით ან/და წყლის წარმოქმნის ადგილის ქანების ქიმიური შედგენილობით. მათი უსაფრთხო დონეები (ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები) რეგლამენტირებულია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით* (დანართი 2).

სასმელ წყალში არსებული ქიმიური ნივთიერებების მავნეობას განსაზღვრავს 2 სახის მაჩვენებელი: *სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური* და *ორგანოლეპტიკური* მაჩვენებლები.

მოგვყავს წყლის ქიმიური უსაფრთხოების განმსაზღვრელი ზოგიერთი მაჩვენებლის კვლევის მეთოდიკა.

საერთო მინერალიზაცია (მშრალი ნაშთი) წარმოადგენს წყალში გახსნილ მარილებს (მგ/ლ). მისი განსაზღვრისათვის ფაიფურის ფინჯანს ათავსებენ საშრობ კამერაში 110°C ტემპერატურაზე 2 სთ-ის განმავლობაში; ექსიკატორში გაცივების შემდეგ ფინჯანს წონიან ანალიზურ სასწორზე. გაფილტრული საკვლევი წყლის გარკვეულ მოცულობას გადაიტანენ ფაიფურის ფინჯანზე და მის მთელ მოცულობას აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე. ამის შემდეგ ფინჯანს აშრობენ საშრობ კამერაში 110°C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე; გაცივების შემდეგ წონიან. საკვლევი წყლის მოცულობაში მშრალი ნაშთის რაოდენობას (X, მგ/ლ) გამოიანგარიშებენ ფორმულით:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 1000}{V},$$ სადაც

m – ფინჯნის წონა მშრალი ნაშთით, მგ;

$\mathbf{m_1}$ – ცარიელი ფინჯნის წონა, მგ;

V – განსაზღვრისათვის აღებული წყლის მოცულობა, მლ.

წყლის მინერალურ შედგენილობას და, შესაბამისად, მშრალ ნაშთს ძირითადად (85 %-ით) განსაზღვრავს კათიონები – Mg^{2+}, Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+} და ანი-ონები – HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, მიკროელემენტები – Fe-ჯამური (Fe^{2+}-$^{3+}$), I^-, Cu^{2+}, Mo^{4+}-$^{6+}$, Zn^{2+} და სხვ.

---

* ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სანწდან 2.1.5. 001-01 (სსმ, №90, 2001).

წყალს, რომელიც შეიცავს 1000 მგ/ლ–მდე მშრალ ნაშთს, მტკნარს უწოდებენ, ხოლო 1000 მგ/ლ–ზე მეტის შემცველობის შემთხვევაში – მინერალიზებულს.

ამ მაჩვენებლის ჰიგიენური მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ დიდი რაოდენობით მინერალური მარილების შემცველობის შემთხვევაში წყალი სასმელად უვარგისია, უპირველესად, ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების გამო — მას აქვს მლაშე ან მომწარო-მლაშე გემო; გარდა ამისა, მისმა მოხმარებამ შეიძლება არასასურველი ფიზიოლოგიური ძვრები გამოიწვიოს ორგანიზმში — ორგანიზმის გადახურება ცხელ ამინდში, წყურვილის გრძნობის დაკმაყოფილების ფუნქციის დარღვევა, ქსოვილების ჰიდროფილობის ზრდა, კუჭის სეკრეციის დარღვევა, მისი მოტორული ფუნქციისა და ნაწლავების პერისტალტიკის ზრდა და სხვ. მეორე მხრივ, მცირედ მინერალიზებულ წყალს (50-100 მგ/ლ–მდე) არასასიამოვნო გემო აქვს; ხანგრძლივად მისმა გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს ზოგიერთი არასასურველი ფიზიოლოგიური ძვრა ორგანიზმში — ქსოვილებში (მ.შ. სისხლში) ქლორიდების შემცველობის შემცირება, რაც კრუნჩხვების განვითარების მიზეზი შეიძლება გახდეს; გამოვლენილია გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების ზრდის ტენდენცია. ასეთი წყალი, როგორც წესი, მცირე რაოდენობით შეიცავს ფთორს და სხვა მიკროელემენტებს, რაც გარკვეული პათოლოგიური ძვრების განვითარების მიზეზი ხდება.

მინერალური მარილების (მშრალი ნაშთის) რაოდენობის მიხედვით წყალი შემდეგ ჯგუფებად იყოფა:

- სუსტი მინერალიზაციის — 50-100 მგ/ლ;
- დამაკმაყოფილებელი მინერალიზაციის — 100-300 მგ/ლ;
- ოპტიმალური მინერალიზაციის — 300-500 მგ/ლ;
- მომატებული მინერალიზაციის — 500-1000 მგ/ლ;
- მაღალი მინერალიზაციის — 1000 მგ/ლ-ზე მეტი.

სიხისტე. განარჩევენ საერთო, კარბონატულ, მუდმივ და გარდამავალ სიხისტეს.

საერთო სიხისტე წყლის ბუნებრივი თვისებაა, რაც განპირობებულია მასში სიხისტის მარილების (Ca^{2+} და Mg^{2+}) არსებობით.

კარბონატული სიხისტე არის Ca^{2+} და Mg^{2+} ჰიდროკარბონატებით და კარბონატებით განპირობებული სიხისტე.

მუდმივი სიხისტე არის ადუღებული წყლის სიხისტე.

გარდამავალი სიხისტე არის დუღილის შედეგად მოცილებული სიხისტე.

საერთო სიხისტის განსაზღვრისათვის კოლბაში იღებენ 100 მლ საკვლევ წყალს და უმატებენ 5 მლ ბუფერულ ხსნარს (10 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან გამოხდილ წყალში, უმატებენ 50 მლ ამიაკის 25% ხსნარს და გამოხდილი წყლით შეავსებენ 500 მლ-მდე), 5-7 წვეთ ინდიკატორს (0,5 გ შავი ქრომოგენის ინდიკატორს ხსნიან 20 მლ ბუფერულ

ხსნარში და შეავსებენ ეთილის სპირტით 100 მლ-მდე) და მაშინვე ტიტრავენ ტრილონ B ხსნარით.

საერთო სიხისტის გაანგარიშება ხდება ფორმულით:

$$X = \frac{A \cdot 0{,}05 \cdot K \cdot 1000}{V},$$ სადაც

X – Ca^{2+} და Mg^{2+} მარილების შემცველობა, მმოლი/ლ;

A – ტიტრაციაზე დახარჯული ტრილონ B-ის რაოდენობა, მლ;

K – ტრილონ B-ის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი;

V – საკვლევი წყლის მოცულობა, მლ.

საერთო სიხისტის მიღებული სიდიდის მიხედვით წყალი ფასდება შემდეგი გრადაციებით:

- 3,5 მგ-ეკვ/ლ-მდე საერთო სიხისტით წყალი არის რბილი;
- 3,5-7 მგ-ეკვ/ლ საერთო სიხისტით – საშუალო სიხისტის;
- 7-10 მგ-ეკვ/ლ საერთო სიხისტით – ხისტი;
- 10 მგ-ეკვ/ლ-ზე მეტი საერთო სიხისტით – ძლიერ ხისტი.

წყალი, რომელსაც 10 მგ-ეკვ/ლ-ზე მეტი საერთო სიხისტე აქვს, არასასიამოვნო გემოთი ხასიათდება. რბილი და ხისტი წყლით სარგებლობის მკვეთრმა ცვლილებამ შეიძლება გამოიწვიოს დისპეპსიური მოვლენები. სიხისტის მარილები ხელს უშლიან ნაწლავებში ცხიმების შეწოვას კალციუმ-მაგნიუმის უხსნადი საპნების წარმოქმნის შედეგად. ხისტი წყალი ხელს უწყობს კანის დაზიანებას (დერმატიტი) კალციუმ-მაგნიუმის საპნების გამაღიზიანებელი მოქმედების გამო.

სასმელად გამოყენებისათვის უპირატესობა ეძლევა საშუალო სიხისტის წყალს, ხოლო სამეურნეო/სამრეწველო მიზნით გამოყენებისათვის – რბილ წყალს. ეს განპირობებულია იმით, რომ ორგანიზმს ფიზიოლოგიური ფუნქციების ნორმალური რეგულირებისათვის აუცილებლად ესაჭიროება წყალში არსებული მინერალები და მიკროელემენტები ზომიერი რაოდენობით; მეორე მხრივ, მათი მომატებული შემცველობა გარკვეული ხელშემშლელი ფაქტორი ხდება წყლის სამეურნეო და სამრეწველო დანიშნულებით გამოყენების დროს.

ნორმატიული დოკუმენტით სასმელი წყლის საერთო სიხისტე ნორმირებულია 7-10 მგ-ეკვ/ლ დონეზე.

ფენოლის ინდექსი. წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროს წყალში არსებული ფენოლის შენაერთები წყალში მცხოვრები უმაღლესი მცენარეების გახრწნის პროდუქტებია. ბუნებრივ პირობებში ფენოლები წარმოიქმნება წყლის ორგანიზმების მეტაბოლიზმის პროცესში, ორგანული ნივთიერებების ბიოქიმიური დაშლისა და ტრანსფორმაციისას, რომელიც მიმდინარეობს როგორც წყლის სილრმეში, ისე ფსკერულ დანალექებში. ფენოლებს შეიცავს, აგრეთვე, ნავთობქიმიური და შავი მეტალურგიის მრეწველობის საწარმოების სამრეწველო ჩამდინარე წყლები. სასმელი წყლის ხარისხის ოპერატიული კონტროლისათვის ისაზღვრება *ფენოლის ინდექსი* — წყალში ფენოლის აქროლადი შენაერთების ჯამური რაოდენობა. მისი სიდიდე თითოეული წყლის ობიექტი-

სათვის ინდივიდუალურია; მისი დინამიკის მიხედვით შესაძლებელია წყლის შედგენილობის (დაბინძურების) სტაბილუტრობაზე მსჯელობა. წყალმომარაგების მოცემული წყაროს ფენოლის ინდექსის გაზრდის დაფიქსირებისას აუცილებელია მისი გამომწვევი შენაერთების იდენტიფიკაცია.

წყლის ქიმიური შედგენილობიდან, ჯანმრთლობაზე გავლენის თვალსაზრისით, მნიშვნელობა აქვს რკინას, ქლორიდებს (ქლორ-იონს), ფთორიდებს (ფთორ-იონს), ნიტრატებს, სულფატებს, მანგანუმს, იოდს, ტყვიას, დარიშხანს, სტრონციუმს და სხვ. ესენციურ ელემენტსა და მიკროელემენტს, აგრეთვე ტოქსიკურ ლითონებსა და შენაერთებს, რომელთა ზდკ რეგლამენტირებულია სათანადო ნორმატიული დოკუმენტით.

1.17.6. წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების შესწავლა

ორგანოლეპტიკური თვისებები ეწოდება წყლის ხარისხის განმსაზღვრელ ისეთ მაჩვენებლებს, რომლებიც ადამიანის გრძნობათა ორგანოებით აღიქმება.

სამედიცინო თვალსაზრისით ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები იყოფა 2 ჯგუფად:

- მაჩვენებლები, რომლებიც ფასდება მათი აღქმის ინტენსიურობის მიხედვით (ფიზიკურ-ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები);
- მაჩვენებლები, რომლებსაც განსაზღვრავს წყალში ქიმიური ნივთიერებების არსებობა (ქიმიურ-ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები).

პირველი ჯგუფი ძირითადია და მასში გაერთიანებულია 8 ორგანოლეპტიკური მაჩვენებელი, რომელიც ახასიათებს წყლის ფიზიკურ თვისებებს: 1) სუნი — ბალი; 2) გემო — ბალი; 3) ფერიანობა — გრადუსი; 4) გამჭვირვალობა სნელენის სკალით — სმ; 5) სიმღვრივე სტანდარტული სკალით — მგ/ლ; 6) შეფერვა (ნალექი) — სმ; 7) ტემპერატურა — გრადუსიC; 8) მინარევები.

ჩამოთვლილი მაჩვენებლებიდან ნორმატიული დოკუმენტით რეგლამენტირებულია სუნი, გემო, ფერიანობა, სიმღვრივე (ცხრილი 1.5.).

ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების მეორე ჯგუფი დამოკიდებულია წყალში ქიმიური ნივთიერებების არსებობაზე (ცხრილი 1.6.). წყალში არსებული ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე გავლენას ახდენს, 3 ქვეჯგუფად (კლასად) იყოფა:

I კლასი — ქიმიური ნივთიერებები ან მათი ჯგუფები, რომლებიც გვხვდება ბუნებრივ წყალში: სულფატები, ბიკარბონატები, კარბონატები, ქლორიდები, რკინა, გოგირდწყალბადი, მანგანუმი და სხვ.;

II კლასი — ქიმიური ნივთიერებები, რომელიც ემატება წყალს დამუშავების პროცესში: პოლიაკრილამიდი, ალუმინი, ქლორი, ოზონი, ტრიპოლიფოსფატი და სხვ.;

III კლასი — ქიმიური ნივთიერებები, რომელიც ხვდება წყალმომარაგების წყაროში სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებთან

და ქიმიური ნივთიერებებით დამუშავებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ჩამდინარე ზედაპირულ წყლებთან ერთად.

პირველი ჯგუფის ორგანოლეპტიკური (ფიზიკურ-ორგანოლეპტიკური) მაჩვენებლების შეფასება.

სუნი. საუკეთესო ხარისხის სუფთა ბუნებრივ წყალს, როგორც წესი, სუნი არ აქვს. ზოგიერთ შემთხვევაში ღრმა მიწისქვეშა წყლები ხასიათდება უმნიშვნელო ბუნებრივი სუნით გოგირდწყალბადის არსებობის გამო. I კლასის მიწისქვეშა წყლები გოგირდწყალბადს არ უნდა შეიცავდეს. II კლასის მიწისქვეშა წყლებში გოგირდწყალბადის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 3 მგ/ლ-ს, ხოლო III კლასის მიწისქვეშა წყლებში — 10 მგ/ლ-ს.

წყლის სუნის (გემოს) ინტენსიურობის განსაზღვრა ხდება 5-ბალიანი სკალით:

0 — არ შეიგრძნობა;

1 — ვერ შეიგრძნობს მომხმარებელი, მაგრამ აღმოჩნდება გამოცდილი სპეციალისტის მიერ;

2 — სუსტი, შეიგრძნობს მომხმარებელი მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იქნება შესაბამისი მითითება;

3 — შესამჩნევი, აღმოჩნდება მომხმარებლის მიერ და იწვევს მის უარყოფით რეაქციას;

4 — მკვეთრი, იქცევს ყურადღებას და წყალი სასმელად გამოუყენებელია;

5 — ძალიან ძლიერი, წყალი გამოუყენებელია სასმელად.

ითვლება, რომ წყალს, რომლის სუნი 2 ბალს არ აღემატება, სუნი არ აქვს.

II კლასის ზედაპირული წყაროების წყალს შეიძლება ჰქონდეს ბუნებრივი წარმოშობის სუნი, მაგრამ არა უმეტეს 3 ბალი, ხოლო III კლასის წყალს — არა უმეტეს 4 ბალი.

წყლის სუნის განსაზღვრისათვის მილესილსაცობიან კოლბას მოცულობის 2/3-მდე შეავსებენ საკვლევი წყლით და ძლიერად შეანჯღრევენ, რის შემდეგ საცობს მოხსნიან და ჩაისუნთქავენ მის სუნს. სუნის ინტენსიურობის გაძლიერების მიზნით გამოკვლევის წინ შესაძლებელია წყლის გაცხელება. 200-300 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბას მისი მოცულობის 1/2-მდე შეავსებენ საკვლევი წყლით, დაახურავენ საათის მინას და გააცხელებენ 60°C-დე. შემდეგ კოლბას წრიული მოძრაობით შეანჯღრევენ, მინას გადასწევენ და სუნს განსაზღვრავენ.

წყლის ბუნებრივი სუნის აღწერა ხდება სპეციფიკური ტერმინოლოგიის გამოყენებით: არომატული, ჭაობის, მიწის, თევზის, ბალახის და ა.შ.

წყლის გასათავისუფლებლად გოგირდწყალბადისა და სხვა უცხო სუნისაგან საჭიროა მისი დამატებითი დამუშავება: აერაცია, დამუანგველებისა და სორბენტების გამოყენება.

გემო. თუ წყლის გემოს შეფასება არ აღემატება 2 ბალს, ითვლება, რომ მას არ აქვს გემო.

წყლის გემოს გამოკვლევა ხდება 20°C ტემპერატურაზე. გემოს განსაზღვრისათვის წყალს იგუბებენ პირში მცირე ულუფებად, გადაყლაპვის გარეშე. აღნიშნავენ მის გემოს (მლაშე, მწარე, მჟავე, ტკბილი), გარკვეულ თავისებურებებს (ტუტე, რკინისმაგვარი, ლითონისებური, მთრიმლავი და სხვ.) და ინტენსიურობას ბალებში (წყლის სუნის ინტენსიურობის განსაზღვრის ანალოგიურად).

წყლის სუნისა და გემოს ჰიგიენური მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი მომენტებით:

- მათი 2 ბალზე მეტი ინტენსიურობისას წყლის სასმელად გამოყენება შეზღუდულია;
- წყლის უცხო სუნი და გემო შეიძლება დაკავშირებული იყოს სამრეწველო ჩამდინარე წყლებით წყალმომარაგების წყაროს დაბინძურებასთან;
- წყლის ბუნებრივი სუნი და გემო 2 ბალზე მეტი ინტენსიურობით მიუთითებს წყალში ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების მიერ გამოყოფილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების არსებობაზე.

ფერიანობა წყლის ბუნებრივი თვისებაა და განპირობებულია მასში ჰუმინური ნივთიერებების არსებობით. ჰუმინური ნივთიერებები წყალს აძლევს საკმაოდ ფართო სპექტრის შეფერვას — მოყვითალოდან ყავისფრამდე.

ჰუმინური ნივთიერებები ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების გახრწნის შედეგად წარმოიქმნება, შემდეგ იქედან გამოირეცხება და ღია წყალსატევის წყალში ხვდება. აქედან გამომდინარე, ფერიანობა დამახასიათებელია ღია წყალსატევის წყლებისათვის და მკვეთრად იზრდება წყალდიდობის პერიოდში.

წყლის ფერიანობა 15-ზე მეტი არ უნდა იყოს. ამ შემთხვევაში წყალი ითვლება პრაქტიკულად უფეროდ. ნორმატიული დოკუმენტით, ცენტრალიზებული წყალმომარაგების სასმელ წყალს უნდა ჰქონდეს ფერიანობა არა უმეტეს 15°-სა. დაიშვება 30°-მდე ფერიანობის წყლის გამოყენება. დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების I და II კლასის მიწისქვეშა წყლების ფერიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 20°-ს, III კლასის – 50°-ს.

I, II და III კლასის ზედაპირული წყაროების წყლის ფერიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 35, 120 და 200°-ს, შესაბამისად. მცირედ შეფერილი (35°-მდე) წყლის ხარისხი შეიძლება გაუმჯობესდეს დამუშავების ტრადიციული მეთოდებით: ფილტრაცია კოაგულაციის გარეშე ან კოაგულანტის მცირე დოზების გამოყენება და გაუვნებლობა. ძლიერი ფერიანობის წყლისათვის საჭიროა სპეციალური დამუშავება.

წყლის ფერიანობის კვლევისათვის ამზადებენ 2 *სტანდარტულ* ხსნარს.

ძირითადი სტანდარტული ხსნარი 1 შემდეგი კომპონენტებისაგან მზადდება: 0,0875 გ კალიუმის ბიქრომატი, 2 გ კობალტის სულფატი, 1 მლ გოგირდმჟავა სიმკვრივით 1,84 გ/მლ. აღნიშნულ კომპონენტებს

ხსნიან გამოხდილ წყალში და მოცულობას შეავსებენ 1 ლ-მდე. ამ ხსნარის ფერიანობა შეესაბამება 500°-ს.

სტანდარტული ხსნარი 2 — გოგირდმჟავას განზავებული ხსნარი. მის დასამზადებლად 1 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა სიმკვრივით 1,84 გ/მლ ამოხდილი წყლით შეივსება 1 ლ-მდე.

ფერიანობის სკალის მისაღებად 1 და 2 ხსნარებს *ნესლერის* ცილინდრში გარკვეული პროპორციით შეურევენ ერთმანეთს (ცხრილი 1.13.).

ცხრილი 1.13.

წყლის ფერიანობის განსაზღვრის სკალა

ხსნარი 1	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
ხსნარი 2	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	85
ფერიანობა, გრადუსი	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

წყლის ფერიანობის განსაზღვრა შესაძლებელია *კოლორიმეტრიული* მეთოდით. ამისათვის კოლორიმეტრიულ ცილინდრებში ასხამენ 100-100 მლ გაფილტრულ გამოსაკვლევ წყალს და აკვირდებიან მის შეფერვას ზემოდან ქვემოთ. ამ დროს ეძებენ სკალის იმ ცილინდრს სტანდარტული ხსნარით, რომელშიც ხსნარის შეფერვა დაემთხვევა ცილინდრის შეფერვას საკვლევი წყლით. სხვადასხვა ფერიანობის ხსნარის ფოტომეტრიული განსაზღვრა ხდება 5 სმ სისქის კიუვეტის გამოყენებით სპექტრის ლურჯ ნაწილში.

წყლის ფერიანობის ჰიგიენური მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი მომენტებით:

1. 35°-ზე მეტი ფერიანობის შემთხვევაში წყლის მოხმარება შეზღუდულია;
2. მიწისქვეშა წყლის ფერიანობის სიდიდის მერყეობა (მომატება ან შემცირება) მიუთითებს მის დაბინძურებაზე;
3. ფერიანობა წარმოადგენს წყალსადენის ნაგებობაზე წყლის გაუფერულების ეფექტურობის მაჩვენებელს.

გამჭვირვალობა. წყალი გამჭვირვალედ ითვლება, თუ მისი 30 სმ ფენის ქვეშ მკაფიოდ იკითხება *სნელენის* შრიფტი. ასეთი გამჭვირვალობა უნდა ჰქონდეს წყალსადენის წყალს. არტეზიული წყლები უფრო მაღალი გამჭვირვალობით ხასიათდება. არა ნაკლებ 30 სმ გამჭვირვალობა უნდა ჰქონდეს წყალს, რომელიც მომხმარებელს გაკამკამების გარეშე მიეწოდება.

წყლის გამჭვირვალობის კვლევა წარმოებს ბრტყელძირიანი ცილინდრისა და სნელენის შრიფტის საშუალებით. გამოკვლევისათვის ცილინდრის ძირის ქვეშ 4 სმ დაცილებით თავსდება სპეციალური სნელენის შრიფტი (ან ნებისმიერი შრიფტი, რომლის ასოების სიმაღლეა 2 მმ, ხოლო მათი მოხაზულობის სისქე – 0,5 მმ). ცილინდრში ასხამენ გამოსაკვლევ წყალს მანამ, სანამ ზემოდან წყლის ფენის ქვეშ შესაძლებელია შრიფტის წაკითხვა. ცილინდრში წყლის სვეტის სიმაღლის მიხედვით ისაზღვრება

გამჭვირვალობა სმ-ში. განსაზღვრა ხდება დღის გაფანტული სინათლის პირობებში, ბუნებრივი სინათლის წყაროდან (კედლიდან) 1 მ დაცილებით.

წყლის გამჭვირვალობის ჰიგიენური მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი მომენტებით:

1. 30 სმ-ზე ნაკლები გამჭვირვალობისას წყლის მოხმარება შეზღუდულია;
2. ბუნებრივი წყლის გამჭვირვალობის შემცირება მიუთითებს მის დაბინძურებაზე;
3. წყლის გამჭვირვალობა გამწმენდ ნაგებობებში წყლის გაკამკამების პროცესის ეფექტურობის მაჩვენებელია.

სიმღვრივე წყლის ბუნებრივი თვისებაა, რომელიც განპირობებულია მასში მინერალური ან ორგანული წარმოშობის შეწონილი ნივთიერებების არსებობით. მისი განსაზღვრა ხდება *ფოტომეტრიული* მეთოდით (კოლორიმეტრიით), საკვლევი წყლის შედარებით სტანდარტულ სუსპენზიასთან. სტანდარტის დასამზადებლად გამოიყენება სპეციალურად დამუშავებული კაოლინი. მისი გამოყენებით მზადდება სტანდარტული ხსნარების ნაკრები კონცენტრაციით 0,1-დან 0,5 მგ/ლ-მდე. საკვლევ წყალში შეწონილი ნაწილაკების დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში (მაღალი სიმღვრივისას) ხდება მისი განზავება ნულოვანი სიმღვრივის წყლით. ფოტომეტრია წარმოებს საკონტროლო ხსნართან შედარებით 5 სმ სისქის კიუვეტში სპექტრის მწვანე ნაწილში.

1,5 მგ/ლ სიმღვრივე შეესაბამება 30 სმ გამჭვირვალობას. აქედან გამომდინარე, ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნის მიხედვით, წყალსადენის წყალს და იმ წყალს, რომელიც დამუშავებას არ ექვემდებარება, უნდა ჰქონდეს სიმღვრივე არა უმეტეს 1,5 მგ/ლ. წყალდიდობის პერიოდში დაიშვება 2 მგ/ლ-მდე. I და II კლასის მიწისქვეშა წყაროების წყლების სიმღვრივე არ უნდა აღემატებოდეს 1,5 მგ/ლ-ს, ხოლო III კლასისა - 10 მგ/ლ-ს. I, II და III კლასის ზედაპირული წყლების სიმღვრივე არ უნდა აღემატებოდეს 20, 1500 და 10000 მგ/ლ-ს, შესაბამისად. მცირე სიმღვრივის (20 მგ/ლ-მდე) მქონე წყალი დამუშავების შედეგად სათანადო კონდიციამდე შეიძლება იქნას მიყვანილი. დამუშავება ხდება დალექვისა და ფილტრაციის გზით კოაგულაციის გარეშე ან კოაგულანტის მცირე დოზის გამოყენებით. მაღალი სიმღვრივის წყალს სჭირდება დამატებითი დალექვა, კოაგულირება შემდგომი ორსაფეხურიანი ფილტრაციით. წყლის სიმღვრივეზე გავლენას ახდენს მასში ფიტოპლანქტონის არსებობა. ფიტოპლანქტონის შემცველობა ზედაპირული წყალმომარაგების წყაროების წყლებში დაიშვება: I კლასის წყაროებში — 1 მგ/ლ-მდე, II კლასის წყაროებში — 5 მგ/ლ-მდე, ხოლო III კლასის წყაროებში — 50 მგ/ლ-მდე. ფიტოპლანქტონის მოცილებისათვის აუცილებელია წყლის განმენდა მიკროფილტრაციის გზით.

წყლის სიმღვრივის და გამჭვირვალობის ჰიგიენური მნიშვნელობა იდენტურია.

შეფერვა (ნალექი). წყალში არსებული ნალექის განსაზღვრისათვის საკვლევ წყალს ბოთლში შეანჯღრევენ და ჩაასხამენ ცილინდრში

დაახლოებით 30 სმ სიმაღლეზე. ღია წყალსატევიდან აღებული წყლის გამოკვლევისას მას დააყოვნებენ 1 სთ-ის განმავლობაში, ხოლო მინისქვეშა წყაროებიდან აღებული წყლის გამოკვლევისას — 24 სთ-ის განმავლობაში. ნალექის შემცველობა შეფასდება რაოდენობრივად (არ არის, უმნიშვნელო, შესამჩნევი, დიდი რაოდენობით) და ხარისხობრივად (ქვიშის, თიხის, ლამის, კრისტალური, ფიფქისებრი და სხვ.); აღინიშნება აგრეთვე ნალექის ფერი.

წყლის ნალექის ჰიგიენური მნიშვნელობა იგივეა, რაც მისი გამჭვირვალობისა.

ტემპერატურა. მისი განსაზღვრა ხდება ნიმუშის აღებისთანავე ან უშუალოდ წყალსატევში. გაზომვა ხდება 0,1^{0}C დანაყოფიანი თერმომეტრით. თერმომეტრი საკვლევ წყალში უნდა გაჩერდეს არა ნაკლებ 5 წთ-ის განმავლობაში. 8-15^{0}C ტემპერატურის მქონე წყალი ხასიათდება გამამხნევებელი და წყურვილის დამაკმაყოფილებელი თვისებებით. ტემპერატურის ანევისას (25^{0}C-ზე ზემოთ) ეს თვისებები უარესდება; 25-35^{0}C-ის შემთხვევაში წყალი არასასიამოვნოა და იწვევს ღებინების რეფლექსს. აქედან გამომდინარე, საერთაშორისო სტანდარტის (ევროდირექტივის) მიხედვით, სასმელი წყლის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 25^{0}C-ს.

წყლის ტემპერატურა ჰიგიენური თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია, რამდენადაც მისი ცვალებადობა მიწისქვეშა წყლების დაბინძურების მაჩვენებელია (სუფთა მიწისქვეშა წყლებს მუდმივი ტემპერატურა ახასიათებს).

მინარევები. სასმელ წყალში არ უნდა იყოს შეუიარაღებელი თვალით შესამჩნევი წყლის ორგანიზმები და სხვა ნივთიერებები; გარდა ამისა, ზედაპირზე არ უნდა იყოს აპკი.

ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყლებისათვის ნორმირებული ზოგიერთი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებელი განსხვავებული სიდიდეებითაა წარმოდგენილი (ცხრილი 1.5.).

მეორე ჯგუფის ორგანოლეპტიკური (ქიმიურ-ორგანოლეპტიკური) მაჩვენებლების შეფასება განხილულია ამ თავის ნინა (1.18.5.) ნანილში.

1.18. წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება სანიტარიული კვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზის საფუძველზე

წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება ფორმდება სათანადო დასკვნის სახით. დასკვნის მომზადებისათვის აუცილებელი სამუშაოები მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნების ტიპის დადგენა;
2. წყლის ხარისხის კვლევის ამოცანისა და პროგრამის განსაზღვრა;
3. წყლის ხარისხის კვლევის მოცულობის განსაზღვრა ამოცანის შესაბამისად;
4. წარმოდგენილი მასალის სისრულის განსაზღვრა;

5. სანიტარიული (მ.შ. სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული, სანიტარიულ-ტექნიკური და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური) კვლევის მონაცემების შეფასება;
6. ორგანოლეპტიკური, სანიტარიულ-ქიმიური და სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური კვლევის შედეგების შეფასება;
7. დასკვნის შედგენა წყლის ხარისხის შესახებ.

1.18.1. სასმელი წყლის ხარისხის კვლევის პროგრამისა და ამოცანის განსაზღვრა

წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნების ტიპები. წყლის ხარისხის მიმართ მოთხოვნების 3 ტიპს განარჩევენ:

- I ტიპი — მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყალსადენის წყლის ხარისხისადმი;
- II ტიპი — მოთხოვნები წყალმომარაგების დეცენტრალიზებული (ადგილობრივი) წყაროების წყლის ხარისხისადმი;
- III ტიპი — მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყაროების წყლის ხარისხისადმი.

ეს უკანასკნელი ტიპი ქვეტიპებად (კლასებად) იყოფა.

კონკრეტული სამუშაოს შესრულების დროს კვლევის ჩატარების *პროგრამა* განისაზღვრება *ამოცანის* შესაბამისად. კვლევის ამოცანები შეიძლება იყოს: ცენტრალიზებული (ან ადგილობრივი) წყალმომარაგების წყაროს შერჩევა, გრუნტის წყლების ხარისხის შეფასება, წყლის გამოკვლევა გარკვეული ჩვენებების მიხედვით (ეპიდემიოლოგიური ან ეპიზოოტური მდგომარეობის გამო და სხვ.), წყლის ხარისხის გეგმიური გამოკვლევა და სხვ.

წყლის ხარისხის კვლევის პროგრამა მოქმედებს შემუშავებიდან 3 წლის განმავლობაში.

წყლის ხარისხის კვლევის მოცულობის განსაზღვრა ამოცანის შესაბამისად. ამოცანის შესაბამისად განისაზღვრება კვლევის მოცულობა: კვლევა ტარდება სრული ან შემოკლებული სქემით. განისაზღვრება აგრეთვე ჩასატარებელ სამუშაოთა მოცულობა.

წარმოდგენილი მასალის სისრულის განსაზღვრა. უნდა დადგინდეს, წარმოდგენილია თუ არა დასკვნის შემუშავებისათვის აუცილებელი სანიტარიული გამოკვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზის ყველა მონაცემი. ამ დროს მხედველობაში მიიღება ნიმუშის აღების წესების დაცვა, ლაბორატორიული გამოკვლევების აუცილებელი მინიმალური მოცულობის შესრულება, გამოკვლევების შესრულების აუცილებელი სიხშირის (ჯერადობის) დაცვა.

დასკვნის შედგენა წყლის ხარისხის შესახებ. იგი უნდა შეიცავდეს შემდეგ მონაცემებს: წყალმომარაგების წყარო და მისი სანიტარიული დახასიათება; წყლის ხარისხი და მისი მდგომარეობა გაანგარიშებული პერიოდისათვის; სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაციის ღონისძიებები; წყალმომარაგების წყაროს წყლის დამუშავების ღონისძიებები მისი თვისებების ჰიგიენურ მოთხოვნებთან შესაბამისობაში მოსაყვანად.

დასკვნის შედგენისათვის გამოიყენება წყალმომარაგების წყაროს წყლის გამოკვეთის 3 წლის მონაცემები. დასკვნა ძალაშია შედგენიდან 1 წლის განმავლობაში. ყოველწლიურად უნდა მოხდეს მისი გამოყენების შესაძლებლობის დადასტურება.

1.18.2. სასმელი წყლის ხარისხის მონიტორინგის ორგანიზაცია

სასმელი წყლის ხარისხის მონიტორინგი ხორციელდება შესაბამისი ნორმატიული აქტის* მიხედვით, რომელიც შემუშავებულია „საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის შესახებ" საქართველოს კანონის საფუძველზე, ჯანმო-ს რეკომენდაციების, ევროდირექტივების, ქვეყნის რეგიონული თავისებურებებისა და კლიმატურ-გეოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით და ადგენს ადამიანის ჯანმრთელობის უსაფრთხოების სანიტარიულ ნორმებს სასმელი წყლისათვის. ამ აღნიშნული აქტი ადგენს სასმელი წყლის კატეგორიებს, რომელზედაც ვრცელდება შესაბამისი კონტროლი:

- ბუნებრივი ან დამუშავებული წყალი, რომელიც გამოიყენება სასმელად, საკვების მოსამზადებლად და სხვა სახის საყოფაცხოვრებო დანიშნულებით, წარმოშობისა და მიწოდების ხერხის მიუხედავად (გამანაწილებელი ქსელის, ავზის და ცისტერნის, ბოთლის ან კონტეინერის საშუალებით მიწოდება);
- სურსათის ან სასურსათო პროდუქტების წარმოებისათვის განკუთვნილი წყალი.

ამ ნორმატიული აქტით დადგენილი მოთხოვნები არ ვრცელდება: სამკურნალო მინერალურ წყლებზე; სამედიცინო და სხვა სპეციალური დანიშნულების წყალზე; ინდივიდუალური წყაროს გამოყენებით მინოდებულ სასმელ წყალზე, რომლის წარმადობაა 10 მ^3 დღე-ღამეში, ემსახურება 50-ზე ნაკლებ ადამიანს და არ არის ჩართული კომერციულ ან საზოგადოებრივ ქსელში; იმ ნატურალურ მინერალურ წყლებზე, რომელთა საერთო მინერალიზაცია 1500 მგ/ლ-ს აღემატება.

განისაზღვრება სასმელი წყლის ხარისხის შემდეგი მაჩვენებლები და მათი შესაბამისობა ნორმატიულ სიდიდეებთან:

- ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები;
- მიკრობიოლოგიური, ვირუსოლოგიური და პარაზიტოლოგიური მაჩვენებლები;
- ქიმიური მაჩვენებლები (ზოგადი მაჩვენებლები, არაორგანული და ორგანული ნივთიერებები);
- რადიაციული უსაფრთხოების მაჩვენებლები;
- წყლის დამუშავების პროცესის შედეგად წარმოქმნილი მავნე ქიმიური ნივთიერებების მაჩვენებლები.

---

* სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი (დამტკიცებულია საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2007 წლის 17 დეკემბრის №349/ნ ბრძანებით. სსმ, III, 2007, №179).

აღნიშნული ნორმატიული აქტის საფუძველზე დადგენილი მაჩვენებლების კონტროლი უნდა განხორციელდეს:

- წყალგამანაწილებელი სისტემის შემთხვევაში — შენობისა და სათავსის შიგნით, უშუალოდ ონკანიდან, საიდანაც ჩვეულებრივად ხდება წყლის მოხმარება;
- ავზისა და ცისტერნის შემთხვევაში — წყლის გამოსვლის წერტილში;
- დაფასოების შემთხვევაში (ბოთლი, კონტეინერი და სხვ.) — წყლის ჩამოსხმის წერტილში, აგრეთვე, სარეალიზაციო ქსელში;
- სურსათისა და სასურსათო პროდუქტების საწარმოებში — წყალმოხმარების წერტილებში.

სასმელი წყლის მიმწოდებელი ნებისმიერი ორგანიზაცია, ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ფორმისა და უწყებრივი დაქვემდებარების მიუედავად, ვალდებულია აწარმოოს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტით დადგენილ მაჩვენებლებთან შესაბამისობის კონტროლი და მონიტორინგი, მიღებული მონაცემების აღრიცხვისა და ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფით.

სასმელი წყლის ხარისხის შიდა კონტროლი და მონიტორინგი ხორციელდება წყლის მიმწოდებლის მიერ. მიმწოდებლის მიერ გამანაწილებელ ქსელში სასმელი წყლის ხარისხის განსასაზღვრი მაჩვენებლები და გამოსაკვლევი სინჯების რაოდენობა უნდა შეესაბამებოდეს 1.14. ცხრილში მოცემულ მოთხოვნებს.

ცხრილი 1.14.

სასმელი წყლის ხარისხის განსასაზღვრი მაჩვენებლები და საკვლევი სინჯების რაოდენობა წლის განმავლობაში

(სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი №349/ნ)

მაჩვენებლები	სინჯების რაოდენობა მოცემული წლის განმავლობაში, არა ნაკლებ				
	მოცემული წყალმომარაგების სისტემიდან წყლით უზრუნველყოფილი მოსახლეობის რაოდენობა (ათასი ადამიანი)				
	მიწისქვეშა წყაროები			ზედაპირული წყაროები	
	20-მდე	20-100	100-ზე მეტი	100-მდე	100-ზე მეტი
მიკრობიოლოგიური	12	24	365	365	365
პარაზიტოლოგიური	არ ნარმოებს			4	4
ორგანოლეპტიკური	12	24	365	365	365
ზოგადი მაჩვენებლები	4	6	12	12	24
არაორგანული და ორგანული ნივთიერებები	1	1	1	4	12
რადიოლოგიური	1	1	1	1	1
წყალმომზადების ტექნოლოგიასთან დაკავშირებული მაჩვენებლები	ნარჩენი ქლორი, ნარჩენი ოზონი — არანაკლებ საათში ერთისა, დანარჩენი რეაგენტები — არანაკლებ ცელაში ერთისა				

წყალმომარაგების წყალგამანაწილებელ სისტემაში, რომელიც წყლით უზრუნველყოფს 20 ათას მოსახლეს, მიკრობიოლოგიური და ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების გამოკვლევისათვის სინჯების აღება წარმოებს თვეში ერთხელ.

წყალდიდობისა და საგანგებო სიტუაციების დროს სასმელი წყლის ხარისხზე უნდა დაწესდეს გაძლიერებული საკონტროლო რეჟიმი, კომპეტენტურ სახელმწიფო ორგანოებთან კოორდინაციით.

სასმელი წყლის ხარისხის სახელმწიფო კონტროლისა და მონიტორინგის სქემა, ჯერადობა, განსასაზღვრი მაჩვენებლები და გამოსაცდელი სინჯების რაოდენობა განისაზღვრება შესაბამისი სახელმწიფო მაკონტროლებელი ორგანოს მიერ, კანონით დადგენილი წესით.

სასმელი წყლის გამოცდა უნდა ჩატარდეს აკრედიტებულ დამოუკიდებელ ლაბორატორიაში, კანონით დადგენილი წესით.

შახტური ჭის სანიტარიული კვლევის სქემა

1. დასახლება ————————————————————
2. ჭის ადგილმდებარეობა:
   2.1. დასახლებაში: ქუჩაზე, მოედანზე, ეზოში, ბაღში, სახლებს შორის;
   2.2. დასახლების გარეთ, დაცილება უახლოესი სახლიდან ————;
   2.3. სწორ ადგილზე, მაღლობზე, დაბლობზე, დახრილ ადგილზე, ხევში და ა.შ. ————;
   2.4. მდინარის ნაპირზე, მისგან დაცილება ————————;
   2.5. ხვდება თუ არა წყალი ჭაში ძლიერი წვიმისა და წყალდიდობის დროს ————.
3. ჭის ტიპი: ბეტონის, აგურის, ძელურის, სხვ. ————:
   3.1. ძელურის მასალა ————;
   3.2. ძელურის ზომები: სიგრძე ——— მ, სიგანე ——— მ, დიამეტრი ——— მ.
   3.3. ძელურის კუთხეების დამაგრების ხერხი ————;
   3.4. გალესილია თუ არა ძელური თიხით ———, გალესვის სისქე ———.
   3.5. ძელურის სიმაღლე მიწის დონიდან ——— მ;
   3.6. ჭის სიღრმე: მიწის ზედაპირიდან ფსკერამდე ——— მ, მიწის ზედაპირიდან წყლის სარკემდე ——— მ, წყლის მოცულობა ——— $მ^3$.
4. რომელი ჰორიზონტიდან ხდება წყლის შეკრება ————.
5. ჭის აგების დრო ———, ბოლო შეკეთების თარიღი ———, გასუფთავების თარიღი ———.
6. ჭის შიგა ზედაპირის კედლების მდგომარეობა: ნაპრალების, დაბინძურების, სოკოების, ობის არსებობა ————.
7. ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობა უშუალოდ ძელურის ზემო ნაწილის ირგვლივ ————————————.
8. ჯიხურის ან ფარდულის არსებობა ჭის ზემოთ. მისი მდგომარეობა ————————.
9. ჭიდან წყლის ამოღების წესი ————————————.
10. ჭის დაცილება საცხოვრებელი სახლებიდან ——— მ.
11. ნიადაგის ხასიათი ჭასა და დაბინძურების წყაროს შორის ———. ————.
12. ჭის წყლის სადღეღამისო დებეტი ——— $მ^3$.
13. წყლის დონის ცვლილება ჭაში წლის სეზონისა და წვიმების მიხედვით ————.
14. წყლის საორიენტაციო ხარისხობრივი და ქიმიური ანალიზის მონაცემები ————————————. ტემპერატურა ——— ^0C, სუნი ——— ბალი, გემო ——— ბალი, ფერიანობა ——— გრადუსი, სიმღვრივე ——— მგ/ლ.

15. მოცემული წყაროს წყლის გამომყენებელი მოსახლეობის ავადობის მონაცემები მწვავე ნაწლავური ინფექციებით, ფლუოროზით, ენდემიური ჩიყვით, ლეპტოსპიროზით, ტულარემიით და სხვ.——
———————————————————————————————.
16. მონაცემები საკვლევ რაიონში ცხოველებსა და მღრღნელებს შორის ეპიზოოტიის შესახებ ———————————————————.
17. დამატებითი მონაცემები ———————————————————.
18. საერთო დასკვნა ობიექტის მდგომარეობის შესახებ ———————
———————————————————————————————.
19. ობიექტის სანიტარიული მდგომარეობის გაუმჯობესების ღონისძიებები——————————————————————————
———————————————————————————————.

გამოკვლევის თარიღი ———————— ხელმოწერა ————————

სიტუაციური ამოცანები

სოფლის ცენტრალიზებული წყალმომარაგება ორგანიზებულია არტეზიული ჭაბურღილიდან. წყალსადენის წყლის სანიტარიული კონტროლისათვის წყლის სინჯის აღება ხდება ყოველთვიურად სოფლის ცენტრალურ ნაწილში და 2 ჩიხურ ნერტილში.

წყლის სინჯების ანალიზის შედეგები:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	სოფლის ცენტრი	ჩიხი №1	ჩიხი №2
1.	სუნი, ბალი	1	2	3
2.	გემო, ბალი	1	3	3
3.	სიმღვრივე, მგ/ლ	1,5	1,9	2,0
4.	ფერიანობა, გრად.	20	30	30
5.	საერთო სიხისტე, მგ-ეკვ/ლ	6,4	6,5	6,4
6.	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები (300 მლ-ში)	3	4	4

1. დაადგინეთ, სწორადაა თუ არა შერჩეული სინჯების აღების ადგილი;
2. დაადგინეთ, შეესაბამება თუ არა სინჯების აღების სიხშირე სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებს.
3. დაადგინეთ წყლის სინჯების ანალიზის შედეგების შესაბამისობა ნორმატიულ მოთხოვნებთან (ტექნიკურ რეგლამენტთან).

ამოცანა №2

განსაზღვრულია სოფლის წყალმომარაგება მდინარის წყლის გამოყენებით. მდინარის წყლის ხარისხობრივი მაჩვენებლები შეესაბამება წყალმომარაგების წყაროს მეორე კლასს. მდინარის დინების სიჩქარეა 0,5 მ/წმ, სიგანე წყალაღების ადგილზე — 125 მ. ადგილმდებარეობის რელიეფი სწორია.

1. წყალმომარაგების წყაროს კლასის შესაბამისად განსაზღვრეთ წყლის დამუშავების ძირითადი მეთოდები სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენურ ნორმატივებამდე (ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებამდე) დასაყვანად;
2. განსაზღვრეთ წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის პირველი და მეორე სარტყლების ზომები.

ამოცანა №3

წყალსადენში წყლის დამუშავებისათვის გამოყენებულია კოაგულაცია, დალექვა, ფილტრაცია, გაუსნებოვნება (ქლორირების მეთოდით). მიღებული შედეგებით, წყალი შეესაბამება ძირითად ჰიგიენურ მოთხოვნებს. აღინიშნება ქლორფენოლის სუნი.

1. დაადგინეთ ქლორფენოლის სუნის წარმოქმნის მიზეზი;
2. დასახეთ ღონისძიება ქლორფენოლის სუნის მოსაცილებლად.

ამოცანა №4

ქალაქის წყალსადენის წყლის გამოყენების შედეგად ხელოვნურ კვებაზე მყოფ ძუძუთა ასაკის ბავშვებს შორის აღინიშნება წყალნიტრატული მეთჰემოგლობინემიის შემთხვევები. წყლის ხარისხის ლაბორატორიული მონაცემები ძირითადად აკმაყოფილებს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებს.

1. მიუთითეთ, წყლის შედგენილობის რომელი მაჩვენებლითაა გამოწვეული აღნიშნული დაავადების განვითარება;
2. დასახეთ აღნიშნული დაავადების პროფილაქტიკის (წყლის ხარისხის გაუმჯობესების) გზები.

ამოცანა №5

ქალაქის მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესწავლით გამოვლინდა გარკვეულ ჯგუფებში კარიესით ავადობის მომატებული დონე. სასმელი წყლის სანარმოო-ლაბორატორიული კონტროლით გამოვლინდა ძირითადი ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის შემდეგი მაჩვენებლები: კადმიუმი — 10 მგ/ლ; ტყვია — 0,0 4 მგ/ლ; ქრომი — 0,05 მგ/ლ; ფთორი — 0,1 მგ/ლ.

1. შეაფასეთ სასმელი წყლის ხარისხი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით;
2. მიუთითეთ მოსახლეობის კარიესით ავადობის ზრდის მიზეზი;
3. დასახეთ კარიესის პროფილაქტიკის ღონისძიებები.

ამოცანა №6

სოფლის წყალმომარაგების წყაროდ განსაზღვრულია წყალსატევის წყლის გამოყენება. წყალმომარაგების წყაროს წყლის ხარისხის შესაფასებლად წარმოდგენილია უკანასკნელი 3 წლის ყოველთვიური სინჯების ანალიზის შედეგები.

1. შეაფასეთ წყლის ანალიზების რაოდენობის საკმარისობა წყალმომარაგების წყაროდ მოცემული წყალსატევის გამოყენების შესაძლებლობაზე დასკვნის გასაცემად;
2. მიუთითეთ მოცემულ პირობებში წყლის დამუშავებისათვის გამოსაყენებელი მეთოდები.

ამოცანა №7

სოფლის წყალმომარაგების წყაროდ განსაზღვრულია წყალსატევის გამოყენება, რომელიც მიეკუთვნება ზედაპირული წყალმომარაგების წყაროების II კლასს. სანიტარიული დაცვის ზონის პირველი სარტყლის საზღვრები დადგენილია აკვატორიის ყველა მიმართულებით და წყალაღების მიმდებარე ნაპირის მხრიდან შეადგენს 100 მ-ს, წყალაღების ადგილიდან დინების ზემოთ — 200 მ-ს, ხოლო დინების ქვემოთ — 100 მ-ს. წყლის სრული ანალიზისათვის სინჯები აღებულია წელიწადში 2-ჯერ, ხოლო ერთჯერადი სინჯები — წელიწადში 6-ჯერ. წყლის სინჯების ლაბორატორიული კვლევები ჩატარებულია 2 წლის განმავლობაში.

1. შეაფასეთ წყლის სინჯების რაოდენობის საკმარისობა წყალმომარაგების წყაროდ მოცემული წყალსატევის წყლის გამოყენების შესაძლებლობაზე დასკვნის გასაცემად;
2. შეაფასეთ წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონების ორგანიზაციის სისწორე.

ამოცანა №8

სოფლის წყალსადენის ქსელში წყლის ხარისხის კონტროლის მიზნით 1 თვის განმავლობაში აღებულია წყლის 1 სინჯი წყალსადენის სადგურთან ახლოს.

წყლის სინჯის ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	ანალიზის შედეგები
1.	გემო, ბალი	2
2.	სუნი, ბალი	2
3.	ფერიანობა, გრადუსი	10
4.	სიმღვრივე, მგ/ლ	0,5
5.	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები 300 მლ წყალში	2
6.	E. Coli - 300 მლ წყალში	1

1. შეაფასეთ წყლის სინჯის აღების ადგილის შერჩევის სისწორე;
2. შეაფასეთ სასმელი წყლის ხარისხი.

ამოცანა №9

ქალაქის მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესწავლით გამოვლინდა გარკვეულ ჯგუფებში კბილების ემალზე ლაქების გაჩენა. სასმელი წყლის სანარმოო-ლაბორატორიული კონტროლის შედეგად გამოვლინდა ძირითადი ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის შემდეგი მაჩვენებლები: ბარიუმი — 0,1 მგ/ლ; ბორი — 0,5 მგ/ლ; კადმიუმი — 10 მგ/ლ; მანგანუმი — 4 მგ/ლ; ფთორი — 2,5 მგ/ლ.

1. შეაფასეთ სასმელი წყლის ხარისხი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით;
2. მიუთითეთ, რა გავლენას მოახდენს წყლის ხარისხზე ნივთიერებების ასეთი რაოდენობით შემცველობა;
3. დასახეთ წყლის ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებები.

ამოცანა №10

ქალაქის წყალმომარაგების წყაროდ განსაზღვრულია მდინარის წყლის გამოყენება, რომლის ხარისხის მაჩვენებლები შესწავლილია 2 წლის განმავლობაში. სანიტარიული დაცვის ზონის პირველი სარტყლის საზღვრებია: წყალაღების ადგილიდან დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით — 100 მ, დინების მიმართულებით — 300 მ.

1. შეაფასეთ წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაციის მართებულობა;
2. შეაფასეთ წყლის სინჯების ანალიზების რაოდენობის საკმარისობა.

ამოცანა №11

ქალაქის წყალმომარაგების წყაროდ შერჩეულია არტეზიული ჭა. ყოველთვიურად იღებენ წყლის სინჯებს 3 წერტილში: ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში და 2 ჩიხურ წერტილში.

1. შეადგინეთ წყლის დამუშავების სქემა;
2. შეაფასეთ სინჯების აღების სისწორე.

ამოცანა №12

განსაზღვრულია წყალსადენის ქსელის ექსპლუატაციაში მიღება. ჩატარდა ქსელის გარეცხვა 1,2-1,5 მ/წმ სიჩქარის მქონე წყლის ნაკადით. ამის შემდეგ მილები შეივსო 20-50 მგ/ლ აქტიური ქლორის შემცველი ქლორიანი წყლით, რაც დაყოვნდა 6 სთ-ის განმავლობაში. გარეცხვის შემდეგ მოხდა წყალსადენის ქსელის ექსპლუატაციაში მიღება.

1. შეაფასეთ ქსელის ექსპლუატაციაში გაშვებისათვის ჩატარებული სამუშაოები;
2. დასახეთ წყლის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის შესასრულებელი სამუშაოები.

საკონტროლო ტესტები

1. საერთაშორისო სტანდარტის (ევროდირექტივის) მიხედვით, სასმელი წყლის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს
ა) 10°C;
ბ) 15°C;
გ) 25°C;
დ) 30°C.

2. ტექნოქიმიური პროვინციები, რომლებიც მოგვიერ წყლის ხარისხს განაპირობებს, არ არის დაკავშირებული შემდეგ ფაქტორებთან:
ა) აეტოტრანსპორტის გამონაბოლქვები;
ბ) სამრეწველო საწარმოების გამონაფრქვევები;
გ) სამრეწველო ნარჩენები და სამრეწველო ჩამდინარე წყლები;
დ) ტერიტორიების გეოლოგიური სტრუქტურა.

3. წყალმომარაგების წყაროს შერჩევისას უპირატესობა უნდა მიეცეს:
ა) გრუნტის წყლებს;
ბ) მეღაპირულ წყლებს;
გ) ფენათაშორის წნევიანს;
დ) ფენათაშორის უწნეოს.

4. სასმელ წყალში თავისუფალი ნარჩენი ქლორის განსაზღვრისათვის ქლორის წყალთან კონტაქტის დრო (წთ-ში) უნდა იყოს არანაკლებ:
ა) 5;
ბ) 15;
გ) 30;
დ) 60.

5. წყალმომარაგების წყაროდ მდინარის წყლის გამოყენებისას წყალასაღები აღგილიდან სანიტარიული დაცვის ზონის პირველი სარტყლის საზღვარი, დინების ზემოთ უნდა იყოს (მ-ში), არანაკლებ:
ა) 30;
ბ) 50;
გ) 100;
დ) 200.

6. მეღაპირული წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის II სარტყელში ნებადართულია:
ა) საკომპოსტო მინდვრების მოწყობა;
ბ) მხამ-ქიმიკატების საწყობების განლაგება;
გ) თევზაობა;
დ) მინერალური სასუქების საწყობების განლაგება.

7. რომელი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებელი შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც წყლის ვირუსული დაბინძურების არაპირდაპირი მაჩვენებელი?
ა) ფერიანობა;
ბ) სუნი;
გ) გემო;
დ) სიმღვრივე.

8. წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე გავლენას არ ახდენს:
ა) რკინა;
ბ) მანგანუმი;
გ) სპილენძი;
დ) ტყვია.

9. წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებები უმჯობესდება:
ა) ქლორირებისას;
ბ) ოზონირებისას;
გ) ჰიპერქლორირებისა და პრექლორირებისას;
დ) ულტრაიისფერი სხივებით დამუშავებისას.

10. უროლითიაზის განვითარების ეტიოლოგიური ფაქტორი შეიძლება იყოს სასმელი წყალი საერთო სიხისტით:
ა) 5 მგ.ექვ./ლ;
ბ) 10 მგ.ექვ./ლ;
გ) 215 მგ.ექვ./ლ;
დ) 25 მგ.ექვ./ლ.

11. წყლის გაკამკამება უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს:
ა) ჰორიზონტალურ სალექარში;
ბ) ვერტიკალურ სალექარში;
გ) რადიალურ სალექარში da რეზერვუარში;
დ) გამაკამკამებლებში შეწონილი ნალექით.

12. წყლის დამუშავებას ოზონით ქლორირებასთან შედარებით მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს, ვინაიდან: 1). ძლიერი დამჟანგველია, რის გამოც წყლის საიმედო დეზინფექცია რამდენიმე წუთში მიიღწევა; 2). არ წარმოქმნის მავნე შენაერთებს და არ ცვლის აქტიურ რეაქციას (pH); 3). იწვევს წყლის გაუფერულებასა და დეზოდორაციას; 4). უფრო ეფექტურად მოქმედებს მიკრობთა სპოროვან ფორმებზე, ვირუსებზე და პა-თოგენურ უმარტივესებზე, (ლამბლიებზე და დიზენტერიულ ამებებზე); 5). ეკონომიურია; 6). არ აქვს გამოყენების შეზღუდვის პირობები.
ა) სწორია 1, 2, 3, 5;
ბ) სწორია 3, 4, 5, 6;
გ) სწორია 3, 4, 5, 6;
დ) სწორია 1, 2, 3, 4.

13. ბავშვები აეადღებიან მეტჰემოგლობინემიით (ბაღშეთა ციანოზი), თუ სასმელი წყალი შეიცავს (მგ/ლ-ში):
ა) დარიშხანს 0,05-ზე მეტს;
ბ) სელენს 1,5-ზე მეტს;
გ) ფთორს 1,5-ზე მეტს;
დ) ნიტრატებს 45,0-ზე მეტს.

14. კარიესით დაავადების შემცირების ეფექტური საშუალებაა წყლის:
ა) კოაგულირება;
ბ) ფთორირება;
გ) გაუვნებელყოფა ულტრაიისფერი დასხივით;
დ) ქლორირება.

15. წყლისმიერი ეპიდემიებისათვის დამახასიათებელია:
ა) ავადობის დონის უეცარი აწევა და მაღალ დონეზე შენარჩუნება განსაზღვრული დროით;
ბ) ეპიდემიური აფეთქების შემოსაზღვრა იმ პირებით, რომლებიც სარგებლობენ წყალმომარაგების ერთი და იგივე წყაროთი;
გ) კომპლექსური ეპიდსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ჩატარების შემდგომ ავადობის მკვეთრი შემცირება;
დ) ყველა ჩამოთვლილი.

16. სასმელ წყალში მიკრობული დაბინძურების აღმოჩენისას სანიტარიულ-ქიმიური კვლევებისათვის სინჯის აღება ხელმეორედ არ ტარდება შემდეგი ნაერთების შემცველობის საკვლევად:
ა) ნიტრატების და ნიტრიტების;
ბ) ქლორიდების;
გ) ამიაკის;
დ) ჟანგვადობის.

17. მნიშვნელოვნად ჩქარდება ფილტრაცია და უმჯობესდება ეფექტი, თუ გამოვიყენებთ:
ა) კოაგულირებას;
ბ) ქლორირებას;
გ) დეფერირებას;
დ) დეფთორირებას.

18. წყლის ქლორირებით გაუვნებელყოფისას ქლორფენოლის სუნის თავიდან აცილებისათვის გამოიყენება:
ა) კოაგულაცია;
ბ) ბაქტერიოციდული დანადგარი;
გ) გაკირიანება;
დ) პრეამონიზაცია.

19. შარდ-სასქესო ორგანოების კენჭოვანი დაავადება შეიძლება გამოწვეული იყოს:

ა) წყლის მაღალი სიხისტით;
ბ) წყალში ნიტრატებისა და ნიტრიტების ჭარბი შემცველობით;
გ) წყალში ფთორის სიჭარბით ან ნაკლებობით;
დ) წყალში დარიშხანის ჭარბი შემცველობით.

20. მეთჰემოგლობინემია შეიძლება გამოწვეული იყოს:
ა) წყლის მაღალი სისისტით;
ბ) წყალში ნიტრატებისა და ნიტრიტების ჭარბი შემცველობით;
გ) წყალში ფთორის ნაკლებობით;
დ) წყალში ნატრიუმის ქლორიდის ჭარბი შემცველობით.

21. „ჩლიქოვანი დაავადება" (მკერივი კოერები ფეხის გულებზე) ვითარდება სასმელ წყალში:
ა) დარიშხანის ჭარბი შემცველობისას;
ბ) სტრონციუმის ჭარბი შემცველობისას;
გ) მაღალი სისისტის არსებობისას;
დ) ნატრიუმის ქლორიდის მაღალი შემცველობისას.

22. წყალში არსებული მიკროელემენტები გავლენას ახდენს: 1). მინერალურ ცვლაზე; 2).ნივთიერებათა ცვლაზე; 3). ინფექციური დაავადებების განვითარებაზე; 4). წყლის სადღეღამისო მოხმარებაზე; 5). წყლის ქლორმოხმარებაზე.
ა) სწორია 1, 2;
ბ) სწორია 1, 3;
გ) სწორია 2, 4;
დ) სწორია 2, 5.

23. ფლოკულანტების შერჩევის დროს უპირველესი პირობაა:
ა) ფლოკულანტის ეფექტურობა;
ბ) ფლოკულანტის შდკ იყოს ცნობილი;
გ) წყალი წინასწარ იყოს გაფილტრული;
დ) წყალი არ იყოს მღვრიე და შეფერილი.

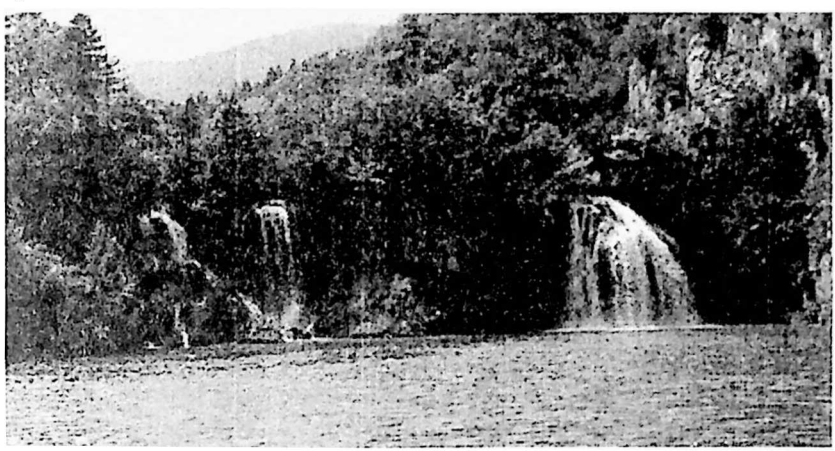
24. სასმელი წყლის ულტრაიისფერი დასხივებით გაუვნებლობის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ულტრაიისფერი სხივების შთანთქმის კოეფიციენტი, რომელიც არ არის დამოკიდებული:
ა) წყლის სიმღვრიეზე;
ბ) ფერიანობაზე;
გ) წყლის მარილოვან შედგენილობაზე;
დ) წყლის pH-ზე.

25. წყლის გაუვნებლების მეთოდი, რომლის დროსაც არ წარმოებს წყლის მინერალური შემადგენლობის ცვლილება, არ წარმოიქმნება არასაიამოვნო სუნი და გემო, აქვს მკეთრად გამოხატული მოქმედება სპოროვან ფორმებზე და ენტეროვირუსებზე, შესაძლოა იყოს:
ა) ქლორირება;
ბ) ოზონირება;
გ) პრეამონიზაცია;
დ) ორმაგი ქლორირება.

თავი 2. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა

წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა მოიცავს ღონისძიებათა სისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის რესურსების ისეთ მდგომარეობას, რაც მოსახლეობის სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალმომარაგებისა და რეკრეაციული მიზნებით მისი გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა, აგრეთვე შეუნარჩუნებს მას დადებითი ფაქტორის როლს დასახლების მიკროკლიმატისა და არქიტექტურული გარემოს ფორმირებაში.

წყლის ობიექტი *წყლის რესურსი* არის დედამიწის ზედაპირზე ან მის სიღრმეში განსაზღვრულ საზღვრებში მოქცეული წყლის მასა (სურ. 2.1.).



სურ. 2.1. წყლის ობიექტი

არსებობს წყლის ობიექტების მრავალი სახე, რომლებიც ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება გეოგრაფიული, ჰიდროლოგიური, ჰიდროქიმიური, ჰიდროგეოლოგიური და სხვ. მაჩვენებლებით.

წყლის ობიექტები გამოიყენება ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალმომარაგების წყაროდ, რეკრეაციული მიზნით, საწყლოსნო სპორტისათვის, ჩამდინარე წყლების მოცილებისათვის და ა.შ.

2.1. წყლის ობიექტების სახეები

წყლის ობიექტები, მათი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლების და გეოგრაფიული მდებარეობის, განსაკუთრებული სამეცნიერო და ესთეტიკური, აგრეთვე ეკონომიკური მნიშვნელობისა და კონიუნქტურის გათვალისწინებით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- განსაკუთრებული სახელმწიფო მნიშვნელობის;
- სახელმწიფო მნიშვნელობის;
- ადგილობრივი მნიშვნელობის.

წარმოქმნის გზის მიხედვით წყლის ობიექტები იყოფა ორ ჯგუფად — წყალსატევები და წყალსაცავები.

➢ *წყალსატევი* არის ბუნებრივად არსებული წყლის რესურსი. წყალსატევებს მიეკუთვნება ოკეანეები, ზღვები, ტბები, ტბორები, მდინარეები და სხვ.

➢ *წყალსაცავი* არის ხელოვნურად შექმნილი წყლის რესურსი, რომელიც წარმოიქმნება მდინარეზე ხელოვნური ჯებირის აგებით (ხრამის, სიონის, ენგურის, ჟინვალის, შაორის წყალსაცავები), ბუნებრივ ან/და ხელოვნურ ქვაბულში წყლის გადაგდებით (თბილისის ზღვა).

განთავსების გეოგრაფიის მიხედვით წყლის ობიექტები იყოფა ზედაპირულ და მიწისქვეშა ობიექტებად.

2.1.1. წყლის ზედაპირული ობიექტები

წყლის ზედაპირულ ობიექტებს წარმოადგენს მდინარე, ოკეანე, ზღვა, ტბა, წყალსაცავი და სხვ.

მდინარე არის წყლის ნაკადი, რომელიც ბუნებრივ კალაპოტში მიედინება და თავისი აუზის ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენით საზრდოობს. იგი ხასიათდება წყლიანობით — წყლის ხარჯის სიდიდით (მდინარის კალაპოტში დროის ერთეულში გავლილი წყლის რაოდენობით). ამ მაჩვენებლის მიხედვით ისინი დიდ, საშუალო და მცირე მდინარეებად იყოფა. მსოფლიო პრაქტიკაში მიღებულია მისი შემდეგი კლასიფიკაცია.

დიდი მდინარე (წყლის ხარჯი 1 მ^3/წმ-ზე მეტი, სიგრძე 200 კმ-ზე მეტი) ხშირად გამოიყენება ცენტრალიზებული სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ. ამასთან ერთად, იგი არის მის ნაპირზე განლაგებული ქალაქის ან სამრეწველო კომპლექსის სამრეწველო და საქალაქო ჩამდინარე წყლების მიმღები. დიდი მდინარეების დაბინძურება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლის ხარისხზე და მოსახლეობის მიერ სხვადასხვა მიზნით გამოყენების შემაფერხებელი გარემოებაა. დიდი მდინარეების გამოყენება შესაძლებელია სამგზავრო და სატვირთო სამდინარო ტრანსპორტის განვითარებისათვის.

მდინარის წყლის სასმელი, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო მიზნებით გამოყენებისას გათვლილი უნდა იყოს ბალანსი წყლის ხარჯსა და გამოსაყენებელი წყლის რაოდენობას შორის. ამ ბალანსის გათვალისწინების გარეშე წყლის ინტენსიური გამოყენება შეიძლება ეკოლოგიური კატასტროფის მიზეზი გახდეს. ამის თვალსაჩინო მაგალითია ცენტრალურ აზიაში არალის ტბის მკვებავი ორი ძირითადი მდინარის — ამუდარიისა და სირდარიის წყლების ინტენსიური სამეურნეო გამოყენების შედეგად განვითარებული მოვლენები: ფაქტიურად შეწყდა ამ მდინარეების წყლის ტბაში ჩადინება, რამაც გარემოში მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიწვია.

საშუალო მდინარე ხასიათდება 101-დან 200 კმ-მდე სიგრძით და წყალშემკრები აუზის ფართობით 1000-დან 2000 კმ^2-მდე. საშუალო მდინარეები გამოიყენება ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ და მნიშვნელოვან სარეკრეაციო ფუნქციას ასრულებს. შესაძლებელია ჩამდინარე წყლებით მათი დაბინძურება.

მცირე მდინარე სიგრძით 100 კმ-ზე ნაკლებია. მათზე მოდის წყლის მასის დიდი ნაწილი. ის ცენტრალიზებული სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ იშვიათად გამოიყენება, მაგრამ ხშირად არის დეცენტრალიზებული სასმელი წყალმომარაგების წყარო, ასრულებს, აგრეთვე, მნიშვნელოვან სარეკრეაციო ფუნქციას. მცირე მდინარეებში ხშირად ჩაედინება მცირე სიმძლავრის სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების ჩამდინარე წყლები, აგრეთვე მოსახლეობის საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, მათი გაწმენდის გარეშე. ეს გარემოება მნიშვნელოვნად აუარესებს ამ წყლების თვისებებს, რაც, თავის მხრივ, აუარესებს მოსახლეობის ცხოვრების პირობებს და უარყოფითად მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე.

საქართველოში მიღებულია მდინარეების შემდეგ ჯგუფებად დაყოფა:

- 25 კილომეტრამდე სიგრძით;
- 50 კილომეტრამდე სიგრძით;
- 75 კილომეტრამდე სიგრძით;
- 75 კილომეტრზე მეტი სიგრძით.

პრაქტიკულად სარგებლობენ მათი დაყოფით დიდ და მცირე მდინარეებად. დიდ მდინარეებს მიეკუთვნება: მტკვარი, რიონი, ენგური, ალაზანი, ჭოროხი, არაგვი. დანარჩენი მიეკუთვნება მცირე მდინარეების ჯგუფს.

ძლიერ დაბინძურებული მცირე მდინარეები საშუალო და დიდი მდინარეების დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს. ამდენად, მცირე მდინარეების სანიტარიული დაცვა აქტუალური ჰიგიენური პრობლემაა.

ტბა არის ხმელეთის ქვაბულში მოქცეული შენელებული წყალცვლის ბუნებრივი წყალსატევი. წყლის მინერალიზაციის ხარისხის მიხედვით ტბები მეტად მრავალფეროვანია — მტკნარიდან ძლიერ მლაშემდე. ტბა იშვიათად გამოიყენება ცენტრალიზებული სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ, მაგრამ მისი რეკრეაციული მნიშვნელობა დიდია; გარკვეულ როლს ასრულებს დასახლების არქიტექტურულ-დაგეგმარებით გაფორმებაში. ტბაში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შემთხვევაში ხშირად ხდება ტბის ევტროფიკაცია — წყალმცენარეების ინტენსიური განვითარება, განსაკუთრებით ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების, ე.წ. „აყვავება". მისი განვითარების ძირითადი მიზეზია წყლის ობიექტის ორგანული ნივთიერებებით დაბინძურება. ნუტრიენტების* ჭარბი რაოდენობით ჩადინება

---

* მცენარეების ზრდისთვის აუცილებელი ელემენტები, როგორიცაა, მაგალითად, ფოსფორი და აზოტი.

იწვევს წყლის ობიექტის ეუტროფიკაციას, რაც მნიშვნელოვან რისკს უქმნის არა მარტო მის ბიომრავალფეროვნებას, არამედ ადამიანთა ჯანმრთელობას. წყალმცენარეების განვითარებასა და მათი დაღუპული მასის დაჟანგვაზე ჟანგბადის ინტენსიური ხარჯვის გამო, ირღვევა ტბის ჟანგბადოვანი რეჟიმი. „აყვავების" დროს წყალმცენარეების დიდი მასის გამო შეიძლება დაირღვეს წყალამღები აღჭურვილობის მუშაობის რეჟიმი, ხოლო წლის პერიოდის ცვლისას მათი ინტენსიური დაღუპვის გამო უარესდება წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებები — იზრდება ფერიანობა, ჩნდება არასასიამოვნო სუნი, მცირდება გამჭვირვალობა. ევტროფიკაციის განვითარებას ხელს უწყობს ტბის სპეციფიკური ფაქტორები — დინების მცირე სიჩქარე და ნაპირის წყალმარჩხობა, სადაც ზაფხულში წყალი ძლიერ თბება.

ზღვა არის მსოფლიო ოკეანის ნაწილი, რომელიც მეტად ან ნაკლებად გამოყოფილია ხმელეთით ან წყალქვეშა შემაღლებებით და ღია ოკეანისაგან განსხვავდება ჰიდროლოგიური, მეტეოროლოგიური და კლიმატური რეჟიმით. ზღვის წყალი ხასიათდება მინერალიზაციის შედარებით მაღალი დონით (საშუალოდ, 35 გ/ლ). წყალში გახსნილი მარილების ძირითადი ნაწილი (99%) Na^+, Mg^{2+}, K^+, Ca^{2+}, Cl^- და SO_4^{2-} იონებია. დიდი მინერალიზაციის გამო სასმელი წყლის სახით მისი გამოყენება მეტად შეზღუდულია. ზღვის წყალი, ძირითადად, გამოიყენება ავტონომიური წყალმომარაგების წყაროდ სპეციალური დამუშავების — გამტკნარების შემდეგ.

წყალსაცავი არის ხელოვნურად შექმნილი წყლის რესურსი. ხშირად იგი იქმნება მდინარის ნაკადის რეგულირების მიზნით (მაგალითად, ენგურის და სხვ.). წყალსაცავის ფართოდ განვითარება განპირობებულია ინტენსიური ინდუსტრიალიზაციით, სამრეწველო წარმოებისა და მოსახლეობის კონცენტრაციით. იგი ხშირად გამოიყენება მინათმოქმედებაში სარწყავად, ჰიდროენერგეტიკაში და სხვ. აქტუალურია მისი რეკრეაციული ფუნქციაც (მაგალითად, სიონის წყალსაცავი).

წყალსაცავი არსებითად ცვლის წყლის ნაკადის ჰიდროლოგიურ და ჰიდროქიმიურ რეჟიმს, აგრეთვე მიმდებარე ტერიტორიის ბუნებრივ კლიმატურ პირობებს (მაგალითად, თბილისის ზღვა). ეს ცვლილებები შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი. წყალსაცავის წყლის დიდ მოცულობაში ხდება მასში მოხვედრილი დამაბინძურებლების განზავება; წყლის შენელებული ნაკადი განაპირობებს ინტენსიურ თვითგანმენდას მასში არსებული შეწონილი ნივთიერებების დალექვით, ორგანული დამაბინძურებლების მინერალიზაციით, მცირედ ხსნადი და უხსნადი მეტალების ჰიდროქსიდების წარმოქმნითა და ფსკერის ნალექში გადასვლით. ამასთან ერთად, წარმოქმნილი ფსკერის ნალექი და წყლის დონის მკვეთრი მერყეობა არასასურველია ჰიგიენური თვალსაზრისით. წყალსაცავის ფსკერის არასაკმარისი მომზადების შემთხვევაში შესაძლებელია შემდგომში მთელი რიგი არასასურველი მოვლენების განვითარება — წყლის ჟანგვადობის გაზრდა, წყლის ზედაპირზე მცურავი ტორფისა და ხეების გაჩენა და სხვ.

ზედაპირული წყლების წყლის ბრუნვა 3 თანრიგით უფრო ინტენსიურია ოკეანისა და ყველა მიწისქვეშა წყლების ბრუნვასთან შედარებით. მდინარის წყლის ბრუნვა ხდება ყოველ 11 დღე-ღამეში, ანუ 33-ჯერ წლის განმავლობაში. ამის გამო დიდი ანთროპოგენური დაბინძურების შემთხვევაშიც კი ზედაპირული წყლები საკმაოდ დიდხანს ინარჩუნებს თავიანთ ბუნებრივ თვისებებს. ამასთან ერთად, ინტენსიური და ხანგრძლივი დაბინძურების შემთხვევაში მდინარის ფსკერის ნალექში დაგროვებული დამაბინძურებლები შეიძლება მეორადი გაბინძურების წყარო გახდეს.

2.1.2. წყლის მიწისქვეშა ობიექტები

წყლის მიწისქვეშა ობიექტები იყოფა გრუნტის წყლებად, ფენათშორის უწნევო და წნევიან წყლებად (სურ. 1.2.).

აქტიურ წყალცვლაში მონაწილე მიწისქვეშა მტკნარი წყლები განთავსებულია მიწის ზედაპირიდან 300-500 მ-მდე სიღრმეზე. ეს წყლები წარმოადგენს სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალმომარაგების წყაროს. მათი წყალცვლის ინტენსიურობა გაცილებით ნაკლებია ზედაპირულ წყლებთან შედარებით და 330 წელს შეადგენს. ეს გარემოება მიუთითებს მათ „სისუფთავეზე“ ბიოლოგიური დაბინძურების თვალსაზრისით. ამასთან ერთად, მათი ქიმიური ან ბიოლოგიური შედგენილობის ანთროპოგენურად განპირობებული შეცვლის დროს პრაქტიკულად შეუძლებელია თვითგაწმენდის პროცესის შედეგად არასასურველი დარღვევების ლიკვიდაცია. მიწისქვეშა წყლებს აქვთ დიდი უპირატესობები სასმელი წყალმომარაგების წყაროდ გამოყენებისათვის. მიწისქვეშა წყაროების საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის.

სასმელი წყალმომარაგებისათვის მნიშვნელოვანია, რომ წყლის ამოღების მოცულობა არ აღემატებოდეს წყალშემცველი საექსპლუატაციო ჰორიზონტების შესაძლებლობებს.

წყალმოხმარებისათვის ვარგისი მიწისქვეშა წყლების გამოკვლეული საექსპლუატაციო მარაგი, შესწავლის ხარისხის მიხედვით, 3 კატეგორიად იყოფა:

- ათვისებული — კატეგორია A;
- გამოკვლეული — კატეგორია B;
- წინასწარ შეფასებული — კატეგორია C_1;
- გამოვლენილი — კატეგორია C_2.

A და B კატეგორიების მიწისქვეშა წყლების შედგენილობა და თვისებები საკმაოდ შესწავლილია, რაც სასმელ წყალმომარაგებაში მათი გამოყენების შესახებ მსჯელობის საშუალებას იძლევა.

2.2. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის პრობლემა

წყლის ობიექტების სანიატრიული დაცვის პრობლემა მჭიდროდაა დაკავშირებული XX ს-ის მეორე ნახევრიდან განვითარებული ინდუსტრიალიზაციასთან. ამ პროცესის თანამდევი მოვლენაა მოსახლეობის დიდი რაოდენობის კონცენტრაცია მსხვილ ქალაქებსა და სამრეწველო ცენტრებში (ურბანიზაცია). ურბანული დასახლებები დიდი რაოდენობით

წყალს საჭიროებს სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნით. წყლის მინისქვეშა მარაგები უკვე საკმარისი აღარ აღმოჩნდა და ფართოდ დაიწყო ცენტრალიზებული წყალმომარაგებისათვის ზედაპირული წყაროების გამოყენება. ამასთან ერთად, დიდი ქალაქების და სამრეწველო ცენტრების ფუნქციონირების შედეგად აქტუალური გახდა წყლის ობიექტების დაბინძურების წარმოქმნის ძლიერი ფაქტორი — სამრეწველო და მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები.

წყლის ობიექტების დაცვის პრობლემა განსაკუთრებით გამწვავდა XX ს-ის მეორე ნახევრიდან. სამეცნიერო-ტექნიკური ევოლუციის პირობებში გარემოზე, კერძოდ, წყლის ობიექტებზე ანთროპოგენური და ტექნოგენური ზემოქმედების მასშტაბები მკვეთრად გაიზარდა. მისმა მოცულობამ მსოფლიოს ზოგიერთ ინდუსტრიულად განვითარებულ რეგიონში წყლის ობიექტების ასიმილაციურ შესაძლებლობებს გადააჭარბა, რამაც წყლის თვითგაწმენდის ბუნებრივი პროცესის დარღვევა გამოიწვია; წარმოიქმნა წყლის ობიექტების დაბინძურების პრობლემა.

წყლის მინისქვეშა ობიექტების წყლის ხარისხი მნიშვნელოვნად იცვლება ტექნოგენური ფაქტორების გავლენის შედეგად, რის გამოც მონოდებულია მისი შესაბამისი კლასიფიკაცია (ცხრილი 2.1.)

ცხრილი 2.1.

მინისქვეშა წყლების ჰიგიენური კლასიფიკაცია ტექნოგენური ფაქტორების გავლენის ხარისხის მიხედვით

№	მინისქვეშა წყლების ხარისხზე ტექნოგენური ფაქტორების ზეგავლენის ხარისხი	მინისქვეშა წყლების დაბინძურების ხარისხი
1.	დასაშვები	ფონურ მაჩვენებლებს აჭარბებს პერიოდულად, მაგრამ მათი მაქსიმალური დონე წლის განმავლობაში ჰიგიენურ ნორმატივებზე დაბალია
2.	სუსტად გამოხატული	სინჯის ყოველთვიური აღებისას, წლის განმავლობაში ტექნოგენური დაბინძურების მაჩვენებლების ზრდის ტენდენცია შენარჩუნებულია, დაბინძურების მაქსიმალური დონეები არ აღემატება ჰიგიენურ ნორმატივებს
3.	ზღვრული	ფონურ მაჩვენებლებს აჭარბებს სტაბილურად, მაგრამ მათი მაქსიმალური დონეები ნაკლები ან ტოლია ზდკ-ის.
4.	საშიში	ფონურ მაჩვენებლებს აჭარბებს სტაბილურად, მათი მაქსიმალური დონე მეტია ზდკ-ზე

როგორც 1 თავში აღინიშნა, წყალმოხმარების ყველა სახისათვის გამოსაყენებელი წყლის მარაგი პლანეტის ჰიდროსფეროს საერთო მოცულობის მხოლოდ 0,0161% (დაახლოებით 25000 კმ^3) არის. პრობლემას ამწვავებს ის გარემოება, რომ მათში ყოველწლიურად ჩაედინება 450 კმ^3 ჩამდინარე წყლები (მათგან მხოლოდ ნახევრის გაწმენდა ხდება). ბუნებრივ წყლის ობიექტებში თუნდაც ბიოლოგიურად გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების გაუვნებლობისათვის საჭიროა მათი რამდენიმეჯერადი განზავება.

ზედაპირულ წყლის ობიექტებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ე.წ. არაკონცენტრირებული ტერიტორიული დაბინძურება (შხამ-ქიმიკატებით დამუშავებული სასოფლო-სამეურნეო და ტყის სავარგულების ზედაპირული ჩანადენები, დასახლებების ტერიტორიებისა და სამრეწველო მოედნების, მეცხოველეობის კომპლექსების ზედაპირული ჩანადენები). დედამინის წლიური სამდინარო ნაკადის დაახლოებით 1/3 ანთროპოგენურ და ტექნოგენურ ზემოქმედებას განიცდის, რის გამოც გამოუყენებელი ხდება მრავალი სახის წყალმოხმარებისათვის.

პრობლემას ამწვავებს პლანეტაზე წყლის რესურსების არათანაბარი განაწილება: ევროპასა და აზიაში, სადაც ცხოვრობს დედამინის მოსახლეობის 70%, თავმოყრილია სამდინარო წყლების მსოფლიო მარაგის მხოლოდ 39%.

ყველა ამ გარემოებამ გამოიწვია ის, რომ მსოფლიოს მოსახლეობის დაახლოებით ნახევარი წყლის დეფიციტს განიცდის. ამასთან ერთად, ამ დეფიციტის საფუძველი ანტროპოგენური გენეზისაა. პრობლემის ყოველმხრივი ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა, რომ წყლის რესურსების რაციონალური და კომპლექსური გამოყენების, დაბინძურებისაგან მათი დაცვის პირობებში პლანეტაზე შესაძლებელია წყალზე მოთხოვნილების სრული დაკმაყოფილება შორეული პერსპექტივის გათვალისწინებით.

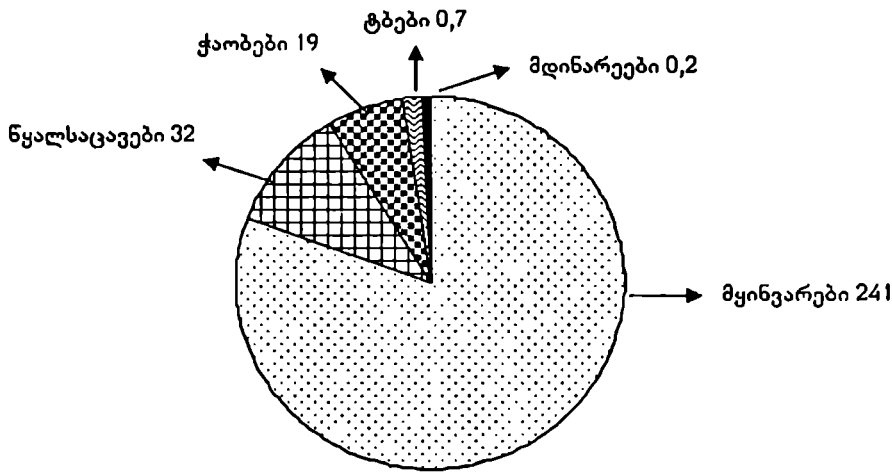
საქართველოში ამ მიმართულებით გაცილებით უკეთესი მდგომარეობაა — იგი მეტად მდიდარია წყლის რესურსებით და მრავალფეროვნებით გამოირჩევა (სურ. 2.1.). საშუალოდ, ქვეყნის მასშტაბით, ერთ სულ მოსახლეზე მტკნარი წყლის განახლებადი წლიური რესურსების რაოდენობა 14 ათას მ^3-ს შეადგენს. თუმცა წყლის რესურსების განაწილება არათანაბარია — შავი ზღვის აუზის მდინარეების ჯამური წლიური ჩამონადენი 3-ჯერ აღემატება კასპიის ზღვის აუზის მდინარეების ჩამონადენს*. ეს გარემოება განაპირობებს წყლის რესურსებისადმი მიზანმიმართული და ყაირათიანი დამოკიდებულების აუცილებლობას.

საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს ეროვნული მოხსენება გარემოს მდგომარეობის შესახებ, 2007-2009 წწ.

2.2.1. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის განვითარება

წყლის ობიექტების დაბინძურების საკითხი ადამიანისა და საზოგადოების ყურადღებას დიდი ხანია იქცევს. ამასთან, სახლმწიფოებრივი მიდგომა ამ პრობლემისადმი საზოგადოების განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე განსხვავებული იყო. ამდენად, ამ პრობლემის გადაჭრისადმი მიდგომის ისტორიაში რამდენიმე ეტაპის გამოყოფა შეიძლება.

პირველი ეტაპი ხასიათდებოდა *ადმინისტრაციულ-აკრძალვითი ღონისძიებებით.* ინგლისში 1876 წ გამოიცა კანონი მდინარეების დაცვის შესახებ, რომლითაც იკრძალებოდა მათში მყარი და თხევადი ნარჩენებისა და ჩამდინარე წყლების ჩაშვება. შემთხვევითი არ იყო, რომ ასეთი კანონი პირველად მიიღეს ინგლისში, იმ ქვეყანაში, რომელიც პირველი დაადგა ინდუსტრიული განვითარების გზას.



სურ. 2.1. წყლის მარაგი საქართველოს ზედაპირული წყლების სხვადასხვა ობიექტში, კმ^3.

1882 წ ანალოგიური კანონი მიიღეს პრუსიაში, რომლითაც იკრძალებოდა მდინარეებში გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაც კი. მოგვიანებით ანალოგიური კანონები მიიღეს საფრანგეთსა და რუსეთში. თუმცა პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ამ კანონების ცხოვრებაში გატარებით მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიული პირობები გაუარესდა, რადგანაც ქალაქებში კანალიზაციის მშენებლობის ხელშემშლელი მიზეზი გახდა. მალე ნათელი გახდა მსგავსი პოლიტიკის დაუსაბუთებლობა და პრაქტიკული მიზანშეუწონლობა.

მეორე ეტაპის დასაწყისს სათავე დაედო 1896 წ, რუსი ექიმების VI პიროგოვის ყრილობაზე. დაისვა საკითხი მდინარეებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების წესების კანონმდებლობით დადგენის შესახებ. სპეციალურმა კომისიამ ჰიგიენისტების მონაწილეობით შეიმუშავა წესების

პროექტი, რომლის ძირითადი პრინციპი იყო ჩამდინარე წყლებისადმი სანიტარიული მოთხოვნების განსაზღვრა. თუმცა, საკითხის შეუთანხმებლობის გამო, ამ პრინციპის პრაქტიკული რეალიზაცია ვერ მოხერხდა.

მესამე ეტაპის დასაწყისი იყო 1929 წ რსფსრ-ის ჯანდაცვის სახალხო კომისარიატის მიერ სანიტარიული წესების დამტკიცება ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შესახებ. მასში, ჩამდინარე წყლების შედგენილობისადმი წაყენებულ მოთხოვნებთან ერთად, მოცემული იყო მოთხოვნები მდინარის წყალში გახსნილი ჟანგბადის შემცველობის კონტროლის შესახებ და დადგინდა მისი მინიმალური რაოდენობის ნორმატივი — 4 მგ/ლ ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ქვემოთ. ეს იყო მსოფლიოში პირველი ჰიგიენური ნორმატივი წყლის ობიექტის წყლის ხარისხის შესახებ. იგი წყლის ობიექტის კონტროლის საშუალებას იძლეოდა მასში ორგანული ნივთიერებების შემცველი ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შემდეგ.

წყლის ობიექტის წყლის (და არა ჩამდინარე წყლების) ხარისხის კონტროლის პოზიცია საბოლოოდ განმტკიცდა 1939 წელს, სანიტარიული წესების მიღების შემდეგ. ამ დოკუმენტით სათავე დაედო წყლის ობიექტების წყლის ხარისხის კონტროლს სხვადასხვა სახის წყალმოხმარებისათვის მათი გამოყენების გათვალისწინებით. უნდა აღინიშნოს, რომ მიღებული წესები მხოლოდ საუწყებო ინტერესებს ითვალისწინებდა — მათში ასახული იყო მხოლოდ ჯანდაცვის ინტერესები და ჰიგიენური მოთხოვნები.

თანამედროვე გაგებით, წყლის ობიექტების დაცვის მიზანია მოსახლეობისა და ეროვნული მეურნეობისათვის შეუფერხებელი ყველა სახის წყალმოხმარების უზრუნველყოფა. წყლის ობიექტების დაცვასთან დაკავშირებული საკითხების კოორდინაციის მიზნით 1944 წელს ჩატარებული სამეცნიერო კონფერენციის მიერ მიღებული იყო შემდეგი ძირითადი დებულებები: 1. წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვა განხილული უნდა იქნას კომპლექსურად, წყალმოხმარების კეთილსასურველი პირობების შექმნის თვალსაზრისით, საზოგადოებრივი ჯანმრთელობისა და ეროვნული მეურნეობის ყველა დარგის განვითარების ინტერესების გათვალისწინებით; 2. წყლის დაბინძურების კრიტერიუმად მიღებულ უნდა იქნას წყალმოხმარების ამა თუ იმ სახის შეზღუდვის ხასიათი და0 ხარისხი; 3. წყლის ობიექტის დაბინძურების ერთიანი კრიტერიუმი არ უნდა არსებობდეს, რამდენადაც წყალმოხმარების სახეები მრავალფეროვანია.

პრაქტიკამ დაამტკიცა 1944 წელს მიღებული დებულებების სიცოცხლისუნარიანობა. ამ პრინციპების დაცვით შენდგომში ფართო განვითარება მიიღო საკანონმდებლო-ნორმატიული ბაზის შემუშავებამ წყლის ობიექტების დაცვის სფეროში.

საქართველოში ამჟამად წყლის ობიექტების დაცვა გარანტირებულია კონსტიტუციურად: „მხოლოდ საქართველოს სახელმწიფო ორგანოთა განსაკუთრებულ გამგებლობას მიეკუთვნება: ბ) ტერიტორიული წყლების ... სტატუსი, მისი დაცვა“ (მუხლი 3).

კანონმდებლობის თანახმად, სახელმწიფო არეგულირებს წყლის ობიექტების ადამიანის ჯანმრთელობისათვის და გარემოსათვის უსაფრთხო მდგომარეობის დაცვას, რაც მათი სანიტარიული დაცვის სისტემითაა წარმოდგენილი.

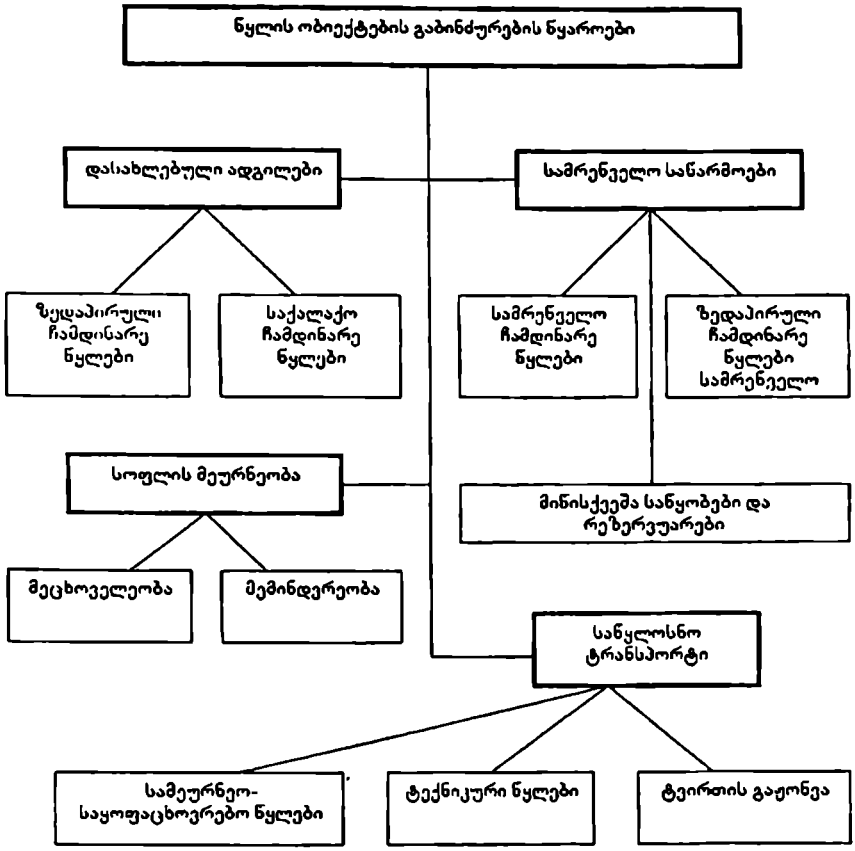
წყლის ობიექტების უსაფრთხოების კრიტერიუმები დგინდება სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიულ-მეთოდური დოკუმენტებით. ამ სფეროში საქართველოში მოქმედებს რამდენიმე დოკუმენტი. მათგან აღსანიშნავია: ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები (№297/6, 2001 წლის 16 აგვისტო), მიწისქვეშა წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები (№251/6, 2006 წლის 15 სექტემბერი), მოსახლეობის წყალმომარაგების ადგილებში ზღვის სანაპირო წყლის დაცვა დაბინძურებისაგან (№297/6, 2001 წლის 16 აგვისტო), წყალმომარაგების წყაროებისა და სასმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყალსადენების სანიტარიული დაცვის ზონები (№297/6, 2001 წლის 16 აგვისტო), ჰიგიენური მოთხოვნები ნახმარი წყლებისა და მათი ნალექების სარწყავად და სასუქად გამოყენებისადმი (№297/6, 2001 წლის 16 აგვისტო). ამ და სხვა ანალოგიური დოკუმენტების მოთხოვნების დაცვა წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის უზრუნველყოფის გარანტიას წარმოადგენს.

2.3. წყლის ობიექტების დაბინძურების წყაროები

წყლის ობიექტის დაბინძურების ხარისხზე მსჯელობის დროს მხედველობაში მიიღება მისი დანიშნულება. კერძოდ, სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულების წყლის ობიექტები დაბინძურებულად ითვლება, თუ წყალმოხმარების პუნქტებში წყლის შედგენილობისა და თვისებების მაჩვენებლები შეიცვალა საყოფაცხოვრებო და სამეურნეო საქმიანობის პირდაპირი ან არაპირდაპირი ზეგავლენით, რის გამოც წყლის ობიექტი მოსახლეობის წყალმოხმარებისათვის ნაწილობრივ ან სრულიად გამოუყენებელი ხდება.

წყლის ობიექტების დაბინძურების ძირითადი წყაროებია სამრეწველო და მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები, სარწყავი მიწების სადრენაჟო წყლები, მეცხოველეობის კომპლექსების ჩამდინარე წყლები, ორგანიზებული (სანიაღვრე კანალიზაცია, სადრენაჟო წყლები) და არაორგანიზებული ჩამონადენები დასახლებების ტერიტორიიდან, სამრეველო მოედნებიდან და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან, საწყლოსნო ტრანსპორტი, ჩამონადენები ეროზირებული მიწებიდან და სხვ. (სურ. 2.2.).

საქართველოს მონაცემებით, სასოფლო-სამეურნეო სავარგუ-ლებში აგროქიმიკატების დიდი რაოდენობით გამოყენება იწვევს რო-გორც ზედაპირული, ისე გრუნტის წყლების თვისობრივ ცვლილებებს, რამაც გამოიწვია ხარისხის გაუარესება, ხოლო დაბინძურების მასშტაბები როგორც ლოკალური, ისე რეგიონული ხასიათისაა.



სურ. 2.2. წყლის ობიექტების დაბინძურების ძირითადი წყაროები

მინისქვეშა წყლებში აღმოჩენილი დამაბინძურებელები მეტად მრავალფეროვანია (ცხრილი 2.2). მათი ძირითადი ორგანული ნივთიერებები, ნავთობპროდუქტები, პესტიციდები, მძიმე ლითონები და სხვა. განსაკუთრებით საშიშია პესტიციდები, მათი წყალში ხსნადობის, აკუმულაციის, მიგრაციის და მაღალი ტოქსიკურობის გამო. ასევე, განსაკუთრებით საშიშია მინისქვეშა წყლების მიკრობიოლოგიური დაბინძურება თერმოტოლერანტული კოლიფორმული ბაქტერიებით, E. Coli-ით და ფეკალური სტრეპტოკოკებით, ვინაიდან მინისქვეშა წყლები დაცულია მზის ულტრაიისფერი გამოსხივებისგან, რაც მიკრობების მდგრადობას და წლების განმავლობაში წყლისმიერი ინფექციური დაავადებების აღმოცენების მაღალი რისკს განაპირობებს.

ცხრილი 2.2.

სხვადასხვა ობიექტის გავლენის ზონაში არსებულ მიწისქვეშა წყლებში აღმოჩენილი პრიორიტეტული დამაბინძურებლები

№	სამეურნეო საქმიანობის ობიექტები	მიწისქვეშა წყლებში ჰიგიენური ნორმატივების გადაჭარბებით აღმოჩენილი დამაბინძურებელი ნივთიერებები
1.	ნავთობის ბაზები	ნავთობპროდუქტები, ზან, ფენოლები, რკინა, ბრომი, ამონიუმი, მანგანუმი
2.	ნავთობგადამამუშავებელი სანარმოები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, ზან, ტყვია, ქლორიდები, სულფატები, უქმ, ფორმალდეჰიდი, ამონიუმი, ნიტრატები, ტოლუოლი, ეთილბენზოლი, ქსილოლი
3.	აეროპორტები	ნათობპროდუქტები, ფენოლები
4.	ნავთობის საბადოები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, ქლორიდები, ზან, ეერცხლისნყალი, მანგანუმი, რკინა
5.	მყარი საყოფაცხოერებო ნარჩენების პოლიგონები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, ამონიუმი, რკინა, კადმიუმი, აკრილამიდი, სტიროლი, ქლორიდები, ზან, ტყვია, მანგანუმი
6.	სამრეწველო ნარჩენების პოლიგონები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, რკინა, კადმიუმი, ტყვია, ეერცხლისნყალი, სტიბიუმი, ამონიუმი, ნიკელი, ქრომი, ბენზოლი
7.	ორგანული სინთეზის სანარმოები	ნავთობპროდუქტები, ბენზოლი, ფორმალდეჰიდი, ეთილბენზოლი, მონოეთანოლამინი, კადმიუმი, ტყვია, ქლოროფორმი, ნიკელი, ეერცხლისნყალი, ქრომი, ზან, კობალტი, დარიშხანი, მანგანუმი, ბრომი, ბორი, ამონიუმი, თუთია, სპილენძი
8.	მუნიციპალური გამწმენდი ნაგებობები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, რკინა, ამონიუმი, ნიტრიტები, ნიტრატები, ბრომი, ზან
9.	სასოფლო-სამეურნეო სანარმოები	პესტიციდები, ამიაკი, ფენოლები, ნავთობპროდუქტები, ზან, ნიტრიტები, ნიტრატები, მინერალიზეცია, ქლორიდები
10.	ნავთობ- და გაზსადენები	ნავთობპროდუქტები, ზან
11.	სალექარ-გუბურები	ნავთობპროდუქტები, რკინა, მინერალიზაცია, ზან, ბრომი, ბორი, ამონიუმი
12.	სარწყავი მინდერები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, ამონიუმი, მინერალიზაცია, ნიტრატები, ნიტრიტები, ქლორიდები
13.	თბოენერგეტიკის სანარმოები	ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, ქლორიდები, სულფატები, ზან, ამონიუმი, ნიკელი, ტყვია, მანგანუმი, რკინა, ალუმინი, ვოლფრამი
14.	მადანგამამდიდრებელი და მეტალურგიული სანარმოები	ქსანტოგენატები, მანგანუმი, რკინა, ბარიუმი, სულფატები, მინერალიზაცია, ნიკელი, სტრონციუმი, ტიტანი, ფტორი, ალუმინი, დარიშხანი, თუთია, ტყვია, სპილენძი, მოლიბდენი, ციანიდები, როდანიდები

ანთროპოგენურ ზემოქმედებას განიცდის აგრეთვე სასმელი წყალმომარაგების ზედაპირული წყაროებიც — საქართველოს წყლის ობიექტებში ამონიუმის იონის კონცენტრაცია უმეტეს შემთხვევაში აღემატება მის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას, ნიტრიტის იონის კონცენტრაცია კი — თევზებისთვის უსაფრთხო ნორმას. დაბინძურების ძირითადი მიზეზია დასახლებების მუნიციპალური (ცენტრალიზებული ან არაცენტრალიზებული) ჩამდინარე წყლები და ხშირად მდინარეების

ნაპირებზე განთავსებული არალეგალური ნაგავსაყრელები. რიგ შემთხვევაში მდინარეების დაბინძურება დაფიქსირდა მეცხოველეობის ფერმების ჩამდინარე წყლებითაც. იმ რეგიონებში, სადაც მინისქვეშა წყლების წყალმომარაგების წყაროები მდინარეთა ფილტრატებია, მაღალია მდინარეებიდან დაბინძურების მინისქვეშა წყლებში მოხვედრის რისკი.

აღინიშნება რამდენიმე მდინარის (მაშავერა, ყვირილა, ლუხუნისწყალი და ცხენისწყალი) მძიმე მეტალებით (სპილენძი, მანგანუმი, დარიშხანი) დაბინძურება, რაც გამოწვეულია არსებული და ყოფილი სამთო-მოპოვებითი და გამამდიდრებელი სანარმოების მუშაობით მდინარე ყვირილა და მასში ჩამდინარე ღელეები, წყალში მანგანუმის იონის შემცველობის გადამეტების ხარისხის მიხედვით, სანიტარიული წესებისა და ნორმების მოთხოვნების თანახმად, "საგანგებოდ მაღალი ხარისხის დაბინძურების" წყლის ობიექტებს მიეკუთვნება და სასმელ-სამეურნეო მიზნით ან თუნდაც სარწყავად ამ წყლის გამოყენება დაუშვებელია.

გაუწმენდავ მუნიციპალურ ჩამდინარე წყლებზე მოდის საქართველოს მთლიანი ზედაპირული წყლების დაბინძურების 67%. სამრეწველო სექტორიდან ზედაპირული წყლების ხარისხზე განსაკუთრებით ძლიერ ზეგავლენას ახდენს: სასარგებლო ნიაღისეულის გადამუშავება, ნავთობის გადამუშავება და კვების მრეწველობა. დაბინძურების სხვა წყაროებია: არასანიტარიული ნაგავსაყრელები, ნარჩენების არალეგალური განთავსება და სასოფლო-სამეურნეო სამუშაობები.

ჩამდინარე წყლები ეწოდება ადამიანის საყოფაცხოვრებო ან საწარმოო საქმიანობის პროცესში წარმოქმნილ წყლებს.

წარმოქმნის მიხედვით ჩამდინარე წყლები არის:

- სამრეწველო;
- მუნიციპალური;
- სასოფლო-სამეურნეო;
- საწყლოსნო ტრანსპორტის.

2.3.1. სამრეწველო ჩამდინარე წყლები

სამრეწველო საწარმოების ფუნქციონირების შედეგად წარმოიქმნება წარმოებისათვის გამოუყენებელი წყლები, რომელსაც *სამრეწველო ჩამდინარე წყლები* ეწოდება. კანალიზაციის საქალაქო სისტემის მოცულობის 40%-ს სამრეწველო ჩამდინარე წყლები შეადგენს.

არსებობს სამრეწველო ჩამდინარე წყლების სამი ტიპი. პირველია საწარმოო ჩამდინარე წყლები, რომლებც წარმოიქმება წყლების უშუალოდ ტექნოლოგიურ ოპერაციებში რეაგენტად, გამხსნელად და ა.შ. გამოყენების შედეგად. ეს წყლები დაბინძურებულია კონკრეტულ ტექნოლოგიურ პროცესში გამოყენებული ქიმიური ნივთიერებებით. მეორეა ტექნოლოგიურ ოპერაციებსა და პროცესებში გამოყენების შედეგად წარმოქმნილი წყლები. ეს წყლები, როგორც წესი, დაბინძურებული არ არის, მაგრამ მაღალი ტემპერატურა გააჩნია. ამასთან ერთად შესაძლებელია მათი გაუთვალისწინებელი დაბინძუ-

რება, მაგალითად, თბოცვლის აპარატების მთლიანობის დარღვევის შემთხვევაში. მესამე ტიპია წყლები დამხმარე და მომსახურების საამქროებიდან (ნედლეულისა და მზა პროდუქციის საწყობი, ნედლეულისა და სათბობის ტრანსპორტირება, საქვაბე და ა.შ.). ამ წყლების დაბინძურება შესაძლებელია ნივთიერებების ფართო სპექტრით, მათი რაოდენობის მეტად დიდ ფარგლებში მერყეობისას.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების წარმოქმნის რეჟიმი, მათი შედგენილობა და კონცენტრაცია დამოკიდებულია წარმოებაში გამოყენებულ ნედლეულზე, გამოშვებული პროდუქციის სახესა და რაოდენობაზე, წარმოების ტექნოლოგიაზე, გამოყენებულ აღჭურვილობაზე, წარმოების მოცულობაზე (წარმადობაზე), სამუშაო ცვლების რაოდენობაზე და სხვა ფაქტორებზე. ერთი და იგივე საწარმოო პროფილის საწარმოებშიც კი ჩამდინარე წყლების შედგენილობა და კონცენტრაცია შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავებული იყოს.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შედგენილობისა და რაოდენობის მრავალფეროვნებისას დიდი სანიტარიული მნიშვნელობა აქვს იმ საწარმოების ჩამდინარე წყლებს, რომელთა ტექნოლოგია მოითხოვს წყლის დიდი რაოდენობით გამოყენებას ან იმ წყლებს, რომელთა შემადგენლობაშიც გადადის ისეთი დამაბინძურებლები, რომლებიც განსაკუთრებით საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის და მნიშვნელოვნად ზღუდავს წყლის ობიექტის სასმელი და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენებას.

წყლის ობიექტების დაბინძურების ხარისხით განსაკუთრებით გამოირჩევა მრეწველობის შემდეგი დარგები: ნავთობმომპოვებელი, ნავთობგადამამუშავებელი და ნავთობქიმიური, ცელულოზისა და ქაღალდის, შავი და ფერადი მეტალურგიის, ქიმიური, საშენ მასალათა, სამთომომპოვებელი მრეწველობის საწარმოები.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შედგენილობა და მოცულობა, აგრეთვე წარმოქმნისა და გატანის რეჟიმი მეტად მრავალფეროვანია. ერთი და იგივე პროფილის, მაგრამ ტექნიკურ-ტექნოლოგიური აღჭურვის დონით განსხვავებულ საწარმოებში ჩამდინარე წყლების ძირითადი მახასიათებლები შეიძლება ძლიერ განსხვავებული იყოს. წყლის ობიექტების სანიტარიული მდგომარეობის მონიტორინგის ეფექტური წარმართვის მნიშვნელოვანი წინაპირობაა სამრეწველო ჩამ დინარე წყლების შესწავლა.

2.3.1.1. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ფორმირების პირობების, შედგენილობისა და თვისებების ჰიგიენური შესწავლის მეთოდიკა

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შედგენილობის, კონცენტრაციისა და თვისებების მრავალფეროვნება განაპირობებს თითოეული საწარმოს ჩამდინარე წყლების ფორმირების პირობების, შედგენილობისა და თვისებების დეტალური შესწავლის აუცილებლობას.

მრეწველობის დარგების მიხედვით, სამრეწველო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების პრიორიტეტული მაჩვენებლებია:

• ნავთობმომპოვებელი, ნავთობგადამამუშავებელი და ნავთობქიმიური მრეწველობა — ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, მინერალური მარილები, ამონიუმის აზოტი, სინთეზური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (სზან);

• ცელულოზისა და ქაღალდის მრეწველობა — ფენოლები, ფორმალდეჰიდი, მეთანოლი, სკიპიდარი, სულფიდები, ქლოროფორმი, ვერცხლისწყალი, ფურფუროლი, ლიგნინები;

• შავი და ფერადი მეტალურგიის მრეწველობა (მ.შ. სამთომადნო და გამამდიდრებელი საწარმოები) — ფთორი, დარიშხანი, ამონიუმის აზოტი, როდანიდები, ციანიდები, სულფატები, ქლორიდები, ფლოტორეაგენტები;

• სამთომომპოვებელი მრეწველობა (მ.შ. ქვანახშირის მომპოვებელი საწარმოები) — ფენოლები, ნაფტოლები, ქსილენოლები, აცეტონი, ფლოტორეაგენტები;

• ქიმიური მრეწველობა (სინთეზური პოლიმერების წარმოება) — ფენოლები, ფორმალდეჰიდი, ციკლური ნახშირწყალბადები, ალიფატური სპირტები, პირანული და დიოქსანური ჰეტეროციკლური შენაერთები;

• ტყავის გადამამუშავებელი მრეწველობა — ფენოლები, ქრომი, დიქლორბენზოლი, ქლორიდები, სულფატები;

• მსუბუქი და კვების მრეწველობა — სზან, ნავთობპროდუქტები, უანგვადობა.

თანამედროვე პირობებში, როდესაც ინტენსიურად მიმდინარეობს არსებული ტექნოლოგიური პროცესების მოდერნიზაცია (ტექნიკური გადაიარაღება) და ახალი, თანამედროვე ტექნოლოგიების მქონე საწარმოების ამოქმედება, არსებული ლიტერატურის მონაცემებისა და ნორმატიული დოკუმენტების გამოყენება გარკვეული სიფრთხილით უნდა მოხდეს. ამის გამო, აუცილებელი სდება მონაცემთა სხვადასხვა წყაროსა და საკუთარი მონაცემების შეჯერება.

ჩამდინარე წყლების ფორმირების პირობები უნდა აისახოს საკვლევი საწარმოს ტექნიკურ რეგლამენტში და მისი სანიტარიული კვლევის მასალაში. პრაქტიკაში ხშირია შემთხვევა, როდესაც მოქმედ საწარმოში ეს პირობები დადგენილი ტექნიკური რეგლამენტისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. აქედან გამომდინარე, ინფორმაციის ეს ორი წყარო ერთმანეთს ავსებს — მათი მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია რეალურ მდგომარეობაზე წარმოდგენის შექმნა.

მონაცემების ანალიზის დრის უნდა დადგინდეს ჩამდინარე წყლების შედგენილობა, მათი წარმოქმნის რეჟიმი და მოცილების პირობები. ჩამდინარე წყლების ფორმირების წყაროა ტექნოლოგიურ პროცესში გამოყენებული ნედლეული, რეაგენტები, წარმოების შუალედური და საბოლოო პროდუქცია. როგორც წესი, პრაქტიკულად ადგილი აქვს ამ წყაროების სხვადასხვა კომბინაციას.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების წარმოქმის პერიოდულობა დამოკიდებულია როგორც საწარმოს მუშაობის რეჟიმზე (სეზონური,

ერთ-, ორ- და სამცვლიანი), ისე ტექნოლოგიური პროცესის რეჟიმზე. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში შესაძლებელია ჩამდინარე წყლების თანაბარი, არათანაბარი ან პერიოდული წარმოქმნა (მაგალითად, გალვანური საამქროებიდსნ ხდება გამოყენებული ელექტროლიტების ზალპური ჩაშვება).

ჩამდინარე წყლების ფორმირების პირობები სხვადასხვა საწარმოში მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. შესაძლებელია საწარმოში იყოს ერთი საერთო საკანალიზაციო ქსელი, სადაც იკრიბება საყოფაცხოვრებო-ფეკალური და სამრეწველო წყლები. უფრო ხშირად ეს სისტემები ერთმანეთისაგან განცალკევებულია. სხვადასხვა დამაბინძურებლისაგან უფრო ეფექტური ლოკალური გაწმენდისათვის შესაძლებელია სამრეწველო კანალიზაციის რამდენიმე ქსელის შექმნა (მაგალითად, ძლიერ მინერალიზებული წყლებისათვის, რომელიც არ შეიცავს ძლიერ ტოქსიკურ ნივთიერებებს, მჟავა ან ან ტუტე ჩამდინარე წყლებისათვის, მაღალტოქსიკური ჩამდინარე წყლებისათვის, ჩამდინარე წყლებისათვის გასაცივებელი დანადგარებიდან, რომლებიც, როგორც წესი, არ არის დაბინძურებული და ა.შ.).

ჩამდინარე წყლების ხვედრითი ხარჯის (მათი რაოდენობა ნეედლეულის ან საბოლოო პროდუქციის ერთეულზე) ნორმატივები მრეწველობის ყველა დარგისათვის არ არის შემუშავებული. სხვადასხვა, თუმცა ერთი და იგივე ტიპის საწარმოებში ფაქტობრივი ხარჯი შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავებული იყოს. ამიტომ, საერთო საორიენტაციო მაჩვენებლების დადგენა მეტად რთულია. აქედან გამომდინარე, კონკრეტული საწარმოსათვის რეალური მონაცემების მიღება შესაძლებელია მხოლოდ ჩამდინარე წყლების რაოდენობის განსაზღვრის შედეგად. ამ გაზომვების შედეგად შეიძლება დადგინდეს ჩამდინარე წყლების ჯამური ცვლურ/სადღეღამისო ხარჯი, აგრეთვე ჩაშვების რეჟიმი, რომლის ერთ-ერთი მაჩვენებელია *არათანაბრობის* კოეფიციენტი — დროის ხანმოკლე პერიოდში (1 სთ-ის განმავლობაში) არსებული ხარჯის შეფარდება საშუალო სადღეღამისო ან საშუალო თვიურ ხარჯთან.

ჩამდინარე წყლების ხარისხობრივი დახასიათების სარწმუნოობა განისაზღვრება სინჯის აღების სისწორით, მისი ანალიზის მეთოდების ადეკვატურობით და განმეორებითი ანალიზების სიხშირით. სინჯის ერთჯერადი ანალიზი ვერ იძლევა თუნდაც მიახლოებით წარმოდგენას ჩამდინარე წყლების შედგენილობის შესახებ. ამიტომ აუცილებელია საშუალო ან საშუალოპროპორციული სინჯის აღება. *საშუალოცვლური* სინჯი შედგება ცვლის განმავლობაშ., აღებული და ერთ მოცულობაში გაერთიანებული 8-24 თანაბარი მოცულობის სინჯისაგან. თუ ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლის დროს გამოვლინდა, რომ ცვლის განმავლობაში ჩამდინარე წყლების შედგენილობა არსებითად არ იცვლება, ხოლო საწარმო 2- ან 3 ცვლაში მუშაობს, იღებენ *საშუალო სადღეღამისო* სინჯს.

ცვლის/დღე-ღამის განმავლობაში ჩამდინარე წყლების ხარჯის მკვეთრი მერყეობის შემთხვევაში საშუალო სინჯის საშუალებით

შეუძლებელია შედგენილობის დადგენა. ასეთ შემთხვევაში იღებენ *საშუალოპროპორციულ* სინჯებს, რომელიც საშუალოსაგან იმით განსხვავდება, ცალკეული სინჯის მოცულობა პროპორციულია ჩადინების ხარჯთან დროის ამ მონაკვეთში.

იმ შემთხვევაში, თუ ჩამდინარე წყლების ჩაშვება პერიოდულად ხდება (მაგალითად, გალვანური სამქროებიდან), საკმარისია სინჯის სამჯერადი აღება ჩაშვების დასაწყისში, შუა პერიოდში და ბოლოს.

საწარმოს ჩამდინარე წყლების შესწავლის შედეგად მიღებული მონაცემები გათვალისწინებული უნდა იყოს საწარმოს სანიტარიულ პასპორტში; მის საფუძველზე განისაზღვრება წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობები; შემუშავდება დაბინძურებისაგან წყლის ობიექტების დაცვის ღონისძიებათა კომპლექსი.

2.3.2. მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები

ადამიანის ფიზიოლოგიური და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების, სამედიცინო დაწესებულებების, ქალაქის კულტურულ-საყოფახოვრებო და საქალაქო მეურნეობის ობიექტების ფუნქციონირების შედეგად წარმოქმნილ ჩამდინარე წყლებს *მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები* ეწოდება. მათში ხშირად შერეულია, აგრეთვე, ქალაქის ფარგლებში განთავსებული სამრეწველო ობიექტების სამრეწველო ჩამდინარე წყლებიც.

ნარმოქმნის წყაროს მრავალფეროვნების გამო, მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები მეტად რთული ფიზიკურ-ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური შემადგენლობისაა. მათში შედის ადამიანის ორგანიზმის ფიზიოლოგიური ცხოველმყოფელობის ნარჩენები, საყოფაცხოვრებო ნაცრენები, სახლის ნაგავი, საყოფაცხოვრებო მომსახურების ობიექტების (სამრეცხაოს, საზოგადოებრივი აბანოს, ქიმიური წმენდის ფაბრიკის და სხვ.), სამედიცინო დაწესებულებების, სამრეწველო საწარმოების ჩამდინარე წყლები.

ფიზიკური მაჩვენებლების მიხედვით, მუნიციპალური ჩამდინარე წყლებში გამოიყოფა გაუხსნელი მინარევები, რომელთა შორისაა მსხვილი შეწონილი ნაწილაკები (ზომით 100 მკმ-ზე დიდი), სუსპენზიები, ემულ-სიები, ქაფი (0,1-100 მკმ), კოლოიდური შეწონილი ნაწილაკები (0,001-0,1 მკმ) და გახსნილი ნივთიერებები — მოლეკულურ-დისპერსიული ნაწილაკები (0,001 მკმ-ზე მცირე).

ქიმიური ბუნების მიხედვით, მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებლები არის მინერალური (ქვიშა, თიხა, გახსნილი მინერალური მარილები, მჟავები და ტუტეები) და ორგანული, რომელიც, თავის მხრივ, არის მცენარეული (რომლის ძირითადი ელემენტია ნახშირბადი) და ცხოველური, რომლის მნიშვნელოვანი კომპონენტია აზოტის შენაერთები. დამაბინძურებლების ამ მასიდან ორგანული ნივთიერებების წილად მოდის 58%, ხოლო მინერალური ნივთიერებებისა — 42%.

მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები ძლიერი მიკრობული დაბინძურებით ხასიათდება. მრავალფეროვან მიკროფლორაში შედის საფუარისა

და ობის სოკოები, ნარილი წყალმცენარეები, ჰელმინთების კვერცხები, მრავალფეროვანი ბაქტერიები და ვირუსები (მ.შ. პათოგენური). საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების 1 მლ შეიცავს მილიონობით და, ზოგჯერ, ათეულ მილიონობითაც კი მიკროორგანიზმს.

მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების შედგენილობაში შემავალი ნივთიერებები შედარებითი მუდმივობით ხასიათდება (ცხრილი 2.3.), რის გამოც ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში მისი განსაზღვრის საჭიროება არ არის (სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისაგან განსხვავებით). განსხვავება მათი კონცენტრაციის მხრივ არის, რაც დამოკიდებულია გამოყენებული წყლის რაოდენობაზე. ამიტომ, წყლის ობიექტებში მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების ჩაშვების საკითხის გადაწყვეტის დროს საჭიროა არა ამ წყლების შედგენილობის განსაზღვრა, არამედ საქალაქო მეურნეობასა და სამრეწველო საწარმოებში გამოყენებული წყლის რაოდენობის განსაზღვრა.

ცხრილი 2.3.

1 დღე-ღამის განმავლობაში 1 ადამიანის მიერ საკანალიზაციო ქსელში ჩაშვებული დამაბინძურებლების რაოდენობა

№	გამაბინძურებელი	რაოდენობა, გ
1.	შეწონილი ნივთიერებები	65
2.	დაუმუშავებელი სითხის $ჟბმ_{ს}$	54
3.	დამუშავებული სითხის $ჟბმ_{ს}$	33
4.	დაუმუშავებელი სითხის $ჟბმ_{სრული}$	75
5.	დამუშავებული სითხის $ჟბმ_{სრული}$	40
6.	ამონიუმის აზოტი	8
7.	ფოსფატები	3,3
8.	მ.შ. სარეცხი საშუალებების	1,6
9.	ქლორიდები	9
10.	ზან	2,5

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების საქალაქო კანალიზაციის სისტემაში ჩაშვება გარკვეული შეზღუდვებით ხდება. არ შეიძლება ისეთი ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველი ჩამდინარე წყლების შერევა საქალაქო კანალიზაციასთან, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს ბიოლოგიური გაწმენდის პროცესზე, გამოყოფს აფეთქების მხრივ საშიშ აირებს და ა.შ. ამასთან ერთად, საქალაქო ჩამდინარე წყლებში სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შერევით მისი შედგენილობა უფრო მრავალფეროვანი ხდება; თანაც, არათანაბარი ხდება მისი მოცულობა და კონცენტრაცია.

მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია სანიაღვრე წყლები — ზედაპირული ჩამონადენები დასახლებებისა და სამრეწველო მოედნების ტერიტორიებიდან. წვიმის, თოვლის დნობისა და ტერიტორიების მორწყვის შედეგად წარმოქმნილი ზედაპირული ჩანადენები წყლის ობიექტების დაბინძურების არსებითი წყაროა. წვიმის წყლის ნაკადით მდინარეში ჩადის ყველა დამაბინძურებელი ნივთიერების 36%-მდე. სიეტლში (აშშ) საქალაქო წყალმო-

მარაგების ერთ-ერთი წყარო მწყობრიდან გამოვიდა მასში წვიმის წყლის ჩასვლის შედეგად.

საქართველოში ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ გრუნტის წყლებში ნიტრატების შემცველობა 20-30-ჯერ, ამიაკის შემცველობა 3-4-ჯერ, ხოლო ნიტრიტების—2-3-ჯერ აღემატებოდა მათ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს.

ზედაპირული ჩანადენების კომპონენტებია თოვლის ნადნობი და წვიმის წყალი, ქალაქის ტერიტორიის მწვანე ნარგავების, სკვერებისა და ბაღების მორწყვისა და ქუჩებისა და მოედნების გარეცხვის შედეგად წარმოქმნილი წყლები. მისი დაბინძურების ხარისხზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას. მათგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ტერიტორიის კეთილმოწყობის დონე, მოსახლეობის სიმჭიდროვე, ტრანსპორტისა და ფეხით მოსიარულეთა მოძრაობის ინტენსიურობა. ეს მაჩვენებლები მეტად ინტენსიურად იცვლება ურბანიზაციისა და ქალაქის სოციალური განვითარების პროცესში, რაც განაპირობებს ზედაპირული ჩანადენის ხასიათისა და მასში დამაბინძურებლების კონცენტრაციების ცვლილებას. თუმცა, გარკვეული ალბათობით, შესაძლებელია ზედაპირული ჩანადენის რაოდენობრივი დახასიათება. მასში შეწონილი ნივთიერებების რაოდენობა 1,5-6 გ/ლ-ის ფარგლებშია; ორგანული ნივთიერებები: ჟბმ$_5$ — 40-120 მგ O_2/ლ, ჟქმ — 400-750 მგ O/ლ, ნავთობპროდუქტები — 20-25 მგ/ლ. დიდი მუდმივობით ხასიათდება მძიმე მეტალების შენაერთების და აზბესტის ბოჭკოების შემცველობა. მუნიციპალური ზედაპირული ჩამონადენის მიკრობიოლოგიური დაბინძურება 10-100-ჯერ აღემატება საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების დონეს.

ზედაპირული ჩანადენი სამრეწველო მოედნებიდან, როგორც წესი, უფრო რთული შედგენილობით ხასიათდება, ხოლო მასში დამაბინძურებლების კონცენტრაცია გაცილებით მეტია საქალაქო ზედაპირულ ჩამონადენთან შედარებით. შეწონილი ნივთიერებების რაოდენობა ჩამონადენის 1 ლ-ში რამდენიმე ათეულ გრამამდე აღწევს. ჟბმ$_5$-ის მაღალი სიდიდეები აღინიშნება ზედაპირულ ჩანადენში მსუბუქ და კვების მრეწველობის საწარმოების ტერიტორიებიდან (ხორცკომბინატი, ტყავის გადამამუშავებელი და რძის ქარხნები, საფეიქრო საწარმოები). თბოელექტროსადგურის ნაცრის საყრელი პოლიგონიდან ატმოსფერული ნალექების საშუალებით შესაძლებელია ფენოლების გამორეცხვა, რომლის შემცველობა ზედაპირულ ჩანადენში ზოგჯერ აღწევს ასეულ მგ-მდე 1 ლ-ში.

წყლის ობიექტში ზედაპირული ჩამონადენის ჩაშვების ადგილზე წარმოქმნილი ფსკერის დანალექი წყლის მძიმე მეტალებით მეორადი დაბინძურების მიზეზი ხდება, რაც განაპირობებს მათ მაღალ ფონურ მაჩვენებლებს. ძნელად ხსნადი კომპლექსების წარმოქმნის გამო, მძიმე მეტალების შენაერთები პრაქტიკულად არ შეკავდება წყალსადენის ტრადიციულ გამწმენდ ნაგებობებში.

2.3.3. სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლები

სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლების წარმოქმნის ძირითადი წყაროა მეცხოველეობა და მემცენარეობა.

მეცხოველეობა. წყლის ობიექტების დაბინძურების ძლიერი წყაროა თანამედროვე ინდუსტრიული მეცხოველეობის კომპლექსები. სამრეწველო ტიპის მეცხოველეობის კომპლექსებში რძისა და ხორცის წარმოება ითვალისწინებს ცხოველთა დიდი რაოდენობის კონცენტრა-ციას, ნაკელის გატანის სრულ მექანიზაციას. ამ პირობებში წარმოიქმ-ნება თხევადი ნაკელი 90%-ზე მეტი ტენიანობით, რომელსაც თვითგაწ-მენდის უნარი არ აქვს. ასეთ მასაში პათოგენური ბაქტერიებისა და ჰელმინთთა კვერცხების სიცოცხლისუნარიანობის პერიოდი იზრდება და ორგანული დამაბინძურებელების მინერალიზაციის პროცესი შენელე-ბულია.

თხევადი ნაკელი, ძირითადად, ადვილად დაჟანგვადი ნივთიერე-ბებისაგან შედგება და ამ მხრივ იგი ძლიერ ემსგავსება საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებს. განსხვავებულია მასში ორგანული ნივთიერებების კონცენტრაციები: მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის თხევადი ნაკელის ჟბმ$_5$ 7000 მგ O_2/ლ-ს აღემატება, ღორებისა კი დაახლოებით 20000 მგ O_2/ლ-ის ფარგლებშია. შედარებისთვის აღვნიშნავთ, რომ საყოფაცხოვ-რებო ჩამდინარე წყლების ჟბმ$_5$, დღე-ღამეში 250 ლ წყლის მოხმარების შემთხვევაში, 150-200 მგ O_2/ლ-ს შეადგენს.

გარემოს დაცვის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანი ფაქტორია მეცხოველეობის ობიექტების ჩამონადენები. განვითარებულ ქვეყნებში მეცხოველეობის კომპლექსების თხევადი ჩანადენების მოცულობა მნიშვნელოვნად აჭარბებს საქალაქო ჩამდინარე წყლებს და ზრდის ტენდენციას ინარჩუნებს.მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის ტიპური კომპლექსი 10000 ცხოველზე დღე-ღამეში იძლევა იმდენივე ორგანულ ნივთიერებებს (ჟბმ$_5$-ზე გადაანგარიშებით), რამდენსაც ქალაქი 160000 მცხოვრებით, ხოლო ამ მაჩვენებლის მიხედვით მეღორეობის კომპლექსი 100000 ცხოველზე უთანაბრდება ქალაქს 200000 მცხოვრებით.

➢ მეცხოველეობის კომპლექსებიდან დამაბინძურებლები წყლის ობი-ექტებში სხვადასხვა გზით შეიძლება მოხვდეს. ყველა შემთხვევაში თხევადი ნაკელი მექანიკური გაწმენდისათვის გროვდება სათანადო ბუნკერში, რომელიც დიდი ზომის სალექარს წარმოადგენს. აქედან ხდება ნიადაგის ინტენსიური დაბინძურება ორგანული ნივთიერებებით, სალ-მონელებით, ჰელმინთების კვერცხებით. ნიადაგიდან დამაბინძურებ-ლები დიდი კონცენტრაციებით აღწევს გრუნტის წყლებამდე. სალექა-რების შემდეგ თხევადი ფრაქცია გაივლის ორსაფეხურიან ბიოლოგიურ გაწმენდას აეროტენკის ტიპის დანადგარებზე, ან გამოიყენება მიწათმოქმედების სარწყავ ველებზე სხვადასხვა ტიპის დაწვიმების მოწყობილობის გამოყენებით. შედარებით მცირე ტერიტორიაზე თხევა-დი ნაკელის დიდი მოცულობის გამო, გამწმენდი ნაგებობების დატვირ-თვა და რწყვის ნორმები ზრდის ტენდენციით ხასიათდება. განსაკუთ-რებით საშიშია ნაკელის შესანახი სათავსიდან ცენტრალიზებული

სასმელი წყალმომარაგების წყაროს წყლის ობიექტების ავარიული დაბინძურება წყალდიდობის დროს.

➢ *მემცენარეობა*. წყლის ობიექტების სანიტარიულ და ბაქტერიოლოგიურ მდგომარეობაზე დიდ გავლენას ახდენს თანამედროვე მემცენარეობა, რომლის საფუძველია მინერალური სასუქების, პესტიციდების, მცენარეთა ზრდის რეგულატორების და ა.შ. ფართო და ინტენსიური გამოყენება. ამ დროს შესაძლებელია მათი არარეგულარული მოხვედრა წყლის ობიექტებში საკმაოდ დიდი ტერიტორიიდან, რაც ართულებს (ან მთლიანად გამორიცხავს) სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების გატარებას. ამ შემთხვევაში წყლის ობიექტების დაცვის ერთადერთი საშუალებაა მიწათმოქმედების რაციონალური ტექნოლოგია, რაც ითვალისწინებს არა მარტო აგროკულტურულ, არამედ გარემოს დაცვის ამოცანებსაც. რაციონალურ ტექნოლოგიად მოიაზრება აგროქიმიკატების შეტანის დამტკიცებული დოზების, ვადებისა და მეთოდების დაცვა, რაც შეზღუდავს მათ გავრცელებას დამუშავებული ფართობის ფარგლებს გარეთ, აგრეთვე მათი შენახვისა და ტრანსპორტირების წესების დაცვა. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგროქიმიკატების გამოყენების სრულ გამორიცხვას წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონების ფარგლებში. ვადაგასული ან გამოყენებისათვის აკრძალული აგროქიმიკატების გაუსნებოვნების საიმედო მეთოდი არ არსებობს, რაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს საკითხის პრობლემურობას.

დღეისათვის საქართველოში დაგროვილია 3 ათას ტ-ზე მეტი ვადაგასული პესტიციდები, რაც, შენახვის წესების დარღვევის გამო, წყლის ობიექტებში მათი მოხვედრის საშიშროებას ქმნის: ვადაგასული პესტიციდების საწყობების მახლობლად მინისქვეშა წყლებში აღმოჩნდა ჰექტაქლორი, ხოლო ზედაპირულ წყლებში — ჰექტაქლორი და პრეპარატი „დდტ"*

2.3.4. საწყლოსნო ტრანსპორტის ჩამდინარე წყლები

საწყლოსნო ტრანსპორტი წყლის ობიექტების დაბინძურების სერიოზული წყაროა. საწყლოსნო ტრანსპორტის ექსპლუატაციის შედეგად წყლის ობიექტების გაბინძურების შესაძლო გზებია: სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო და ფეკალური (ფანური) წყლები, ტექნიკური წყლები, ტვირთის გაჟონვა.

ფეკალური (ფანური) წყლები ხასიათდება მაღალი ბაქტერიული დაბინძურებით და ორგანული ნივთიერებების შემცველობით. შედარებით ნაკლებია სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყლების ბაქტერიული დაბინძურება, ორგანული დაბინძურება კი უმნიშვნელოა. ტექნიკური წყლები დიდი რაოდენობით შეიცავს ნავთობპროდუქტებს და ფენოლებს;

---

* საქართველოს ქიმიური პროფილი. 2009./საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი.

არ არის გამორიცხული ტეტრაეთილტყვიის არსებობაც ძრავის საწვავად ეთილირებული ბენზინის გამოყენების შემთხვევაში.

ჩამდინარე წყლების გარდა, დაბინძურების სერიოზული წყაროა შესაძლო გაჟონვები თხევადი ტვირთისაგან, რომელიც შეიცავს ნავთობპროდუქტებს, შხამ-ქიმიკატებს და სხვ. ასეთი დამაბინძურებლების კონცენტრაციები დიდი არ არის, მაგრამ წარმოქმნილი ბალასტური წყლების მოცულობა ძალიან დიდია. სატვირთო ტანკერების ავარია ხშირად გადასატანი ტვირთის დაღვრის და, შესაბამისად, წყლის ობიექტის დაბინძურების მიზეზია.

2.3.5. წყლის ობიექტების დაბინძურების შედეგები

ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ან დამაბინძურებლების სხვა წყაროდან მოხვედრის შედეგად წყლის ობიექტის შედგენილობა შეიძლება შეიცვალოს. როგორც წესი, ჩამდინარე წყლები სრულიად განსხვავებული ქიმიური ბუნებისა და აგრეგატული მდგომარეობის მქონე კომპონენტების ნარევს წარმოადგენს. ხშირად მათი ტემპერატურა აღემატება მიმღები წყლის ტემპერატურას. ჩამდინარე წყლებში მუდმივად მიმდინარეობს ტრანსფორმაციის მრავალგვარი პროცესი, რაც კიდევ უფრო რთულდება ბუნებრივ წყალთან შერევის დროს. ამასთან ერთად, მნიშვნელოვნად ირღვევა წყლის ბუნებრივი თვითგანმენდის პროცესი.კერძოდ, დედამიწის ყველა წყლის ობიექტში ინტენსიურად მიმდინარეობს ევტროფიკაციის პროცესი, განსაკუთრებით, ტბებში და წყალსაცავებში — ინტენსიურად იზრდება ფიტოპლანქტონი, სანაპიროს წყალმარჩხ ადგილებში ვითარდება უმაღლესი წყალმცენარეები. ამის შედეგად წყლის ობიექტის წყალში ვითარდება გახსნილი ჟანგბადის დეფიციტი, გააქტიურებული აღდგენითი პროცე-სების შედეგად უარესდება წყლის ორგანოლეპ-ტიკური თვისებები — ვითარდება არასასიამოვნო სუნი და გემო, იზრდება ფერიანობა. ასეთი დარღვევების მიზეზია წყლის ობიექტებში ბიოგენური ელემენტების-— აზოტისა და ფოსფორის, მუნიციპალური ჩამდინარე წყლებითა და ზედაპირული ჩამონადენით ჩაშვების მატება. მაგალითად, ზედაპირული ჩამონადენით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან შესაძლებელია მინერალური სასუქებით შეტანილი აზოტის 20-40%-ისა და ფოსფორის 1,5%-ზე მეტის მოხვედრა წყლის ობიექტებში. ასევე, დიდი რაოდენობით ხვდება ფოსფორი დეტერგენტებთან ერთად, რომელიც ფართოდ გამოიყენება როგორც მრენველობაში, ისე სოფლის მეურნეობაში.

წყლის ობიექტების დაბინძურების თავისებური სახეა თერმული დაბინძურება — თბო-და ატომურ ელექტროსადგურებში, სამრეწველო სანარმოებში აგრეგატების გაცივების სისტემაში გამოყენებული წყლის ჩაშვება. ჩვეულებრივად, ჩაშვებული თერმული წყლების ტემპერატურა 5-13°C-ით, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში, 14-24°C-ით მეტია ბუნებრივი წყლის ტემპერატურაზე. გაცხელებული წყლის ჩაშვება იწვევს წყლის ობიექტის თერმული რეჟიმის მნიშვნელოვან შეცვლას, წყლის ჟანგბადით გაჯერების შემცირებას, წყლის ცირკულაციის შეცვლას, რაც

უარყოფითად აისახება ჰიდრობიოლოგიურ პროცესებზე და, საბოლოოდ, წყლის სანიტარიული მაჩვენებლების გაუარესებას იწვევს.

წყლის ობიექტის წყლის ზედაპირზე, წყლის მოლეკულების თავისუფალი ენერგიის ხარჯზე, წარმოიქმნება ზედაპირული დაჭიმუ-ლობის აპკი ერთი ან რამდენიმე მოლეკულის სისქით, რაც ვირილ ორგანიზმებს და მტვრის ნაწილაკებს იჭერს. ამ აპკის ფორმირებაში ნამყვანია ორგანული ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების (ზან) როლი, რომელიც თან წარიტაცებს სხვა დამაბინძურებელ კომპონენტებს. ქარიან ამინდში ზედაპირულ ფენაში წარმოიქმნება ქაფი, რომელიც, ზედაპირის დიდი აქტიურობის გამო, ახდენს სხვადასხვა დამაბინძურებლის სორბციას და გადატანას, როგორც ფლოტაციური* პროცესების დროს მრენველობაში. წყლის ზედაპირული ფენის ეს თავისებურება აუცილებლად გასათვალისწინებელია წყლის ობიექტის შერჩევის დროს სასმელი წყალმომარაგების წყალაღების წყაროდ, რეკრეაციული მიზნით და საწყლოსნო სპორტისათვის გამოსაყენებლად.

2.3.5.1. მინისქვეშა წყლის ობიექტების დაბინძურების თავისებურებები

მინისქვეშა წყლის ობიექტები მათში დაბინძურების პირდაპირი მოხვედრისაგან მნიშვნელოვნადაა დაცული. თუმცა, ინტენსიური სამეურნეო საქმიანობა, გარემოსდაცვითი ღონისძიებებისადმი გულგრილი დამოკიდებულება ხშირად იწვევს წყალშემკრები ჰორიზონტების ბუნებრივი დაცვითი ბარიერების დარღვევას და დაბინძურებას. მინისქვეშა წყლების დაბინძურება 36% შემთხვევაში დაკავშირებულია სამრეწველო სანარმოების ტერიტორი-ების ჩანადენებთან; დაბინძურების 15% გამოწვეულია ინფილტრაციით სამრენველო ნარჩენების დაგროვების ბუნკერებიდან, აგრეთვე პესტიციდებით და მინერალური სასუქებით დამუშავებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან, დაბინძურების წყაროების 9% დაკავშირებულია ფილტრაციასთან მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაგავსაყრელებიდან და პოლიგონებიდან, წყალშემცველი ჰორიზონტის დაბინძურების შემთხვევების 13% დაკავშირებულია არტეზიული ჭების ექსპლუატაციის წესებისა და რეჟიმის დარღვევასთან.

2.3.6. წყლის ობიექტების დაბინძურების ჰიგიენური კრიტერიუმები

ჰიგიენური თვალსაზრისით, აქტუალურია წყლის ობიექტების თვისებების შეცვლის ხარისხის შეფასება. კერძოდ, რომელი წყალი შეიძლება ჩაითვალოს სუფთად — ამა თუ იმ სახის წყალმოხმარები მიზნით გამოყენებისათვის ვარგისად და რომელი დაბინძურებულად — ამა თუ

---

* ფლოტაცია (ფრანგ. flotation<flotter - ტივტივი) — სასარგებლო ნიაღისეულის გამდიდრების მეთოდი, რომელიც ემყარება გასაცალკევებელი მინერალების მარცვლების დასველების უნარის სხვაობას (ქსე, ტ. 10, გვ. 348).

იმ სახის წყალმოხმარებისათვის უვარგისად.

ამ საკითხის ირგვლივ შეხედულებები განსხვავებულია. ზოგიერთი სპეციალისტი თვლის, რომ სუფთად ჩაითვალოს იმ წყლის ობიექტის წყალი, რომლის ნაპირები დაუსახლებელია (ე.წ. ბუნებრივად სუფთა). წყლის ხარისხის უზრუნველყოფა ამ პოზიციიდან დღევანდელ პირობებში (მოსახლეობის დიდ სიმჭიდროვე და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის მაღალი აქტიურობა) მიუღწეველია. გარდა ამისა, ბუნებრივ პირობებში მდინარეებისა და ტბების წყალს ზოგჯერ აქვს რუხი ფერი (ჰუმინური ნივთიერებების მაღალი შემცველობის გამო), ჟანგის ფერი (რკინის დიოქსიდის შენაერთების მაღალი შემცველობის გამო); მთის მდინარეების წყალი, რომელიც ძირითადად თოვლისა და მუდმივი ყინვარების ნადნობით იკვებება, მინერალიზაციის დაბალი დონით ხასიათდება.

განსხვავებული პოზიციით, წყალი სუფთად ითვლება დაბინძურების წყაროს ზემოთ. ეს პრინციპიც არარეალურია, რადგან, ამ თვალსაზრისით, დაბინძურების მეორე წყაროს მიმართ სუფთად უნდა ჩაითვალოს ის წყალი, რომლის თვისებები უკვე შეცვლილია დინების ზემოთ არსებული დაბინძურების პირველი წყაროდან მოხვედრილი დამაბინძურებლების მიერ.

ამჟამად ითვლება, რომ დაბინძურებულად უნდა ჩაითვალოს ისეთი წყლის ობიექტი (ან მისი ნაწილი), რომელშიც წყლის შედგენილობა და თვისებები ანთროპოგენური/ტექნოგენური ზემოქმედების შედეგად იმდენად შეცვლილია, რომ არ შეიძლება დააკმაყოფილოს ამა თუ იმ წყალმომხმარებლის მოთხოვნები. როგორც აღინიშნა (თავი 2.2.), სხვადასხვა წყალმომხმარებლის მოთხოვნები წყლის შედგენილობისა და ხარისხის მიმართ შეიძლება ძლიერ განსხვავებული იყოს. აქედან გამომდინარე, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში წყლის სისუფთავის შეფასება განსხვავებული იქნება. ამ დროს მხედველობაში მიიღება უშუალოდ წყლის ხარისხი და არა წყლის ობიექტის მდგომარეობა.

წყლის ობიექტის დაბინძურების ჰიგიენური კრიტერიუმია წყლის ობიექტის წყლის შედგენილობის და ხარისხის შეცვლა, აგრეთვე მისი ესთეტიკური აღქმა, რაც ზღუდავს მის გამოყენებას სასმელი, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ან რეკრეაციული წყალმოხმარების მიზნით.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ვერავითარი გზით ვერ ავიცილებთ წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვებას ან სხვა წყაროებით მათ დაბინძურებას, წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის ამოცანა შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს:

წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის ამოცანაა ჰიგიენური ნორმატივებისა და წყლისადმი მოთხოვნების დაცვის კონტროლი წყლის ობიექტის იმ მონაკვეთებზე, სადაც ხორციელდება მოსახლეობის მიერ სასმელი, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ან რეკრეაციული წყალსარგებლობა, მათი დარღვევის მიზეზების გამოვლენა, მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობასა და სანიატარიული წესების დარღვევას შორის

მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დადგენა, სახელმწიფო მონიტორინგის პროცესში სანქციების გატარება კანონმდებლობის დამრღვევთა მიმართ წყლის სანიტარიის სფეროში.

რამდენადაც საქართველოს კანონმდებლობით* გათვალისწინებულია მოსახლეობის სასმელი და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალზე მოთხოვნილების პირველ რიგში დაკმაყოფილება, ჰიგიენური მოთხოვნებით პრიორიტეტულია წყლის ობიექტების (სასმელი, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ან რეკრეაციული წყალმოხმარების წყაროების) სანიტარიული მდგომარეობა და მათი წყლის ხარისხი. ეს დებულება მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს დაბინძურებისა და გამოფიტვისაგან წყლის ობიექტების დაცვის სახელმწიფოებრივ მნიშვნელობას.

2.4. წყლის ობიექტების დაბინძურების გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე; მისი შეფასების კრიტერიუმები

წყლის ობიექტი ადამიანის საარსებო გარემოს მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს. იგი ადამიანის ჯანმრთელობაზე როგორც პირდაპირ, ისე ირიბ გავლენას ახდენს — მისი ცხოვრების პირობებზე გავლენის გზით.

ზედაპირული წყლის ობიექტები, ბუნებრივ პირობებში, რომელთა თვისებები არ არის შეცვლილი ადამიანის სამეურნეო/სამრეწველო საქმიანობის შედეგად, როგორც წესი, დადებითად მოქმედებს მისი ცხოვრების პირობებზე — არბილებს კლიმატს, ახდენს დადებით ესთეტიკურ ზემოქმედებას, დასახლების ან რეკრეაციული ზონის ლანდშაფტის მნიშვნელოვანი ელემენტია. დიდია წყლის ობიექტის როლი სანყლოსნო სპორტის განვითარებისათვის და ა.შ. (მაგალითად, თბილისის ზღვის მრავალმხრივი ზემოქმედება თბილისზე).

2.4.1. წყლის ობიექტების მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე გავლენის თავისებურებები

დაბინძურებული წყლის ობიექტები, ე.ი. ისეთი ობიექტები, რომლებიც არანორმირებულ ანთროპოგენურ/ტექნოგენურ ზემოქმედებას განიცდის, ხშირად ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე უარყოფითი მოქმედების წყაროს წარმოადგენს.

წყლის ობიექტის სანიტარიულ მდგომარეობას და წყალმომარაგების წყაროდ მისი გამოყენების შესაძლებლობას მნიშვნელოვნად განაპირობებს *წყლის ობიექტის თვითგაწმენდის პროცესი.* ტექნოგენური ან საყოფაცხოვრებო დაბინძურებით გამოწვეული წყლის ობიექტის სანიტარიული რეჟიმის დარღვევა უარყოფითად მოქმედებს ცხოვრების პირობებზე.

---

* საქართველოს კანონი „წყლის შესახებ". საქართველოს პრეზიდენტის ბრძანებულება №936-IIს, 1997 წლის 16 ოქტომბერი.

წყლის ობიექტის დაბინძურების შედეგად ირღვევა წყლის ნორმალური ორგანოლეპტიკური თვისებები (იხ. თავი 1.2.). გარდა ამისა, წყლის ობიექტში მოხვედრილი მინერალური ზეთები (ნავთობპროდუქტები) განსაზღვრულ კოცეტრაციებში გავლენას ახდენს არა წყლის ხარისხზე, არამედ, ზედაპირული აპკის წარმოქმნის გამო, მნიშვნელოვნად ზღუდავს (ზოგიერთ შემთხვევაში, შეუძლებელსაც კი ხდის) მის გამოყენებას საყოფაცხოვრებო და სპორტულ-რეკრეაციული მიზნებისათვის.

სასმელი წყლის ქიმიური და ბიოლოგიური შედგენილობის უშუალო გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე დაკავშირებულია მასში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობაზე, მისი მინერალიზაციის დონეზე და, ძირითადად, ეს ეხება მიწისქვეშა წყლის ობიექტებს.

ზედაპირული წყლის ობიექტების ტექნოგენური დაბინძურების შედეგად შესაძლებელია მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დარღვევა, რაც ხშირად მასობრივ ხასიათს იძენს.

XX ს. 80-იან წლებში, კარელიის ერთ-ერთ სოფელში, აღინიშნა მოსახლეობის მასობრივი ქრონიკული დაავადება, რომელიც დაუკავშირდა სასმელი წყალმომარაგების წყაროს (ტბის) დაბინძურებას სამრეწველო ტოქსიკური ნარჩენებით. ქალაქწარმომქმნელი ფაქტორი იყო ალუმინის ქარხანა. ალუმინის შემცველი მადანი (ნეფელინი, ბოქსიტი) შეიცავს ფთორს. ნედლეულის სანარმოო გადამუშავების პროცესში გამოყოფილი ალუმინის ფთორიდები და ფთორწყალბადმჟავა შედის სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შემადგენლობაში, ატმოსფეროს საწარმოო აიროვან გამონაფრქვევში და მყარ სამრეწველო ნარჩენებში. სამრეწველო ჩამდინარე წყლები და მყარი სამრეწველო ნარჩენები, გაწმენდის გარეშე, ჩადიოდა დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყაროს — ტბის ერთ-ერთ ყურეში. ფთორიდ-იონის კონცენტრაცია ტბის წყალში შეადგენდა 6,5-10 მგ/ლ-ს, რაც 4,5-7-ჯერ აღემატებოდა ზდკ-ს. ამის შედეგად ბავშვებს შორის განვითარდა II-III ხარისხის ფლუოროზით ავადობის მასობრივი შემთხვევები. ფლუოროზით ბავშვების დაზიანება შეადგენდა 96%-ს. წყლის დაცვითი ღონისძიებების გატარების შემდეგ მასში ფთორის კონცენტრაცია არ აღემატებობდა ზდკ-ს. სასმელი წყლის ფთორის შემცველობის ნორმალიზაციის შემდეგ შემცირდა მოსახლეობის ფლუოროზით ავადობის დონე, განსაკუთრებით, ბავშვებს შორის, თუმცა არ მოხდა სრული ლიკვიდაცია. ეს გარემოება გამონვეული იყო იმით, რომ მართალია, წყალში ფთორის შემცველობა ნორმამდე შემცირდა, მაგრამ გრძელდებოდა ატმოსფერულ ჰაერში ფთორშემცველი შენაერთების გამოფრქვევა, რის გამოც საცხოვრებელი ზონის ჰაერში მათი კონცენტრაცია ზდკ-ს 2,2-5,8-ჯერ აღემატებოდა.

XX ს-ის 90-იან წლებში ჩატარდა კვლევები მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დასადგენად კემეროვოს ოლქის ქ. იურგის მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და სასმელ წყალმომარაგებას შორის. ამ ქალაქის ქალაქწარმომქმნელი ფაქტორია მანქანათმშენებელი და ხის გადამამუშავებელი საწარმოები. მავნე ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედება არ

გამოვლენილა. სასმელი წყალმომარაგების წყარო — მდ. ტომი დღეღამეში იღებს 7 მლნ $მ^3$-მდე ჩამდინარე წყლებს, რომელშიც სამრეწველო ჩამდინარე წყლების წილია 94%-ზე მეტი მთელი რიგი ქიმიური ნივთიერებების შემცველობით (ფენოლები, ნავთობპროდუქტები, აგრეთვე აქროლადი ქლორორგანული შენაერთები, მ.შ. ქლოროფორმი და დიქლორმეთანი). წყალაღების ადგილას მდინარის წყალში და ქალაქის წყალსადენის წყალში აქროლადი ქლორორგანული შენაერთების ჯამური კონცენტრაცია 35-ჯერ და მეტად აღემატებოდა ზდკ-ს, ფენოლების — 4-6-ჯერ, ხოლო ამინოშენაერთების — 3,5—4,5-ჯერ.

ამავე პერიოდში დადგინდა ბავშვებს შორის ღვიძლის დაავადებისა და ქრონიკული ნეფრიტით ავადობის მკვეთრი მატება (2-3,3-ჯერ საოლქო მაჩვენებლებთან შედარებით).

სამუშაო ჰიპოთეზა მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის შესახებ მოსახლეობის ჯანმრთელობის დარღვევისა და სასმელი წყლის წყაროს დაბინძურებას შორის დამტკიცდა ლაბორატორიულ ცხოველებზე ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგად. ამ კავშირის გამოვლენა გაადვილდა იმ გარემოების გამო, რომ არ ხდებოდა ქალაქის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება საწარმოო გამონაფრქვევებით. კვლევის შედეგები საფუძვლად დაედო წყალსადენის გამწმენდი ნაგებობების პროექტის შემუშავებას, რომელიც ითვალისწინებდა წყლის გაუსნებოვნებისათვის ქლორირების ნაცვლად ოზონირების გამოყე-ნებას, აგრეთვე სორბციული გაწმენდის ბლოკის დამატებას.

იგივე მდ. ტომის დინების ქვემო ნაწილში განლაგებულ ქ. ტომსკში ჩატარდა ანალოგიური კვლევები. ამასთან ერთად, საყურადღებოა ის გარემოება, რომ ეპიდემიოლოგიური კვლევის შედეგად მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი წყლის ფაქტორსა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის ვერ დადგინდა. ამის ერთ-ერთი მიზეზია სასმელი წყლის როლის გარკვეული გადაფარვა უფრო გამოხატული მეორე ფაქტორით — ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებით. მხედველობაშია მისაღები დიდი ქალაქებისათვის დამახასიათებელი არახელსაყრელი სოციალური ფაქტორებიც, რაც მოსახლეობის ჯანმრთელობის დარღვევაში გარკვეულ როლს ასრულებს.

წყლის ნაკლები ეტიოლოგიური როლის მიუხედავად, ჩატარდა დიდი მოცულობის საინჟინრო-სოციალური პროგრამა, რის შედეგადაც ქალაქის წყალმომარაგება გადაყვანილი იყო მიწისქვეშა წყაროებზე. ამის საფუძველი იყო მდ. ტომის არადამაკმაყოფილებელი სანიტარიული მდგომარეობა (მაღალტოქსიკური ნივთიერებების შეცველობის მნიშვნელოვანი მომატება), თუმცა სტატისტიკურად ვერ დადგინდა მისი პირდაპირი გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. ამის გარდა, წყლის ობიექტების დაცვის სანიტარული წესების დარღვევის შემთხვევაში შესაძლებელია მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე არაპირდაპირი, ირიბი ზემოქმედებაც.

XX ს-ის 40-50-იან წლებში იაპონიაში, მდ. ინიტსუს სანაპიროზე მცხოვრებ მოსახლეობას შორის აღინიშნა კადმიუმით მასიური ინტოქ-

სიკაცია. დაავადება ხასიათდებოდა წელის არისა და ქვედა კიდურების ძლიერი ტკივილებით, ოსტეომალაციის ნიშნებით, ზოგჯერ ოსტეოპოროზით, რის შედეგადაც ხშირი იყო უეცარი, თვითნებური მოტეხილობები. ავადმყოფებს აღენიშნებოდა პროტეინურია, გლუკოზურია და ამინოაციდურია. დაავადებების დაახლოებით ნახევარი ლეტალური შედეგით დასრულად. ძლიერ გამოხატული ტკივილის სინდრომის გამო დაავადებამ მიიღო საბელწოდება „იტაი-იტაი“, რაც იაპონურად ნიშნავს „მტკივა-მტკივა“. შემთხვევის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ დაავადების განვითარების მიზეზი იყო კადმიუმის საბადოს ჩამდინარე წყლები, რომლის ჩაშვების შემდეგ მდინარის წყალი გამოიყენებოდა ბრინჯის ნათესების მოსარწყავად. დაავადება განვითარდა იმ პირებს შორის, რომლებიც საკვებად გამოიყენებდა ამ პლანტაციებზე მოწეულ ბრინჯს. გარდაცვლილთა ძვლებსა და შინაგან ორგანოებში აღმოჩნდა კადმიუმის, ტყვიისა და თუთიის დიდი კონცენტრაციები.

XX ს-ის 60-70-იან წლებში იაპონიაში, იოკოჰამის ყურესა და მდ. აგანოში ვერცხლისწყლის არაორგანული შენაერთების შემცველი ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შედეგად განვითარდა ვერცხლისწყლით ინტოქსიკაციის მასობრივი შემთხვევები. ინტოქსიკაციის მიზეზი გახდა მეთილვერცხლისწყლის დაგროვება თევზის ორგანიზმში, რომელიც ადგილობრივი მოსახლეობის კვების ძირითადი პროდუქტი იყო. მეტალვერცხლისწყალი გაცილებით მოძრავი და ტოქსიკური ნივთიერებაა ვერცხლისწყლის არაორგანულ შენაერთებთან შედარებით. იგი წყალში წარმოიქმნა არაორგანული ვერცხლისწყლის შემცველი მდინარის ფსკერის ნალექის ბიოლოგიური მეთილირების ბუნებრივი პროცესის შედეგად. განვითარდა წყალში მოხვედრილი ტოქსიკანტის — ტოქსიკური ქიმიური ნივთიერების ბიოლოგიური ტრანსფორმაცია და მისი პროდუქტების შემდგომი მიგრაცია ტროფიკული ჯაჭვით. დაავადების პირველად ქ. მინამატის მოსახლეობაში გამოვლენის გამო მას „მინამატის დაავადება“ ეწოდა.

უნგრეთში აღწერილია დერმატიტის შემთხვევები ქრომის მარილების შემცველი ჩამდინარე წყლებით დაბინძურებული მინისქვეშა ნყაროს წყლის გამოყენების შედეგად.

საქართველოში, პოლიმეტალური მადნის გამდიდრების პროცესში გამოყენებული ჩამდინარე წყლების მდ. მაშავერაში ჩაშვების შედეგად, მასში აღინიშნება ზოგიერთი მძიმე მეტალის შემცველობის მომატება. კერძოდ, ტყვიის კონცენტრაცია 10,8-11,2-ჯერ აღემატება ზდკ-ს. აღნიშნული საწარმოს უშუალო სიახლოვეს არსებული დასახლების მცხოვრებთა თმაში ტყვიის კონცენტრაცია საშუალოდ დასაშვებზე 1,5-ჯერ მეტი აღმოჩნდა. მოსახლეობის 42,4%-ს მისი მომატებული შემცველობა აღენიშნება. კადმიუმის შემცველობა მომატებულია 31,5%-ში. ტყვიის, კადმიუმის, სპილენძის, თუთიის შემცველობა თმაში საშუალოდ 2-ჯერ მეტია ფონურ (საკონტროლო) მაჩვენებლებთან შედარებით.

მოყვანილი მაგალითები თვალნათლივ გვიჩვენებს სამრეწველო დამაბინძურებლების დიდი კონცენტრაციებით შემცველი ჩამდინარე

წყლებით დაბინძურებული წყლის ობიექტის წყლის მოქმედების შედეგად მწვავე და ქრონიკული დაავადებების განვითარების შესაძლებლობას. დაბინძურების შედარებით დაბალი კონცენტრაციების დროს შეიძლება დაავადება არ გამოვლინდეს, მაგრამ მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე გავლენა სხვა მაჩვენებლებით გამოვლინდება. ორგანიზმის დაცვითი (იმუნური) ძალების დაქვეითების შედეგად, ვითარდება ჯანმრთელობის არასპეციფიკური ხასიათის დარღვევები. კერძოდ, ეს შეიძლება გამოვლინდეს ბავშვების ფიზიკური განვითარების ჩამორჩენით, იმუნური სტატუსის დაქვეითებით, რაც ხელს უწყობს საერთო ავადობის ზრდას, რომელსაც უშუალო ეტიოლოგიური კავშირი არ აქვს წყლის შედგენილობასთან. წყლის ფაქტორის მოქმედებით პოპულაციაში ასეთი დარღვევების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების გამოვლენა მეტად რთულია, რამდენადაც რეალურ პირობებში, წყალთან ერთად, ქიმიური და ფიზიკური ბუნების ტექნოგენური ფაქტორების მოქმედება ორგანიზმზე ხდება ატმოსფერული ჰაერის, კვების პროდუქტების, სანარმოო პირობების საშუალებით; გასათვალისწინებელია, აგრეთვე, სოციალური პირობები. ასეთ შემთხვევაში ზემოქმედების სპექტრში წყლის ფაქტორის კუთრი წონა შედარებით მცირეა და მისი როლის გამოვლენა — რთული.

ამდენად, წყლის ობიექტები ადამიანის საარსებო გარემოს მნიშვნელოვან და აუცილებელ ელემენტს წარმოადგენს, რომელიც კეთილსასურველ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე. ადამიანის მრავალფეროვანი საქმიანობისას, წყლის ობიექტზე არარეგლამენტირებული ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია მისი ნორმალური მდგომარეობის დარღვევა, რის შედეგადაც წყლის ობიქტი შეიძლება გახდეს გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორი. არასასურველ მოქმედებას 3 მიმართულება აქვს:

➢ დაბინძურებული წყლის ობიექტის წყლის ტოქსიკური გავლენა. იგი შეიძლება იყოს უშუალო — წყლის ქიმიურ კომპონენტებთან დაკავშირებული კლინიკურად გამოხატული დაავადებების და ავადმყოფური მდგომარეობების განვითარების სახით, ან არაპირდაპირი, ირიბი — ჰომეოსტაზის სარეგულაციო მექანიზმებზე ზემოქმედებით, რითაც ირღვევა ფიზიკური განვითარება, იზრდება არასპეციფიკური ავადობა, ჩქარდება დაბერების პროცესი და სხვ. ირიბი არასასურველი ზემოქმედება შეიძლება განვითარდეს დაბინძურებულ წყალთან კონტაქტირებული კვების პროდუქტების საშუალებით (სასოფლო-სამეურნეო პროდუქცია, თევზი და ზღვის პროდუქტები და სხვ.);

➢ წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების არასასურველი ცვლილება. ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის არასასურველი ორგანოლეპტიკური თვისებები იწვევს არა მხოლოდ ნეგატიურ ესთეტიკურ ზემოქმედებას — იწვევს საჭმლის მომნელებელი და გულ-სისხლ-ძარღვთა სისტემების, მხედველობის ანალიზატორის არასასურველ ფიზიოლოგიურ რეაქციებს;

➢წყლის ობიექტის სანიტარიული რეჟიმის დარღვევა. იგი ირიბ გავლენას ახდენს წყალმომარაგების მრავალ სახეზე. კერძოდ, შესაძლებელია პირდაპირი არასასურველი მოქმედება ჯანმრთელობაზე, წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების შეცვლა, მთლიანად წყლის ობიექტის ესთეტიკური აღქმის არასასურველი ცვლილება. იგი გავლენას ახდენს წყლის ობიექტების თვითგაწმენდის პროცესებზე.

2.4.2. მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე წყლის ობიექტების გავლენის შეფასების მეთოდები და კრიტერიუმები

წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის სფეროში ეფექტური სახელმწიფო მონიტორინგის განხორციელების საფუძველია შესაბამისი კრიტერიუმების არსებობა, რომლის საფუძველზეც შესაძლებელია წყლის ობიექტზე ტექნოგენური და ანთროპოგენური ზემოქმედების ხარისხის დადგენა. ეს კრიტერიუმებია წყლის ობიექტის წყალში ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები და სანიტარიული მაჩვენებლები.

როგორც ზემოთ მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, რეალურ პირობებში ყოველთვის ვერ ხერხდება დაბინძურებული წყლის პოტენციური საშიშროების გამოვლენა. ამის გამო, აუცილებელი გახდა შესაბამისი ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება წყალთან დაკავშირებული მცირე ინტენსიურობის ქიმიური ფაქტორის თბილსისხლიან საცდელ ცხოველებზე ზემოქმედების დადგენის მიზნით.

წყლის ობიექტების დაცვის სფეროში საქართველოს კანონმდებლობით, წყლის ობიექტების დაბინძურების ჰიგიენურ რეგლამენტაციას საფუძვლად უდევს ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის (ზდკ) ცნება. შესაბამისი სამეცნიერო და პრაქტიკული ორგანიზაციების მიერ კონკრეტული ქიმიური ნივთიერების ზდკ-ის შემუშავების შემდეგ მისი დამტკიცება ხდება საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს მიერ, დადგენილი წესით.

წყლის ობიექტების წყალში ქიმიური ნივთიერების ზდკ არის ის მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომელიც ადამიანის მთელი სიცოცხლის განმავლობაში ზემოქმედებისას არ ახდენს უშუალო ან არაპირდაპირ გავლენას მოსახლეობის ახლანდელი და მომავალი თაობების ჯანმრთელობაზე, რომელიც არ გამოდის შეგუებითი ფიზიოლოგიური რეაქციების საზღვრებიდან, რომელთა გამოვლენაც შესაძლებელია კვლევის თანამედროვე მეთოდებით და არ აუარესებს წყალმოხმარების ჰიგიენურ პირობებს.

ამ განმარტების თეორიული ბაზაა ბიოლოგიური ეფექტის *ზღურბლოვანი* პრინციპი, რომელიც გულისხმობს ქიმიური აგენტის ისეთი კონცენტრაციების (დოზების) არსებობას, რომელიც არ ავლენს ტოქსიკურ ან სხვა არასასურველ მოქმედებას ორგანიზმზე ამა თუ იმ ნიშნის მიხედვით. პრაქტიკული პოზიციიდან ტოქსიკური მოქმედების ზღვარი ტექნოლოგიისა და სანიტარიული ტექნიკისათვის კონკრეტული

რეკომენდაციების შემუშავების საშუალებას იძლევა. მნიშვნელოვანია ორგანიზმის ბიოლოგიური რეაქციის ზღურბლოვანი ხარისხის განსაზღვრა. ისეთი ზდკ-ის დახასიათებისათვის, რომელიც არ უნდა იწვევდეს ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუარესებას, თავისთავად იხსნება ნოზოლოგიური და სინდრომული დონე, რომელიც გვიჩვენებს ორგანიზმის აშკარა პათოლოგიურ რეაქციას, რაც სამედიცინო ჩარევას მოითხოვს. თანამედროვე ჰიგიენაში მიღებულია, რომ ზემოქმედების ზღურბლოვანი დონეა შეგუებითი, *ადაპტიური* ხასიათის და ჯანმრთელი ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ფიზიოლოგიური რეაქციები. იგი განსხვავდება *კომპენსატორული* ფიზიოლოგიური რეაქციებისაგან, რომლის მიზანია დარღვეული ფუნქციის შენაცვლება და არა ჯანმრთელი ორგანიზმის ადაპტაცია. საკითხის თეორიული მხარის არსებითი განმარტების მიუხედავად, ჰიგიენური ნორმების პრაქტიკაში, მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების შეფასებისას, ზღურბლოვანი კონცენტრაციების (დოზების) დასაბუთება ერთ-ერთი რთული საკითხია. სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური მაჩვენებლის მიხედვით ექსპერიმენტულად დადგენილი ზღურბლოვანი ზონის სიდიდის საკმარისი დასაბუთება ნივთიერების კუმულაციური თვისებების და მისი სტაბილურობის გათვალისწინებით, ქვეზღურბლოვანი (უმოქმედო) კონცენტრაციის (დოზის) განსაზღვრის შესაძლებლობას იძლევა.

ჰიგიენური ნორმირების მეორე პრინციპია ნორმირებადი აგენტის (ნივთიერების) მავნეობისა და საშიშროების ხარისხის დასაბუთებისათვის *ბიოლოგიური მოდელების* გამოყენების აუცილებლობა და შესაძლებლობა. ამ მაჩვენებლების განსაზღვრა უშუალოდ ადამიანებზე შეუძლებელია ჰუმანური მოსაზრებების გამო. მათი მიღება შეუძლებელია სანიტარიულ პრაქტიკაში გამოყენებული დაკვირვების მეთოდითაც, რამდენადაც, პრაქტიკულად, საქმე გვაქვს ახალ, უცნობი თვისებების მქონე ქიმიური ნივთიერებებთან. აუცილებელია მათი ჰიგიენური შეფასება სამეურნეო პრაქტიკაში გამოყენებამდე.

ჰიგიენური მიზნით ნივთიერების ტოქსიკური თვისებების შესწავლის ერთადერთი გზაა სანიტარულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტი ბიოლოგიურ მოდელზე, რისთვისაც გამოიყენება თბილსისხლიანი ლაბორატორიული ცხოველები.

რეკომენდებული ზდკ უნდა იძლეოდეს ადამიანზე არასასურველი ზემოქმედების არარსებობის გარანტიას წყლის ხარისხის შეფასების სამივე მიმართულებით (პირდაპირი ტოქსიკური ეფექტი, წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების შეცვლა და წყლის ობიექტების სანიტარიული რეჟიმის დარღვევა). ეს პირობა დაცულია კიდევ ერთი პრინციპის დაცვით — მავნეობის მალიმიტირებული მაჩვენებლით.

მავნეობის მალიმიტირებული მაჩვენებელი ეწოდება სამი მაჩვენებლიდან (სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური, ორგანოლეპტიკური და საერთო სანიტარიული) იმას, რომელსაც ყველაზე ნაკლები აბსოლუტური ზღურბლოვანი/ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაცია აქვს.

მავნეობის მალიმიტირებული მაჩვენებლის ცნების შემოღებით გარანტირებულია ნივთიერების ზდკ-ის საიმედოობა მავნეობის ორი დანარჩენი მაჩვენებლის მიხედვით. წყლის ობიექტის წყალში ქიმიური ნივთიერების ნორმირებას სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური კრიტერიუმის მიხედვით საფუძვლად უდევს ზემოქმედების ფიზიოლოგიურ-ადაპტაციური დონე.

ჰიგიენური ნორმების შემდეგი პრინციპია *ექსპერიმენტის შედეგების (ზდკ-ის) შემოწმება*, დაკვირვება პრაქტიკულ საქმიანობაში. ექსპერიმენტულად დადგენილი ზდკ, ისე, როგორც საერთოდ, ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები ნებისმიერ სფეროში, მიახლოებით წარმოდგენას იძლევა შესასწავლ საკითხზე იმ ხარისხით, რის შესაძლებლობასაც იძლევა კვლევაში გამოყენებული მეთოდები. დადგენილი ზდკ საჭიროებს პრაქტიკულ დადასტურებას, მისი საიმედოობის შეფასებას. ამ პრინციპის გათვალისწინებით პერიოდულად, შესაბამისი მასალის დაგროვების კვალობაზე, ხდება ექსპერიმენტულად დადგენილი ზდკ-ის დაზუსტება.

ამ პრინციპების საფუძველზე შემუშავდა წყლის ობიექტებში ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური ნორმირების ექსპერიმენტული კვლევების მეთოდური სქემა (ცხრილი 2.4.).

წარმოდგენილ სქემაში ასახულია წყლის ობიექტის დაბინძურების მოსახლეობაზე არასასურველი გავლენის ის მიმართულებები, რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს წყლის ობიექტში მოხვედრილი ნივთიერების შესწავლას, მისი შემცველობის ჰიგიენური ნორმირების დროს. ამასთან ერთად, აუცილებელია გაირკვეს, როგორ და რა სიჩქარით იცვლება ნივთიერება წყლის ობიექტის პირობებში, როგორია ამ ცვლილებების გზები და მისი შედეგები. აქედან გამომდინარე, აქტუალურია კვლევის კიდევ ერთი მიმართულება — წყლის გარემოში ნივთიერების სტაბილურობისა და მისი ტრანსფორმაციის შესაძლო გზების შესწავლა. კვლევები ნივთიერების ჰიგიენური ნორმირების მიმართულებით ინყება წყლის გარემოში მისი სტაბილურობისა და ტრანსფორმაციის შესწავლით.

წყლის გარემოში ნივთიერების სტაბილურობისა და ტრანსფორმაციის შესწავლის მიზანია წყალში მისი შეუცვლელი სახით არსებობის ხანგრძლივობის განსაზღვრა და მისი დაშლის ან გარდაქმნის სიჩქარის დადგენა. არსებითი მნიშვნელობა აქვს ქიმიური დამაბინძურებლებისაგან წყლის განთავისუფლების პროცესზე მოქმედი ფაქტორების როლის განსაზღვრას. ნივთიერების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებისა და სტრუქტურის წინასწარი შესწავლა შესაძლებლობას იძლევა შევიქმნათ წარმოდგენა წყლის გარემოში მისი სტრუქტურისა და თვისებების შესაძლო ცვლილებების შესახებ, აგრეთვე ნივთიერების გავლენაზე წყლის ხარისხის სანიტარულ მაჩვენებლებზე და დაისახოს ექსპერიმენტის გეგმა და მოცულობა. ექსპერიმენტი, როგორც წესი, ტარდება იმ პირობებში, რომელიც განპირობებულია სანიტარიული პრაქტიკით.

ცხრილი 2.4.

წყლის ობიექტების წყალში ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური ნორმირების კვლევის სქემა (С.Н.Черкинский)

კვლევის მიმართულება	ნივთიერების სტაბილურობა წყლის გარემოში	გავლენა წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე	გავლენა წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე	ნივთიერების ტოქსიკური თვისებები
კვლევის მიზანი	წყლის გარემოში ნივთიერების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ცვლილებების და მათი სიჩქარის შესწავლა	ორგანული დამაბინძურებლების მინერალიზაციის და ნიტრიფიკაციის (ჟბმ-ის, აზოტის ნაერთებისა და ბაქტერიული ფლორის დინამიკის მიხედვით) ან დაჟანგვის სიჩქარე	წყლის ორგანოლეპტიკური თვისებების ცვლილების ხასიათი და ხარისხი (სუნი, გემო, ფერიანობა, აპკის ან ქაფის წარმოქმნა)	ტოქსიკურობის დონე, კუმულაციის ხარისხი. ტოქსიკური მოქმედების მექანიზმი და შორეული ეფექტები
კვლევის შედეგი	სტაბილურობის კლასი; არასტაბილური და ზომიერად სტაბილური ნივთიერებისათვის – ტრანსფორმაციის პროდუქტების დახასიათება	ზღურბლოვანი კონცენტრაცია მავნეობის საერთო-სანიტარიული მაჩვენებლის მიხედვით	ზღურბლოვანი კონცენტრაცია მავნეობის ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლის მიხედვით	ქვეზღურბლოვანი (უმოქმედო) კონცენტრაცია მავნეობის სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური მაჩვენებლის მიხედვით
საბოლოო მიზანი	ზდკ-ის (ზდდ-ის) და მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებლის დასაბუთება			
ქსპერიმენტის პრაქტიკით შემოწმება	ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ქვემოთ მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და წყალმომარაგების პირობებზე კომპლექსური ჰიგიენური დაკვირვებები			

* В.Т.Мазаев-ის (2005) მიხედვით.

ამ პრინციპის გათვალისწინებით იკვლევენ ნივთიერების იმ კონცენტრაციებს და გარემოს ფაქტორების იმ პარამეტრებს, აგრეთვე ზემოქმედების დროს, რომლებიც გავლენას ახდენს ნივთიერების გარდაქმნაზე.

წყალში ნივთიერების სტაბილურობის ყველაზე ობიექტური მახასიათებელია მისი ნახევრადდაშლის პერიოდი — T_{50} (დრო, რომლის განმავლობაშიც ხდება მისი კონცენტრაციის განახევრება). ამ მაჩვენებლის მიხედვით ნივთიერებები არის სტაბილური (T_{50}>2 დღე-ღამე), ზომიერად სტაბილური (T_{50}=1-2 დღე-ღამე) და არასტაბილური (T_{50}<1 დღე-ღამე). იმ შემთხვევაში, თუ ნივთიერება სტაბილური აღმოჩნდა, ამ მიმართულებით კვლევა წყდება და გადადიან კვლევის შემდეგ ეტაპზე (ცხრილი 2.4.). თუ ნივთიერება არასტაბილური ან ზომიერად სტაბილურია, ექსპერიმენტის შემდგომ ეტაპებზე ძირითად ნივთიერებასთან ერთად შეისწავლიან მისი ტრანსფორმაციის პროდუქტებს.

კვლევის სხვა მიმართულებების მიზანია ზღურბლოვანი კონცენტრაციის დადგენა, ე.ი. ისეთი კონცენტრაციისა, რომელიც მოქმედ და

უმოქმედო (ქვეზღურბლოვანი) კონცენტრაციებს შორისაა. წყალში არსებული ქიმიური ნივთიერების პირდაპირი (ტოქსიკური) მოქმედების სრული შეფასებისათვის აუცილებელია არა მარტო ზღურბლოვანი კონცენტრაციის განსაზღვრა, არამედ ექსპერიმენტუ-ლად უნდა დადგინდეს მაქსიმალური უმოქმედო (ქვეზღურბლოვანი) კონცენტრაცია.

ნივთიერების ზღურბლოვანი კონცენტრაციის დადგენა მავნეობის ორგანოლეპტიკური ნიშნის მიხედვით ხდება სუნის, გემოს, ფერიანობის მიხედვით, რომელიც ნივთიერებამ შეიძლება შეცვალოს, აგრეთვე ნივთიერების მიერ ქაფის წარმოქმნის უნარის მიხედვით.

კვლევის ამ ნაწილის საბოლოო მიზანია შესასწავლი ნივთიერების ისეთი კონცენტრაციის დადგენა, რომლის დროსაც წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე მოქმედება არ ზღუდავს მის გამოყენებას სასმელი, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ან რეკრეაციული მიზნით.

წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე საკვლევი ნივთიერების გავლენის კვლევის შედეგად მიღებული ყველაზე დაბალი რიცხვი იქნება ზღურბლოვანი კონცენტრაცია მავნეობის ორგანოლეპტიკური ნიშნის მიხედვით.

შემდგომ ეტაპზე შეისწავლება ნივთიერების გავლენა წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე ან ორგანული ბუნებრივი და ანთროპოგენური დაბინძურებისაგან ბუნებრივი თვითგაწმენდის პროცესზე. ეს გავლენა შეიძლება გამოვლინდეს ან თვითგაწმენდის ბიოქიმიური პროცესების დამუხრუჭებით ნივთიერების ბიოციდური თვისებების გამო, ან ჟანგბადოვანი რეჟიმის დარღვევით, თუ საკვლევ ნივთიერებას აქვს სწრაფი ქიმიური ან ბიოქიმიური დაჟანგვის უნარი. ზემოქმედების საბოლოო ეტაპი ერთი და იგივე იქნება — წყლის ობიექტში ხრწნადი ანაერობული პროცესების განვითარება, ზედაპირული აპკის წარმოქმნა, ნალექის წყალთან შერევა, სოკოებისა და წყალმცენარეების ზრდა. საბოლოოდ, წყლის ობიექტი შეიძლება უვარგისი გახდეს არა მხოლოდ სასმელი წყალმომარაგებისათვის, არამედ ბანაობისათვის, საწყლოსნო სპორტისა და სხვა კულტურულ-საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის.

წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე ნივთიერების გავლენის შესახებ წარმოდგენის შექმნას განაპირობებს ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარების შეცვლა და ორგანული დამაბინძურებლების ნიტრიფიკაცია ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციის მოქმედებით. ექსპერიმენტი ტარდება ლაბორატორიულ პირობებში ნივთიერების ისეთი კონცენტრაციის დასადგენად, რომელიც ზღურბლოვან ეფექტს იძლევა მავნეობის საერთო-სანიტარიული ნიშნის მიხედვით.

ნივთიერების ჰიგიენური ნორმირების მიზნით კვლევის კომპლექსური პროგრამის ყველაზე რთული და შრომატევადი ნაწილია მისი ტოქსიკური თვისებების შესწავლა.

ამ კვლევის მიზანია ნივთიერების მაქსიმალური უმოქმედო (ქვეზღურბლოვანი) დოზის დადგენა. მისი სირთულე განაპირობებს ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის მრავალეტაპობრიობას.

კვლევა იწყება *მწვავე ტოქსიკოლოგიური ცდით*. საკვლევ ნივთიერებას ცხოველებს მუცლის ღრუში შეუყვანენ ისეთი დოზით, რომელიც სასიკვდილო ეფექტს იძლევა. ამ ცდის მიზანია ნივთიერების ტოქსიკურობის ხარისხის, ტოქსიკური მოქმედების დიაპაზონის, ლაბორატორიული ცხოველების სახეობრივი და სქესობრივი მგრძნობელობის განსაზღვრა. სტატისტიკური მეთოდის საშუალებით განისაზღვრება საშუალო სასიკვდილო დოზა (LD_{50}), რომელიც ტოქსიკურობის საზომი ერთეულია და გამოიყენება სხვადასხვა ნივთიერების ტოქსიკურობის შესადარებლად. მწვავე ცდის დროს ტარდება სხვადასხვა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური კვლევა. მისი შედეგები, ინტოქსიკაციის კლინიკურ სურათთან და ცხოველების დაღუპვის ვადებთან ერთად, საშუალებას იძლევა საორიენტაციოდ განისაზღვროს ნივთიერების ტოქსიკური მოქმედების ხასიათი, ინტოქსიკაციის მექანიზმი.

კვლევის მეორე ეტაპზე *ქვემწვავე ტოქსიკოლოგიურ ექსპერიმენტში* ორი ამოცანა წყდება: 1) ნივთიერების კუმულაციური თვისებების შესწავლა და 2) ინტოქსიკაციის მექანიზმის და პათოგენეზის შესწავლა. ამ ცდებში, როგორც წესი, გამოიყენება LD_{50}-ის მეათედი და მეასედი ნაწილები. ნივთიერების შერჩეული დოზების შეყვანა რამდენიმე ჯგუფის ცხოველებში ხდება ყოველდღიურად, 10-60 დღის განმავლობაში. კუმულაციის ეფექტზე მსჯელობენ ლეტალური გამოსავლის რაოდენობის მიხედვით ან ცხოველების ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებით. ცდის ბოლოს გამოითვლება კუმულაციის კოეფიციენტი. ქვემწვავე ცდების სხვა სერიებში შეისწავლება ინტოქსიკაციის პათოგენეტიკური მექანიზმები.

დოზებისა და ლაბორატორიული ცხოველების სახეების არჩევა, ექსპოზიციის რეჟიმის, ხერხებისა და ხანგრძლივობის დაგეგმვა, აგრეთვე საცდელი ცხოველების ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შესწავლის მაჩვენებლების შერჩევა დამოკიდებულია მწვავე ცდების შედეგებზე. ამ დროს ითვალისწინებენ შესაბამისი ლიტერატურის მონაცემებსაც ქიმიური სტრუქტურით მსგავსი ნივთიერების ტოქსიკური მოქმედების შესახებ.

ქიმიური აგენტის ზემოქმედება საცდელი ცხოველის ორგანიზმზე შეფასდება ტოქსიკოდინამიკის (ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობა) და ტოქსიკოკინეტიკის (ნივთიერების განაწილება, დაგროვება და გამოყოფა) მაჩვენებლების მიხედვით, ხოლო ექსპერიმენტის შედეგად უნდა მივიღოთ წარმოდგენა ინტოქსიკაციის პათოგენეტიკური მექანიზმების შესახებ.

მწვავე და ქვემწვავე ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის შედეგების საფუძველზე იგეგმება ტოქსიკოლოგიური კვლევის ყველაზე საპასუხისმგებლო დასკვნითი ეტაპი — *ქრონიკული სანიტარულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტი*. მისი არსია ტოქსიკოლოგიური მეთოდით სანიტარულ-ჰიგიენური მიზნის მიღწევა — საკვლევი ნივთიერების ისეთი კონცენტრაციის (დოზის) განსაზღვრა, რომელიც ორგანიზმში ხანგრძლივი (ქრონიკული) შეყვანისას არ იწვევს მისი ფიზიოლოგიური

ფუნქციების ისეთ გადახრებს, რომელიც ადაპტაციური ფიზიოლოგიური რექციების ფარგლებიდან გამოდის. მას ეწოდება *მაქსიმალური უმოქმედო, ანუ ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაცია (დოზა).* მისი სარწმუნო დასაბუთებისათვის საჭიროა იმავე ექსპერიმენტში დადგინდეს მინიმალური მოქმედი კონცენტრაცია/დოზა და ზღურბლოვანი კონცენტრაცია/დოზა. ქრონიკულ ექსპერიმენტში გამოიყენება მინიმუმ 3 დოზა. ლაბორატორიული ცხოველების ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასების მეთოდების შერჩევისას ითვალისწინებენ ქვემწვავე ექსპერიმენტის შედეგებს — ირჩევენ ყველაზე დამახასიათებელ, პათოგენეტიკურად განპირობებულ ტესტებს, აგრეთვე იმ ტესტებს, რომლებიც ასახავს ორგანიზმის იმუნოლოგიურ რეაქციებს, ფუნქციური სისტემების ურთიერთმოქმედებას — ე.წ. არასპეციფიკურ ინტეგრალურ მაჩვენებლებს. ჰიგიენური ნორმირების პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ მინიმალური მოქმედი, ზღურბლოვანი და მაქსიმალური უმოქმედო დოზები, ნივთიერების ხანგრძლივი შეყვანის დროს LD_{50}-ის 0,000001-0,01 ნაწილს შეადგენს, ნივთიერების კუმულაციური თვისებების შესაბამისად.

ქრონიკული სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზის დროს, ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული ორგანიზმის ფუნქციების უმნიშვნელო და ზოგჯერ არამყარი გადახრების გამოვლენისა და შეფასებისათვის გამოიყენება ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდები. ფართოდ გამოიყენება საშუალო არითმეტიკულის და მისი სტანდარტული შეცდომის გამოთვლის, კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის მეთოდები, დისპერსიული და დისკრიმინაციული ანალიზი და სხვ. კვლევის შედეგების სტატისტიკური მეთოდებით დამუშავება საშუალებას იძლევა დადგინდეს კავშირები ცალკეული ტესტების მაჩვენებლებს შორის, რაც აადვილებს ინტოქსიკაციის პროცესის პათოფიზიოლოგიური მოდელის აგებას. ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზისადმი ასეთი მიდგომა უზრუნველყოფს დადგენილი დოზების (კონცენტრაციების) ობიექტურობას და საიმედოობას.

ქვემწვავე და ქრონიკულ ექსპერიმენტებში, საკვლევი ნივთიერების ზოგადტოქსიკური მოქმედების შესწავლასთან ერთად, იკვლევენ შორეულ შედეგებს — საცდელი ცხოველის რეპროდუქციულ ფუნქციას, სიმსივნეების და ათეროსკლეროზული ცვლილებების განვითარების შესაძლებლობას და სხვ.

რეპროდუქციული ფუნქციის შესწავლა გულისხმობს მისი ყველა მიმართულების კვლევას — გონადოტოქსიკური და ემბრიოტოქსიკური მოქმედება, შთამომავლობის პოსტნატალური განვითარება. შეფასდება, აგრეთვე, ნივთიერების ალერგენული თვისებები. უმოქმედო (ქვეზღურბლოვან) კონცენტრაციად (დოზად) მავნეობის სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ნიშნის მიხედვით მიიღება ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც არ იწვევს როგორც საერთო-ტოქსიკურ, ისე შორეულ ეფექტებს.

იმის შემდეგ, რაც დადგინდება ყველა სამუშაო პარამეტრი — ზღურბლოვანი და ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაციები (დოზები), აბსოლუტური მნიშვნელობით ყველაზე დაბალი სიდიდე რეკომენდე-

ბული იქნება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციად (დოზად). იმ მაჩვენებელს, რომლის მიხედვითაც დადგინდა ყველაზე დაბალი აბსოლუტური სიდიდე, ეწოდება *მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი.* მაგალითად, სევინისათვის ზღურბლოვანი კონცენტრაციებია: მავნეობის სანიტარულ-ტოქსიკოლოგიური ნიშნით — 1,4 მგ/ლ, საერთო სანიტარიული ნიშნით — 0,5 მგ/ლ, ორგანოლეპტიკური ნიშნით — 0,1 მგ/ლ. ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციად რეკომენდებულია მათგან ყველაზე დაბალი აბსოლუტური მაჩვენებელი — 0,1 მგ/ლ (ცხრილი 2.5.).

ცხრილი 2.5.

წყალში ქიმიური ნივთიერებების ზღურბლოვანი და ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (მგ/ლ)

ნივთიერება	მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი			ზდკ
	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური	საერთო-სანიტარიული	რეგანოლეპტიკური	
სევინი	1,4	0,5	0,1	0,1
კაპროლაქტამი	30	1,0	360,0	1,0
დიქლორდიბუთილის მჟავა	0,002	1,0	3,0	0,002

კვლევის შედეგად მიღებული ზდკ-ის (ზდდ-ის) სიდიდე, სათანადო განხილვის შემდეგ, მტკიცდება საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს მიერ. დამტკიცებული ნორმატიული სიდიდე ქვეყნდება საქართველოს იუსტიციის სამინისტროს ოფიციალურ ორგანოში — საქართველოს საკანონმდებლო მაცნეში, რომლის შემდეგ მისი გამოყენება და გათვალისწინება პრაქტიკულ მუშაობაში სავალდებულოა ყველა ფიზიკური და იურიდიული პირის მიერ.

ჰიგიენური ნორმირების პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში არ არის ზდკ-ის (ზდდ-ის) დადგენის ხანგრძლივი და ძვირადღირებული სამუშაოების სრულად ჩატარების აუცილებლობა; საკმარისია ნივთიერების ტოქსიკურობის პროგნოზის გაანგარიშებითი ან ექსპრეს-ექსპერიმენტული მეთოდების გამოყენება.

LD_{50}-ის შეფარდება მაქსიმალურ უმოქმედო კონცენტრაციასთან (დოზასთან) არ აღემატება 200 000-ს. აქედან გამომდინარე, იმ ნივთიერებებისათვის, რომელთა LD_{50}-ის შეფარდება ზღურბლოვან კონცენტრაციასთან (დოზასთან) მავნეობის ორგანოლეპტიკური ნიშნით აღწევს 0,5-1 მლნ-ს და მეტს, არ არის საჭირო ქრონიკული ექსპერიმენტის ჩატარება, ხოლო ზდკ (ზდდ) შეიძლება რეკომენდებულ იქნას ზღურბლოვანის დონეზე მავნეობის ორგანოლეპტიკური ნიშნით.

ქიმიური ნივთიერების გარემოს სხვადასხვა ობიექტში შემცველობის ჰიგიენური ნორმირების მასალების კორელაციისა და რეგრესიის მეთოდებით ანალიზის საფუძველზე გამოვლინდა, რომ ქრონიკული ტოქსიკურობის პარამეტრები (მაქსიმალური უმოქმედო და ზღურბლოვანი კონცენტრაციები) ნივთიერების კუჭში შეყვანისას მჭიდრო კავშირ-

შია მის მთელ რიგ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთან, მწვავე ტოქსიკურობის პარამეტრებთან ინჰალაციური გზით შეყვანისას, აგრეთვე ატმოსფერულ ჰაერში და საწარმოო სათავსების სამუშაო ზონის ჰაერში ნივთიერების შემცველობის ჰიგიენურ ნორმატივებთან. კორელაციის კოეფიციენტის საკმარისი სიდიდის დროს შესაძლებელია გარკვეული საორიენტაციო წარმოდგენის შექმნა ტექნოლოგიაში ახალი დანერგილი, უცნობი ნივთიერების მაქსიმალური უმოქმედო კონცენტრაციის (დოზის) შესახებ, ქრონიკული სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის ჩატარების გარეშე. ნივთიერების სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ნიშნით შეფასების ამ მეთოდის გამოყენების დროს წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე და წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე მისი გავლენის შეფასება ტარდება ჩვეულებრივად. ასეთი მეთოდური მიდგომით ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებული სიდიდე არის ნივთიერების საორიენტაციო დასაშვები დონე (სდდ).

ნივთიერების სდდ წყლის ობიექტის წყალში არის დროებითი ჰიგიენური ნორმატივი, რომელიც შემუშავებულია ტოქსიკურობის პროგნოზის გაანგარიშებითი ან ექსპრეს-ექსპერიმენტული მეთოდების საფუძველზე და გამოიყენება ობიექტის პროექტირებისა და მშენებლობის სანიტარიული მონიტორინგის სტადიაზე. სდდ დროებითი ჰიგიენური ნორმატივია, რომელიც დაახლოებით 2-3 წლის შემდეგ უნდა შეიცვალოს კვლევის ყველა ეტაპის დაცვით ჩატარებული სამუშაოების საფუძველზე შემუშავებული და არსებული წესით დამტკიცებული ზდკ-ით (ზდდ-ით).

ქიმიური ნივთიერების ჰიგიენური ნორმირების კვლევის მეთოდურ სქემაში (ცხრილი 2.4.) გათვალისწინებულია არა მარტო ჰიგიენური ნორმირების ექსპერიმენტული მეთოდები — ამ დროს გამოიყენება, აგრეთვე, ჰიგიენური დაკვირვებები წყლის ობიექტისადმი ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ქვემოთ.

ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური შეფასების ექსპერიმენტული მეთოდის დანერგვის შედეგად წყლის ობიექტების წყალში მათი შემცველობის დონესა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის კავშირის გამოვლენა უფრო რეალური გახდა. ამ პირობებში უკვე ცნობილია წყლის გამაბინძურებელი ნივთიერებების მავნეობის მალიმიტირებული მაჩვენებლები, აგრეთვე მათი ტოქსიკური მოქმედების ხასიათი და ხარისხი, რაც ნატიური დაკვირვებების უფრო მიზანმიმართულად ჩატარების შესაძლებლობას იძლევა.

წყლის ობიექტის წყლის ქიმიური და ბიოლოგიური კომპონენტების შედარება ჰიგიენურ ნორმატივებთან და ამის საფუძველზე დასკვნის გაკეთება წყლის უსაფრთხოებისა და უვნებლობის (ქიმიური და ბიოლოგიური სისუფთავის ხარისხის) შესახებ არასაკმარისია წყლის ფაქტორის მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების პირობებზე გავლენის შესაფასებლად: აუცილებელია წყლის ობიექტის სანიტარიული რეჟიმისა და მასში მიმდინარე თვითგაწმენდის პროცესების კომპლექსური შეფასება სანიტარიული მაჩვენებლების საშუალებით.

წყლის ობიექტის სანიტარიული მაჩვენებელი არის ქიმიური, ბიოქიმიური ან სხვა მახასიათებელი, რომელიც აისახება წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე. სანიტარიული მაჩვენებლების ჯგუფი საშუალებას იძლევა შეფასდეს წყლის ობიექტის გამოყენების შესაძლებლობა სასმელი წყალმომარაგებისათვის, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ან სარეკრეაციო მიზნით.

მრავალრიცხოვანი სანიტარიული მაჩვენებლებიდან სანიტარული პრაქტიკისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წყლის ობიექტის ჟანგბადის რეჟიმის მაჩვენებელი (წყალში გახსნილი ჟანგბადის შემცველობა), არასტაბილური ორგანული ნივთიერებების შემცველობის ირიბი მაჩვენებლები (პერმანგანატული ჟანგვადობა, ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება — ჟბმ), სტაბილური ჟანგვადი ნივთიერებების შემცველობა — ბიქრომატული ჟანგვადობა (ჟქმ), ცილოვანი ნივთიერებების დაჟანგვის პროდუქტების შემცველობის თანაფარდობა — ამონიუმის, ნიტრიტების და ნიტრატების აზოტის იონები (აზოტის ტრიადა), შეწონილი ნივთიერებების შემცველობა. ჩამოთვლილი მაჩვენებლების აბსოლუტური სიდიდეები, რომელიც დამახასიათებელია წყლის თითოეული ობიექტებისათვის, დროში მნიშვნელოვნად იცვლება, რაც გარემოს ფაქტორებზეა დამოკიდებული (პირველ რიგში, კლიმატური პირობები). ამის გამო მათთვის ჰიგიენური ნორმატივები შემუშავებული არ არის. ამ მაჩვენებლების კომპლექსის დროის დინამიკაში განხილვა, ანთროპოგენური და ტექნოგენური ზემოქმედების გათვალისწინებით, განაპირობებს წყლის ობიექტებისა და სასმელი წყალმომარაგების წყაროების სანიტარიული დაცვის მრავალი პრაქტიკული საკითხის გადაჭრას. შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით დადგენილია ტექნოგენური ზემოქმედების შედეგად შეცვლილი წყლის ობიექტების წყლის ხარისხის სანიტარიული მაჩვენებლები საკონტროლო წერტილებში, წყალმომარაგების სახის მიხედვით (ცხრილი 2.6.).

2.4.3. წყლის ობიექტის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის რისკის შეფასება

წყლის ობიექტებში ქიმიური და ბიოლოგიური აგენტების შემცველობის ჰიგიენური ნორმატივის დაცვა ამ აგენტების ადამიანის ჯანმრთელობაზე არასასურველი (მ.შ. ირიბი) ზემოქმედების თავიდან აცილების გარანტიას იძლევა. ამასთან ერთად, ჰიგიენური ნორმატივი არ იძლევა პასუხს აქტუალურ კითხვაზე — რამდენად შესაძლებელია ადამიანის ჯანმრთელობის დარღვევა ამა თუ იმ ხარისხით ზდკ-ს/ზდდ-ს სიდიდის დარღვევის (მომატების) შემთხვევაში.

რეალურ პირობებში ადამიანზე მოქმედებს წყალმოხმარებასთან დაკავშირებული არა ერთი იზოლირებული ფაქტორი, არამედ მათი რთული შერწყმა (კომბინირებული მოქმედება). ეს გარემოება შეიძლება სხვადასხვა სახით გამოვლინდეს (კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის არაინფექციური დაავადებებით ავადობის დონის ზრდა, ბავშვების ფიზიკური განვითარების მაჩვენებლების დაქვეითება, იმუნური სტატუსის დაქვეითება,

ცხრილი 2.6.

ჰიგიენური მოთხოვნები ზედაპირული წყლის ობიექტების წყლის შედგენილობისა და თვისებებისადმი სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო წყალმოხმარების პუნქტებში (სანნდან 2.1.5. 001-01, დანართი 1)

წყლის შემადგენლობისა და თვისებების მაჩვენებლები	წყალმოხმარების კატეგორია	
	I	II
შეწონილი ნაწილაკები*, მგ/ლ	არა უმეტეს	
	0,25	0,75
	წყლის ობიექტებისათვის, რომელიც შეიცავს ბუნებრივ მინერალურ ნივთიერებებს 30 მგ/ლ-ზე მეტი რაოდენობით საშუალო წყლიანობისას, დასაშვებია წყალში შეწონილი ნაწილაკების შემცველობის გაზრდა 5% ფარგლებში; აკრძალულია ნონაკის ჩაშვება, რომლის დალექვის სიჩქარე გამდინარე წყალსატევებისათვის 0,4 მმ/წმ-ზე მეტია და წყალსაცავებისათვის — 0,2 მმ/წმ-ზე მეტი	
მოტივტივე მინარევები (ნივთიერებები)	წყალსატევის ზედაპირზე არ უნდა შეიმჩნეოდეს მოტივტივე აპკები, მინერალური ზეთების ლაქები და სხვა მინარევების გროვები	
სუნი	წყალს არ უნდა ჰქონდეს მისთვის არამახასიათებელი სუნი 1 ბალზე მეტი ინტენსივობის, რომლსც აღმოჩენა შესაძლებელია:	
	უშუალოდ ან შემდგომში დაქლორვის ან სხვა საშუალებებით დამუშავებისას	უშუალოდ
შეფერილობა, სმ	სეეტში არ უნდა შეიმჩნეოდეს	
	20	10
ტემპერატურა	უკანასკნელი 10 წლის ზაფხულის ყველაზე ცხელი თვის საშუალო თვიურ ტემპერატურასთან შედარებით წყლის ტემპერატურა ზაფხულში ჩამდინარე ნყლების ჩაშვების შედეგად არ უნდა აღემატებოდეს 30°C-ს	
წყალბადის მაჩვენებელი (pH)	6,5-8,5	
მინერალური შედგენილობა, მგ/ლ	მშრალი ნაშთის მიხედვით, არა უმეტეს 1000, მ.შ. ქლორიდების - 350, სულფატების - 500	
გახსნილი ჟანგბადი	წლის ნებისმიერ პერიოდში, დღის 12 საათამდე აღებულ სინჯში არა ნაკლებ 4 მგ/ლ	
ჟბმ, მგ O_2/ლ	20°C-ზე არა უმეტეს:	
	3	6
ჟქმ (ბიქრომატული ჟანგვადობა), მგ O_2/ლ	არა უმეტეს:	
	15	30
დაავადების გამომწვევი	არ უნდა შეიცავდეს	
ლაქტოზადადებითი ნაწლავის ჩხირი (ლნჩ)	არა უმეტეს 10000 ლ წყალში*	არა უმეტეს 5000 ლ წყალში
კოლიფაგები	არა უმეტეს 100 ლში	

წყლის შემადგენლობისა და თვისებების მაჩვენებლები	წყალმოხმარების კატეგორია	
	I	II
სიცოცხლისუნარიანი ჰელმინთების კვეცხები (ასკარიდა, თავთმიანა, ტოქსოკარი, ფასციოლა), ტენიიდების ონკოსფერები და პათოგენური ნაწლავური უმარტივესების სიცოცხლისუნარიანი ცისტები	არ უნდა შეიცავდეს 1 ლ	
ქიმიური ნივთიერებები	წყალში შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს ზდკ-ს ან სდდ-ს	

** არ ვრცელდება დეცენტრალიზებული სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგების წყაროებზე.*

მოსახლეობის ჯანმრთელობის სხვა არასპეციფიკური მაჩვენებლების შეცვლა). ჩვეულებრივად, წყალში არსებული ტოქსიკანტების კონცენტრაცია დიდი არ არის; ამიტომ მათი სპეციფიკური მოქმედება არ გამოვლინდება.

ასეთ შემთხვევაში წყლის ობიექტის დაბინძურების მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე არასასურველი გავლენის ხარისხის შეფასება მიზანშეწონილია ჩატარდეს არახელსაყრელი მოქმედების *რისკის შეფასების* მეთოდის გამოყენებით. ეს მეთოდიკა საშუალებას იძლევა, კონკრეტულ სანიტარიულ სიტუაციაში გამოვლინდეს ნივთიერებები, რომლებიც ყველაზე მეტ არახელსაყრელ გავლენას ახდენს ჯანმრთელობაზე (ე.წ. პრიორიტეტული ნივთიერებები), შეფასდეს შესაძლებელი გარემოსდაცვითი ან სანიტარიული ღონისძიებების შედარებით ჰიგიენური და ეკონომიკური ეფექტურობა.

არახელსაყრელი ზემოქმედების რისკის შეფასების მეთოდიკა გამოიყენება, აგრეთვე, წყლის ფაქტორის წილის განსაზღვრისათვის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მთლიანად ადამიანის საარსებო გარემოს ჯამური არახელსაყრელი გავლენის შესწავლის დროს (კომპლექსური მოქმედება). რისკის შეფასების მეთოდიკის გამოყენებით განვითარებული მრენველობის რაიონში გამოვლინდა, რომ ჯამურ კანცეროგენულ რისკში წყლის ფაქტორის ხვედრითი წილია 2,54%, ხოლო ატმოსფერული ჰაერისა — 97,3%. სხვა კვლევაში წყლიდან კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში კადმიუმის აბსორბციის კოეფიციენტი შეადგენს 5%-ს, ხოლო კადმიუმის ოქსიდის ატმოსფერული ჰაერიდან ფილტვებში აბსორბციისა — 90%-ს. აშკარაა, რომ ადამიანის საარსებო გარემოს ამ ელემენტების როლი მოსახლეობის ჯანმრთელობის დარღვევის შესაძლო

განვითარებაში განსხვავებულია. წყლისა და ჰაერის ფაქტორების ნილების თანაფარდობის განსხვავებული სიდიდეები ჯანმრთელობის დარღვევის ჯამურ რისკში გამოვლენილია სხვა კვლევევის შედეგადაც.

ამრიგად, რისკის მავნე მოქმედების შეფასების მეთოდიკა მიმართულია სანიტარიულ-ჰიგიენური მონიტორინგის სფეროში მარტვითი გადაწყვეტილებების ობიექტივიზაციისა და ოპტიმიზაციისაკენ. თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები შესაძლებლობას იძლევა უმოკლეს დროში მივიღოთ საინფორმაციო ფონდი (სოციალურ-ჰიგიენური მონიროტინგის საფუძველზე) და მოქმედების ალგორითმები კომპიუტერული პროგრამების სახით.

წყლის ფაქტორის ჯანმრთელობაზე რისკის შედარებითი შეფასების ნარმოდგენილი შედეგებიდან არ შეიძლება დასკვნის გაკეთება იმის შესახებ, რომ მაკონტროლებელი ორგანოების ყურადღება, საზოგადოების (სახელმნიფოს) მიერ საარსებო გარემოს ოპტიმიზაციისათვის განკუთვნილი ფინანსური და მატერიალური რესურსები უნდა გაიყოს ცალკეული რისკის ხვედრითი წილების პროპორციულად. პლანეტაზე წყლის რესურსები უსაზღვროა და მისი დაბინძურებისა და გამოფიტვისაგან დაცვის შესუსტებამ შეიძლება ბუნებაში არსებითი ძვრები გამოიწვიოს. წყლის ობიექტების დაბინძურების არასასურველი შედეგები არ წყდება მავნეობის წყაროს ლიკვიდაციით; საბოლოო დადებითი შედეგის მისაღწევად საჭიროა საკმაოდ ხანგრძლივი ღონისძიებები და მნიშვნელოვანი მატერიალური სახსრები.

2.5. წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებები

წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა რეგულირდება შესაბამისი საკანონმდებლო-ნორმატიული აქტებით. საქართველოს კანონმდებლობა წყლის შესახებ ეფუძნება საქართველოს კონსტიტუციას, საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულებებსა და შეთანხმებებს, საქართველოს კანონებს „გარემოს დაცვის შესახებ", „წიაღის შესახებ", „წყლის შესახებ" და საქართველოს სხვა ნორმატიულ აქტებს წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში.

საქართველოს კანონის „წყლის შესახებ"* მიზანია:

- უზრუნველყოს ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის გატარება წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში;
- წყლის ობიექტების (მათ შორის საქართველოს შავი ზღვის) დაცვა და წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენება დღევანდელი და მომავალი თაობების ინტერესებისა და მდგრადი განვითარების პრინციპების გათვალისწინებით;

---

* დამტკიცებულია საქართველოს პრეზიდენტის 1997 წლის 16 ოქტომბრის №936-Iს ბრძანებულებით.

- სუფთა სასმელ წყალზე მოსახლეობის მოთხოვნილების პირველ რიგში დაკმაყოფილება;
- წყლის ცხოველთა სამყაროს მდგრადობა და მდგრადი გამოყენება;
- წყლის მავნე ზემოქმედების აცილება და შედეგების ეფექტური ლიკვიდაცია;
- საქართველოს სახელმწიფო ინტერესების გარანტირებული დაცვა წყლის დაცვის, გამოყენებისა და წყლით საერთაშორისო ვაჭრობის სფეროში;
- წყლის სასაქონლო პროდუქციის წარმოება საერთაშორისო პრინციპებისა და ნორმების დაცვით;
- ფიზიკური ან იურიდიული პირების კანონიერი უფლებების და ინტერესების დაცვა წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში.

წყლის შესახებ საქართველოს კანონი არეგულირებს ძირითად სამართლებრივ ურთიერთობას:

- სახელმწიფო ხელისუფლების ორგანოებსა და ფიზიკურ და იურიდიულ (საკუთრებისა და ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ფორმის განურჩევლად) პირებს შორის წყლის დაცვის, შესნავლისა და გამოყენების სფეროში;
- ხმელეთზე, ნიაღში, კონტინენტურ შელფზე, ტერიტორიულ წყლებში და განსაკუთრებულ ეკონომიკურ ზონაში წყლის დაცვის, აღდგენის და გამოყენების სფეროში;
- წყლის სასაქონლო პროდუქციის წარმოებისა და წყლით საერთაშორისო ვაჭრობის სფეროში.

საქართველოში მცხოვრები ყველა პირი ვალდებულია უზრუნველყოს წყლის რაციონალური და მდგრადი გამოყენება და დაცვა, არ დაუშვას მისი დაბინძურება, დანაგვიანება და დაშრეტა.

წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის განხორციელების მიზნით საქართველოში მოქმედებს წყლის დაცვისა და გამოყენების მართვის ერთიანი სახელმწიფო სისტემა. მისი შემადგენელი მნიშვნელოვანი რგოლია წყლის სახელმწიფო მონიტორინგი (მდგომარეობაზე დაკვირების და ანალიზის სისტემა). იგი წარმოადგენს წყლის ობიექტებში და ჩამდინარე წყლებში წყლის რაოდენობრივ და ხარისხობრივ მდგომარეობაზე რეგულარული დაკვირვებისა და ინფორმაციის ანალიზის ერთიან სისტემას, რომლის მიზანია ინფორმაციის მიღება წყლისა და მისი ობიექტების მდგომარეობის შესახებ, მისი გარემოსთან (ბუნებრივ და ანთროპოგენულ) ურთიერთქმედების, წყლის რესურსების და მდინარეების ენერგეტიკული პოტენციალის შეფასება, წყლის მავნე ზემოქმედების (წყალდიდობის, ღვარცოფის, მეწყერის და სხვა) პროგნოზირება და სხვ.

წყლის დაცვის ღონისძიებები იგეგმება მდგრადი განვითარების პრინციპების გათვალისწინებით – ქვეყნის მდგრადი განვითარების

სტრატეგიის, გარემოს დაცვის მოქმედებათა ეროვნული პროგრამის საფუძველზე.

დაბინძურებისა და დანაგვიანებისაგან წყლის დაცვის უზრუნველყოფის მიზნით —

— აკრძალულია წყლის ობიექტებში საწარმოო, საყოფაცხოვრებო და სხვაგვარი ნაყარისა და ნარჩენების ჩაყრა;

— აკრძალულია ტოქსიკური, რადიაქტიური, აგრეთვე სხვა სახიფათო ნარჩენების ყოველგვარი განთავსება და დამარხვა ზღვაში, წყლის სხვა ობიექტებში და მათი დაცვის ზოლებში;

— აკრძალულია წყალმომარაგების სათავე ნაგებობების სიახლოვეს და მათი სანიტარიული დაცვის ზონებში სანარმოო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვება, ჩამდინარე წყლებით რწყვა, ისეთი ობიექტების მშენებლობა და სხვაგვარი საქმიანობა, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს წყლის დაბინძურება;

— წყლის ობიექტებში საწარმოო, საყოფაცხოვრებო და სხვაგვარი ჩამდინარე წყლის ჩაშვება დასაშვებია მხოლოდ განსაკუთრებულ პირობებში, შესაბამისი ნებართვითა და წესით.

იმ წყლის ობიექტების დაცვის მიზნით, რომელსაც იყენებენ სასმელად, საყოფაცხოვრებო დანიშნულებით წყალმომარაგებისათვის, სამკურნალოდ და საკურორტო საჭიროებისათვის, იქმნება სანიტარიული დაცვის ზონები საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისად.

წყალმომარაგების წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში მმართველობის ადგილობრივი ორგანოების გადაწყვეტილებით ტარდება აუცილებელი სანიტარიულ-გამაჯანსაღებელი ღონისძიებები.

წყლის რესურსების მართვის გრძელვადიანი (20-წლიანი) მიზნიდან (ცხრილი 3) გამომდინარე, ამ სფეროში ძირითადი მოკლევადიანი ამოცანებია:

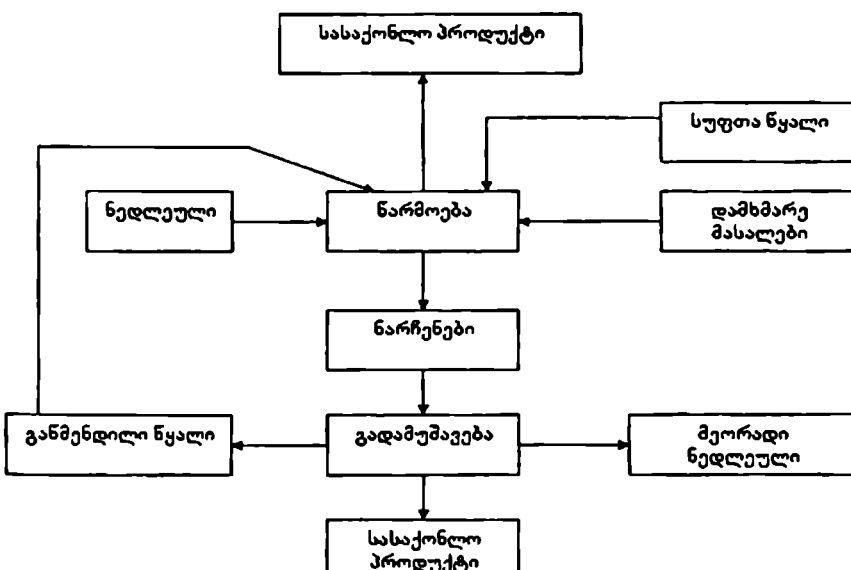
- წყლის ეფექტური მართვის ჩამოყალიბება;
- დაბინძურების პრევენციის და წყალაღების ეფექტური კონტროლის მექანიზმების შემოღება – ნებართვების სისტემის გაუმჯობესება;
- წყლის დაბინძურების შემცირება გაუწმენდავი მუნიციპალური ჩამდინარე წყლებიდან;
- წყლის დაბინძურების შემცირება დიფუზური სასოფლო-სამეურნეო წყაროებიდან.

წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებები — *წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა* ითვალისწინებს შემდეგი ძირითადი ღონისძიებების განხორციელებას:

1. დაბინძურების წყაროების გამოვლენა და წყალსატევების მდგომარეობაზე, წყალსარგებლობასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მათი გავლენის შესწავლა;

2. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი და გამაუვნებელი ნაგებობების სანიტარიული გამოკვლევა ობიექტების შემდგომი პასპორტიზაციით;
3. გამწმენდი საკანალიზაციო სისტემების აღჭურვის, ექსპლუატაციისა და მუშაობის ეფექტურობის პერიოდული სანიტარიული მონიტორინგი სანიტარიულ-ჰიგიენური გამოკვლევისა და ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული ანალიზის მონაცემების გამოყენებით;
4. მოქმედ ობიექტებზე ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების პერიოდული მონიტორინგი (3 წელიწადში 1-ჯერ);
5. წყალსატევების დაბინძურების საწინააღმდეგო ღონისძიებების გეგმის შემუშავება.

წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვა გულისხმობს საწარმოო და საყოფაცხოვრებო ციკლების სრულ განცალკევებას ნივთიერებებისა და ენერგიის ბრუნვის ციკლებისაგან, ფაქტობრივად, უნარჩენო ტექნოლოგიის შექმნას (სურ. 2.3.).



სურ. 2.3. უნარჩენო ტექნოლოგიის სქემა

უნარჩენო ტექნოლოგია წარმოადგენს შესაძლებლობის თეორიულ მაქსიმუმს. პრაქტიკულად, ცხოვრებაში ინერგება მისი რეალიზაციისათვის აუცილებელი ზოგიერთი ღონისძიება, მაგრამ ტექნიკური პროგრესის კვალობაზე შესაძლებლობები ამ მიმართულებით სულ უფრო იზრდება. თანამედროვე საზოგადოებაში ინერგება ნივთიერებებისა და ენერგიის ბუნებრივი და ტექნოლოგიური განცალკევებული წრიული

ცვლა. მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევაშია საკანონმდებლო წესით ნებადართული წყლის ობიექტებში სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება (*აკრძალვითი ღონისძიებები*). ასეთი აკრძალვა ეხება ისეთ ჩამდინარე წყლებს, რომელიც შეიცავს უცნობი ბუნების ქიმიურ ნივთიერებებს (არ არის დადგენილი შესაბამისი ზდკ და სდდ), ბაქტერიული, ვირუსული და პარაზიტული ბუნების ინფექციური და ინვაზიური დაავადებების გამომწვევებს*.

აკრძალულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვება წყლის ობიექტებში, რომლებიც გამოიყება წყალმოხმარების განსაკუთრებით საპასუხისმგებლო სახეებისათვის: სასმელი წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის I სატყლის ფარგლებში, კურორტების სანიტარიული დაცვის ზონის I და II სარტყლების ფარგლებში, სარეკრეაციო ზონებში, ბუნებრივი სამკურნალო რესურსების მქონე წყლის ობიექტებში, აგრეთვე წყლის ობიექტებში დასახლებების ფარგლებში.

წყლის ობიექტების გაბინძურებისაგან დაცვისათვის ფართოდ გამოიყენება *შემზღუდავი ღონისძიებები*, რაც გულისხმობს ჩამდინარე წყლების მოცულობის შემცირებას, გამაბინძურებლების კონცენტრაციის შემცირებას, ჩამდინარე წყლების ჩაშვების რეგულირებას.

ზედაპირული წყლის ობიექტების ჩამდინარე წყლებით გაბინძურების შემცირების *ღონისძიებათა სისტემა* მოიცავს შემდეგ ჯგუფებს:

- *ტექნოლოგიური*:
  - ტექნოლოგიური პროცესების შეცვლა;
  - ჩამდინარე წყლების რაოდენობის შემცირება და ტექნოლოგიურ ციკლში მათი განმეორებით გამოყენება;
  - წყალმომარაგების ჩაკეტილი სისტემის შექმნა;
  - ჩამდინარე წყლებიდან ძვირფასი ნივთიერებების უტილიზაცია.
- *სანიტარიულ-ტექნიკური*:
  ჩამდინარე წყლების გაწმენდისა და გაუვნებელყოფის მექანიკური (ფიზიკური, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური) მეთოდები;
  - განმენდის ბიოლოგიური ხერხები;
  - ბიოლოგიურად განმენდილი ჩამდინარე წყლების ღრმა (მესამეული) განმენდა;
  - გაუსნებოვნება;
  - გამწმენდი ნაგებობების ნალექის გაუსნებოვნება.

---

* ა) ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სანწდან 2.1.5. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001);

ბ) სანარმოო და არასანარმოო ობიექტების ჩამდინარე წყლების ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვების ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის ბრძანება №745, 2008 წლის 13 ნოემბერი.

• *დამხმარე:*
- ცალკეული საამქროსა და საწარმოს კანალიზაციის განცალკევება;
- ჩამდინარე წყლების ჩაშვების რეგულირება (შემკრებები, გამასაშუალოებლები, გაფანტული ჩაშვება და სხვ.);
- ჩამდინარე წყლების გაფანტული ჩაშვება.

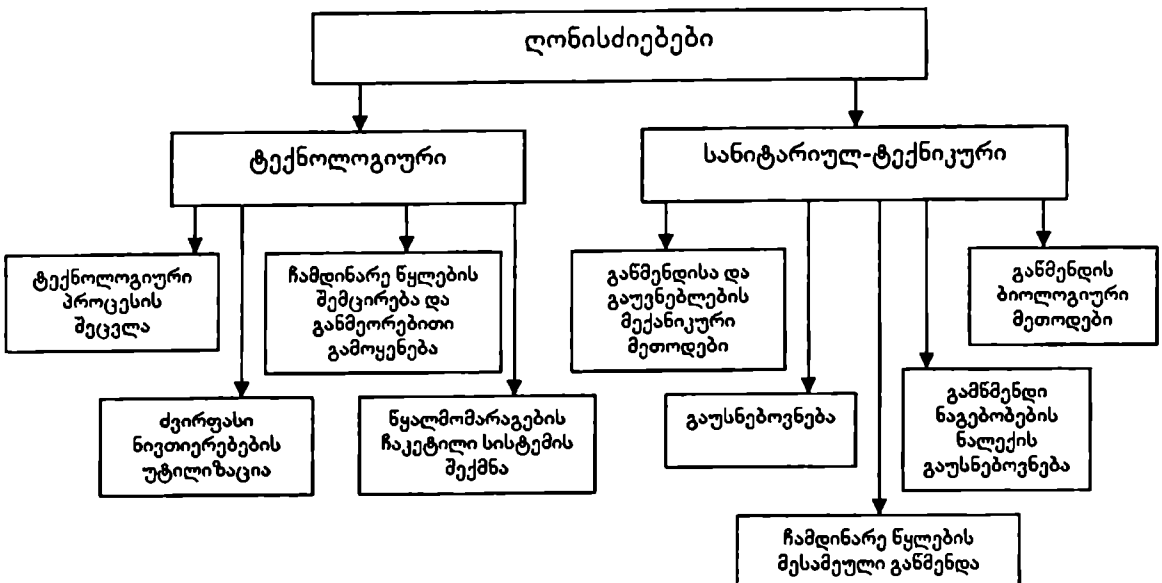
• *დაგეგმარებითი:*
- რაიონული კანალიზირება სამრეწველო რაიონის ან წყლის ობიექტის მასშტაბით;
- წყალაღებისა და ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილების ურთიერთგანლაგების რაციონალიზაცია;
ჩამდინარე წყლების გადატანა სხვა წყლის ობიექტში წყალგამყოფის საშუალებით;
ტერიტორიის გამოყოფა ჩამდინარე წყლების ნიადაგის არეში გაუსნებოვნებისათვის.

2.5.1. ტექნოლოგიური ღონისძიებები

ტექნოლოგიური ღონისძიებებს (სურ. 2.4.) წამყვანი როლი აქვს წყლის ობიექტების ჩამდინარე წყლებით დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებათა სისტემაში. ტექნოლოგიური ღონისძიებების შემუშავების ძირითადი მიმართულებაა მცირენარჩენიანი, ხოლო პერსპექტივაში უნარჩენო წარმოების შექმნა ტექნოლოგიურ პროცესში გამოყენებული წყლის რაოდენობის შემცირებით. უკანასკნელ პერიოდში მრეწველობა ხასიათდება სასაქონლო პროდუქციის ერთეულზე გამოყენებული წყლის ხვედრითი რაოდენობის შემცირების ტენდენციით; ამასთან ერთად, სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება წრიული წყალბრუნვა -- გამოყენებული წყლის დაბრუნება ტექნოლოგიურ ციკლში. შავი და ფერადი მეტალურგიის საწარმოებში წრიული წყალბრუნვის მოცულობა შეადგენს 80%-ს, ქიმიური მრეწველობის საწარმოებში — 83%-ს, ხოლო ცელულოზისა და ქაღალდის მრეწველობის საწარმოებში — 65%-ს.

ტექნოლოგიური ღონისძიებები ძლიერ ეფექტურია მრეწველობის მრავალ დარგში. ნავთობმომპოვებელი და ნავთობგადამამუშავებელი მრეწველობის საწარმოებში ნავთობის გაუწყლოვნების მეთოდისთვის ანიონაქტიური სინთეზური ზან-ის ნაცვლად არაიონოგენური მარილების ელექტრომოცილების დანადგარების გამოყენებით ჩამდინარე წყლებში ნავთობის კონცენტრაცია რამდენიმე ათეულჯერ შემცირდა. პერსპექტიულია წრიული წყალბრუნვის სამრეწველო წყალმომარაგების სისტემაში ღრმა გაწმენდის შემდეგ საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების გამოყენება. თანამედროვე ნავთობგადამამუშავებელ საწარმოებში ტექნოლოგიური წყლის წრიული ბრუნვა 96%-მდე აღწევს.

საწარმოებში წრიული წყალმომარაგების გამოყენების შედეგად შესაძლებელია ბუნებრივი წყლის გამოყენების 10-15-ჯერ შემცირება.



სურ. 2.4. ჩამდინარე წყლებით წყლის ობიექტების დაბინძურების შემცირების ტექნოლოგიური და სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები

მაგალითად, 1 ტ კაუჩუკის მისაღებად გამჭოლი წყალმომარაგების დროს საჭიროა 2100 მ^3 ახალი წყალი, ხოლო წრიული წყალბრუნვის სისტემის დროს — მხოლოდ 165 მ^3 (12,8-ჯერ ნაკლები). მრეწველობის ზოგიერთ დარგში რეალურია ჩაკეტილი ციკლის საფუძველზე უნარჩენო საწარმოების შექმნა.

ჩამდინარე წყლებიდან ძვირფასი ნივთიერებების უტილიზაციის მაგალითია სოდის წარმოებაში ფილტრატის სითხიდან სასაქონლო პროდუქციის — კალციუმის ქლორიდისა და ამონიუმის ქლორიდის გამოყოფა, რითაც მცირდება ჩამდინარე წყლებში მათი კონცენტრაცია, აგრეთვე ჩამდინარე წყლების მოცულობა.

წყლის ეკონომიის დიდი რეზერვია ქალაქის საბინაო-კომუნალურ სექტორში. ქალაქის წყლის ბალანსში სასმელი წყლის დიდი მოცულობა იხარჯება ისეთ პროცესებზე, სადაც უპრობლემოდ შეიძლება ტექნიკური წყლისა და განმენდილი ჩამდინარე წყლების გამოყენება. ეს სფეროებია ავტომობილების სამრეცხაოები, მცირე მოცულობის საქალაქო აუზებისა და წყალსაცავების შევსება, ქუჩებისა და მწვანე ნარგავების მორწყვა, სხვადასხვა დანადგარში გამაცივებელ აგენტად გამოყენება და ა.შ.

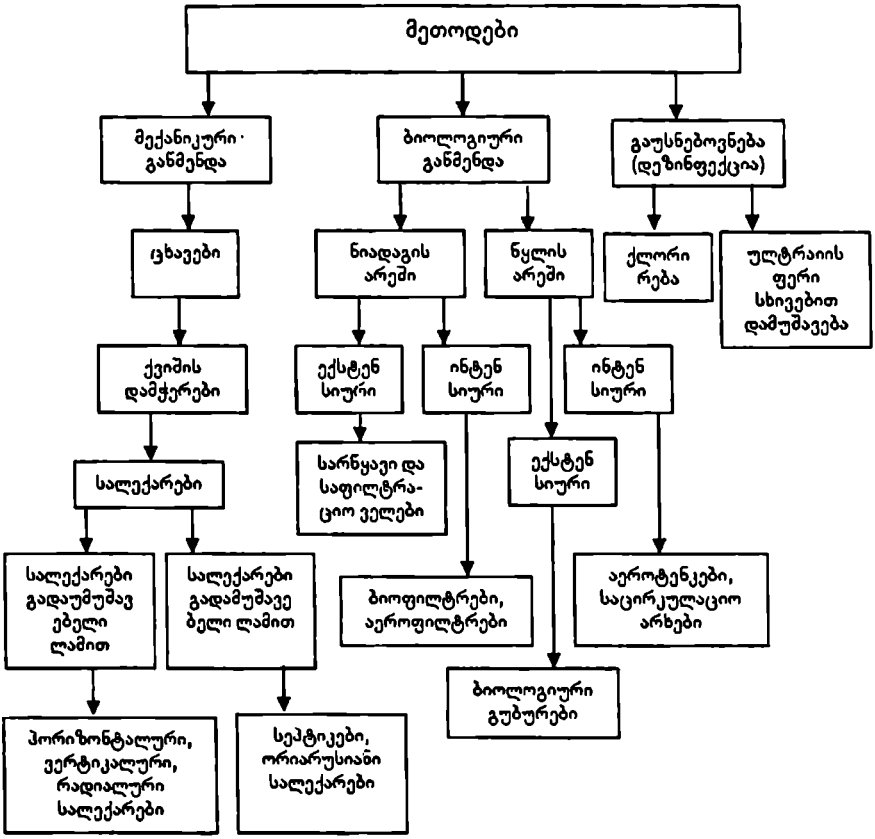
საბინაო სექტორში წყლის ხარჯის შემცირება შესაძლებელია, პირველ რიგში, სრულყოფილი აღჭურვილობის დანერგვით, რომელიც უზრუნველყოფს წყალსადენის გამანაწილებელ ქსელში და სანიტარიულ-ტექნიკურ მოწყობილობებში წყლის გაჟონვების ლიკვიდაციას, აგრეთვე, საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში წყლის მრიცხველების დამონტაჟება და სხვ.

2.5.2. სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები

მუნიციპალური (საყოფაცხოვრებო) ჩამდინარე წყლებით წყლის ობიექტების დაბინძურების თავიდან აცილებაში ძირითად როლს ასრულებს სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები (სურ. 2.4.) — ჩამდინარე წყლების მქანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდა, გაუსნებოვნება. მართალია, მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების დაბინძურებისაგან გაწმენდა წყლის დაცვის პრობლემას რადიკალურად ვერ წყვეტს, მაგრამ ამ შემთხვევაში წყლის ობიექტებში არ ხვდება დამაბინძურებლების 85-90%. გაწმენდა წინაპირობებს ქმნის მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნებისათვის, რის შედეგადაც მისი ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოება მიიღწევა.

მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გაწმენდა განაპირობებს შემდეგი ამოცანების გადაჭრას:

- ჩამდინარე სითხისგან შეწონილი მინერალური და ორგანული ნივთიერებების მოცილება (მექანიკური გაწმენდა);
- გახსნილი და კოლოიდური ორგანული ნივთიერებების მოცილება (ბიოლოგიური გაწმენდა);
- პათოგენური მიკროფლორის მოცილება (გაუსნებოვნება ან დეზინფექცია);



სურ. 2.5. ჩამდინარე წყლების განმენდის სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები

- გამწმენდი ნაგებობების ნალექის გაუსნებოვნება და უტილიზაცია.

ჩამოთვლილი ამოცანების გადაწყვეტა გამწმენდ ნაგებობებზე ხდება თანმიმდევრობით — მექანიკური გაწმენდის, ბიოლოგიური განმენდის და გაუსნებოვნების (დეზინფექციის) ეტაპებზე (სურ. 2.5.).

ჩამდინარე წყლების დამუშავების სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების სრული მოცულობით ჩატარება მისი საიმედოობის მნიშვნელოვანი გარანტიაა.

2.5.2.1. მექანიკური განმენდა

მისი პირველი აღჭურვილობაა *ცხავი*. მასზე ხდება მსხვილი მინარევების (ქაღალდის, ჩვარის, ბამბის და ა.შ.) შეკავება. ცხავი წარმოადგენს ერთმანეთთან შეერთებულ და კოლექტორში ვერტიკალურად განთავსებულ მეტალის ჯოხებს. ცხავის ჯოხები ერთმანეთისგან დაცილებულია 16-30 სმ-ით. დღე-ღამეში 10000 $მ^3$-ზე მეტი ნარმადობის გამწმენდ ნაგებობებში ცხავებზე დაგროვებული მასის მოცილება ხდება მექანიკურად, საიდანაც მიეწოდება მსხვრევანას დაქუცმაცებისათვის. დაქუცმაცებული მასა შეერევა ჩამდინარე მასას ცხავამდე.

ცხავების განთავსების სათავსი უნდა თბებოდეს და აღჭურვილი უნდა იყოს შემწოვ-გამწოვი ვენტილაციით ჰაერის არანაკლებ 5-ჯერადი ცვლით. ცხავების განთავსების არხები აღჭურვილი უნდა იყოს ადგილობრივი გამწოვი ვენტილაციით.

ცხავებიდან თხევადი მასა მიეწოდება ქვიშის დამჭერებს. მათი დანიშნულებაა ჩამდინარე წყლებიდან მძიმე მინერალური მინარევების (პირველ რიგში, ქვიშის) მოცილება. იგი წარმოადგენს სალექარს, რომელშიც სითხის მოძრაობის სიჩქარე გათვლილია იმგვარად, რომ მოესწროს მძიმე მინერალური ნაწილაკების (ქვიშის) დალექვა, ხოლო მსუბუქი ორგანული ნივთიერებების გაჰყვება ნაკადს.

კონსტრუქციულად ქვიშის დამჭერი არის *ჰორიზონტალური* — სითხის პირდაპირი მოძრაობით და *ვერტიკალური* — წყლის წრიული მოძრაობით. ქვიშის დალექვის გაანგარიშებული ეფექტურობაა 65%. ამჟამად ქვიშის დამჭერში ფართოდ გამოიყენება აერაცია, რომლის დროსაც ფსკერის მხრიდან მიეწოდება ჰაერი წნევის ქვეშ. ეს ხელს უწყობს ქვიშის გათავისუფლებას ორგანული ნივთიერებების მინარევებისაგან.

ქვიშის დამჭერიდან ქვიშა მიეწოდება ბუნკერში, საიდანაც გადაიტანება გასაშრობად ქვიშის საშრობ მოედნებზე. მშრალი ქვიშის გამოყენება შესაძლებელია საგზაო მშენებლობაში, ტერიტორიის ვერტიკალური დაგეგმარების დროს და ა.შ.

ჰორიზონტალური ქვიშის დამჭერი კონსტრუქციულად მარტივი და მაღალეფექტურია, მაგრამ მისი მყარი მუშაობა ირღვევა ჩამდინარე წყლების ხარჯის მერყეობის დროს. ამ უარყოფითი მომენტის ნიველირებისათვის სალქარში აწყობენ რამდენიმე პარალელურ სექციას.

ვერტიკალური ქვიშის დამჭერი უფრო კომპაქტურია. მისი ეფექტურობაც საკმაოდ მაღალია — სიმძიმის ძალ.ს გარდა, ქვიშის დალექვას ხელს უწყობს ცენტრიდანული ძალები, თუმცა ქვიშის წვრილი ფრაქციების შეკავება მასში არ ხდება.

ქვიშის დამჭერის გავლის შემდეგ სითხეში ძირითადად რჩება გაუხსნელი ორგანული შეწონილი ნივთიერებები. მათი მოცილება ხდება სალექარებში დალექვით. მარცვლოვანი მინერალური მინარევებისგან განსხვავებით, ორგანული მინარევების ფიფქებს სხვადასხვა კონფიგურაცია და დაბალი შეფარდებითი სიმკვრივე აქვთ. ასეთი

ნაწილაკების დალექვის პროცესი საკმაოდ რთულია. ნაწილაკების აგლომერაციის შემთხვევაში დალექვა შედარებით სწრაფად ხდება.

ისეთ სალექარს, რომელშიც შედის ჩამდინარე წყალი ბიოლოგიური განმენდის ეტაპის გავლამდე, *პირველადი სალექარი* ეწოდება. კონსტრუქციულად სალექარები არის *ჰორიზონტალური* და *ვერტიკალური*. ჰორიზონტალური სალექარის კერძო შემთხვევაა *რადიალური* სალექარი.

ჰორიზონტალური სალექარი წარმოადგენს მართკუთხედის ფორმის რეზერვუარს სიგანისა და სიგრძის შეფარდებით არანაკლებ 1:4 და სიღრმით 4 მ-მდე. ჰორიზონტალური სალექარი ეწყობა გამწმენდი ნაგებობის წარმადობისას დღე-ღამეში 15 000 $მ^3$-ზე მეტი ჩამდინარე წყლისას. მისი უპირატესობაა გაკამკამების მაღალი ეფექტურობა (50%-მდე) და მყარი მუშაობა. უარყოფითი მხარეა ნალექის შეგროვების სირთულე და ამ პროცესის მექანიზაციის ნაკლები საიმედოობა.

რადიალური სალექარი წრიული ფორმისაა, დიამეტრით 16-40 მ, ზოგჯერ 60 მ-მდე, სიღრმე — დიამეტრის 0,1 ნაწილი. ჩამდინარე სითხე მიეწოდება ნაგებობის ცენტრალურ მილს;. სითხის ნაკადის სხვაობა ნაგებობის ცენტრში და პერიფერიაზე ხელს უწყობს ნალექის სრულ დალექვას. მისი მოწყობა რეკომენდებულია გამწმენდი ნაგებობის წარმადობისას დღე-ღამეში 20 000 $მ^3$-ზე მეტი ჩამდინარე წყლისას. მისი ეფექტურობა ჰორიზონტალური სალექარის ეფექტურობის მსგავსია, მხოლოდ ჩამდინარე სითხის მიწოდების მუდმივობის შემთხვევაში. თუ დღე-ღამის სხვადასხვა დროს დანადგარს მიეწოდება სხვადასხვა სიმკვრივის სითხე (რაც დამოკიდებულია წყლის ტემპერატურაზე, შეწონილი ნივთიერებების კონცენტრაციაზე და ა.შ.), გრიგალისებური დინების წარმოქმნის გამო დალექვის პირობები უარესდება.

ვერტიკალური სალექარი წრიული ცილინდრული რეზერვუარია დიამეტრით 10 მ-მდე და ფსკერით გადმობრუნებული კონუსის სახით. ჩამდინარე სითხე მიეწოდება ნაგებობის ცენტრალური მილით. ვერტიკალური სალექარი ეწყობა გამწმენდი ნაგებობის წარმადობისას დღე-ღამეში 20 000 $მ^3$-მდე ჩამდინარე წყლისას. მისი უპირატესობა — იკავებს მცირე ფართობს და საიმედოა ექსპლუატაციაში, მაგრამ გაკამკამების ეფექტი ნაკლებია — 30%-მდე (შეწონილი ნივთიერებების მიხედვით).

გაწმენდის შემდგომ ეტაპზე — ბიოლოგიური გაწმენდის ნაგებობაზე მიწოდებულ ჩამდინარე სითხეში შეწონილი ნივთიერებების ნარჩენი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 150 მგ/ლ-ს. ამ პირობის დარღვევის შემთხვევაში შესაძლებელია ბიოფილტრების ლაშით გავსება და მწყობრიდან გამოსვლა, აერაციის ხანგრძლივობისა და აეროტენკში ჰაერის ხარჯის გაზრდა.

პირველადი სალექარის გაანგარიშებული ეფექტურობა 60%-მდეა, თუმცა პრაქტიკულად შეკავდება შეწონილი ნივთიერებების მხოლოდ 30-50%. იმ შემთხვევაში, თუ ჩამდინარე სითხე ძლიერ დაბინძურებულია, პირველადი სალექარის ეფექტურობის გაზრდისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ხერხი. პირველადი სალექარის წინ მოწყობილ აუზში წნევის

ქვეშ მიეწოდება ჰაერი — ტარდება სითხის აერაცია. ამის შედეგად ხდება კოლოიდური ნივთიერებების ფლოკულაცია — ნაწილაკების გამსხვილება, რაც აჩქარებს დალექვის პროცესს. წინასწარი აერაცია სალექარის მუშაობის ეფექტურობას 5-8%-ით ზრდის.

პირველად ვერტიკალურ სალექარს, რომელშიც ჩამონტაჟებულია პრეაერატორი, *ბიოკოაგულატორი* ეწოდება. ჰაერის გარდა, ბიოკოაგულატორში მიეწოდება აქტიური ლამი. ბიოკოაგულატორში აქტიური ლამის ფიფქებით ხდება წვრილდისპერსიული შენონილი ნივთიერებებისა და კოლოიდების ადსორბცია და ადსორბირებული ნივთიერებების ნაწილობრივი დაჟანგვა. გაკამკამების ეფექტი 65-75%-მდე აღწევს. ბიოკოაგულაცია ჟბმ-ს 25-35%-ით ამცირებს, ამცირებს, აგრეთვე, მძიმე მეტალების იონების შემცველობას.

2.5.2.2. ბიოლოგიური განმენდა

მისი ძირითადი მიზანია მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების შემადგენლობაში კოლოიდურ და გახსნილ მდგომარეობაში მყოფი ორგანული ნივთიერებების გახრწნა და მინერალიზაცია. მათი მოცილება მექანიკური გზით შეუძლებელია. წყლის ობიექტში მათ შეუძლიათ ჟანგბადის დეფიციტის შექმნა, ხოლო ზოგჯერ იწვევს ანაერობული პროცესების განვითარებას, ლპობას წყლის ხარისხის მკვეთრი გაუარესებით. ეს პროცესი საპროფიტული მიკროფლორის ცხოველმყოფელობის შედეგად მიმდინარეობს, რაც, ფაქტიურად, ნიადაგის თვითგაწმენდის პროცესს წარმოადგენს.

ჰიგიენური თვალსაზრისით, ჩამდინარე წყლებში არსებული ყველა ორგანული ნივთიერების სრული მინერალიზაცია აუცილებელი არ არის. ბიოლოგიური განმენდის ამოცანაა ორგანული ნივთიერებების იმ დონემდე მინერალიზაცია, რომელიც დროსაც შესაძლებელია ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტში ჩაშვება, მისი სანიტარიული რეჟიმის დარღვევის გარეშე. ადგილობრივი პირობების (წყლის ობიექტის სახე და გამოყენების მიზანი) შესაბამისად, მისი სანიტარული მდგომარეობის დარღვევის გარეშე, შესაძლებელია წყლის ობიექტის ასიმილაციის უნარის გამოყენება, რაც გულისხმობს ჩამდინარე წყლების განზავებას წყლის ობიექტის წყლით და მასში თვითგაწმენდის პროცესს.

ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის დროს ორგანული ნივთიერებების დაშლა და მინერალიზაცია ისევე მიმდინარეობს, როგორც ბუნებრივ პირობებში, საპროფიტული მიკროფლორის ცხოველმყოფელობის შედეგად. ჩამდინარე წყლების გათავისუფლება ორგანული ნივთიერებებისაგან ორ ფაზად მიმდინარეობს: 1) *სორბციის ფაზა*. მისი საფუძველია ორგანული ნივთიერებებისა და მიკრობული უჯრედის ზედაპირის კოლოიდების ადსორბციის ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები; 2) გახსნილი და ადსორბირებული ორგანული ნივთიერებების თანმიმდევრული *დაჟანგვა*.

სხვადასხვა კლასის ორგანული ნივთიერებების დაშლა გარკვეული თანმიმდევრობითა და სხვადასხვა სიჩქარით ხდება. განსაკუთრებით

სწრაფად (სულ რამდენიმე საათში) იშლება ნახშირწყლები ნახშირბადის დიოქსიდამდე და წყლამდე; შედარებით ნელა იჟანგება ცხიმები. უფრო რთულად და ხანგრძლივად მიმდინარეობს ცილების დაშლა, რომელიც ჩამდინარე წყლებში ძირითადად შარდოვანას სახით ხვდება. ურობაქტერიების ფერმენტ ურეაზას მოქმედებით ხდება შარდოვანას ჰიდროლიზი ამონიუმის კარბონატამდე:

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O = (NH_4)_2CO_3.$$

შემდგომ ეტაპზე Nitrosomonas-ის მიკროორგანიზმების გავლენით ამონიუმის მარილები იჟანგება ნიტრატებად:

$$(NH_4)_2CO_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + CO_2 + 3H_2O + 0{,}62 \text{ კჯ } (148 \text{ კალ})$$

შემდეგი ეტაპი მიმდინარეობს Nitrobacter-ის მიკროორგანიზმების დახმარებით:

$$2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3 + 0{,}18 \text{ კჯ } (44 \text{ კალ}).$$

როგორც მოყვანილი განტოლებებიდან ჩანს, ნიტრიფიკაციის პროცესი დაკავშირებულია ჟანგბადის დიდი რაოდენობით მოხმარებასთან, რასაც ითვალისწინებენ ბიოლოგიური გაწმენდის ორგანიზაციის დროს. ნიტრიფიკაცია ეგზოთერმული პროცესია, რაც მნიშვნელოვნად აიოლებს გამწმენდი ნაგებობების ექსპლუატაციას ზამთრის პერიოდში. ნიტრიფიკაციის დროს, აზოტოვანი ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციასთან ერთად, ხდება წყალში შეკავშირებული ჟანგბადის დაგროვება. წყლის ობიექტის წყალში ჟანგბადის დეფიციტის დროს შესაძლებელია ნიტრატების შეკავშირებული აზოტის მობილიზაცია დენიტრიფიკაციის პროცესში.

მინერალიზაციის აღწერილი პროცესები ბუნებრივ პირობებში მიმდინარეობს ნიადაგსა და წყლის ობიექტებში და თვითგაწმენდის პროცესის საფუძველია.

ურბანიზაციის პროცესის შედეგად, დიდი რაოდენობის ჩამდინარე წყლების წარმოქმნის გამო, ნიადაგისა და წყლის ობიექტების თვითგაწმენდის ბუნებრივი პროცესი არასაკმარისი აღმოჩნდა. ამიტომ საჭირო ხდება აღნიშნული პროცესის ინტენსიფიკაცია, რისთვისაც ქმნიან ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის ხელოვნურ ნაგებობებს. მათში ხდება ორგანული ნივთიერებების ბიოქიმიური დაშლის ბუნებრივი პირობების მოდელირება. ამ პრინციპით ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდები და აღჭურვილობა იყოფა მოდელირებულ პროცესებად ნიადაგის პირობებში და წყლის გარემოში.

ბიოლოგიური მეთოდით გაწმენდის მეთოდის არჩევა დამოკიდებულია მოდელის ხასიათზე (ცხრილი 2.7.).

უფრო ადრე შექმნილი ნაგებობების ფუნქციონირება დამყარებული იყო ბიოქიმიური დაჟანგვის პროცესის *ნიადაგის არეში* მოდელირებაზე. ამ დროს გამოიყენება ნიადაგის ბუნებრივი პირობები (თვითგაწმენდის უნარი).

ცხრილი 2.7.

ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდებისა და აღჭურვილობის კლასიფიკაცია

იერარქიული დონე	ღონისძიებების კლასები (ბუნებრივი პროცესების მოდელირება)			
მოდელის ხასიათი	ნიადაგის არეში		წყლის არეში	
პროცესის ხასიათი	ექსტენსიური	ინტენსიური	ექსტენსიური	ინტენსიური
აღჭურვილობა	საფილატრაციო ველები. სარწყავი ველები - კომუნალური და მინათმოქმედების	ბიოფილ ტრები. აეროფილ-ტრები	ბიოლოგიური გუბურები	აეროტენკები. საცირკულაციო არხები

ჩამდინარე წყლებში ორგანული ნივთიერებების დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო შესაძლებელია მისი გამოყენება ნიადაგის განაყოფიერების მიზნით. ამ გზით ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ნარმოებს ნიადაგის პირობებში საფილტრაციო და სარწყავ ველებზე.

საფილტრაციო ველები მინის სპეციალურად დაგეგმარებული ნაკვეთებია, რომელზეც ხდება ჩამდინარე წყლების თანაბარი შეტანა და ნიადაგის ფენაში ფილტრაცია. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის გარდა, საფილტრაციო ველებს სხვა არავითარი დანიშნულება არ აქვთ.

ჩამდინარე წყლებში ორგანული ნივთიერებების დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო შესაძლებელია მათი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში. ამ მიზნით ეწყობა სარწყავი ველები.

სარწყავი ველები (კომუნალური და მინათმოქმედების) საფილტრაციო ველების კერძო სახეა. მისი გამოყენებით შესაძლებელია ერთდროულად ორი ამოცანის გადაჭრა — მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნება და ქალაქის მოსახლეობის მომარაგება ბოსტნეულითა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციით. მასზე ხდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანა გარკვეული პირობების დაცვით. თუმცა, სარწყავი ველების ძირითადი ფუნქცია ჩამდინარე წყლების გაწმენდაა. იმის გამო, რომ ჩამდინარე წყლების შეტანით ასეთი ველები მიკრობიოლოგიურად ძლიერ დაბინძურებულია, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსაყვანად მათი გამოყენება გარკვეული ციკლის დაცვით ხდება.

სარწყავი ველები შეიძლება იყოს წლიური ან სეზონური მოქმედების. მათზე ჩამდინარე სითხის შეტანა ხდება მექანიკური გაწმენდის შემდეგ. მათი დატვირთვის ნორმა დიდი არ არის — 5-15 $მ^3$ (ჰა/დღე-ღამე), რაც საფილტრაციო ველების დატვირთვაზე 5-15-ჯერ ნაკლებია.

ჩამდინარე წყლების გაწმენდა სარწყავ და საფილტრაციო ველებზე ხდება ნიადაგში არსებული მიკროფლორის ცხოველმყოფელობის შედეგად. 1 გრამ ნიადაგში არის ასეულ ათასობით, ზოგიერთ შემთხვევაში კი მილიარდამდე ბაქტერია. ჩამდინარე წყლებით ნიადაგის

მორწყვის დროს იქმნება კარგი პირობები (ტენიანობა, ტემპერატურა, საკვები ნივთიერება) მიკროორგანიზმების ინტენსიური გამრავლებისა და ნიადაგის ბიოცენოზის ცვლითი რეაქციების დაჩქარებისათვის. ამ პროცესის შედეგად ნიადაგის ზედაპირზე წარმოიქმნება მიკროფლორის ფენა — ბიოლოგიური აპკი.

ბიოლოგიური აპკის ზედაპირზე ხდება ჩამდინარე წყლებში გახსნილი და კოლოიდური ნივთიერებების ადსორბცია და მინერალიზაცია. ნიადაგის ზედა, 20-სმ-ანი ფენის სორბციული აქტიურობა ძლიერ დიდია. ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის შედეგად ხდება ბიოლოგიური აპკის ადსორბციული ზედაპირის აღდგენა. დაჟანგვაზე დახარჯული ჟანგბადის მარაგის შევსება ხდება ატმოსფეროდან.

ასეთ ველებზე გაწმენდის პროცესის წარმატებით მიმდინარეობისათვის აუცილებელია აერობული პროცესის უზრუნველყოფა და შეტანილი ჩამდინარე წყლების მოცულობის შესაბამისობა ნიადაგის ჟანგვით შესაძლებლობებთან.

ჩამდინარე წყლებით შეტანილი დამაბინძურებლები ნიადაგის ფენაში შემდეგნაირად ნაწილდება. ზედა 10 სმ-იან ფენაში შეკავდება ჰელმინთების კვერცხები. მიკრობული გაბინძურების შეკავება ხდება ზედა 25-30 სმ-იან ფენაში. ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაცია ძირითადად ხდება 0,5 მ-იან ფენაში. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროცესში ამა თუ იმ სახით მონაწილეობს გრუნტის 1,5-2 მ ფენა.

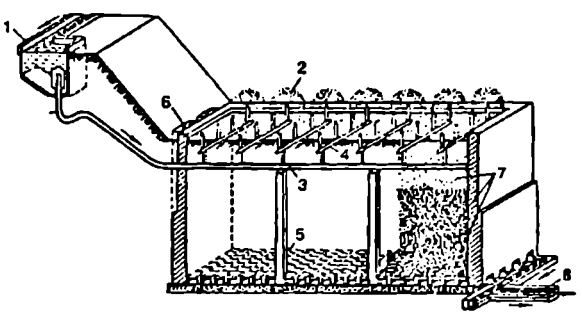
გრუნტის წყლების შედარებით ზედაპირული მდებარებისა და მათი ჩამდინარე წყლებთან შერევის შემთხვევაში, ირღვევა ჰიდროსტატიკური პირობები, რის გამოც იზრდება ფილტრაციის სიჩქარე და, საბოლოოდ, ბინძურდება გრუნტის წყლები. ამის გამო, საფილტრაციო ველები ეწყობა ისეთ ნაკვეთზე, სადაც გრუნტის წყლების დგომის სიმაღლეა არანაკლებ 2 მ.

საფილტრაციო ველების სწორად ორგანიზაციისა და ექსპლუატაციის პირობებში სადრენაჟო წყლების (ფილტრატის) შედგენილობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება დაუმუშავებელი ჩამდინარე სითხის შედგენილობისაგან. მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობა მცირდება 95-99 %-ით, ნაწლავის ჩხირის ინდექსი — რამდენიმე ათასიდან ერთეულებამდე, სრულიად ისპობა პათოგენური მიკროფლორა. ჟბმ მცირდება ისეთ დონემდე, რაც დასაშვებია ზედაპირული წყლის ობიექტებში. ასეთივე შედეგებია სარწყავი ველების გამოყენების შემთხვევაშიც. ამრიგად, სარწყავი და საფილტრაციო ველებით მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნება დიდი ჰიგიენური ეფექტით ხასიათდება. ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ თანამედროვე დიდ ქალაქებში, მოსახლეობის დიდი სიმჭიდროვისა და ინტენსიური წყალმოხმარების პირობებში, მათი საშუალებით ჩამდინარე წყლების მთელი მასის გასნებოვნება პრაქტიკულად შეუძლებელია: სარწყავი და საფილტრაციო ველების ფართობი დაახლოებით მთელი

კანალიზებული ქალაქის ფართობის ტოლი უნდა იყოს, ხოლო ზოგიერთ სემთხვევაში — მეტიც კი.

მიზანშეწონილია მცირე ქალაქებისა და დასახლებებისათვის სარწყავი და საფილტრაციო ველების მოწყობა, მათი მოწყობისა და ექსპლუატაციის სიმარტივის გამო. არაკანალიზებული ცალკე მდგომი ობიექტისათვის (ბანაკი, სანატორიუმი, დასასვენებელი სახლი და ა.შ.) სარწყავი და საფილტრაციო ველების მოწყობა არ არის მიზანშეწონილი მომსახურების სიძნელეების გამო.

სარწყავი და საფილტრაციო ველების ნიადაგის ზედაპირზე წარმოქმნილი ბიოლოგიური აპკი ხელს უშლის ჟანგვითი პროცესის სრულ მიმდინარეობას, მასაში ჟანგბადის მიწოდების გაძნელების გამო. დაჟანგვის პროცესის გასაძლიერებლად და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების განმენდის დროს წარმოქმნილი ბიოცენოზის ჟანგვითი უნარის სრულად გამოსაყენებლად სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ბიოფილტრი (სურ. 2.6.).



სურ. 2.6. ბიოფილტრი
1 - სადოზატორო, 2 – გამფრქვევი (სპრინკლერი), 3- მაგისტრალური მილი, 4 - გამანაწილებელი მილები, 5 - სადრენაჟო ფუძე, 6 - სადრენაჟო სივრცეში ჰაერის შესასვლელი არხები, 7 - მფილტრავი მასალა, 8 - განმენდილი წყლის გამოსავლელი არხი

ბიოფილტრი აგურის ან რკინაბეტონის რეზერვუარია, რომელიც შევსებულია მსხვილმარცხვლოვანი ჩასატვირთი მასალით (ნიდა, გრანიტის ნამსხვრევები და ა.შ.); ჩამდინარე წყლით ირწყვება ზემოდან. სითხიდან ჩასატვირთ მასალაზე გადადის მიკროორგანიზმები, რის შედეგადაც იქმნება ბიოლოგიური აპკი. ბიოფილტრის მუშაობის დასაწყისში მიკროფლორის ადსორბირება ხდება ჩასატვირთი მასალის ელემენტების ზედაპირზე, შემდეგ კი, ინტენსიური გამრავლების გამო, უზრუნველყოფს ზემოთ აღწერილი ბიოქიმიური პროცესის მიმდინარეობას.

ბიოფილტრის ჩატვირთვის სიმაღლე უნდა იყოს არა უმეტეს 1,5-2 მ. ბიოლოგიური აპკის საერთო ფართობი ჩასატვირთი მასალის 1 $მ^3$-ზე აღწევს 500 $მ^2$-მდე, ე.ი. მნიშვნელოვნად ნაკლებია ნიადაგთან შედარე-

ბით. თუმცა, ბიოფილტრის ჟანგვითი უნარი გაცილებით დიდია ფილტრის (ჩასატვირთი მასალის ფორების) კარგი აერაციის გამო. ჩამდინარე სითხე ბიოფილტრის მასას გაივლის 2-3 სთ-ის განმავლობაში და მასში უკვე იწყება ნიტრატების წარმოქმნა, რასაც ნიადაგის პირობებში რამდენიმე კვირა სჭირდება.

ბიოფილტრის ეფექტური მუშაობისათვის საჭიროა გასაწმენდი სითხის თანაბარი შეტანა როგორც ფილტრის მთელ ზედაპირზე, ისე დროის მიხედვით, რისთვისაც სხვადასხვა კონცენტრაციის მოწყობილობა გამოიყენება (სპრინკლერი და სხვ.).

ბიოფილტრის ჟანგვითი უნარის გაზრდისათვოს აწყობენ ფილტრის მასის ხელოვნურ აერაციას კომპრესორით ჰაერის მიწოდების გზით. ამ დროს შესაძლებელია ფილტრის ჩატვირთვის სიმაღლის 2-დან 4 მ-მდე გაზრდა, ხოლო ფილტრის ჟანგვითი უნარი 3-4-ჯერ იზრდება. ასეთ აღჭურვილობას აეროფილტრი ეწოდება.

კოშკურა ბიოფილტრებში ჩასატვირთი მასალა განლაგებულია იარუსებად, თითოეული 2-4 მ სიმაღლით; ნაგებობის საერთო სიმაღლეა 6-10 მ. ამ დროს იქმნება ბუნებრივი შეწოვის პირობები (აეროდინამიკური მილის მსგავსად), რის გამოც ხელოვნური ვენტილაცია (აერაციის მიზნით) საჭირო არ არის.

ჩამდინარე წყლების *წყლის არეში* განმენდის ყველაზე მიღებული წესია ბიოლოგიური გუბურების მოწყობა.

ბიოლოგიური გუბურა არის ხელოვნური წყალსაცავი, რომელშიც ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პირობები მაქსიმალურად მიახლოებულია ბუნებრივი თვითგაწმენდის პროცესთან. იგი ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი ბიოლოგიური გამწმენდი საშუალებაა. გუბურის უმნიშვნელო სიღრმის (0,5-1 მ) გამო იქმნება აერაციის დიდი ზედაპირი, შესაძლებელია სითხის მთელი მასის გათბობა და კარგი შერევა. ამ დროს იქმნება კეთილსასურველი პირობები წყლის ორგანიზმების (მ.შ. მცენარეების) მასობრივი გამრავლებისათვის, რომლებიც ბიოგენური ელემენტების ასიმილაციას ახდენენ და წყალს ჟანგბადით ამდიდრებენ, რომელიც აუცილებელია ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვისათვის.

ბიოლოგიური გუბურები განმენდის მაღალი ეფექტურობით ხასიათდება — ნაწლავის ჩხირის რაოდენობა 95,9-99,9%-ით მცირდება, თიტქმის მთლიანად შეკავდება ჰელმინთთა კვერცხები.

ბიოლოგიური გუბურების მოწყობა რეკომენდებულია წლის თბილ პერიოდში (ზაფხულის თვეებში), ვინაიდან ჰაერის მაღალი ტემპერატურა ჩამდინარე წყლების გაუვნებელყოფის ეფექტურობის ერთ-ერთი წამყვანი ფაქტორია. წყლის ტემპერატურის 6°C-ზე ქვემოთ გაწმენდის ეფექტურობა მკვეთრად უარესდება. ეს გარემოება გარკვეულად ზღუდავს მის გამოყენებას როგორც დამოუკიდებელი ნაგებობის. აუცილებლობის შემთხვევაში, ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ეფექტის გაძლიერების მიზნით, ბიოლოგიური გუბურა ეწყობა ბიოფილტრების ან აეროტენკების შემდეგ, როგორც გაწმენდის მე-3 საფეხური.

აეროტენკი წარმოადგენს რეზერვუარს, რომელშიც ნელა მოძრაობს ე.წ. აქტიური ლამისა და გასანმენდი ჩამდინარე სითხის ნარევი. აქტიური ლამის მიკროფლორის ნორმალური ცხოველმყოფელობის უზრუნველსაყოფად აეროტენკში მუდმივად მიეწოდება ჰაერი წნევის ქვეშ, რომელიც ამდიდრებს ჟანგბადით და აურევს აქტიური ლამისა და ჩამდინარე სითხის ნარევს. ეს გარემოება უზრუნველყოფს კომპონენტების სრულ და განუწყვეტელ კონტაქტს და დაჟანგვის ეფექტურობას.

აქტიური ლამის ბიოცენოზი წარმოდგენილია მიკროორგანიზმებით — მინერალიზატორებით, რომლის ზედაპირზე ხდება ჩამდინარე წყლებში არსებული ორგანული ნივთიერებების ადსორბცია და ჰაერის ჟანგბადის საშუალებით მათი დაჟანგვა.

აეროტენკში მიმდინარე ბიოლოგიური დაჟანგვის პროცესი პირობითად 3 სტადიად იყოფა. I სტადიაზე აქტიური ლამისა და ჩამდინარე წყლების შერევისთანავე ხდება ჩამდინარე წყლებში არსებული გამაბინძურებლების ადსორბცია აქტიური ლამის მიერ და ადვილად დაჟანგვადი ნივთიერებების (ცხიმების, ნახშირწყლების) დაჟანგვა. ამის შედეგად გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების ჟბმ მცირდება 40-80%-ით. I სტადია, ჩვეულებრივ, 0,5-2 სთ გრძელდება. II სტადიაზე ხდება ნელა დაჟანგვადი ნივთიერებების (აზოტის ორგანული ნივთიერებების) გახრწნა და, ამის შედეგად, აქტიური ლამის რეგენერაცია, ე.ი. მისი ადსორბციული უნარის აღდგენა. III სტადიაზე ხდება გაწმენდის II სტადიაზე წარმოქმნილი ამონიუმის მარილების ნიტრიფიკაცია. საქალაქო ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური დაჟანგვის მთელი პროცესი აეროტენკში 6-8 სთ გრძელდება.

არსებობს საქალაქო ჩამდინარე წყლების აეროტენკში გაწმენდის რამდენიმე ტექნოლოგიური სქემა: 1) სრული გაწმენდა ერთსაფეხურიან აეროტენკში რეგენერაციის გარეშე — ყველაზე მარტივი და გავრცელებული; 2) სრული გაწმენდა ერთსაფეხურიან აეროტენკში რეგენერაციით; 3) სრული გაწმენდა ორსაფეხურიან აეროტენკში.

აეროტენკის დაჟანგვითი სიმძლავრის გაზრდა შესაძლებელია შემოსული ჩამდინარე წყლებისა და აქტიური ლამის თანაბარი შერევით აეროტენკში არსებულ უკვე გაწმენდილ ჩამდინარე წყალთან. ასეთ დანადგარს *აეროტენკი-შემრევი* ეწოდება.

ბიოფილტრებსა და აეროტენკებში გაწმენდის შემდეგ ჩამდინარე წყლები მიეწოდება მეორად სალექარებს ბიოლოგიური აპკისა და აქტიური ლამის დალექვისათვის. მათი კონსტრუქცია არ განსხვავდება პირველადი სალექარებისაგან. მაგ.ში ჩამდინარე წყლების დგომის დრო მერყეობს 45 წთ-დან 1,5 სთ-მდე.

2.5.2.3. გაუსნებოვნება

იგი არის საქალაქო ჩამდინარე წყლების დამუშავების საბოლოო ეტაპი. ბიოლოგიური გაწმენდის ეტაპის შემდეგ გაწმენდილი სითხე არ არის თავისუფალი პათოგენური მიკროორგანიზმებისაგან. ასეთი სახით მისი ჩაშვება წყლის ობიექტებში ნაწლავთა ინფექციების განვითარების

გარკვეული რისკის შემცველია. აქედან გამომდინარე, წყლის ობიექტებში ჩაშვებამდე აუცილებელია გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნება.

გამაუსნებოვნებელ აგენტად ყველაზე მეტად გამოიყენება ქლორი (აირის ან ქლორიანი კირის სახით). პერსპექტიულია აქტიური ქლორის მიღება ელექტროლიზის მეთოდით უშუალოდ ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობებში. ამ დროს არ არის საჭირო თხევადი და აიროვანი ქლორის ტრანსპორტირება და შენახვა, რაც მნიშვნელოვლად ამარტივებს გაუსნებოვნების პროცესს. რეაგენტების დოზირებისთვის გამოყენებული აღჭურვილობა ისეთივეა, როგორც სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისას.

ამასთან ერთად, ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნებისათვის ქლორირების გამოყენებას აქვს სერიოზული შეზღუდვები ჰიგიენური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით. ეფექტური ქლორირებისათვის, ე.ი. დამუშავებულ ჩამდინარე სითხეში პათოგენური მიკროორგანიზმების გარანტირებული მოცილების მისაღწევად, ტექნოლოგიით განპირობებული ქლორის 30 წთ-იანი კონტაქტის შემდეგ, ნარჩენი ქლორის კონცენტრაცია უნდა იყოს არანაკლებ 1,5 მგ/ლ. ამ სიდიდის მისაღწევად აქტიური ქლორის საწყისი დოზა შეადგენს რამდენიმე ათეულ მგ-ს 1 ლ წყალზე. ბიოლოგიურად გაწმენდილი მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები, რომლის ჟბმ 15-20 მგ/ლ-ის დონეზეა, შეიცავს დაჟანგვის უნარის მქონე სხვადასხვა კლასის ორგანურლ ნივთიერებებს. ქლორირების დროს ჩამდინარე წყლებში წარმოიქმნება მდგრადი ქლორორგანული შენაერთები ისეთი კონცენტრაციებით, რომელიც ტოქსიკურია წყლის ობიექტის ბიოტისათვის* (წყლის ორგანიზმებისათვის) და ადამიანისათვის. ამიტომ აუცილებელია ასეთი სითხის დიდი განზავებით ჩაშვება წყლის ობიექტში. თვით აქტიური ქლორი 1,5 მგ/ლ კონცენტრაციით დამღუპველ გავლენას ახდენს წყლის ობიექტის ბიოტზე. აღნიშნული გარემოებები ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნებისათვის ქლორირების მეთოდის გამოყენების მნიშვნელოვანი ხელშემშლელი ფაქტორებია. ამის გამო აღინიშნება წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შემთხვევები ქლორირების გარეშე, რაც ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით მეტად საყურადღებო ფაქტორია.

უკანასკნელ წლებში ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნებისათვის სულ უფრო ფართოდ იყენებენ ულტრაიისფერ დასხივებას. იგი გამოხატულ ბიოციდურ მოქმედებას ახდენს სხვადასხვა მიკროორგანიზმზე (ბაქტერიებზე, ვირუსებზე, სოკოებზე). ულტრაიისფერი სხივების ბაქტერიოციდულ ეფექტს თან არ ახლავს წყალში ქიმიური ნივთიერებების ტრანსფორმაციის საშიში პროდუქტების წარმოქმნა. მეთოდის ტექნოლო-

---

* ბიოტა — (ბერძნ. Biotē - სიცოცხლე) — გავრცელების საერთო არით გაერთიანებული მცენარეებისა და ცხოველების ისტორიულად ჩამოყალიბებული ერთიანობა (БСЭ, т.3, с. 364).

გიური უპირატესობაა დასამუშავებელ მასალასთან კონტაქტის უმნიშვნელო დრო, თუმცა საიმედო და ჰიგიენურად ეფექტური გაუსნებოვნება მიიღწევა ჩამდინარე წყლის გარკვეული ხარისხის დროს (ცხრილი 2.8.). წყლის ეფექტური დამუშავება მიიღწევა ქვემოთ მოცემული 5 მაჩვენებლის დასაშვები დონეების არსებობის შემთხვევაში.

ცხრილი 2.8.

ჩამდინარე წყლის ხარისხის კრიტერიუმები
ულტრაიისფერი სხივებით გაუსნებოვნებისათვის

მაჩვენებლები	დასაშვები დონე
შეწონილი ნივთიერებები, მგ/დმ^3	არა უმეტეს 10
ჟბმ$_5$, მგ O_2/ლ	არა უმეტეს 10
ჟქმ, მგ O_2/ლ	არა უმეტეს 50
თერმოტოლერანტული კოლიფორმული ბაქტერიები, კოლ/ლ	არა უმეტეს $5 \cdot 10^3$
კოლიფაგები, კოლ/ლ	არა უმეტეს $5 \cdot 10^4$

აღნიშნული მაჩვენებლების მქონე ჩამდინარე წყლის გაუსნებოვნებისათვის აუცილებელია ულტრაიისფერი სხივების დოზა არა ნაკლებ 30 მჯ/სმ^2, რაც 2-ჯერ მეტია სასმელი წყლის გაუსნებოვნებისთვის საჭირო დოზაზე. ეს იმით აიხსნება, რომ ჩამდინარე წყლების მიერ ულტრაიისფერი სხივების შთანთქმის კოეფიციენტი დაახლოებით 2-ჯერ მეტია მდინარის წყლის შთანთქმის კოეფიციენტზე და 2-5-ჯერ მეტი მინისქვეშა წყლების შთანთქმის კოეფიციენტზე.

2.5.2.4. გამწმენდი ნაგებობების ნალექის გაუსნებოვნება

საქალაქო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პირველადი სალექარების ნალექის (ლამის) ტენიანობა 92-96%-ის ფარგლებშია. მეორადი სალექარებიდან მიღებული ჭარბი აქტიური ლამის ტენიანობაა 99,2-99,6%. მისი მოცულობის შემცირების შემდეგ ტენიანობა 97-98%-მდე მცირდება. მისი მშრალი ნაშთის 70-80%-ს შეადგენს ორგანული ნივთიერებები, რაც განაპირობებს სანიტარიული თვალსაზრისით მის მთელ არასასურველ თვისებებს: არ შრება, ავრცელებს არასასურველ სუნს, იზიდავს ბუზებს, ადვილად იხრწნება. ნალექის 1გ შეიცავს მილიარდობით საპროფიტულ ბაქტერიებს, აუცილებლად არის პათოგენური მიკროფლორა და ჰელმინთების ცხოველმყოფელი კვერცხები.

გაწმენდის სისტემაში ჩამდინარე წყლების ლამის გაუსნებოვნება აუცილებელი ელემენტია. ამისათვის საჭიროა სხვადასხვა ქიმიური ბუნების ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაცია დუღილის საშუალებით, საპროფიტული მიკროფლორის დახმარებით, რომელიც ნალექში დიდი რაოდენობითაა. დუღილი შესაძლებელია ანაერობული და აერობული გზით.

დიდ გამწმენდ სადგურებზე (წარმადობით დღე-ღამეში 10 000 მ^3-ზე მეტი) წარმოებს ნალექის ანაერობული დუღილი მეთანტენკში.

მეთანტენკი არის ცილინდრული ფორმის რკინაბეტონის რეზერვუარი კონუსური ძირით. დუღილისათვის საჭირო ლამი შედის მეთანტენკის ზედა ნაწილში მილის საშუალებით, ხოლო გადამუშავებული ნალექი გამოდის ქვემოდან ლამის მილით. გადამუშავების დაჩქარების მიზნით ხდება ნალექის არევა და შეთბობა ცხელი წყლით ან ორთქლით. დუღილის შედეგად წარმოქმნილი აირი (ძირითადად, მეთანი) გროვდება ზემო ნაწილში. შემდგომში იგი გამოიყენება გამწმენდი სადგურის საქვაბეში სათბობად.

ჩამდინარე წყლების ნალექის მეთანური დუღილი ორ ფაზად მიმდინარეობს. პირველ ფაზაში მიმდინარეობს ე.წ. მჟავა დუღილი ანაერობული მიკროორგანიზმების მოქმედებით, რის შედეგადაც დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ცხიმოვანი მჟავები, ამინომჟავები, სპირტები, ამიაკი, გოგირდწყალბადი. მეორე ფაზაში ხდება პირველ ფაზაში წარმოქმნილი მჟავების გარდაქმნა ნახშირმჟავად და მეთანად დიდი რაოდენობის კარბონატებისა და ჰიდროკარბონატების წარმოქმნით, რაც გარემოს რეაქციას ნეიტრალურიდან ტუტემდე ცვლის. ამ ფაზას ტუტე, ანუ მეთანური დუღილის ფაზა ეწოდება. საპროფიტული მიკროორგანიზმების აქტიურობა მეტაბოლიზმის პროცესებში იზრდება, რის შედეგადაც, სახეთაშორისი კონკურენციის გამო, პათოგენური მიკროფლორა იღუპება.

საწარმოო პირობებში მეთანური დუღილი მიმდინარეობს ტემპერატურის ორ დიაპაზონში: 25-37°C (მეზოფილური) და 40-55°C (თერმოფილური). სანიტარიული თვალსაზრისით, უპირატესობა ეძლევა თერმოფილურ დუღილს: პათოგენური მიკროორგანიზმების დაღუპვისათვის მეზოფილური რეჟიმის დროს საჭიროა 14-15 დღე-ღამე, ხოლო თერმოფილურის დროს — 6-7 დღე-ღამე. გარდა ამისა, თერმოფილური დუღილის დროს იღუპება ჰელმინთების ცხოველმყოფელი კვერცხები.

დუღილის აღნიშნული ვადებით განისაზღვრება მეთანტენკის ზღვრული საღეღამისო დატვირთვა: მეზოფილური დუღილის დროს ყოველდღიურად ემატება მთლიანი მასის 6-7%, ხოლო თერმოფილურის დროს — 13-14%. ასეთივე მოცულობის გადამუშავებული მასის გამოშვება ხდება ყოველდღიურად.

დღე-ღამეში 50 000 $м^3$-მდე წარმადობის გამწმენდ სადგურებზე შესაძლებელია ლამის აერობული სტაბილიზაცია *აეროტენკში*. აერაცია ხდება ჰაერის დაბერვით ლამის მასაში 7-12 დღე-ღამის განმავლობაში. აერობული სტაბილიზაციის შემდეგ ლამის ჰიგიენური მახასიათებლები ისეთივეა, როგორც მეთანტენკში მეზოფილური დუღილის შემდეგ.

მეთანტენკში ან/და აეროტენკში გადამუშავებული ნალექი არ შეიცავს კოლოიდურ სტრუქტურებს, რის გამოც მას არ აქვს სუნი, არ იზიდავს ბუზებს და ა.შ. ნალექის ტენიანობაა 92-97%. მოცულობის შემცირება ხდება გაუწყლოებით ლამის მოედნებზე დრენაჟით, მექანიკური ან თერმული წესით.

მეთანტენკის ან აეროტენკის ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში დადუღებული ნალექი უსაფრთხოა ეპიდემიოლოგიური

თვალსაზრისით. ამასთან ერთად, იგი შეიცავს ყველა ბიოგენურ ელემენტს (ფოსფორი, კალიუმი, აზოტი) და 20-ზე მეტ მიკროელემენტს, რაც განსაზღვრავს მისი, როგორც სასუქის მნიშვნელობას სოფლის მეურნეობაში გამოსაყენებლად. თუმცა, იმ შემთხვევაში, თუ ქალაქის კანალიზაციას უერთდება გალვანური და ზოგიერთი ქიმიური სანარმოს ჩამდინარე წყლები, ნალექი შეიძლება ჭარბი რაოდენობით შეიცავდეს მძიმე მეტალების მარილებს, რომელიც შეიძლება დაგროვდეს ნიადაგში და, შესაბამისად, მასზე მოწეულ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებში. ასეთი ნალექი უნდა დაიმარხოს სპეციალურ პოლიგონებზე. თუმცა, ამის გამო, მრავალი წლით მწყობრიდან გამოდის (სამეურნეო ბრუნვიდან ვარდება) დიდი ფართობის მიწის ნაკვეთები; შესაძლებელია, ასევე, მიწისქვეშა წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების მიგრაცია. პერსპექტიულია ნალექის გამოყენება მშენებლობაში, აგრეთვე სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისაგან საქალაქო კანალიზაციის სრული გამიჯვნა.

2.5.2.5. მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების მესამეული გაწმენდა

ისეთ ადგილებში, სადაც მოსახლეობის დიდი რაოდენობაა და, ამასთან ერთად, ჩამდინარე წყლების მიმღები წყლის ობიექტები მცირე სიმძლავრისაა, საქალაქო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტრადიციული მეთოდებით შეუძლებელია სათანადო ჰიგიენური ეფექტის უზრუნველყოფა. ბიოლოგიურად გაწმენდილი წყალიც კი დიდი რაოდენობით შეიცავს ბიოგენურ ელემენტებს (ფოსფორს, კალიუმს და აზოტს)*. ათეული საუკუნეების მანძილზე ჩამოყალიბებული ბიოგენური ელემენტების წრიული ბრუნვა მკვეთრად დაირღვა ურბანიზაციის თანამედროვე პროცესით. თანამედროვე მეგაპოლისები დიდი რაოდენობით მოიხმარს მემცენარეობისა და მეცხოველეობის პროდუქტებს (სურსათის სახით), რომელთა წარმოებისათვის დიდი ტერიტორიებია საჭირო. ბუნებრივია, მეგაპოლისების ჩამდინარე წყლებში კონცენტრირებულია ამ პროდუქტების მეტაბოლიტები. მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შედეგად დასამუშავებელი სითხიდან მოსცილდება ორგანული შენაერთების მხოლოდ 90%, ორგანული და არაორგანული აზოტის დაახლოებით 50%, ფოსფორის 20-40% და ხსნადი შენაერთების (ნიტრატები, ფოსფატები, პესტიციდების მრავალი სახე) მხოლოდ 5%. ჩამდინარე წყლების საშუალებით ეს ნივთიერებები წყლის ობიექტებში იმ რაოდენობით ხვდება, რაც მათ ეკოლოგიურ ტევადობას**

---

* ბიოგენური ელემენტები — ქიმიური ელემენტები, რომელიც ორგანიზმის მუდმივი შემადგენელი ნაწილია და გარკვეული ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ; დიდ როლს ასრულებს ორგანიზმის ცხოველმყოფელობაში (БСЭ, т.3, с. 327).

** გარემოს ობიექტის გარკვეული მახასიათებელი, რომელიც იზომება იმ ორგანიზმების რაოდენობით, რომელთა ნორმალური ცხოველმყოფელობის უზრუნველყოფა შეუძლია.

მნიშვნელოვ-ნად აღემატება და არღვევს თვითგაწმენდის პროცესებს. საქალაქო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტრადიციული მეთოდები ვერ ათავი-სუფლებს მათ ტექნოგენური ორგანული ნივთიერებებისაგან, რომლებიც ტოქსიკოლოგიური თვალთახედვით ხშირად მავნე და საშიშია. ამის გამო პრაქტიკამ დღის წესრიგში დააყენა ასეთი წყლების დამატებითი (მესა-მეული) გაწმენდის აუცილებლობა.

საქალაქო ჩამდინარე წყლების *მესამეული გაწმენდა* არის მეთოდებისა და ხერხების კომპლექსი, რომელიც არ მიეკუთვნება მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის ეტაპებს და მიმართულია აღდგენილი წყლის ნორმატიული ხარისხის მიღწევისაკენ.

აღდგენილი წყალი მიიღება მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების მესამეული გაწმენდის შემდეგ: იგი აკმაყოფილებს ტექნიკური წყალმომარაგების სისტემაში გამოსაყენებელი წყლისადმი წაყენებულ ჰიგიენურ მოთხოვნებს.

მეთოდები და ხერხები, რომლებიც გამოიყენება ჩამდინარე წყლებიდან ორგანული დამაბინძურებლებისა და ბიოგენური ელემენტების მოსაცილებლად (კოაგულაცია, სორბციული გაწმენდა სორბენტების, დამუანგველების გამოყენებით და სხვ.), საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ წყალი დამაკმაყოფილებელი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით, რომელიც მისაღებია ტექნიკურ წყლად გამოსაყენებლად.

მესამეულ გაწმენდას მიმართავენ რთული სანიტარიული სიტუაციის დროს, როდესაც წყლის ობიექტი — ჩამდინარე წყლების მიმღები ვერ უზრუნველყოფს დამაბინძურებლების იმ რაოდენობით მიღებას, რომელიც შედის ბიოლოგიურად გაწმენდილ ჩამდინარე წყლებში.

მესამეული გაწმენდა აუცილებელია მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების წყალმომარაგების სისტემაში, ან საქალაქო მეურნეობაში განმეორებითი გამოყენების შემთხვევაში.

2.5.2.6. აღდგენილი წყლის განმეორებითი გამოყენების ჰიგიენური პრინციპები

მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების მრეწველობასა და ქალაქის მეურნეობაში განმეორებით გამოყენებას მთელი რიგი ჰიგიენური ასპექტები აქვს. ჰიგიენური მოთხოვნები აღდგენილი წყლის ხარისხი-სადმი განისაზღვრება ტექნიკური წყალმომარაგების სისტემით, რომელ-შიც გათვალისწინებულია მისი გამოყენება. ამ დროს წამყვანი ფაქტორია ადამიანის ასეთ წყალთან შესაძლო პირდაპირი კონტაქტის ხარისხი. ტექნიკური წყალმომარაგების სისტემები აღდგენილ წყალთან ადამიანის კონტაქტის ხარისხის მიხედვით არის *ღია*, რომელიც გულისხმობს მომუშავეთა (ან მოსახლეობის) უშუალო კონტაქტს, და *დახურული*, რომელიც ასეთ კონტაქტს გამორიცხავს.

ჩამდინარე წყლები, არის რა ნედლეული აღდგენილი წყლის მისაღებად, როგორც წესი, შეიცავს პათოგენურ მიკროორგანიზმებს. ხშირად ჩამდინარე წყლებში სამრეწველო ჩანადების წილი არის 40% და მეტი. ამის გამო მის შემადგენლობაში არის მთელი რიგი ქიმიური ნივთიერე-

ბები, რომელთაც არახელსაყრელი მოქმედება შეუძლიათ წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. კერძოდ, ფენოლები, სინთეზური ზან, საღებავები და სხვ. მცირე კონცენტრაციებშიც კი ისინი წყლის ხარისხს აუარესებს, იწვევს რა სუნის და ფერიანობის შეცვლას, ქაფის წარმოქმნას. მძიმე მეტალების მარილები, პოლიციკლური არომატული შენაერთები, ნიტროზოშენაერთები, რომელიც მუდმივადაა საქალაქო ჩამდინარე წყლებში შედარებით დიდი კონცენტრაციებით, მუტაგენურ და კანცეროგენურ მოქმედებას იჩენს. გარდა ამისა, დამატებითი გაწმენდისა და გაუსნებოვნების პროცესში შესაძლებელია ქიმიური ნივთიერებების ტრანსფორმაცია, რაც არსებითად მოქმედებს დამუშავებული წყლის ხარისხზე.

ჩამდინარე წყლების მეტად რთული შედგენილობა, გაწმენდისა და გაუსნებოვნების პროცესში ქიმიური ნივთიერებების ტრანსფორმაციის შესაძლებლობა განაპირობებს ტექნიკურ ნყალმომარაგებაში აღდგენილი წყლის გამოყენების უსაფრთხოების პირობების რეგლამენტირებას მისი შედგენილობის ინტეგრალური მაჩვენებლებით.

იმის გამო, რომ აღდგენილ წყალთან ადამიანის კონტაქტი განსხვავებულია ტექნიკური წყლებით წყალმომარაგების ღია და დახურული სისტემების დროს, ასეთი წყლის ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმები განსხვავებულია (ცხრილი 2.9.). ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ტექნიკური აღდგენილი წყლის გამოყენების გარანტირებული უსაფრთხოების აუცილებელი პირობაა ყველა მაჩვენებლის უსაფრთხო პარამეტრების უზრუნველყოფა. მაგალითად, ბიოლოგიურად გაწმენდილი მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების ქლორის დიდი დოზებით დამუშავების შედეგად შესაძლებელია ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლებით მათი შესაბამისობის არა მხოლოდ ჩამდინარე წყლების, არამედ სასმელი წყლის მოთხოვნების მიღწევა. თუმცა, ამ შემთხვევაში, ჩამდინარე წყლებს აქვთ გამოხატული სუნი და ფერი, ხდება ტოქსიკური თბილსისხლიანი ორგანიზმისათვის, რის გამოც მისი განმეორებითი გამოყენება

ცხრილი 2.9.

ტექნიკურ წყალმომარაგებაში გამოყენებისათვის დაშვებული აღდგენილი წყლის ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმები

მაჩვენებლები	ერთეული	დასაშვები დონეები ტექნიკური ნყალმომარაგების -	
		- ღია სისტემისათვის	- დახურული სისტემისათვის
სუნი	ბალი	2	-
ფერი	წყლის სვეტი, სმ	10	-
შეწონილი ნანილაკები	მგ/ლ	3	10
ჟბმ$_5$	მგ O_2/ლ	3	10
ჟქმ	მგ O_2/ლ	30	70
საერთო კოლიფორმები	კოლ/ლ	20	500
თერმოტოლერანტული კოლიფორმები	კოლ/ლ	10	100
კოლიფაგები	კოლ/ლ	10	100

შეუძლებელია. ქლორირების მეთოდის ნაცვლად ოზონირების გამოყენების შემთხვევაში ჩამდინარე წყლები იძენს დამაკმაყოფილებელ ორგანოლეპტიკურ თვისებებს, თუმცა ზოგჯერ ვერ პასუხობს ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნებს.

განმენდილი ჩამდინარე წყლების დამაკმაყოფილებელი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ როგორც მისი უსაფრთხოების ირიბი მაჩვენებელი, არამედ ფსიქოლოგიური ბარიერის გადალახვის თვალსაზრისითაც, განსაკუთრებით ტექნიკური წყალმომარაგების ღია სისტემაში გამოყენების პროცესში.

ჩამდინარე წყლების გაუსნებოვნების ეფექტი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მათში არსებული შეწონილი ნივთიერებების რაოდენობაზე. მათი არა უმეტეს 3 მგ/ლ-ის შემცველობისა და სხვა მაჩვენებლების ნორმირებული სიდიდეების დაცვისას, მათში არ ამოითესება პათოგენური ბაქტერიები და პოლიომიელიტის ვირუსი.

საქალაქო ჩამდინარე წყლების განმენდის თანამედროვე სქემებში შესაძლებელია განმენდის მეორეული (ბიოლოგიური) და მესამეული ეტაპების ერთდროულად განხორციელება.

2.5.2.7. მცირე კანალიზაციის გამწმენდი ნაგებობები

ზემოთ აღწერილი გამწმენდი ნაგებობების მოწყობა მიზანშეწონილია მათი დღე-ღამეში არანაკლებ 1000 $მ^3$-ის წარმადობისას. ცალკეული ობიექტების (საზაფხულო ბანაკები, სანატორიუმები, სპორტული ბაზები, სპეციალიზებული საავადმყოფოები და ა.შ.), აგრეთვე მცირე დასახლებების ცენტრალურ საქალაქო კანალიზაციასთან მიერთება ხშირად შეუძლებელია (ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით). ასეთ შემთხვევაში ჩამდინარე წყლების განმენდა ხდება ე.წ. მცირე კანალიზაციის ნაგებობებში. მათი წარმადობაა დღე-ღამეში 25-დან 1000 $მ^3$-მდე ჩამდინარე წყლების გადამუშავება. მათ განალაგებენ ცალკეული ობიექტიდან ან დასახლებიდან დაცილებით. ასეთ სისტემაში გამწმენდ ნაგებობებად გამოიყენება სალექარი ნალექის დულილით, მცირე ფართობის საფილტრაციო ველები დრენაჟის გარეშე, სარწყავი ველები მინისქვეშა მორწყვით, სხვადასხვა სახის ბიოფილტრები. უკანასკნელ პერიოდში ფართოდ გავრცელდა საქარხნო წარმოების კომპაქტური დანადგარები ჩამდინარე წყლების სრული დაჟანგვით.

მცირე კანალიზაციის სისტემაში ჩამდინარე წყლების ნალექის გაუსნებოვნების მიზნით გამოიყენება სპეციალური კონსტრუქციის სალექარები, რომელშიც ჩამდინარე წყლების დალექვისა და ნალექის დულილის პროცესები შერწყმულია. განსაკუთრებით გავრცელებულია სეპტიკი და ორიარუსიანი სალექარი.

სეპტიკი წარმოადგენს რკინაბეტონის რეზერვუარს, რომელშიც ჩამდინარე სითხე ძალიან მცირე სიჩქარით მოძრაობს, რის გამოც სითხეში არსებული შეწონილი ნივთიერებები ილექება. ნალექი სეპტიკში 6-12 თვის განმავლობაში რჩება რის დროსაც განიცდის ანაერობულ დულილს.

სეპტიკის უპირატესობაა შეწონილი ნივთიერებების შეკავების საკმაოდ მაღალი ეფექტურობა (70-80%-მდე), ხოლო ნალექის დუღილი მიმდინარეობს უშუალოდ სეპტიკში. დუღილის შედეგად ნალექის ტენიანობა 97%-დან მცირდება 85%-მდე; ორგანული ნივთიერებების კოლოიდური სტრუქტურების გახლეჩვის შედეგად იღუპება პათოგენური მიკროფლორის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ამასთან ერთად, სეპტიკში დასამუშავებელი სითხის განუწყვეტელი შესვლის გამო, ორგანული ნივთიერებების დაშლა ხშირად ხდება მხოლოდ ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნამდე, მეთანამდე და ნახშირმჟავამდე შემდგომი დაშლის გარეშე.

ნალექის დუღილის შედეგად წარმოქმნილი აირის უმცირესი ნაწილაკები ზედაპირზე თან ამოიტანს ლამის ნაწილაკებს, რომელიც წარმოქმნის 0,35-0,4 მ-ის სისქის ქერქს (ზოგჯერ 1 მ-მდე). სეპტიკში 1-2 დღე-ღამის განმავლობაში ზედა და ქვედა ფენებს შორის არსებულ სითხეში არ ხდება ბუნებრივი აერაცია; ზემოთ ამოსული ლამის ნაწილაკები აუარესებს ჩამდინარე წყლის შემადგენლობას — ზრდის მის ჟბმ-ს, აძლევს გოგირდწყალბადის სუნს და მჟავა რეაქციას. ასეთი სითხის შემდგომი გაწმენდა გართულებულია.

წლის განმავლობაში 1-2-ჯერ წარმოქმნილი ნალექის 80%-ს სეპტიკიდან იღებენ საასენიზაციო მანქანის დახმარებით, ხოლო 20% რჩება ნალექის ახალ ნაკადში მიკროორგანიზმების კონტამინაციის უზრუნველყოფისათვის. ამოღებული ნალექი ადვილად შრება; მისი გამოყენება შესაძლებელია სოფლის მეურნეობაში ნაკელის სახით. ამასთან ერთად, გასათვალისწინებელია, რომ ნალექში ჰელმინთების კვერცხები ცხოველმყოფელობას ინარჩუნებს. სეპტიკის წარმადობაა დღე-ღამეში 25-დან 1000 $მ^3$-მდე ჩამდინარე წყლების მიღება გადამუშავებისათვის. ჩამდინარე წყლების 1000 $მ^3$-ზე მეტი მოცულობისას მიზანშეწონილია ორიარუსიანი სალექარის მოწყობა.

ორიარუსიანი სალექარი (ემშერი). მასში მსუბუქი შეწონილი ნივთიერებების დაგროვების სივრცე (ზედა იარუსი) და ფსკერზე ნალექის დაგროვების სივრცე (ქვედა იარუსი) ერთმანეთისგან განცალკევებულია. საჭიროების შემთხვევაში იარუსების ერთმანეთთან შეერთება ხდება გასწვრივი ნაპრალის საშუალებით. ნალექი სალექარის ქვედა იარუსზე (სეპტიკის ნაწილში) გროვდება 60-120 დღის განმავლობაში, რომლის დროსაც ხდება მისი დუღილი. სეპტიკისაგან განსხვავებით, დუღილის პროცესი ორ ფაზად მიმდინარეობს (მეთანტენკის მსგავსად). დადუღებულ ნალექს აქვს შავი ფერ., არ აქვს უსიამოვნო სუნი, მნიშვნელოვნად გათავისუფლებულია პათოგენური მიკროფლორისაგან და ჰელმინთების კვერცხებისაგან. ნალექის ნაწილობრივი მოცილება ხდება ყოველ 10 დღეში.

ისეთი ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის დროს, რომლებმაც გაიარა გაწმენდის სეპტიკისა და ორიარუსიანი სალექარის ეტაპები, საჭიროების შემთხვევაში, ჩვეულებრივი სარწყავი და საფილტრაციო ველების ნაცვლად, გამოიყენება *მიწისქვეშა ფილტრაციის*

ველები. მათი მოწყობა მიზანშეწონილია ქვიშოვან გრუნტში. ასეთი დანადგარების წარმადობა დღე-ღამეში 15 მ^3-ს არ აღემატება. სარწყავი მილები ეწყობა ხრეშის, ღორღის ან ნიდის ფენაზე მიწის ზედაპირიდან 0,5-1,8 მ-ის სიღრმეზე და გრუნტის წყლების დგომიდან არანაკლებ1 მ-ით ზემოთ. პარალელურად განლაგებულ სარწყავ მილებს შორის დაცილება უნდა იყოს 1,5-2,5 მ. გაწმენდის სეპტიკისა და ორიარუსიანი სალექარის ეტაპების საკმარისი ეფექტურობის დაცვის შემთხვევაში სარწყავი ქსელის მუშაობა რემონტის გარეშე შესაძლებელია 15 წლის განმავლობაში. მიწისქვეშა ფილტრაციის ველებზე დასაშვებია ბოსტნეულის კულტურების მოყვანა.

საქარხნო წარმოების *გახანგრძლივებული აერაციის კომპაქტურ დანადგარებში* ხდება ჩამდინარე სითხის მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდა და ნალექის გაუსნებოვნება. ბიოლოგიურ გაწმენდას განაპირობებს აქტიური ლამის ცხოველმყოფელობა, ე.ი. გამოიყენება აეროტენკის პრინციპი (დიდი სადგურების მსგავსად). ნალექის გაუსნებოვნებისათვის გამოიყენება 2 ხერხი: ა) სრული დაჟანგვის რეჟიმი, რომლის არსია ორი, საპირისპიროდ მიმართული პროცების (აქტიური ლამის უჯრედოვანი ნივთიერებების ბიოსინთეზის და თვით-დაჟანგვის) სიჩქარეთა ტოლობა; ბ) ნალექის აერობული სტაბილიზაცია, რომელიც მიმდინარეობს აეროტენკის ცალკეულ საფეხურზე ან მის ნაწილში. ორივე შემთხვევაში ნალექის გაუსნებოვნება მიიღწევა აერაციის დროისა და ინტენსიურობის გაზრდით. ქარხნული წესით მზადდება სხვადასხვა წარმადობის (დღე-ღამეში 12-დან 700 მ^3-მდე) ასეთი დანადგარი. მათი ფართოდ დანერგვა ხელს შეუწყობს წყლის მცირე ობიექტების სანიტარიული დაცვის გაუმჯობესებას, მათ დაცვას საგარეუბნო ზონასა და მცირე სასოფლო დასახლებებში არსებული მცირე კომუნალური ობიექტების ჩამდინარე წყლებისაგან.

ადგილობრივი გამწმენდი ნაგებობები გამოიყენება დღე-ღამეში 25 მ^3-მდე ჩამდინარე წყლების გაწმენდისათვის. მათი განთავსება ხდება კანალიზებული ობიექტის ტერიტორიაზე. მათი სახეებია საფილტრაციო ჭები, ქვიშა-ხრეშიანი ფილტრები, საფილტრაციო არხები და სხვ.

საფილტრაციო ჭა გამოიყენება დღე-ღამეში 1 მ^3-მდე მოცულობის ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური განმენდისათვის. იგი წარმოადგენს რკინაბეტონის წრეების ვერტიკალურ შახტს 2,5 მ სიღრმით, რომელშიც შეტანილია ხრეში ან ღორღი. ფილტრაციის გაუმჯობესებისათვის ჭის კედლებში აკეთებენ ნახვრეტებს. ფილტრაციის ნორმალური რეჟიმის დროს მიკრობულ.ი დაბინძურება ვრცელდება სარწყავი ხაზის ბოლ.ოდან 25-30 მ მანძილზე. ეს გარემოება გათვალისწინებული უნდა იყოს გრუნტის სასმელი წყლის ჭისა და კანალიზაციის გამწმენდი ნაგებობების ადგილის შერჩევისა და მათი ურთიერთგანლაგების საკითხის გადაწყვეტისას.

<u>საფილტრაციო არხების</u> ფსკერზე ეწყობა სადრენაჟო მილები, რომელიც იფარება ხრეშით, ღორღით, ნიდით, ქვიშის მსხვილი და საშუალო მარცვლოვანი ფრაქციით. მის ზედაპირზე მოწყობილი სარწ-

ყავი მილები იფარება მიწით. ცალკეული არხის სიგრძე 20-30 მ-ის ფარგლებშია. განმენდილი წყალი საფილტრაციო არხიდან ჩაედინება ხევში ან წყლის ობიექტში, სანიტარიული მოთხოვნების დაცვით.

წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის სფეროში საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მცირე და ადგილობრივ ნაგებობებს დიდი სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ.

2.5.2.8. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაწმენდა

სამრეწველო ჩამდინარე წყლები, ხასიათის, რაოდენობისა და დამაბინძურებლების კონცენტრაციის მიხედვით, მეტად მრავალფეროვანია.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სამრეწველო ჩამდინარე წყლების დამუშავების ეფექტურობის კონტროლი. ისინი მეტად მრავალფეროვანია ხასიათის, რაოდენობის, დამაბინძურებლების კონცენტრაციის მიხედვით. ამდენად, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში, მოცემული წარმოებისათვის, უნდა შემუშავდეს კანალიზირებისა და ჩამდინარე წყლების დამუშავების პროექტი მეთოდების ფართო წრის გამოყენებით (ცხრილი 2.10.).

ცხრილი 2.10.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მეთოდების ტექნიკური ეფექტურობა (პროცენტებში)

მეთოდები	უხსნადი მინარევების მიხედვით	ჟბმ-ის მიხედვით
მექანიკური: დალექვა	60-90	30-40
ფიზიკურ-ქიმიური: - კოაგულაცია, ნეიტრალიზაცია	80-85	40-50
- იონური ცვლა, სორბცია	90	50-75
ბიოქიმიური	90	80-90

ამ ცხრილში არაა მოცემული სამრეწველო ჩამდინარე წყლების დამუშავების ექსტრაქციული, ევაპორაციული და თერმული მეთოდები. *ექსტრაქციული* და *ევაპორაციული* მეთოდები, პრინციპის მიხედვით, ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს მიეკუთვნება და ეფექტურობის მიხედვით დაახლოებით მათვე შეესაბამება. ყველაზე მეტად ისინი გამოიყენება, როგორც ჩამდინარე წყლებიდან ძვირფასი ორგანული ნივთიერებების გამოყოფის რეგენერაციული ხერხი მათი შემდგომი უტილიზაციით. *თერმული* მეთოდით ხდება ჩამდინარე წყლებისა და მათში არსებული დამაბინძურებლების სრული ლიკვიდაცია. ამასთან ერთად, ეს მეთოდი ძვირია; მის გამოყენებას აფერხებს ჩამდინარე წყლების შედგენილობა. თერმულ მეთოდს ძირითადად გამოიყენებენ ქიმიური მრეწველობის საცდელი წარმოების ჩამდინარე წყლების დამუშავებისათვის, სადაც მათი მოცულობა შედარებით მცირეა, ხოლო შედგენილობა და საშიშ-

როების ხარისხის ცოდნა არასაკმარისია ბუნებრივი წყლის ობიექტებში უსაფრთხო ჩაშვებისათვის.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების საერთო ბალანსში არსებითია სამრეწველო მოედნების ტერიტორიებიდან სანიაღვრე წყლების ზედაპირული ჩამონადენების წილი. ტექნოლოგიური პროდუქტებით (ნედლეულით, შუალედური და საბოლოო პროდუქტით) საწარმოების ტერიტორიის გაბინძურება მკვეთრად ზრდის სანიაღვრე ჩამდინარე წყლების გაბინძურებას და მათი გაწმენდა გარკვეულ სირთულეებთანაა დაკავშირებული, რაც წარმოქმნის არათანაბრობითა (ნალექების რაოდენობა და ჯერადობა) და, აგრეთვე, დამაბინძურებლების შედარებით დაბალი კონცენტრაციითაა გამოწვეული. ამის გამო, სამრეწველო მოედნების ტერიტორიებიდან ჩამდინარე წყლებით წყლის ობიექტების დაბინძურების დაცვის ღონისძიებათა სისტემაში მნიშვნელოვანია საწარმოო კულტურის ამაღლება, წყლისა და ტექნოლოგიური პროდუქტების გაჟონვების შემცირება, მყარი სამრეწველო ნარჩენებისა და ქუჩის ნაგვის რეგულარული გატანა და სხვ.

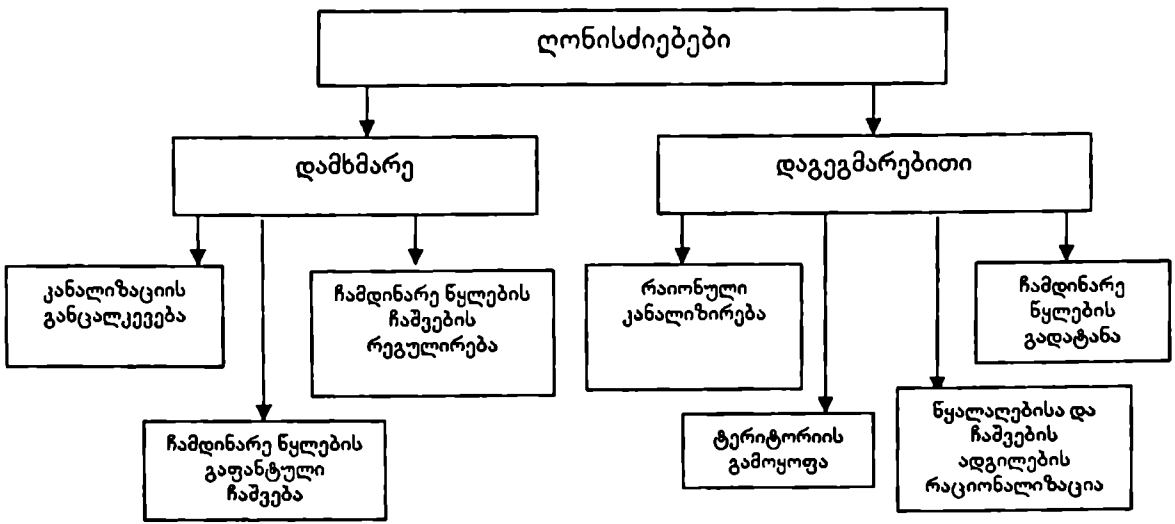
2.5.3. დამცავი ღონისძიებები

ამ ჯგუფის ღონისძიებათა დანიშნულებაა სამრეწველო საწარმოებისა და საკანალიზაციო სისტემების რაციონალური განლაგება, წყლის ობიექტის წყალთან ჩამდინარე წყლების ოპტიმალური შერევის უზრუნველყოფა. მათ მიეკუთვნება:

• დასახლებების და სამრეწველო საწარმოების, მათი ცალკეული საამქროს სხვადასხვა სახის ჩამდინარე წყლების *კანალიზაციის განცალკევება* საწარმოს ჩამდინარე წყლების განმენდის მაქსიმალური ეფექტის უზრუნველსაყოფად (სურ. 2.7.).

• *ჩამდინარე წყლების ჩაშვების რეგულირება* ამცირებს წყლის ობიექტის ტექნოგენურ დატვირთვას. მისი მიღწევა შესაძლებელია გამათანაბრებელი რეზერვუარების მოწყობით, რომელშიც გროვდება სხვადასხვა კონცენტრაციის მქონე ერთგვაროვანი დამაბინძურებლების შემცველი ჩამდინარე წყლები. გამათანაბრებლები, მართალია, არ ამცირებს დამაბინძურებლების საერთო რაოდენობის, მაგრამ ამცირებს წყლის ობიექტის სანიტარიული რეჟიმის დარღვევის საშიშროებას მაღალკონცენტრირებული ჩანადენების თავიდან აცილების გზით. გამათანაბრებლების სახესხვაობაა ნეიტრალიზატორები, სადაც გროვდება მჟავა და ტუტე რეაქციის მქონე ჩამდინარე წყლები. ნეიტრალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ნალექის მოცილება ხდება დალექვით ან ფილტრაციით, ხოლო ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებლების კონცენტრაცია მცირდება. ამავე მიზანს ემსახურება დამაგროვებელი რეზერვუარები, როლიდანაც ჩაშვება ხდება წყლის ობიექტის წყლის ხარჯის პროპორციულად.

• *ჩამდინარე წყლების გაფანტული ჩაშვება* სხვადასხვა კონსტრუქციის გამოყენებით შესაძლებელია მათი ნაკადის დინების



სურ. 2.7. ჩამდინარე წყლებით წყლის ობიექტების დაბინძურების შემცირების დამხმარე და დაგეგმარებითი ღონისძიებები

მიმართულებით დიდ მანძილზე გავრცელების აღკვეთა და უზრუნველყოფს მისი განზავების უნარის სრულ გამოყენებას.

2.5.4. დაბეგმარებითი ღონისძიებები

ამ ჯგუფის ღონისძიებებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დასახლებებისა და სამრეწველო ობიექტების განთავსების ადგილების რაციონალურ შერჩევას (სურ. 2.7.). ტერიტორიის გამოყოფის სტადიაზე წყდება მნიშვნელოვანი საკითხები, რაც საშუალებას იძლევა მაქსიმალურად საიმედოდ ავიცილოთ თავიდან ჩამდინარე წყლების ჩაშვების მავნე გავლენა:

•*რაიონული კანალიზირება* — სამრეწველო რაიონის მასშტაბით კანალიზაციის დაპროექტება, რაც სამრეწველო ობიექტების დაჯგუფების საშუალებას იძლევა ჩამდინარე წყლების შედგენილობის ერთგვაროვნების ნიშნის მიხედვით, აგრეთვე, გამოიყოს წყლის ობიექტების ნაწილი, რომელთა აუზებშიც ჩაიშვება ჩამდინარე წყლები, ხოლო სხვები გამოიყენება სასმელი, სარეკრეაციო და ტექნიკური წყალმოხმარებისათვის;

•*ჩამდინარე წყლების გადატანა* წყალგამყოფის გავლით სხვა, ჰიგიენურითვალსაზრისით ნაკლებად მნიშვნელოვან ან უფრო მძლავრ წყლის ობიექტში, რომელსაც უნარი აქვს მიიღოს გაბინძურებული ჩამდინარე წყლები მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების პირობებზე ზიანის მიყენების გარეშე;

•*ტერიტორიის გამოყოფა* ჩამდინარე წყლების ნიადაგის არეში გაუსნებოვნებისათვის;

•*წყალალებისა და ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილების* ურთიერთგანლაგების რაციონალიზაცია.

2.6. ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობები

ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტში ჩაშვების დროს ძირითადი მოთხოვნებია:

•არ დაირღვეს მოსახლეობის ცხოვრების პირობები;

•არ შეუქმნას საფრთხე მოსახლეობის ჯანმრთელობას.

ამ გარემოებების გათვალისწინებით, ჩაშვება ხდება გაანგარიშების პრინციპზე. ამ დროს მხედველობაში მიიღება წყლის ობიექტის წყლით ჩამდინარე წყლების განზავების შესაძლებლობა; მხედველობაში არ მიიღება წყლის ობიექტის ასიმილაციური თვისებები (თვითგაწმენდის პროცესი), რომლის კანონზომიერებები სრულად შესწავლილი არ არის.

წყლის ობიექტში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრის გაანგარიშებით მეთოდს საფუძვლად უდევს შემდეგი მონაცემები: წყლის ობიექტის საწყისი მდგომარეობა (ფონური დაბინძურება), ჩაშვების ადგილის დაცილება მდინარის დინების მიმართულებით წყალმოხმარების პირველ პუნქტამდე, ჰიგიენური მოთხოვნები წყლის ხარისხისადმი ამ პუნქტში (წყალმოხმარების სახის მიხედვით). ამ ფაქტორებს

შორის ურთიერთდამოკიდებულება მატემატიკურად შემდეგი სახითაა წარმოდგენილი:

$$qC_{ჩ} + yQC_{ჭდ} = (q + yQ)\cdot C_{ზღ},$$ სადაც

Q + q — მდინარის წყლისა და ჩამდინარე წყლების საანგარიშო ხარჯი, შესაბამისად;

$C_{ჩ}$ და $C_{ჭდ}$ — ერთგვაროვანი გამაბინძურებლების კონცენტრაცია ჩამდინარე წყლებისა და მდინარეში ჩამდინარე წყლების ჩაშვებამდე;

$C_{ზღ}$ — იმავე გამაბინძურებლის ზდკ;

y — შერევის უზრუნველყოფის კოეფიციენტი*, რომელიც გვიჩვენებს, მდინარის რა ნაწილი მონაწილეობს ჩამდინარე წყლებთან შერევაში.

ამ განტოლების საფუძველზე შესაძლებელია ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებლის მაქსიმალური კონცენტრაციის გამოთვლა, რომლის არსებობის შემთხვევაშიც შესაძლებელია ჩამდინარე წყლების ჩაშვება წყლის ობიექტში მისი სანიტარიული მდგომარეობის დარღვევის გარეშე:

$$C_{ჩ} = yQ/q(C_{ზღ} - C_{ჭდ}) + C_{ზღ}$$

$C_{ჩ}$–ის გაანგარიშებული სიდიდე წარმოადგენს საფუძველს წყლის ობიექტის დაბინძურების შემცირების ღონისძიებების შემუშავებისათვის, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან.

განზავების საფუძველზე ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრის გაანგარიშებით მეთოდის როლს ზოგჯერ გადაჭარბებით აფასებენ, ხედავენ რა ჩამდინარე წყლების განზავებაში წყლის ობიექტის სანიტარული დაცვის ძირითად შესაძლებლობას; მეორეს მხრივ, თვლიან, რომ ყურადღების გამახვილება ჩამდინარე წყლების მოცილებაზე მათი წყლის ობიექტის წყლით განზავებაზე საბოლოოდ მიგვიყვანს წყლის ობიექტის სულ უფრო მზარდ დაბინძურებამდე. თუმცა, ორივე შეხედულება ცალმხრივია. გაანგარიშებით მეთოდის საფუძველზე არ შეიძლება წყლის ობიექტში ჩამდინარე წყლების ჩაშვება, თუ წყლის ობიექტის წყალში $C_{ჭდ}$ ტოლია ან აღემატება $C_{ზღ}$-ს, ე.ი. თუ წყლის ობიექტის წყალი მნიშვნელოვნად დაბინძურებულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვებამდე. ამ პრინციპის სწორად გამოყენების შემთხვევაში წყლის ობიექტის მზარდი დაბინძურების საშიშროება გამორიცხულია.

ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრა და ორგანიზაცია გაანგარიშებითი მეთოდის საფუძველზე რთულდება მსხვილი ტერიტორიულ-სამრეწველო კომპლექსების პირობებში, რთული (მრავალფეროვანი) შედგენილობის ჩამდინარე წყლების დიდი რაოდენობით წარმოქმნისა და ჩაშვებისას შედარებით მცირე ტერიტორიაზე ან მათი ჩაშვებისას წყალსაცავში რთული ჰიდროლოგიური და ჰიდროდი-

---

* შერევის უზრუნველყოფის კოეფიციენტი ითვალისწინებს წყლის ობიექტის ყველა ჰიდროლოგიურ მაჩვენებელს, მ.შ. ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილის დაცილებას საკონტროლო (გაანგარიშებითი) წერტილიდან.

ნამიკური მახასიათებლებით. თანამედროვე პირობებში შესაძლებელია ამ პრობლემის გადაჭრა შესაბამის კომპიუტერული პროგრამების გამოყენების საფუძველზე — განსხვავებული სანიტარული სიტუაციის დროს მრავალფეროვანი ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრა.

წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვის ზემოთ აღწერილი ღონისძიებების რეალიზაცია უზრუნველყოფს ბუნებრივი წყლების ხარისხის დაცვას, რომელთა გამოყენებაც დაიშვება წყალმოხმარების სხვადასხვა სახისათვის. თუმცა, მათი რეალიზაცია მთლიანად არ ხსნის წყლის ობიექტების ტექნიკური დატვირთვის პრობლემას. წყლის ენერგიის მნიშვნელოვანი ნაწილი იხარჯება ანთროპოგენური დამაბინძურებლების ელიმინაციაზე. წყლის ობიექტების დაცვის პერსპექტიული მიმართულებაა ნივთიერებათა ბუნებრივი და ტექნიკური წრიული ბრუნვის შემდგომი განცალკევება, წყლის ობიექტების სანიტარიული რეჟიმის ბუნებრივ დონესთან მიახლოებისა და მათი შენარჩუნების მიზნით.

2.7. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა

ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზის ძირითადი ეტაპებია:

- ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის ტერიტორიის შერჩევა და გამოყოფა, აგრეთვე წყალსატევში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილისა და წესის არჩევა;
- წყლის ობიექტებში ყველა სახის საპროექტო სამრეწველო, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო და სანიაღვრე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრა (გაანგარიშება);
- დასახლებული პუნქტისა და სხვა ობიექტების კანალიზაციის მშენებლობის, რეკონსტრუქციის ან გაფართოების პროექტების ექსპერტიზა, რომელთა ჩამდინარე წყლები წყალსატევის დაბინძურების წყაროა;
- კანალიზაციისა და გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობის პროცესში სანიტარიულ-ჰიგიენური მოთხოვნების დაცვის მონიტორინგი.

2.7.1. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის ტერიტორიის შერჩევა და გამოყოფა

ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის ტერიტორიის შერჩევისას ტარდება შემდეგი სამუშაოები:

- გამწმენდი ნაგებობისათვის გამოყოფილი მიწის ნაკვეთის შესწავლა მისი ფართობის საკმარისობის თვალსაზრისით (გამწმენდი ნაგებობის წარმადობის გათვალისწინებით);
- გამწმენდ ნაგებობებსა და საცხოვრებელ განაშენიანებას, აგრეთვე წყალაღების ნაგებობებს შორის სანიტარიული დაცვის ზონების შეფასება;

- მიწის ნაკვეთის ჰორიზონტის მიმართ დახრილობის დადგენა, რომელიც უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლების თვითდინებას ნაგებობებსა და აღჭურვილობაში, აგრეთვე სანიაღვრე წყლების მოცილებას.

განმენდის გამოყენებული მეთოდის შესაბამისად შეიძლება არსებობდეს დამატებითი მოთხოვნებიც. მაგალითად, ნიადაგის მეთოდით განმენდისათვის გამოიყოფა ნაკვეთი, რომელსაც ახასიათებს გრუნტის წყლების დაბალი დგომა და კარგი საფილტრაციო თვისებები.

მნიშვნელოვანი მომენტია გამწმენდი სადგურის მშენებლობისათვის ნაკვეთის შერჩევა. ნაკვეთი უნდა შედგებოდეს სასარგებლო და სარეზერვო ნაწილებისაგან. *სასარგებლო* ეწოდება ისეთ ნაკვეთს, რომელზედაც განლაგდება უშუალოდ გამწმენდი ნაგებობები, აგრეთვე დამხმარე ნაგებობები და აღჭურვილობა (სატუმბი და საკომპრესორო სადგურები, ადმინისტრაციული შენობა, სახელოსნოები, გადამგდები არხები და სხვ.). *სარეზერვო* ნაკვეთი არის მიწის ნაკვეთი, რომელიც გათვალისწინებულია დამატებითი ნაგებობების მშენებლობისათვის გამწმენდი სადგურის ნარმადობის გაზრდის შემთხვევაში. სარეზერვო ნაკვეთის ფართობი შეადგენს სასარგებლო ნაკვეთის ფართობის 20-30%-ს.

გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის აუცილებელი საერთო ფართობის ($S_ს$) სიდიდე გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$S_ს=\sum(S_1+S_2+S_3+S_4+S_5),$$ სადაც

S_1 – მექანიკური გაწმენდისათვის საჭირო ფართობი;

S_2 – ბიოლოგიური გაწმენდისათვის საჭირო ფართობი;

S_3 – დამატებითი გაწმენდისა და გაუსნებოვნებისათვის საჭირო ფართობი;

S_4 – სარეზერვო ფართობი;

S_5 – სანიტარიული დაცვის ზონისათვის გამოყოფილი ფართობი.

ჰიგიენური მოთხოვნების შესაბამისად, გამწმენდი ნაგებობების სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდეს აფასებენ გამწმენდ ნაგებობებსა და საცხოვრებელ განაშენიანებას შორის, აგრეთვე გამწმენდ ნაგებობებსა და გრუნტის წყლების წყალაღების ადგილებს შორის დაცილების საკმარისობის თვალსაზრისით.

გამწმენდი ნაგებობების სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდე იმ ნაგებობის ზონის გათვალისწინებით დგინდება, რომელსაც ყველაზე დიდი დაცილება ესაჭიროება. გამწმენდი ნაგებობებიდან ახლო მანძილზე გრუნტის წყლების შეკრების ადგილობრივი ნაგებობების არსებობის შემთხვევაში მათ შორის მინიმალური დაცილების სიდიდე ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში დგინდება ადგილობრივი (მ.შ. ჰიდროგეოლოგიური) პირობების გათვალისწინებით, სათანადო ნორმატიული მოთხოვნების დაცვით (ცხრილი 2.11.).

გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის ტერიტორიის შერჩევა ხდება დასახლებული პუნქტის დაგეგმარებისა და განაშენიანების, აგრეთვე რაიონული დაგეგმარების პროექტების გათვალისწინებით, შესა-

ბამისი ნორმატიული დოკუმენტის საფუძველზე. მშენებლობისათვის შერჩეული ნაკვეთი, როგორც წესი, განლაგებული უნდა იყოს გაბატონებული ქარების საპირისპირო მიმართულებით და დასახლებული პუნქტის ქვემოთ მდინარის დინების მიმართულებით.

ცხრილი 2.11.

სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდეები
გამწმენდ და წყალაღების ნაგებობებს შორის

გამწმენდი ნაგებობების წარმადობა, მ³/დღე-ღამეში	დაცილება (მ) გრუნტის წყლების ნაკადის დინების მიმართულებით		დინების ღერძის პერპენდიკულარულად
	ქვემოთ	ზემოთ	
3-მდე	40-50	20-25	25-30
3-6	75-80	25-30	30-35
6-12	80-85	30-35	35-40
12-25	85-100	35-40	40-50
25-50	100-150	40-50	50-60
50-100	150-280	40-50	60-70
100-150	300	50-80	80-100
500-ზე მეტი	500	100	150

საბოლოო დასკვნა გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის მიწის ნაკვეთის შერჩევის შესახებ ფორმდება აქტის სახით.

2.7.2. წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების სანიტარიული ექსპერტიზა

წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრა გულისხმობს მათი დაბინძურების ისეთი ხარისხის გაანგარიშებას, რომლის დროსაც დასაშვებია მოცემულ წყალსატევში მათი ჩაშვება; აკრძალულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვება დასახლებებში არსებულ წყლის ობიექტებში. ამასთან, დინების მიმართულებით 1 კმ-ით ზემოთ წყალმოხმარების უახლოეს პუნქტამდე შენარჩუნებული უნდა იყოს წყლის ხარისხი ჰიგიენური მოთხოვნების ფარგლებში*.

ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილი უნდა მდებარეობდეს დასახლებისა და მოსახლეობის წყალმოხმარების ადგილიდან ქვემოთ, მდინარის დინების მიმართულებით. ამასთანავე, ქარის შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს შესაძლო უკუდინება. გაუმდინარე და მცირედ გამდინარე წყალსატევებში (ტბები, წყალსაცავები და სხ.) ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილი უნდა განისაზღვროს სანიტარიული, მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობებით (ცვლად რეჟიმში მომუშავე ელექტროსადგურების რეჟიმის მკვეთრი შეცვლისას უკუდინების შესაძლო წარმოქმნის ჩათვლით), რათა გამოირიცხოს

* ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სნდან 2.1.5. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001).

ჩამდინარე წყლების ჩაშვების უარყოფითი მოქმედება მოსახლეობის წყალმოხმარების პირობებზე.

ამრიგად, ყოველი კონკრეტული წყლის ობიექტისათვის მასში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრაში იგულისხმება ცალკეული მაჩვენებლის მიხედვით ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ნორმატივების დადგენა გაანგარიშების გზით.

წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრა წარმოებს იმ შემთხვევაში, როდესაც:

- ტარდება მიწის ნაკვეთის შერჩევა ისეთი ობიექტისათვის, რომელზედაც წარმოიქმნება ჩამდინარე წყლები და უნდა დაზუსტდეს მათი ჩაშვების ადგილი;
- ტარდება საყოფაცხოვრებო ან სამრეწველო კანალიზაციის მშენებლობის, რეკონსტრუქციის ან გაფართოების პროექტის ექსპერტიზა, ჩამდინარე წყლების ღია წყალსატევში შემდგომი ჩაშვებით. უნდა განისაზღვროს კონკრეტული პირობებისათვის ჩამდინარე წყლების გაწმენდის აუცილებელი ხარისხი, რაზეც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია გაწმენდის ადგილის შერჩევა;
- მოქმედი სამრეწველო საწარმოდან ან საყოფაცხოვრებო კანალიზაციით ჩამდინარე წყლები ეშვება წყალსატევში და აუცილებელია, შემოწმდეს ჩაშვების პირობების შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან (ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების ნებართვა ძალაშია გაცემიდან 3 წლის განმავლობაში);
- იცვლება წყალსარგებლობის პირობები — ახალი სამრეწველო საწარმოების მშენებლობა; წყლის ხარჯის ან ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმის შეცვლა წყლის აღების მოცულობის გაზრდის გამო; სამრეწველო საწარმოებში ტექნოლოგიის შეცვლის შედეგად ჩამდინარე წყლების რაოდენობის, შემადგენლობისა და თვისებების შეცვლა; სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო წყალმოხმარების ახალი პუნქტების გაჩენა.

წყლის ობიექტების დაბინძურების შემცირებისათვის რეკომენდებულია ჩამდინარე წყლების მაქსიმალურად გამოყენება წყალმომარაგების წრიულ (ბრუნვად) სისტემაში (ძვირფასი ნარჩენების მაქსიმალურად ათვისების მიზნით), მათი მინიმუმამდე დაყვანა წარმოების ტექნოლოგიის რაციონალიზაციის და უნარჩენო წარმოების მოწყობის გზით.

ზედაპირული წყლის ობიექტებში არ შეიძლება ჩაშვებულ იქნეს:

- ისეთი ჩამდინარე წყლები, რომელიც შეიცავს ისეთ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს, რომელთათვისაც არ არის დადგენილი ზედაპირული წყლის ობიექტებში ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები ან არ არსებობს ანალიტიკური კვლევის მეთოდები;
- გაუწმენდავი ან არასაკმარისად გაწმენდილი და ინფექციური დაავადებების გამომწვევების შემცველი ჩამდინარე წყლები.

საწარმოო და არასაწარმოო ობიექტების ჩამდინარე წყლების ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვების შემთხვევაში

უზრუნველყოფილი უნდა იქნას ჩამდინარე წყლებში არსებული შესაბამისი ინგრედიენტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების დაცვა (ცხრილი 2.12).

ცხრილი 2.12

ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვებულ წყლებში ინგრედიენტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები

№	ინგრედიენტი	ერთეული	ზდკ ჩამდინარე წყალში
1.	შეწონილი ნანილაკები	მგ/ლ	60
2.	ჟბმ	მგ O_2/ლ	25
3.	ჟქმ	„—„	125
4.	საერთო ფოსფორი	მგ/ლ	2
5.	ნავთობპროდუქტები*	„—„	5,0
6.	საერთო აზოტი	„—„	15
7.	დეტერგენტები (სზან)	„—„	2,0
8.	ცხიმები	„—„	5
9.	ფენოლები	„—„	0,1
10.	ქრომი (Cr^{+6})*	„—„	0,1
11.	ნიკელი (Ni^{+2})*	„—„	1,0
12.	თუთია (Zn^{+2})*	„—„	4,0
13.	ტყვია (Pb^{+2})*	„—„	1,0
14.	კალა (Sn^{+2})*	„—„	2,0
15.	რკინა საერთო*	„—„	2,0
16.	სპილენძი (Cu^{+2})*	„—„	3,0
17.	ფორმალდეჰიდი	„—„	0,05
18.	pH	ერთეული	6,5-8,5
19.	ტემპერატურა		ჩაშვებული ჩამდინარე ნყლის ტემპერატურამ არ უნდა მოიმატოს 5^0 C-ზე მეტად ზედაპირული წყლის ობიექტის ბოლო 10 წლის განმავლობაში ყველაზე ცხელი თვის ნყლის საშუალოთვიურ ტემპერატურასთან შედარებით

*-ით აღნიშნული ინგრედიენტების ჩაშვევის პირობები არ ვრცელდება იმ წყალმოსარგებლეებზე (პროფილისა და წარმადობის მიუხედავად), რომელთა ჩამდინარე წყლები ჩაედინება ზედაპირული წყლის ობიექტში ან წყლის ობიექტის გარკვეულ მონაკვეთზე, რომელიც განსაზღვრულია როგორც დაცული ზონა, ანუ რომელიც:

ა) განკუთვნილია წყალაღებისთვის მოსახლეობის წყალმომარაგების მიზნით;

ბ) განკუთვნილია ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი წყლის მოპინადრეების სახეობების დაცვისათვის;

გ) განკუთვნილია მოსახლეობის დასვენებისათვის.

2.12. ცხრილის შენიშნაში გათვალისწინებულ შემთხვევაში წყალმოსარგებლე ვალდებულია ჩამდინარე წყლის ხარისხი მოიყვანოს შესაბამისობაში ზედაპირული წყლის ობიექტებში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებთან, რაც განსაზღვრულია ნორმატიული დოკუმენტით — სანწდან 2.1.5. 001-01.

თუ წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ასეთი პირობების უზრუნველყოფა შეუძლებელია, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა განისაზღვროს ჩაშვების ისეთი პირობები, რომლებიც წყლის ობიექტის დაბინძურებისაგან დაცვის გარანტიას იძლევა.

შემუშავებულია წყლის ობიექტების ჰიგიენური კლასიფიკაცია დაბინძურების ხარისხის მიხედვით, რასაც საფუძვლად დაედო წყლის სანიტარიის კანონმდებლობის წამყვანი პრინციპი — სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო წყალმოხმარების ოპტიმალური პირობების უზრუნველყოფა.

ჰიგიენური კლასიფიკაციის ძირითადი მიზანია მოსახლეობაზე წყლის ქიმიური და მიკრობული ფაქტორების არახელსაყრელი გავლენის თავიდან აცილება. ამისათვის მასში ჩართულია შეფასებითი მაჩვენებლები, რომლებიც ეხება წყლის ობიექტების დაბინძურების მავნეობის 4 კრიტერიუმს: ორგანოლეპტიკურს, საერთო-სანიტარიულს, სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიურს და მიკრობიოლოგიურს. ასეთი მაჩვენებლებია წყლის სუნი და გემო, ორგანოლეპტიკური და ტოქსიკოლოგიური მაჩვენებლებით ნორმირებული ნივთიერებების კოლიფორმული ბაქტერიების რიცხვის გადაჭარბება, გახსნილი ჟანგბადი, ჟბმ$_{20}$ (ცხრილი 2.13.).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, წყლის ხარისხის შეფასებითი მაჩვენებლები დაყოფილია 4 გრადაციად, რაც შეესაბამება I და II კატეგორიის წყალმოხმარების წყალსატევების დაბინძურების დასაშვებ, ზომიერ, მაღალ და განსაკუთრებით მაღალ ხარისხს. იმ შემთხვევაში, თუ წყალსატევი ერთდროულად წარმოადგენს I (სასმელ-სამეურნეო) და II (კულტურულ-საყოფაცხოვრებო) კატეგორიის წყალმოხმარების ობიექტს, მისი კლასიფიკაცია წარმოებს I კატეგორიის მაჩვენებლების (მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების გარდა) გრადაციის საფუძველზე. საბოლოოდ წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობა შეფასდება დაბინძურების განზოგადოებული ინდექსის საფუძველზე, რომელიც დგინდება ყველაზე მეტად შეცვლილი შეფასებითი მაჩვენებლების მიხედვით.

დაბინძურების ინდექსი „0“ ახასიათებს წყალსატევს, რომლის წყალმოხმარებისათვის გამოყენება შეუზღუდავად შეიძლება.

ინდექსი „1“ შეესაბამება ზომიერი ხარისხით დაბინძურებულ წყალს. ასეთ შემთხვევაში წყალსარგებლობა ხასიათდება ნაწილობრივი შეზღუდვით (მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე დაბინძურებული წყლის არასასურველი მოქმედების ცნობილი რისკის არსებობა).

ინდექსი „2“ გვიჩვენებს, რომ წყალი მნიშვნელოვნად დაბინძურებულია და იგი სრულიად გამოუყენებელია ყველა სახის წყალმოხმარებისათვის.

ცხრილი 2.13.

წყლის ობიექტების ჰიგიენური კლასიფიკაცია დაბინძურების ხარისხის მიხედვით*

დაბინძურების ხარისხი	I და II კატეგორიის წყლის ობიექტების დაბინძურების შეფასების მაჩვენებლები						დაბინძურების ინდექსი
	ორგანოლეპტიკური		ტოქსიკოლოგიური	სანიტარიული რეჟიმი		ბაქტერიოლოგიური	
	სუნი და გემო, ბალი	$ზდ_{ორგ}$ (მომატების ჯერადობა)	$ზდ_{ტოქს}$ (მომატების ჯერადობა)	$უბმ_{ზ}$, მგ/ლ	გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ	ლაქტოზოდადებითი ნაწლავის ჩხირების რაოდენობა 1 ლ-ში	
დასაშვები	2	1	1	3 (6)	4	1.10^3-ზე ნაკლები	0
ზომიერი	3	4	3	6 (8)	3	$1·10^4$-$1·10^5$	1
მაღალი	4	8	10	8 (10)	2	$1·10^5$-$1·10^6$	2
განსაკუთრებით მაღალი	>4	>8	100	>8 (>10)	1	$1·10^6$-ზე მეტი	3

* ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სანწდან 2.1.5. 001-01. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრიეს ბრძანება №297/6 (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, ნაწილი III, 2001, №90).

1. $ზდ_{ორგ}$ – ნივთიერების ზდკ, დადგენილი მავნეობის ორგანოლეპტიკური ნიშნით;

2. $ზდ_{ტოქს}$ - ნივთიერების ზდკ, დადგენილი მავნეობის ტოქსიკოლოგიური ნიშნით;

3. ფრჩხილებში – $უბმ_{ზ}$-ის მაჩვენებლები II კატეგორიის წყლის ობიექტებისათვის;

4. ბანაობისათვის გამოყენებული წყლის ობიექტებისათვის (III კატეგორია) ლაქტოზოდადებითი ნაწლავის ჩხირების დასაშვები რაოდენობა – არა უმეტეს $1·10^3$, მოცემულ რაიონში კეთილსასურველი ეპიდემიური სიტუაციის დროს – არა უმეტეს $1·10^1$, კოლ/დმ^3 (შესაბამისად იცვლება მაჩვენებლის გრადაცია).

ინდექსი „3" დამახასიათებელია განსაკუთრებით მაღალი ხარისხით დაბინძურებული წყალსატევისათვის. მისი გამოყენება წყალმოხმარებისათვის სრულიად გამორიცხულია. ასეთ წყალთან ხანმოკლე კონტაქტსაც კი შეიძლება არასასურველი შედეგი ჰქონდეს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის.

ჩამდინარე წყლებით წყალსატევის დაბინძურებაში იგულისხმება წყლის ხარისხის ისეთი შეცვლა წყალმოხმარების პუნქტიდან 1 კმ-ით ზევით მდინარის დინების მიმართულებით, რომელიც არ შეესაბამება წყალსატევის წყლის ხარისხის ნორმატიულ მოთხოვნებს. გაუმდინარე წყალსატევისათვის ეს მაჩვენებელი ნორმირებულია წყალმოხმარების ადგილიდან ორივე მხარეს 1 კმ დაცილებით. წყალსატევის წყლის წყალმოხმარების შეზღუდვა ხდება წყალსატევში წყლის ხარისხობრივი მაჩვენებლებით. ამდენად, ნორმატიული დოკუმენტით რეგულირებულია არა წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლის შედგენილობა, არამედ წყალსატევის წყლის ხარისხი წყალმოხმარების ადგილიდან 1 კმ დაცილებით.

წყალსატევის წყლის შემადგენლობისა და თვისებების ნორმატივები დადგენილია წყლის ობიექტების გამოყენების ხასიათის მიხედვით. წყლის ობიექტები იყოფა წყალმოხმარების 2 ძირითად კატეგორიად:

I კატეგორია — წყალსატევის გამოყენება ცენტრალიზებული ან/და დეცენტრალიზებული სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგებისათვის, აგრეთვე კვების მრეწველობის სანარმოების წყალმომარაგებისათვის;

II კატეგორია — წყლის ობიექტის გამოყენება სარეკრეაციო მიზნებისათვის (ბანაობა, სპორტი, დასვენება).

დასახლების ფარგლებში არსებულ „წყალსატევს ნაეყენება ისეთივე მოთხოვნები, რაც წყალმოხმარების II კატეგორიის წყალსატევს (ცხრილი 2.6.). იმ შემთხვევაში, თუ წყალსატევში ჩამდინარე წყლების ჩაშვება დასახლების ფარგლებში ხდება, მოთხოვნები წყალსატევის წყლისადმი და ჩამდინარე წყლებისადმი ერთნაირი უნდა იყოს. ჩამდინარე წყლების წყალსატევის წყალში განზავების ეფექტური სისტემის არსებობის შემთხვევაში მოთხოვნები ჩამდინარე წყლის ხარისხისადმი დგინდება განზავების რეალური მაჩვენებლების გათვალისწინებით.

ნორმატიული დოკუმენტის* მოთხოვნების შესაბამისად, ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტში ჩაშვება დასაშვებია იმ შემთხვევაში, როდესაც მისი წყლის ობიექტის წყალთან შერევა და განზავება —

- უარყოფითად არ აისახება წყლის ხარისხის ფიზიკურ თვისებებზე და ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებზე;
- არ გაზრდის დასაშვებზე მეტად წყლის მინერალურ შედგენილობას;

---

* ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული ნესები და ნორმები. სწდან 2.1.5. 001-01 (სსმ, III, 2001, №90).

- არ დაარღვევს წყლის ობიექტის წყალში მიმდინარე თვითგანმენდის პროცესებს;
- არ შეიტანს წყლის ობიექტის წყალში პათოგენურ მიკროორგანიზმებს ან მაუნე ქიმიურ ნივთიერებებს ისეთი კონცენტრაციებით, რომლებიც საშიშროებას წარმოადგენს მოსახლეობისათვის წყლის სასმელ-სამეურნეო მიზნით გამოყენების დროს.

აღნიშნული ჰიგიენური მოთხოვნები წაეყენება მხოლოდ იმ წყლის ობიექტების წყლის ხარისხს, რომელიც გამოიყენება მოსახლეობის სასმელ-სამეურნეო და სარეკრეაციო მიზნებით (წყალმოხმარების I და II კატეგორიები).

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობების გაანგარიშება დამყარებულია სხვადასხვა მაჩვენებელზე. ეს მაჩვენებლები 2 ჯგუფად იყოფა:

- ჩამდინარე წყლების მაჩვენებლები — მათი რაოდენობა, შედგენილობა, თვისებები და ჩაშვების რეჟიმი;
- წყლის ობიექტის დახასიათება — წყლის ხარჯი, დინების სიჩქარე, შერევის პირობები, ყინულქვეშა პერიოდის ხანგრძლივობა (წყლის ობიექტის გაყინვის შესაძლებლობის შემთხვევაში), წყლის ობიექტის წყლის თვისებები სეზონურად, ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ქვემოთ წყალსატევის გამოყენების ხასიათი.

წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრისას სარგებლობენ გაანგარიშებითი მეთოდით, რომლის საფუძველია წყლის ობიექტის სანყისი მონაცემები, დაშორება ჩაშვების ადგილიდან წყალაღების პირველ წერტილამდე და წყლის ხარისხი ამ პუნქტში.

წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების განსაზღვრას საფუძვლად უდევს შემდეგი წესი: წყალსატევის (წყლის ობიექტის) წყლის სათანადო (ნორმირებული) ხარისხის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია, რომ ჩამდინარე წყლების ჩაშვებისას წყლის ობიექტის სრული დაბინძურება, რომელიც წარმოიქმნება წყლის ობიექტის არსებული დაბინძურებისა ($Q \cdot Y \cdot C_{ბდ}$) და ჩამდინარე წყლებით შეტანილი დაბინძურების ($q \cdot C_ჩ$) ჯამით, არ უნდა აღემატებოდეს წყლის ობიექტის დაბინძურების დასაშვებ (ნორმირებულ) სიდიდეს. უფრო მარტივად, აკრძალულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვება წყლის ობიექტში, თუ $C_ჩ$ ტოლია ან მეტია $C_{ზდკ}$-ზე.

მათემატიკურად ეს დამოკიდებულება გამოისახება განტოლებით:

$$Q \cdot Y \cdot C_{ბდ} + q \cdot C_ჩ \leq (Q \cdot Y + q) \cdot C_{ზდკ}, \text{ სადაც}$$

Q და q — მდინარის და ჩამდინარე წყლების ხარჯი, შესაბამისად;

C_i — დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია ჩამდინარე წყლებში, რომლის ჩაშვების შემთხვევაში არ დაირღვევა წყალსარგებლობის პირობები (მოთხოვნები წყალსატევის წყლის ხარისხისადმი), მგ/დმ^3;

$C_{ბდ}$ — დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია მდინარეში, ჩამდინარე წყლების ჩაშვებამდე (ჩაშვების ადგილის ზემოთ), მგ/დმ^3;

$C_{ზდკ}$ — დამაბინძურებელი ნივთიერების ზდკ, მგ/დმ³;
Y — შერევის კოეფიციენტი, რომელიც უჩვენებს, ჩამდინარე წყლების ჩაშვებისას მდინარის წყლის რა ნაწილი მონაწილეობს შერევის პროცესში.

წარმოდგენილი განტოლების საფუძველზე შესაძლებელია განისაზღვროს $C_ჩ$ — ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების ის კონცენტრაცია, რომლის არსებობის დროსაც არ დაირღვევა წყალმოხმარების ადგილზე მდინარის წყლის ხარისხი:

$$C_ჩ = \frac{Q \cdot Y}{q}(. \quad _{ზდკ} - . \quad _{მდ}) + . \quad _{ზდკ} .$$

ამ განტოლების საფუძველზე შესაძლებელია დადგინდეს, გამაბინძურებელი ნივთიერებების რა კონცენტრაციის დროსაა შესაძლებელი ამ წყლების q მოცულობით ჩაშვება წყალსატევში წყლის Q ხარჯით, წყალსატევის წყლის ნორმირებული სიდიდეების დაცვის უზრუნველყოფით.

ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების ეფექტურობის გამოთვლა თითოეული მაჩვენებლის მიმართ ხდება შემდეგი ფორმულით:

$$P = \frac{C_ვ - C_გ}{C_ვ} \cdot 100., \text{ სადაც}$$

$C_ვ$ — გასაწმენდად შესულ ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია, მგ/დმ³;
$C_გ$ — დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია გაწმენდილ ჩამდინარე წყლებში, მგ/დმ³.

სალექარების ეფექტურობა შეწონილი ნაწილაკების მიმართ 50-70%-ს შეადგენს.

ბიოლოგიური გაწმენდის ეფექტურობა განისაზღვრება $უბმ_5$-ის მიხედვით და შეადგენს: აეროტენკებისთვის — 80-90%, ბიოლოგიური ფილტრებისათვის — 70-90%, სარწყავი და საფილტრაციო ველებისათვის — 95-99%.

ნორმატიული დოკუმენტის* შესაბამისად, წყლის ობიექტის წყალში მავნე ნივთიერებების შემცველობა ნორმირდება მავნეობის 4 მთავარი მაჩვენებლის მიხედვით: ორგანოლეპტიკური, საერთო-სანიტა-რიული, სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლებით (მითითებული ნორმატივი, ცხრილი 1). სასმელი და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო წყალმოხმარების პუნქტებში წყლის ობიექტის წყლის შედგენილობა და თვისებები უნდა შეესაბამებოდეს შესაბამის ნორმატივებს (ცხრილი 2.6.).

---

* ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სანწდან 2.1.5. 001-01 (სსმ, III, 2001, №90).

წყლის ობიექტის წყალში მავნე ნივთიერებების ნორმირება წარმოებს მავნეობის სამი ძირითადი მაჩვენებლით:

- ორგანოლეპტიკური;
- საერთო სანიტარიული;
- სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური.

მავნეობის იმ მაჩვენებელს, რომელიც ხასიათდება ყველაზე დაბალი ზღურბლოვანი (ეფექტური) სიდიდით, ეწოდება *მალიმიტირებელი* მაჩვენებელი.

კონცენტრაციას, რომლის დროსაც ნივთიერების მავნე მოქმედება მალიმიტირებელი მაჩვენებლის მიხედვით ჯერ კიდევ არ ვლინდება, ეწოდება *ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია* (maximum allowable concentration).

ზდკ-ის დადგენა საკმაოდ შრომატევადი და დროში გახანგრძლივებული პროცესია. ამის გამო, დღის წესრიგში დადგა დროებითი, საორიენტაციო სიდიდის შემოღება, რომლითაც ვიხელმძღვანელებთ ზდკ-ის დადგენამდე. ასეთ სიდიდეს ნივთიერების საორიენტაციოდ დასაშვები დონე ეწოდება.

საორიენტაციოდ დასაშვები დონე (სდდ) — ნივთიერების შემცველობის დასაშვები დონე წყალსადენის წყალში, შემუშავებული ტოქსიკუროლობის პროგნოზირების გამოთვლითი და ექსპრეს ექსპერიმენტული მეთოდების საფუძველზე.

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობები განისაზღვრება შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით:

- წყალსატევის წყალთან მისი შესაძლო შერევისა და განზავების ხარისხი წყალმოხმარების უახლოეს პუნქტამდე 1 კმ-ით ზემოთ;
- წყალსატევის წყლის ხარისხი ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების ადგილის ზემოთ.

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობების გაანგარიშების მეთოდიკა მოიცავს შემდეგ ღონისძიებებს:

1. ჩამდინარე წყლების დახასიათების მასალის გაცნობა (ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, შედგენილობა, თვისებები, ჩაშვების რეჟიმი);
2. წყალსატევის დახასიათების მასალის გაცნობა (წყლის ხარჯი, მისი შედგენილობა და თვისებები სეზონის მიხედვით, დინების სიჩქარე, შერევის პირობები, ჩაშვების ადგილის ქვემოთ წყალსატევის გამოყენების ხასიათი);
3. წყალსარგებლობის ადგილზე ჩამდინარე წყლებისა და წყალსატევის წყლის შერევისა და განზავების ხარისხის შემოწმება;
4. წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების ხარისხის ზოგიერთი მაჩვენებლის შემოწმება;
5. წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების წყალსატევის წყლის ხარისხზე გავლენის გაანგარიშებული სიდიდეების შესაბამისობის შემოწმება.

განზავების ჯერადობა გვიჩვენებს, რამდენად ხდება წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების განზავება წყალსატევის წყლით ჩაშვების ადგილიდან იმ ადგილამდე, რომელიც წყალმოხმარების ადგილიდან 1 კმ-ით ზემოთაა. განზავების ჯერადობისა და ჩამდინარე წყლების დაბინძურების საწყისი კონცენტრაციის მაჩვენებლების საფუძველზე შესაძლებელია წყალსატევის წყლის დაბინძურების საორიენტაციო ხარისხის დადგენა, აგრეთვე ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების მიხედვით წყლის ხარისხის განსაზღვრა.

განზავების ჯერადობა (n) გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:0

$$n = \frac{a \cdot Q + g}{g},$$ სადაც

a — ჩამდინარე წყლების შერევის კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს, წყლის ობიექტის წყლის ხარჯის (Q) რა ნაწილი ღებულობს მონაწილეობას ჩამდინარე წყლების (q) განზავებაში. თუ განზავებაში მონაწილეობს მდინარის წყლის მთლიანი მოცულობა, a=1; სხვა შემთხვევაში a<1.

ზუსტი გაზომვების საჭიროებისას a–ს განსაზღვრა შესაძლებელია სპეციალური ფორმულით, რომელიც ითვალისწინებს მანძილს ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილიდან წყალსარგებლობის პუნქტამდე, ასევე, შერევის ჰოდრავლიკურ პირობებს.

Q — წყალსატევის წყლის უმცირესი საშუალო საათობრივი რაოდენობა წყალმარჩხობის პერიოდში, მ^3/წმ, მისი რაოდენობის 95%-ის უზრუნველყოფის პირობებში*;

g (q) — წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, მ^3/წმ (ისაზღვრება ტექნიკური გაანგარიშებით და სპეციალური გაზომვებით; გაანგარიშების ფორმულა — იხ. გვ. 288).

წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების განზავება 2 სტადიად მიმდინარეობს:

- *საწყისი განზავება* — ჩამდინარე წყლების უშუალოდ წყალსატევში ჩაშვების ადგილზე;
- *ძირითადი განზავება* — ჩამდინარე ნაკადების წყალსატევის წყლის ძირითად მასასთან შერევის შედეგად.

განასხვავებენ წყლის ობიექტში ჩამდინარე ჩყლების ჩაშვების 2 სახეს — ზედაპირულ და ღრმა ჩაშვებას, რაც გარკვეულად განაპირობებს განზა-ვების პირობებს.

განზავების ჯერადობა განისაზღვრება სპეციალური ფორმულებისა და ნომოგრამების საშუალებით.

---

* საქართველოსდ გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს პროგნოზირების დეპარტამენტის მონაცემების საფუძველზე.

წყლის ობიექტში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების მათემატიკურ გაანგარიშებას საფუძვლად უდევს შემდეგი წესი: წყალსატევის წყლის ხარისხის ჰიგიენური მოთხოვნების დაცვისათვის აუცილებელია, რომ წყალსატევში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების დროს თითოეული მაჩვენებლის მიხედვით ჯამური გაბინძურება წყლის მთელ მოცულობაში წყალსარგებლობის პუნქტიდან 1 კმ-ის ზემოთ არ აღემატებოდეს ნორმირებულ სიდიდეს. ამ წესის დაცვით იქმნება თეორიული გარანტია, რომ წყალსარგებლობის პუნქტიდან 1 კმ-ის ზემოთ წყალსატევის წყლის ხარისხი ჰიგიენური მოთხოვნების შესაბამისი იქნება.

ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტში ჩაშვების პირობების მავნეობის *ზოგად-სანიტარიული* მაჩვენებლების მიხედვით გაანგარიშება დამყარებულია შემდეგი მაჩვენებლების გამოთვლაზე:

- ჟბმ$_{სრული}$ (არა უმეტეს 3-6 მგ O_2/ლ წყალსატევის კატეგორიის მიხედვით);
- გახსნილი ჟანგბადი (არა ნაკლებ 4 მგ/დმ^3 წყალსარგებლობის პუნქტთან);
- წყლის რეაქცია — pH (6,5-8,5).

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობების მავნეობის *ორგანოლეპტიკური* მაჩვენებლების მიხედვით გაანგარიშება დამყარებულია შემდეგი მაჩვენებლების განსაზღვრაზე:

- ჩამდინარე წყლების სუნის დასაშვები ინტენსიურობა;
- ჩამდინარე წყლებში შეწონილი ნაწილაკების დასაშვები შემცველობა;
- ჩამდინარე წყლების დასაშვები ტემპერატურა;
- ჩამდინარე წყლებში სულფატების, ქლორიდების და მყარი ნარჩენის ზღვრული კონცენტრაცია.

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობების გაანგარიშება იმ ნივთიერებების კონცენტრაციის მიხედვით, რომელიც ნორმირებულია მავნეობის სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით, წარმოებს ჩამდინარე წყლებში ტოქსიკური ნივთიერებების დასაშვები შემცველობის (C_f) გამოანგარიშების გზით:

$$C_f = \frac{Q \cdot a}{q} \cdot (C_{ხდ} - C_{ბლ}) + C_{ხდ}, \text{ სადაც}$$

Q – წყალსატევის წყლის უმცირესი საშუალო საათობრივი რაოდენობა წყალმარჩხობის პერიოდში (მ^3/წმ), მისი რაოდენობის 95%-ის უზრუნველყოფის პირობებში*;

---

* საქართველოსდ გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს პროგნოზირების დეპარტამენტის მონაცემების საფუძველზე.

a – ჩამდინარე წყლების შერევისა და განზავების კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს, წყალსატევის წყლის ხარჯის (Q) რა ნაწილი ღებულობს მონაწილეობას ჩამდინარე წყლების განზავებაში;

q – წყალსატევში ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, მ³/წმ (ისაზღვრება ტექნიკური გაანგარიშებით და სპეციალური გაზომვებით; გაანგარიშების ფორმულა — იხ. გვ. 99);

$C_{ზდ_j}$ – დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზდკ წყალსატევში, მგ/დმ³;

$C_{ვფ}$ – მინერალური მარილების კონცენტრაცია მდინარის წყალში წყალსატევში ჩამდინარე წყლის ჩაშვების ადგილიდან 1 კმ-ით ზემოთ, მგ/დმ³.

ჩამდინარე წყლებში შესაძლებელია ერთდროულად რამდენიმე ტოქსიკური ნივთიერების არსებობა, რომლებიც ნორმირებულია ერთი ან რამდენიმე მალიმიტირებელი მაჩვენებლით. უნდა განისაზღვროს თითოეული ტოქსიკური ნივთიერების მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი. წყალსატევში მავნეობის I და II კლასის ერთნაირი მალიმიტირებელი მაჩვენებლის მქონე რამდენიმე ნივთიერების ერთდროულად ჩაშვების შემთხვევაში ამ ნივთიერებების კონცენტრაციების მათ ზდკ-სთან შეფარდებათა ჯამი არ უნდა აღემატებოდეს 1-ს:

$$\frac{C_1}{ზდ_{J1}} + \frac{C_2}{ზდ_{J2}} + \dots + \frac{C_n}{ზდ_{Jn}} \le 1.$$

იმ შემთხვევაში, თუ წყალსატევში ჩაშვებულ წყალში არსებულ ნივთიერებებს მავნეობის განსხვავებული მალიმილიტირებელი მაჩვენებლები აქვთ, მათ დასაშვებ კონცენტრაციას გამოითვლიან იმგვარად, თითქოს პირობითად ისინი ერთ ნივთიერებას წარმოადგენენ.

აღნიშნული გათვლების საფუძველზე გამოიანგარიშება *ზღვრულად დასაშვები ჩაშვება* (ზდჩ) — ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, რომელიც მაქსიმალურად დასაშვებია წყლის ობიექტის მოცემულ პუნქტში დადგენილი რეჟიმით ჩაშვებისათვის. ზდჩ-ის სიდიდემ უნდა უზრუნველყოს წყალმოხმარების პუნქტებში წყლის ხარისხის შესაბამისობა ჰიგიენური მოთხოვნებთან. ზდჩ-ის სიდიდის დადგენის დროს მხედველობაში მიიღება წყალმოხმარების ადგილებში ქიმიური ნივთიერებების ზდკ, წყლის ობიექტის მიერ ქიმიური ნივთიერებების ასიმილაციის უნარი, ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ოპტიმალური განაწილება.

ზდჩ-ის სიდიდის გაანგარიშება ხდება წყლის ობიექტში წყლის შედგენილობისა და თვისებების მიმართ მოთხოვნების გათვალისწინებით, წყალმოხმარების ყველა კატეგორიისათვის შემდეგი ფორმულის საფუძველზე:

$$ზდჩ = q_ს \cdot C_ჩ, \text{ სადაც}$$

ზდჩ - ზღვრულად დასაშვები ჩაშვება, გ/სთ;

$q_ს$ - ჩამდინარე წყლების უმაღლესი საშუალო საათობრივი ხარჯი, მ³/სთ;

$C_ჩ$ - ჩამდინარე წყლებში ნივთიერებების კონცენტრაცია, გ/მ³.

ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების პროექტის საექსპერტო მასალა უნდა შეიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

- წყლის ობიექტის ან მისი უბნის სქემატური რუქა იმ ობიექტების განლაგების ჩვენებით, რომელთა ჩამდინარე წყლების თვისებები უდევს საფუძვლად ზდჩ-ის სიდიდის გაანგარიშებას;
- ზდჩ-ის სიდიდის გაანგარიშება წყალმოხმარების კატეგორიის, წყლების შერევისა და განზავების ადგილობრივი პირობების, წყლის ობიექტის წყლის ფონური დაბინძურების გათვალისწინებით;
- ზდჩ-ის სიდიდის უზრუნველყოფისათვის წყალდაცვითი საუწყებო ღონისძიებების გეგმა მოცემული წყლის ობიექტის კომპლექსური გამოყენებისა და დაცვის სქემის გათვალისწინებით;
- ჩამდინარე წყლებით წყალსატევში ჩაშვებული ნივთიერებების ზდჩ-ის გაანგარიშების მონაცემები.

ზდჩ-ის სიდიდის გაანგარიშების პროექტის განხილვისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა წყალდაცვით ღონისძიებებს. ამ დროს მხედველობაში მიიღება წყლის ობიექტების არსებული გაბინძურების საშიშროება წყლის ობიექტების ჰიგიენური კლასიფიკაციის თანახმად.

2.7.3. კანალიზაციის პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა

კანალიზაციის პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. *წარმოდგენილი მასალის სისრულის შემოწმება.* საკანალიზაციო ნაგებობების მშენებლობის, რეკონსტრუქციისა და აღდგენის პროექტი უნდა შეიცავდეს განმარტებით ბარათს, გრაფიკულ მასალას, კანალიზირებული ტერიტორიის დაგეგმარების სქემის დამტკიცების დოკუმენტაციას და შესაბამის დანართს. წარმოდგენილ მასალაში აუცილებლად უნდა იყოს გარემოს დაცვის ღონისძიებების ჩამონათვალი.
2. *პროექტის საპასპორტო მონაცემების გაცნობა.* მასში შედის პროექტის დასახელება, პროექტირების სტადია, პროექტის შემმუშავებელი ორგანიზაცია, ავტორი, შემუშავების თარიღი.
3. *პროექტის მასალის ექსპერტიზა.* სამუშაო იწყება პროექტის განმარტებითი ბარათის იმ მონაცემების გაცნობით, სადაც დასაბუთებულია კანალიზაციის მშენებლობის აუცილებლობა, აღწერილია აგრეთვე დასახლებული პუნქტისა და წყალსატევის სანიტარიული სიტუაცია და ადგილობრივი პირობები, გარემოს დაცვის ღონისძიებები. აღნიშნული მასალის სრული და ყოველმხრივი ანალიზი კანალიზაციის წარმოდგენილი პროექტის მართებული შეფასების აუცილებელი პირობაა.

კანალიზაციის სქემისა და სისტემის შეფასება. განმარტებითი ბარათისა და დასახლების გენერალური სქემის საფუძველზე განისაზღვრება მოცემულ დასახლებაში კანალიზაციის მშენებლობისათვის სქემისა და სისტემის შერჩევის მართებულობა.

კანალიზაციის სქემებია:

- ცენტრალიზებული;
- დეცენტრალიზებული;
- შერეული;
- ნაწილობრივი.

კანალიზაციის სისტემებია:

- საერთო წყალსაზიდი;
- სრული განცალკევებული;
- არასრული განცალკევებული;
- კომბინირებული;
- ნახევრად განცალკევებული.

ჰიგიენური თვალსაზრისით, უპირატესობა აქვს კანალიზაციის ცენტრალიზებულ სქემას, ვინაიდან ამ შემთხვევაში უზრუნველყოფილია ყველა სახის ჩამდინარე წყლის შეკრება მათი წარმოქმნის ადგილზე, დასახლების საზღვრებს გარეთ გატანა და გამწმენდ ნაგებობებში გაუვნებლება. კანალიზაციის სქემის არჩევის ჩვენებები მოცემულია 2.14. ცხრილში.

ცხრილი 2.14.

კანალიზაციის სქემის შერჩევის ჩვენებები წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემის დროს

კანალიზაციის სქემა	განაშენიანების სისტემა	მოსახლეობის სიმჭიდროვე, ბრუტო, ადამიანი/ჰა
ცენტრალიზებული	მრავალსართულიანი	80-ზე მეტი
დეცენტრალიზებული	მცირესართულიანი	70-ზე ნაკლები
შერეული	დიდი სხვაობა ცალკეულ რაიონებს შორის მოსახლეობის სიმჭიდროვისა და განაშენიანების სართულიანობის მიხედვით	70-150
ნაწილობრივი	მშენებარე ან რეკონსტრუირებადი დასახლებული პუნქტი	50-200

მოსახლეობის კანალიზაციით უზრუნველყოფის შეფასების ობიექტურ კრიტერიუმად გამოიყენება კანალიზაციის ქსელის სიგრძის შეფარდება წყალსადენის ქსელის სიგრძესთან, ან კანალიზაციით გატანილი წყლის მოცულობის შეფარდება წყალსადენით მიწოდებული წყლის მოცულობასთან (ეს მაჩვენებელი დამაკმაყოფილებლად ითვლება, თუ შეფარდება 0,6-1,0-ის ფარგლებში მერყეობს. ამასთან, რაც მეტია მისი რიცხვითი მნიშვნელობა, მით მაღალია დასახლებული პუნქტის კანალიზაციით მოცვის ხარისხი.

კანალიზაციის სქემის შეფასებისას ყურადღება უნდა მიექცეს პირველ რიგში იმ რაიონების კანალიზირებას, რომლებიც საჭიროებენ

აღნიშნულს სანიტარიულ-ჰიგიენური მაჩვენებლებით (არაკეთილსაიმედო უბნები ნაწლავური ინფექციების მიხედვით და ა.შ.).

ყურადღება მახვილდება კანალიზაციის ცალკეული სისტემის არჩევის ჩვენებების დაცვაზე (ცხრილი 2.15.). წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობის დაცვის თვალსაზრისით, უპირატესობა ეძლევა კანალიზაციის საერთო წყალსაზიდ სისტემას ყველა ჩანადენის ღრმა გაწმენდის პირობის დაცვით.

დასახლებაში წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების რაოდენობის გაანგარიშება. ჩამდინარე წყლების რაოდენობის გაანგარიშების დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს ცენტრალიზებული წყალმომარაგებით უზრუნველყოფილი ყველა ობიექტი.

დასახლებაში წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების რაოდენობის გაანგარიშების მეთოდიკა ეყრდნობა დასახლებული პუნქტის ყველა ობიექტზე წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების ჯამური რაოდენობის განსაზღვრას, დასახლებული პუნქტისა და, შესაბამისად, კანალიზაციის განვითარების პერსპექტივის გათვალისწინებით.

მისი რაოდენობა (q, $მ^3$/წმ) გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$q=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5, \text{ სადაც}$$

q_1 — სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, რომელიც წარმოიქმნება საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში;

q_2 — სანატორულ-კურორტული დაწესებულებების ჩამდინარე წყლები;

q_3 — ადგილობრივი საწარმოების ჩამდინარე წყლები;

q_4 — სამრეწველო ჩამდინარე წყლები, რომლებიც ჩაეშვება ქალაქის კანალიზაციაში;

q_5 — ჩამდინარე წყლები, რომელთა წარმოქმნა მოსალოდნელია დასახლებული პუნქტის პერსპექტიული განვითარების გათვალისწინებით და იგი საშუალოდ შეადგენს q_1-ის 10%-ს.

ჩამდინარე წყლების მოცულობის გაანგარიშების დროს გასათვალისწინებელია ადგილობრივი პირობები (კლიმატი და სხვ.).

ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებლების კონცენტრაციის გაანგარიშება. ჩამდინარე წყლების გაბინძურების კონცენტრაციის ცოდნა აუცილებელია მათი სანიტარიული საშიშროების პროგნოზირების, გაწმენდის წესის შერჩევის, გამწმენდი ნაგებობების ძირითადი პარამეტრების გაანგარიშების და გაწმენდის ეფექტურობის პროგნოზირებისათვის.

საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების კონცენტრაცია დამოკიდებულია წყალმოხმარების ინტენსიურობაზე. საკანალიზაციო ქსელში საშუალოდ 1 ადამიანიდან მოხვედრილი დამაბინძურებლების სადღეღამისო რაოდენობა დაახლოებით თანაბარია, მაგრამ მოხმარებული წყლის სხვადასხვა რაოდენობის გამო დამაბინძურებლების კონცენტრაცია ჩამდინარე წყლებში განსხვავებულია (ცხრილი 2.16.).

ცხრილი 2.15.

კანალიზაციის სისტემების შერჩევის ჩვენებები

კანალიზაციის სისტემა	ადგილის რელიეფი	გადაქაჩვის სატუმბი სადგურების რიცხვი	წვიმის ინტენსიურობა, ლ/წმ 1 ჰა-ზე	სპეციალური მოთხოვნები
საერთო წყალსაზიდი	მშვიდი	3-მდე ჩამდინარე წყლების 20 მ-მდე აწევისას	80-მდე	ჩამდინარე წყლები შეიძლება ჩაიშვას წყალსატევში მექანიკური გაწმენდის შემდეგ
სრული განცალკევებული	ძლიერ უსწორმასწორო	3-ზე მეტი	80-ზე მეტი	ბიოლოგიური გაწმენდის აუცილებლობისას დასახლებულ პუნქტში 50000 ადამიანამდე მოსახლეობით სრული განცალკევებული სისტემა უნდა განიხილებოდეს როგორც მშენებლობის პირველი ეტაპი
		3-ზე მეტი	70-მდე	
კომბინირებული		3-მდე	80-მდე	გამოიყენება ქალაქებში მოსახლეობით 100000-ზე მეტი ადამიანი, რომელთა ცალკეული რაიონები ერთმანეთისაგან განსახვავდება განაშენიანების ხასიათით, კეთილმწყობის ხარისხით, რელიეფით და სხვ.
ნახევრად განცალკევებული		3-მდე	80-მდე	განსაკუთრებული მოთხოვნები წაეყენება წვიმის წყლების ჩაშვებას ქალაქის ფარგლებში მდებარე წყალსატევებში

აღნიშნულს სანიტარიულ-ჰიგიენური მაჩვენებლებით (არაკეთილსაიმედო უბნები ნაწლავური ინფექციების მიხედვით და ა.შ.).

ყურადღება მახვილდება კანალიზაციის ცალკეული სისტემის არჩევის ჩვენებების დაცვაზე (ცხრილი 2.15.). წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობის დაცვის თვალსაზრისით, უპირატესობა ეძლევა კანალიზაციის საერთო წყალსაზიდ სისტემას ყველა ჩანადენის ღრმა გაწმენდის პირობის დაცვით.

დასახლებაში წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების რაოდენობის გაანგარიშება. ჩამდინარე წყლების რაოდენობის გაანგარიშების დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს ცენტრალიზებული წყალმომარაგებით უზრუნველყოფილი ყველა ობიექტი.

დასახლებაში წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების რაოდენობის გაანგარიშების მეთოდიკა ეყრდნობა დასახლებული პუნქტის ყველა ობიექტზე წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების ჯამური რაოდენობის განსაზღვრას, დასახლებული პუნქტისა და, შესაბამისად, კანალიზაციის განვითარების პერსპექტივის გათვალისწინებით.

მისი რაოდენობა (q, მ^3/წმ) გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$q=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5, \text{ სადაც}$$

q_1 — სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, რომელიც წარმოიქმნება საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში;

q_2 — სანატორულ-კურორტული დაწესებულებების ჩამდინარე წყლები;

q_3 — ადგილობრივი საწარმოების ჩამდინარე წყლები;

q_4 — სამრეწველო ჩამდინარე წყლები, რომლებიც ჩაეშვება ქალაქის კანალიზაციაში;

q_5 — ჩამდინარე წყლები, რომელთა წარმოქმნა მოსალოდნელია დასახლებული პუნქტის პერსპექტიული განვითარების გათვალისწინებით და იგი საშუალოდ შეადგენს q_1-ის 10%-ს.

ჩამდინარე წყლების მოცულობის გაანგარიშების დროს გასათვალისწინებელია ადგილობრივი პირობები (კლიმატი და სხვ.).

ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებლების კონცენტრაციის გაანგარიშება. ჩამდინარე წყლების გაბინძურების კონცენტრაციის ცოდნა აუცილებელია მათი სანიტარიული საშიშროების პროგნოზირების, გაწმენდის ნესის შერჩევის, გამწმენდი ნაგებობების ძირითადი პარამეტრების გაანგარიშების და გაწმენდის ეფექტურობის პროგნოზირებისათვის.

საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების კონცენტრაცია დამოკიდებულია წყალმოხმარების ინტენსიურობაზე. საკანალიზაციო ქსელში საშუალოდ 1 ადამიანიდან მოხვედრილი დამაბინძურებლების სადღეღამისო რაოდენობა დაახლოებით თანაბარია, მაგრამ მოხმარებული წყლის სხვადასხვა რაოდენობის გამო დამაბინძურებლების კონცენტრაცია ჩამდინარე წყლებში განსხვავებულია (ცხრილი 2.16.).

იმის გამო, რომ დამაბინძურებლების კონცენტრაცია სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებში წყალმოხმარების ნორმებზეა

დამოკიდებული, ლაბორატორიული ანალიზის გარეშე შეიძლება ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებლების საორიენტაციო კონცენტრაციის გამოთვლა; ანალოგიურად, ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებლების კონცენტრაციის მიხედვით შესაძლებელია წყალმოხმარების ნორმის განსაზღვრა.

ცხრილი 2.16.

საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების კონცენტრაცია წყალმოხმარების სხვადასხვა დონეებისას

ჩამდინარე წყლების შედგენილობის მაჩვენებლები	სიბინძურის რაოდენობა დღე-ღამეში 1 მცხოვრებზე, გ	დაბინძურების კონცენტრაცია (მგ/ლ) 1 მცხოვრებზე წყლის მოხმარებისას, ლ		
		50	100	200
შეწონილი ნაწილაკები	65	1300	650	325
გაუკამკამებელი წყლის ჟბმ$_{\text{სრულ}}$	75	1500	750	375
გაკამკამებული წყლის ჟბმ$_{\text{სრულ}}$	40	800	400	200
გაუკამკამებელი წყლის ჟბმ$_5$	54	1080	540	270
გაკამკამებული წყლის ჟბმ$_5$	35	700	350	175
ამონიუმის აზოტი	8	160	80	40
ფოსფატები	3,3	66	33	16,5
მ.შ. სარეცხი საშუალებებისაგან	1,6	32	16	8
ქლორიდები	9	180	90	45
ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (ზან)	2,5	50	25	12,5

იმ შემთხვევაში, როდესაც გათვალისწინებულია საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ერთობლივი გაწმენდა, შესწავლილი უნდა იყოს სამრეწველო ჩამონადენის რაოდენობა და შედგენილობა, აგრეთვე ლოკალურ გამწმენდ ნაგებობებზე მათი წინასწარი გაწმენდის ხასიათი და ხარისხი. დაცული უნდა იყოს სამრეწველო ჩამდინარე წყლების საქალაქო საკანალიზაციო ქსელში ჩაშვების პირობები. საქალაქო კანალიზაციაში აკრძალულია ისეთი სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება, რომლებშიც შეწონილი ნივთიერებები 500 მგ/ლ-ზე მეტია; pH 6,5-ზე ნაკლები და 8,5-ზე მეტია; წყლის ტემპერატურა 40°C-ს აღემატება; შეიცავს ფეთქებადსაშიშ ნივთიერებებს და ტოქსიკურ აირებს, აგრეთვე მავნე ნივთიერებებს, რომლებიც იმოქმედებენ ბიოლოგიური გაწმენდის პროცესებზე და მათი შემცველობა აღემატება ჰიგიენური ნორმატივებით* დადგენილ სიდიდეებს.

ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტში ჩაშვების პირობების გაანგარიშების შემოწმება და ჩამდინარე წყლების გაწმენდის აუცილებელი ხარისხის განსაზღვრა. სამუშაოს ეს ეტაპი ტარდება ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტში ჩაშვების პირობების განსაზღვრის ანალოგიურად.

* ზედაპირული წყლების გაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები. სნდან 2.1.5. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001).

ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პრინციპული სქემების შეფასება. გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობა და, შესაბამისად, ექსპლუატაციის საიმედოობა, მნიშნელოვნადაა დამოკიდებული სისტემის სწორად შერჩევაზე, რაც საბოლოოდ უზრუნველყოფს გარემოს, კერძოდ, წყლის ობიექტების დაცვას დაბინძურებისაგან.

გამწმენდი ნაგებობების სისტემის შერჩევის დროს პირველ რიგში გასათვალისწინებელია ჩამდინარე წყლების რაოდენობა (ცხრილი 2.17.).

ცხრილი 2.17.

გამწმენდი ნაგებობების შერჩევის ჩვენებები

გამწმენდი ნაგებობების წარმადობა, $მ^3$/დღე-ღამე		
10000-ზე მეტი	25-დან 10000-მდე (მცირე)	25-მდე (ადგილობრივი)
მექანიკური განმენდის ნაგებობები		
ქვიშის დამჭერები; ჰორიზონტალური, ვერტიკალური და რადიალური სალექარები	ქვიშის დამჭერები	სეპტიკი
ბიოლოგიური განმენდის ნაგებობები		
საფილტრაციო ველები	მცირე საფილტრაციო ველები	ნიადაგქვეშა საფილტრაციო ველები
სარწყავი ველები	მცირე სარწყავი ველები	ნიადაგქვეშა სარწყავი ველები
სხვადასხვა ტიპის აეროტენკები	ბიოლოგიური გუბურა	შაფილტრაციო ჭები
სხვადასხვა ტიპის ბიოლოგიური ფილტრები	სხვადასხვა ტიპის ბიოლოგიური ფილტრები	ქვიშა-ხრეშის ფილტრები
		საფილტრაციო არხები
	ჩირკულაციურ-დამჟანგავი არხები	მცირე წარმადობის ბიოფილტრები
	რადიალური ტიპის აეროდამჟანგველები	სხვადასხვა ტიპის კომპაქტური დანადგარები
	სხვადასხვა ტიპის კომპაქტური დანადგარები	

ამ მაჩვენებლის მიხედვით გამწმენდი ნაგებობები 3 ჯგუფად იყოფა. თითოეული მათგანი გათვლილია განსაზღვრულ ჰიდრავლიკურ დატვირთვაზე ან ჩამდინარე წყლებში გამაბინძურებლების კონცენტრაციაზე, რომლის დროსაც მიიღწევა გაწმენდის მაქსიმალური ეფექტი (ნორმატიული დოკუმენტის მიხედვით). გაწმენდის ხარისხის მაჩვენებელი შეიძ-

ლება იყოს გამაბინძურებლების კონცენტრაცია გამწმენდი ნაგებობებიდან გამოსულ წყალში.

გამწმენდი ნაგებობების მთლიანი ტექნოლოგიური სქემის შეფასების დროს ხდება გაწმენდის ჯამური ეფექტის შედარება გათვლითი მეთოდით მიღებულ აუცილებელ ეფექტთან.

გაწმენდის ტექნოლოგიების (მექანიკური და ბიოლოგიური) შედარებითი შეფასების დროს, ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით, უპირატესობა უნდა მიეცეს გაწმენდის ნიადაგის მეთოდების (სარწყავი და საფილტრაციო ველების) გამოყენებას. მინის საკმარისი რესურსების არსებობისა და კეთილსასურველი კლიმატური პირობების დროს მათ მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვთ, კერძოდ:

- სასოფლო-სამეურნეო მიწებისათვის წყლის გამოყენების შემცირება;
- ეროვნულ მეურნეობაში წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენება;
- გაწმენდილი და გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების უშუალოდ წყალსატევში მოხვედრის გამორიცხვა;
- მყარი და დიდი სასოფლო-სამეურნეო მოსავლის მიღებისათვის ხელშეწყობა;
- ნიადაგის ნაყოფიერების მუდმივი ზრდა;
- მონეული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მაღალი კვებითი ღირებულება (იზრდება ნახშირწყლების, ცილების, აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის რაოდენობა).

ადგილობრივი პირობების გათვალისწინება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მცირე და საშუალო კანალიზაციის ნაგებობების შერჩევის დროს, რამდენადაც მათი მუშაობის ეფექტურობა დიდადაა დამოკიდებული ადგილობრივ კლიმატურ და ჰიდროგეოლოგიურ ფაქტორებზე.

ყურადღება უნდა მიექცეს სალექარების ნარჩენების საიმედო გაუვნებლობისა და უტილიზაციის მეთოდების შერჩევას. ნალექის საიმედო გაუვნებლობის მისაღწევად რამდენიმე მეთოდის კომპლექსური გამოყენებია საჭირო. მაგალითად, ანაერობული სტაბილიზაცია უზრუნველყოფს დეჰელმინთიზაციის მყარ ეფექტს იმ შემთხვევაში, თუ დუღილი წარმოებს თერმოფილურ პირობებში. ნალექის აერობული სტაბილიზაციის შემდეგ სასურველია მისი გახურება 60°C-მდე (კომპოსტირების მეთოდის გამოყენება).

გამწმენდ., სადგურის საერთო სქემის შეფასებისას ყურადღება უნდა გამახვილდეს სალექარებიდან მიღებული ნალექის გაუვნებლების და უტილიზაციის მეთოდებზე, რომელიც რეგულირდება შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით* (ცხრილი 2.18.).

---

* „ჰიგიენური მოთხოვნები ნახმარი წყლებისა და მათი ნალექების სარწყავად და სასუქად გამოყენებისადმი“ სნდან 2.1.7. 001-01 (სსმ, III, №90, 2001).

ცხრილი 2.18.

ნალექების დამუშავების მეთოდების და სქემების შერჩევის ჩვენებები

გამწმენდი სადგურის წარმადობა, მ³/დღე-ღამეში			
ანაერობული სტაბილიზაციის მეთოდი: ლამის გამამკვრივებელი, მეთანტენკი, სალამე მოედნები, სასოფლო-სამეურნეო ველები	თერმომექანიკური მეთოდი: ლამის გამამკვრივებელი, ვაკუუმ-ფილტრი, თერმული შრობა, სასოფლო-სამეურნეო ველები	ანაერობული სტაბილიზაციის მეთოდი: ორიარუსიანი სალექარი, სალამე მოედნები, სასოფლო-სამეურნეო ველები	ანაერობული სტაბილიზაციის მეთოდი: სეპტიკი, ნიადაგქვეშა სალამე მოედნები
	ლამის გამამკვრივებელი, ფილტრინნეხი, თერმული შრობა, სასოფლო-სამეურნეო ველები		სეპტიკი, კომპოსტირება
	თერმული მეთოდი: ლამის გამამკვრივებელი, ვაკუუმშრობა, დანვა	აერობული სტაბილიზაციის მეთოდი: აეროტენკი, აერაციული სექცია, თერმული დამუშავება, სასოფლო-სამეურნეო ველები	
		აეროტენკი, აერაციული სექცია, კომპოსტირება, სასოფლო-სამეურნეო ველები	

მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების (აღდგენილი წყლის) გამოყენების შემთხვევაში ყურადღება ექცევა მათი ხარისხის კრიტერიუმების უზრუნველყოფას. ჩამდინარე წყლების განსაკუთრებით რთული შედგენილობისა და დამუშავების (გაწმენდის, გაუვნებლობისა და გაუსნებოვნების) პროცესში ქიმიური ნივთიერებების ტრანსფორმაციის შესაძლებლობის გამო რეგლამენტირებულია აღდგენილი წყლის ტექნიკურ წყალმომარაგებაში გამოყენების უსაფრთხოების პირობები მისი შედგენილობის ინტეგრალური მაჩვენებლების მიხედვით. აღდგენილ წყალთან ადამიანის კონტაქტის განსხვავებული ხარისხის გამო შემუშავებულია მისი ხარისხის ჰიგიენური კრიტერიუმები ცალ-ცალკე ტექნიკური წყალმომარაგების ღია და დახურული სისტემებისათვის (ცხრილი 2.9.).

ასეთი დანადგარის ეფექტურობის შეფასების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ აღდგენილი წყლის გამოყენების უსაფრთხოება

უზრუნ-ველყოფილია მისი თვისებების ყველა მაჩვენებლის ჰიგიენურ კრიტე-რიუმებთან შესაბამისობით.

გამწმენდი სადგურის ძირითადი ნაგებობების პროექტების სანიტა-რიული ექსპერტიზა. განიხილება გამწმენდი სადგურის ცალკეული ელემენტები (ცხავები, სალექარები), მათი ტიპები და მოწყობის პრინ-ციპი გამწმენდი სადგურის წარმადობისა და ტექნოლოგიური სქემის შესაბამისად, მუშაობის ეფექტურობის შეფასების მეთოდები.

ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიური სქემის პირველი ელემენტია ცხავები, რომელთა ხვრელების ზომები არ უნდა აღე-მატებოდეს 16 მმ ან უნდა მოეწყოს დამქუცმაცებელი ცხავები. ასეთ ცხავებზე წლის განმავლობაში 1 ადამიანზე გაანგარიშებით დაახლო-ებით 8 მ^3 თხევადი ნარჩენი გროვდება. ამ მაჩვენებლის საფუძველზე შესაძ-ლებელია დღე-ღამის განმავლობაში დაგროვილი ნარჩენების საერთო რაოდენობის გაანგარიშება. ამ სიდიდეს აქვს დიდი ჰიგიენური მნიშვნელობა — მის შესაბამისად განისაზღვრება ცხავების გაწმენდის წესი. თუ მისი სიდიდე არ აღემატება 0,1 მ^3-ს, დასაშვებია გაწმენდა მექანიკური საშუალების გამოყენების გარეშე და გაუვნებლების ადგილამდე ჰერმეტული კონტეინერებით გატანა.

ქვიშის დამჭერები ეწყობა გამწმენდი დანადგარების დღე-ღამეში 100 მ^3-მდე წარმადობის შემთხვევაში. ქვიშის დამჭერების ტიპების (ტანგენციური, ჰორიზონტალური, აერირებადი) შერჩევა დამოკიდებუ-ლია გამწმენდი სადგურის წარმადობაზე. მოწყობილობის შეფასებისას უნდა დადგინდეს წყლის სიჩქარის რეგულირების საშუალებების, ნალე-ქის საფხეკი მექანიზმების არსებობა.

სალექარების მოწყობილობის ექსპერტიზის დროს აუცილებელია შემოწმდეს მექანიზმები, რომლებიც განაპირობებს ჩამდინარე წყლების თანაბარ განაწილებას ნაგებობის მთელ ზედაპირზე, ასევე მოტივტივე ნივთიერებების შეკრებისა და მოშორების საშუალებები, ნალექის მიმღებ ღრმულში მისი გადატანა.

აქტიური ლამით ბიოლოგიური გაწმენდის ნაგებობების პროექტის განხილვისას შეფასდება ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროცესისა და ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობის განმსაზღვრელი ძირითადი ტექნო-ლოგიური პარამეტრები: დატვირთვა, დაჟანგვის სიჩქარე და მოცულობა, დაჟანგვითი სიმძლავრე, ლამის შეფარდებითი და ხვედრითი ნამატი, ლამის ინდექსი, აერაციის დრო, სააერაციო სექციის ტევადობა.

ყველა აღნიშნული პარამეტრის შემოწმების შემდეგ უნდა შეფასდეს ნაგებობ.ის მოწყობილობა: ჩამდინარე წყლების თანაბრად განაწილება, სააერაციო დანადგარის არსებობა, აქტიური ლამის დაბრუნების ორგა-ნიზაცია.

ბიოფილტრების პროექტის ექსპერტიზის დროს შეფასდება ფილ-ტრისათვის გამოყენებული მასალა, მისი საერთო მოცულობა, ნაწილა-კების ზომები, საფილტრაციო ფენის თითოეული ფენის სისქე და საერ-თო სიმაღლე, სალექარებიდან ბიოფილტრებში წყლის მიმწოდებელი მოწყობილობის არსებობა და ინტერვალი წყლის 2 დოზის მიწოდებას

შორის, ფილტრის ზედაპირზე წყლის თანაბრად განაწილების საშუალებები.

ნიადაგის მეთოდით (სარწყავი და საფილტრაციო ველებით) ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროექტის შეფასებისას უნდა დადგინდეს ჩამდინარე წყლებით ნაკვეთის დატვირთვის შესაბამისობა ნიადაგის თვისებებთან, ადგილობრივ კლიმატურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებთან. საფილტრაციო მინდვრების დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს ნორმატიული დოკუმენტით* გათვალისწინებულ სიდიდეებს.

საკანალიზაციო ქსელის ნაგებობების აღჭურვის შეფასება. უნდა შეფასდეს საკანალიზაციო ჩამონადენებიდან წყალსადენის ქსელის დაცვის საიმედოობა. იმ შემთხვევაში, თუ პროექტით გათვალისწინებულია კანალიზაციის მშენებლობის გარკვეული რიგითობა, უნდა დადგინდეს, პირველი რიგის ობიექტების მშენებლობასთან ერთად გათვალისწინებულია თუ არა გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობა.

რელიეფის პირობების გამო საქაჩი სადგურის მოწყობის აუცილებლობისას, უნდა დადგინდეს:

- მისი მდებარეობა დასახლების გეგმაზე ქართა მარაოს გათვალისწინებით;
- სდზ-ის არსებობა და მისი სიდიდე;
- სდზ-ის მოწყობა და გამოყენება;
- ტერიტორიის ზომები და კეთილმოწყობა;
- ჩამდინარე წყლების დასაგროვებელი რეზერვუარის მოცულობა, მისი შესაბამისობა ჩამდინარე წყლების ხარჯთან;
- სარეზერვო ტუმბოების არსებობა (2 მომუშავე ტუმბოზე საჭიროა 1 სარეზერვო ტუმბო);
- ცხაებზე შეკავებული ნარჩენების გაუვნებლების ან ლიკვიდაციის მეთოდი (გადანაყრების დაქუცმაცება მათი ჩამდინარე წყლებთან შემდგომი შერევით, საერთო გაუვნებლობის ადგილზე გაუმჯობესებულ ნაგავსაყრელებზე გატანა, ადგილზე კომპოსტირება);
- ნაგებობების სანიტარიულ-ტექნიკური აღჭურვა (ვენტილაციის ინტენსიურობა: მიმღები რეზერვუარებისათვის — 1 სთ-ში ჰაერის 5-ჯერადი ცვლა, სამანქანო დარბაზისათვის — გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის მიხედვით; აუცილებელი დამხმარე ნაგებობების არსებობა: საპირფარეშო, სახელოსნო, გარდერობი, სამუშაო ოთახი და სხვ.);
- საავარიო ჩაშვების გათვალისწინება და მოწყობილობა;
- ტუმბოების საავარიო ენერგოკვების გათვალისწინება.

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები ნახშარი წყლებისა და მათი ნალექების სარწყავად და სასუქად გამოყენებისადმი. სწდან 2.1.7.001-01 (სსმ, III, №90, 2001).

4) *დასკვნა კანალიზაციის პროექტის შესახებ.* საკანალიზაციო სისტემის ცალკეული ელემენტის შეფასების საფუძველზე კეთდება საბოლოო დასკვნა კანალიზაციის პროექტის შესახებ, რომელიც შესაბამისი დოკუმენტის სახით ფორმდება.

2.8. წყლის ობიექტების დაბინძურების წყაროების გამოვლენისა და მათი წყლის ობიექტებზე, წყალმომარაგებაზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლა

წყლის ობიექტების დაბინძურების წყაროები შეიძლება იყოს:

- სამრეწველო ჩამდინარე წყლები;
- სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები;
- ატმოსფერული წყლები (წვიმა, ნალღობი თოვლი);
- ხე-ტყის დაცურება;
- გემების მყარი და თხიერი ნარჩენები;
- ქვიშა და ლამი მდინარის კალაპოტში სამუშაოების ჩატარებისას და სხვ.

წყალსატევების გაბინძურების წყაროების გამოვლენისათვის ტარდება წყალსატევის სანიტარიული გამოკვლევა ადგილზე.

წყალსატევის სანიტარიული გამოკვლევის შედეგად გამოვლინდება წყალსატევში ჩამდინარე წყლები, წყალსატევის გამაბინძურებელი შენაკადები, მის მახლობლად არსებული გაბინძურების სტაბილური წყაროები (შხამ-ქიმიკატების საწყობი, ნაგავსაყრელი, მეცხოველეობის კომპლექსი, ინფექციური საავადმყოფო და სხვ.), რომელთაც ჰიდრავლიკური კავშირი აქვთ წყალსატევთან; გამოიკვლევა ქვიშის აღებისა და წყალსატევში სხვა სამუშაოების ადგილი. ყველა გამოვლენილი წყარო აღინიშნება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ან სიტუაციურ გეგმაზე და წესდება მათზე დაკვირვება.

გაბინძურების წყაროების შესახებ წინასწარი მონაცემების მიღება შესაძლებელია შესაბამის (მელიორაციისა და ჰიდრომეტეოროლოგიურ) სამსახურებში. წყალსატევის გაბინძურების ყველა გამოვლენილი წყარო დაიტანება წყალსატევის სქემაზე და პერიოდულად ხდება მისი დაზუსტება დაკვირვების გზით.

გარდა ამისა, ფასდება ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, მისი შედგენილობა, მისი ჰიგიენური და ეპიდემიოლოგიური საშიშროება, ღგინდება დაბინძურების გავრცელების საზღვრები. გამოკვლევის საფუძველზე კეთდება დასკვნა სხვადასხვა მანძილზე წყალსატევის გაბინძურების ხარისხისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობისათვის წყლის საშიშროების შესახებ.

წყალსატევის სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული კვლევის დროს შეარჩევენ ლაბორატორიული გამოკვლევისათვის წყლის ნიმუშის აღების წერტილებს მდინარის დინების ზედა და ქვედა მიმართულებით.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შემუშავდება წყალსატევის მდგომარეობის გაუმჯობესების ღონისძიებები.

კვლევის ჩატარების დროს ობიექტური, სრული და ერთგვაროვანი მონაცემების მიღების უზრუნველსაყოფად შემუშავებულია „ღია წყალსატევის სანიტარიულ-ჰიგიენური გამოკვლევის რუქა" (დანართი 2.1.).

2.9. ჩამდინარე წყლებისა და მათი დანალექი მასის განმენდისა და გაუვნებლების დანადგარების სანიტარიული კვლევა

გამწმენდი ნაგებობების სისტემების სანიტარიული კვლევის ძირითადი ამოცანებია:

- ობიექტის პასპორტის შედგენა;
- გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის სანიტარიული კონტროლი;
- ავარიული სიტუაციების დროს გაწმენდის ხარისხის გაუარესებისა და ჩაშვების პირობების შეუსაბამობის მიზეზების დადგენა.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ობიექტის სანიტარიული კვლევა მოიცავს შემდეგ ღონისძიებებს: სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული, სანიტარიულ-ტექნიკური და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კვლევა.

სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული კვლევის მიზანია გამწმენდი სადგურის, მისი ტერიტორიისა და ცალკეული დანადგარების, ასევე სდზ-ის მიმართ არსებული ჰიგიენური მოთხოვნების შესრულების შეს-ნავლა.

გამწმენდი სადგურის ტერიტორია უნდა იყოს შემოსაზღვრული, კეთილმოწყობილი და განათებული. სდზ-ის ზომები საკანალიზაციო აღჭურვილობიდან საცხოვრებელი განაშენიანების საზღვრამდე, საზოგადოებრივ შენობებამდე და კვების მრეწველობის საწარმოებებამდე უნდა შეესაბამებოდეს ნორმატიულ მოთხოვნებს.

გამწმენდი საკანალიზაციო სადგურების უარყოფითი გაელენა გარემოზე შესაძლებელია გამოვლინდეს უსიამოვნო სუნის და ხმაურის გავრცელებით, ნიადაგის, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების, ატმოსფერული ჰაერის, გამწმენდი სისტემების მახლობლად მოყვანილი ხილისა და ბოსტნეულის ბაქტერიული და ქიმიური გაბინძურებით, აგრეთვე ჩამდინარე თხევად მასებთან ადამიანების უშუალო კონტაქტის საშუალებით.

აღნიშნული არასასიამოვნო ზემოქმედების პროფილაქტიკის ძირითადი გზებია გამწმენდი სადგურის ტერიტორიის კეთილმოწყობა, მისი ექსპლუატაციის ჰიგიენური მოთხოვნების დაცვა, გამწმენდი აღჭურვილობის ორგანული და ჰიდრავლიკური გადატვირთვის თავიდან აცილება, მათი მუშაობის მაღალი ეფექტურობა, ცალკეული აღჭურვილობის სწორი მოწყობა და დროული რემონტი, მუდმივი სანიტარიული კონტროლი, სდზ-ის დადგენილი ზომების დაცვა გაბატონებული ქარების მიმართულების გათვალისწინებით, ჩაშვების პირობებთან წყლის ხარისხის შესაბამისობა და სხვ.

სანიტარიულ-ტექნიკური კვლევა მოიცავს ჩამდინარე წყლებისა და მათი ნალექის გაწმენდის, გაუვნებლობისა და გაუსნებოვნების აღჭურვილობის, მოწყობილობისა და ექსპლუატაციის წესების დაცვის შემოწმებას. აღნიშნული სამუშაო სათანადო ნორმატიული აქტის მოთხოვნებთან შესაბამისობის გამოკვლევას გულისხმობს.

სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კვლევა ტარდება გამწმენდი სადგურის პერსონალის და მახლობლად მცხოვრები მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე (ავადობაზე) ჩამდინარე წყლების გავლენის დადგენის მიზნით. პირველ რიგში შეისწავლება წყლისმიერი გადაცემის მექანიზმის ნაწლავური ინფექციებისა და გეოჰელმინთების გავრცელების მდგომარეობა. პერსონალისა და მოსახლეობის ავადობის შესწავლა ხდება მოწოდებული მეთოდიკის შესაბამისად.

მიზნის შესაბამისად, შეიძლება ჩატარდეს ობიექტის გაღრმავებული, სრული და მიმდინარე სანიტარიული გამოკვლევა. გაღრმავებული გამოკვლევა ტარდება სპეციალურად შემუშავებული რუქის საფუძველზე. მისი შევსების დროს გამომკვლევი შესაბამისი ჰიგიენური ნორმატიული დოკუმენტებით ხელმძღვანელობს.

გამწმენდი სადგურისა და მისი ცალკეული ნაგებობების ტექნოლოგიური სქემების გაღრმავებული ჰიგიენური შეფასების დროს ყურადღება ექცევა მოცემული ნაგებობის პარამეტრების ძირითად მახასიათებლებს. კერძოდ, სალექარებში ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე და დაყოვნების დრო განისაზღვრება დამლექავის ტიპის მიხედვით და სხვ. ქვიშის დამჭერებში ნაკადის მოძრაობის რეკომენდებული სიჩქარეა 0,15-0,3 მ/წმ, სეპტიკში ჩამდინარე წყლების დაყოვნების დრო - 1-3 დღე-ღამე, სეპტიკიდან ნალექის გატანის პერიოდულობა — წელიწადში 1-2-ჯერ. სრული დაჟანგვის აეროტენკებში აერაციის დრო არა ნაკლებ 24 სთ-ია, ორგანული დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 გ ჟბმ$_5$ ლამის 1 გ-ზე დღე-ღამეში, ხოლო აქტიური ლამის დოზა – 2,5-4 გ/დმ^3 დღე-ღამეში, ჟანგვითი სიმძლავრე საწვეთურში - 200 გ ჟბმ$_5$ დატვირთვის 1 მ^3-ზე.

გამწმენდი სადგურის სრული ან მიმდინარე სანიტარიული კვლევა გაცილებით მარტივია გაღრმავებულ გამოკვლევასთან შედარებით, რადგანაც ამ დროს საკმარისაია არსებული დოკუმენტაციის შემოწმება: ობიექტის პასპორტის და წარსულში ჩატარებული სანიტარიული კვლევების მონაცემების გაცნობა. ამ მონაცემების არარსებობის შემთხვევაში მიმდინარე სანიტარიული კვლევის პროგრამა ითვალისწინებს შემდეგი საკითხების შესწავლას:

1. გაწმენდი ნაგებობების პროექტთან შესაბამისობა;
2. გამწმენდი ნაგებობების ტექნოლოგიის პრინციპული სქემის შესაბამისობა ჩამდინარე წყლების მოცემულ რაოდენობასა და შემადგენლობასთან;
3. გამწმენდი ნაგებობების, ტერიტორიის, სდზ-ის მოწყობის, აღჭურვისა და ექსპლუატაციის სისწორე, მათი შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან;

4. შემოსული ჩამდინარე წყლების რაოდენობა, მათი გაწმენდის ხარისხი და ეფექტურობა;
5. ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების დაცვა;
6. გამწმენდი ნაგებობის აღჭურვილობის პროფილაქტიკური რემონტის გრაფიკის დაცვა;
7. საუნყებო ლაბორატორიის მუშაობა.

გეგმიური (მიმდინარე) სანიტარიული კვლევა მთავრდება სათანადო აქტის გაფორმებით.

გამწმენდი *სადგურისა* და *ნაგებობების* სანიტარიული კვლევის დროს მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული მათი ნორმალური მუშაობის დარღვევის ძირითადი მიზეზები:

1. აღჭურვილობის გადატვირთვა;
2. ისეთი სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება, რომელთა ხარისხი არ პასუხობს მოცემულ საყოფაცხოვრებო კანალიზაციაში ჩაშვების პირობებს;
3. ჩამდინარე წყლების „ზალპური" (დროის მოკლე პერიოდში დიდი რაოდენობით) ჩაშვება;
4. ელექტრომომარაგების წყვეტილობა (და ამით გამოწვეული მუშაობის შეფერხება);
5. ნაგებობებისა და ელექტრომექანიკური აღჭურვილობის გრაფიკით გათვალისწინებული კაპიტალური და გეგმიურ-პროფილაქტიკური რემონტის ჩატარების ვადების დარღვევა;
6. მომსახურე პერსონალის მიერ გამწმენდი ნაგებობების ექსპლუატაციისა და უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დარღვევა.

ობიექტის კვლევა იწყება გამწმენდი სადგურის ნაკვეთის დათვალიერებით. უნდა დადგინდეს დღე-ღამის განმავლობაში სადგურში შემოსული ჩამდინარე წყლების ფაქტიური მოცულობა და მისი შესაბამისობა საპროექტო სიდიდესთან.

გამწმენდი ნაგებობის ცალკეული აღჭურვილობის კვლევა წარმოებს ტექნოლოგიური სქემის მიმდინარეობის თანმიმდევრობის შესაბამისად. ამ დროს მონმდება ცხავები, ქვიშის დამჭერები, სალექარები — ჩამდინარე წყლების დაყოვნების ხანგრძლივობა, აეროტენკი — აქტიური ლამის არსებობა, ბიოფილტრები — მათი უანგვითი სიმძლავრე და ჰიდრავლიკური დატვირთვა და სხვ.

ცხავების კვლევისას უნდა დადგინდეს შეკავებული ნარჩენების რაოდენობა; მათი გატანისა და გაუვნებლობის მეთოდები. დიდ გამწმენდ სადგურებში, რომელთა წარმადობაა დღეღამეში 200 $მ^3$-ზე მეტია, ნარჩენებს აქუცმაცებენ და გაუმჯობესებულ საყრელებზე გააქვთ ან ადგილზე აკომპოსტებენ. უნდა შემოწმდეს ცხავების განთავსების ნაგებობის სანიტარიულ-ტექნიკური მდგომარეობა (ვენტილაცია), საყოფაცხოვრებო სათავსების არსებობა და შედგენილობა.

ქვიშის დამჭერების არადამაკმაყოფილებელი მუშაობის ყველაზე ხშირი მიზეზი მათი გადატვირთვაა; ასევე, არასრული დატვრთვით მუშაობისას ნალექში დიდი რაოდენობით აღმოჩნდება ორგანული ნივთი-

ერებები. მისი აღმოფხვრისათვის აუცილებელია თითოეულ სექციაში ჩამდინარე წყლის მინოდების რეგულირება.

პირველადი სალექარებიდან ზედმეტი ნალექის გატანის მიზეზი შეიძლება იყოს სალექარების გადატვირთვა, ცენტრალური მილის დაშლა ან ცხაურების გაჭედვა. ამ მიზეზების არსებობის შემთხვევაში დალექვის ეფექტურობის გაზრდისათვის საჭიროა ჩამდინარე წყლის მინოდების შემცირება, ცხაურების გაწმენდა, ცენტრალური მიმწოდებელი მილის შეკეთება.

ნიადაგის არეში ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების (სარწყავი და საფილტრაციო ველების) კვლევის დროს სათანადო ნორმატიული დოკუმენტის* საფუძველზე დგინდება მათი დატვირთვის შესაბამისობა როგორც საპროექტო მონაცემებთან და ჰიგიენურ მოთხოვნებთან, ისე ნიადაგის, ადგილის კლიმატურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებთან.

სარწყავი და საფილტრაციო ველების კვლევის დროს კონტროლდება ჩამდინარე წყლებით ველების ჰიდრავლიკური დატვირთვა წვიმისა და მოსავლის აღების დროს; დრენაჟის წყლების შეკრებისა და გამოყენების წესი. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გამოყენების დროს ტარდება მათში ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის, აგრეთვე მცენარეებში, ნიადაგსა და გრუნტის წყლებში ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის კონტროლი.

ჩამდინარე წყლების ნიადაგის არეში გამწმენდი ნაგებობების კვლევის დროს მნიშვნელოვანია გრუნტის წყლების დაბინძურების შესაძლებლობის დადგენა. ასეთ დაბინძურებაზე ეჭვის არსებობის შემთხვევაში უნდა დადგინდეს ჰიდრავლიკური კავშირი დაბინძურების წყაროსა და წყალსატევს (წყალმომარაგების წყაროს) შორის. ამ მიზნით დაბინძურების წყაროში შეჰყავთ ფლუოროსცეინის ტუტე ხსნარი. წყალმომარაგების წყაროში მისი აღმოჩენა მიუთითებს მათ შორის ჰიდრავლიკურ კავშირზე და, შესაბამისად, წყალმომარაგების წყაროს დაბინძურებაზე გამწმენდი ნაგებობების დრენაჟის წყლებით.

სარწყავი და საფილტრაციო ველების დატვირთვა გაიანგარიშება სასოფლო-სამეურნეო მიზნით მათი გამოყენებისა და მასზე მოყვანილი კულტურის სახეობის შესაბამისად.

ბიოლოგიური გუბურების კვლევის პროგრამა მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

1. წლის განმავლობაში მისი გამოყენების ხასიათი;
2. მისი სახე — დამოუკიდებელი გამწმენდი ნაგებობაა თუ დამატებითი (ჩამდინარე წყლების სხვა გამწმენდ ნაგებობებზე გაწმენდის შემდეგ გამოიყენება);
3. გუბურების საერთო ფართობი, მათი რაოდენობა, სიღრმე, მოცულობა (მინიმალური, მაქსიმალური);

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები ნახმარი წყლებისა და მათი ნალექების სარწყავად და სასუქად გამოყენებისადმი. სნდან 2.1.7.001-01 (სსმ, III, №90, 2001).

4. სადღეღამისო დატვირთვა გუბურის ზედაპირის 1 ჰა ფართობზე და მისი ნორმატივებთან შესაბამისობა;
5. ბიოლოგიურ გუბურებში ჩამდინარე წყლების დაყოვნების ხანგრძლივობა;
6. გუბურების განლაგება საცხოვრებელი ზონისა და ღია წყალსატევის მიმართ; გუბურებში განმენდის შემდეგ ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების ადგილი საცხოვრებელი განაშენიანების მიმართ (ზემოთ, ქვემოთ დინების მიმართულებით); სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნით წყალსატევის წყლის აღების ადგილი;
7. გუბურების სანიტარიული მდგომარეობა — ფსკერზე ლამის არსებობა, არასასურველი სუნი, ნაპირების დაჭაობება, გუბურის ზედაპირზე ქაფის წარმოქმნა, წყლიდან აიროვანი ბუშტების გამოყოფა და სხვ.

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ნიადაგის მეთოდით გაწმენდის დროს აუცილებელია გარემოს ეკოლოგიური და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობის შესწავლა. გარემოს ობიექტებში (ჰაერი, წყალი, ნიადაგი, მცენარე) მავნე ნივთიერებების მომატებული კონცენტრაციების დროს, თუ მიგრაციის ჯაჭვში ადამიანიცაა ჩართული, შესაძლებელია ჯანმრთელობის მდგომარეობის დარღვევა მწვავე და ქრონიკული ინტოქსიკაციების (მოშხამვების) სახით, აგრეთვე მათი არასპეციფიკური მოქმედების შედეგად, საერთო ავადობის ზრდა. მათი პროფილაქტიკის მიზნით ტარდება ჰიგიენური და აგროქიმიური კვლევები და ღონისძიებები, კერძოდ, მავნე ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციებისა და დოზების დადგენა სარწყავ ჩამდინარე წყლებში, ნიადაგში, სასმელ-სამეურნეო წყალში, მცენარეებში და კონტროლი მათ დაცვაზე.

ავარიული სიტუაციის დროს კვლევის პროგრამა განისაზღვრება წყლის დამუშავების ტექნოლოგიის დარღვევის შესაბამისად. ამ დროს დარღვევა ძირითადად განპირობებულია შემდეგი მომენტებით: შემომავალი ჩამდინარე წყლების რაოდენობის მკვეთრი ზრდა, საკანალიზაციო ქსელში სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება, ძირითადი სარეზერვო აღჭურვილობის მწყობრიდან გამოსვლა. გამოკვლევის შედეგები შეაქვთ სანიტარიული გამოკვლევის აქტში.

სატყემბი სადგურების სანიტარიული კვლევის დროს უნდა დადგინდეს:

1. ცხაურებზე შეკავებული ნარჩენების ლიკვიდაციისა და გაუვნებლობის ხერხები;
2. ნარჩენების სადგურის ტერიტორიაზე დაგროვების შესაძლებლობა;
3. ობიექტის გავლენა მიმდებარე ტერიტორიაზე (არასასიამოვნო სუნისა და ხმაურის გავრცელება, ბუზების გამრავლება, ნიადაგის დაბინძურება);

4. მომუშავეთათვის საყოფაცხოვრებო ნაგებობების არსებობა და მათი სანიტარიული მდგომარეობა;
5. წყალსატევში საავარიო ჩაშვების არსებობა, მისი კონსერვაციის საიმედოობა, ექსპლუატაციის სიხშირე;
6. წყალსატევში გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების ჩაშვების მიზეზები (ტუმბოების ელექტროკვების გამორთვა, სარეზერვო ტუმბოების უკმარისობა და ა.შ.);
7. პერსონალის პროფილაქტიკური აცრების ჩატარება, მათი გამოკვლევა ჰელმინთებით ინვაზიაზე.

გამწმენდი სადგურის ეფექტურობის შესახებ დასკვნის მომზადებისათვის უნდა გამოითვალოს გაწმენდის ეფექტი (P, %):

$$P = \frac{(a - b) \cdot 100}{a}, \text{სადაც}$$

a — გასაწმენდად შემოსული საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია, მგ/ლ;

b — დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია გაწმენდილ ჩამდინარე წყალში, მგ/დმ^3.

გაწმენდის ეფექტის გამოთვლა ხდება პირველ რიგში იმ მაჩვენებლების მიმართ, რომლებიც მოცემული გამწმენდი ნაგებობისათვის სპეციფიკურია.

კვლევის სქემაში შედის ობიექტის მომსახურე პერსონალის საყოფაცხოვრებო პირობებისა და სამედიცინო მომსახურების მდგომარეობის შესწავლა.

2.10. ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევა

ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევა მრავალეტაპიანი სამუშაოა. იგი მოიცავს კვლევის პროგრამის შედგენას, სინჯის აღებას, მის კონსერვაციას და ტრანსპორტირებას ლაბორატორიაში, ანალიზის ჩატარებას, ჩამდინარე წყლების ხარისხის ჰიგიენურ შეფასებას.

2.10.1. ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა

ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევის პროგრამა (მოცულობა) დამოკიდებულია კონკრეტულ პირობებზე — ნაგებობის სახეზე, საკვლევ ობიექტზე, კვლევის ამოცანებზე და სხვ. მაგალითად, საკვლევი ობიექტის შესაბამისად უნდა მოხდეს სხვადასხვა სახის გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის ჰიგიენური შეფასება და იმ სპეციფიკური მაჩვენებლების კვლევა, რომელთა საფუძველზეც შეფასდება გამწმენდი ნაგებობების ეფექტურობა (ცხრილები 2.19. და 2.20.).

მათი გათვალისწინება აუცილებელია გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის შეფასებისას. ლაბორატორიული გამოკვლევის პროგრამაში დამატებითი მაჩვენებლების ჩართვა საჭირო ხდება ავარიული სიტუაციების დროს, გამწმენდი ნაგებობების ექსპლუა-

ცხრილი 2.19.

საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების განმენდის ეფექტურობა განმენდის სხვადასხვა ნაგებობასა და ეტაპზე

ალჭურვილობის ტიპი	განმენდის ეფექტურობა, შემცირების %					ჩამდინარე სითხის დახასიათება განმენდის შემდეგ		
	შეწონილი ნივთიერებები	$ХБМ_5$	ფანგვადობა	ბაქტერიების რაოდენობა	პელმინთების კვერცხების რაოდენობა	გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ	ნარჩენი ქლორი, მგ/ლ	წყლის ფიზიკური თვისებები
საცრები, ცხაურები, ქვიშის დამჭერები	5-10	5-10		5-15				თაკისუფალია მსხვილი შეწონილი და მოტივტივე ნივთიერებებისა და ქვიშისაგან
სეპტიკი (2 დღე-ღამის დაყოვნების შემდეგ)	70-98	30	35	6-15	10-100	0		ცალკეული თეთრი ფიფქებით
ორიარუსიანი სალექარი	50-70	25-30	-	-	70-90	0	-	იგივე
სალექარი (ჰორიზონტალური, ვერტიკალური)	50-70	25-30		25-30	70-90			
სალექარი პრეკოაგულაციით	65	35		30				"-"
სალექარი ბიოკოაგულაციით	75	50		40				"-"
ბიოლოგიური ფილტრი	70-92 (გამჭვირვალობა 15-20 სმ)	70-90	65-70	80-95		>4		უფერო
აეროტენკი	70-92	80-90	70-75	90-95	-	>4	-	"-"
მეორადი სალექარი	80-95	85-95	-	90-98	-	>4	-	"-"
სარწყავი ან საფილტრაციო ველები	90-98	95-99	80-90	95-98	100	>4		უფერო (გამჭვირვალობა 30 სმ-ზე მეტი)
ქლორირება დაყოვნების შემდეგ		15		90-95			3-5	იგივე
ქლორირება ბიოლოგიური განმენდის შემდეგ				98-99,5			1-2	"-"
წყლის ხარისხი ხელოვნური ბიოლოგიური განმენდის შემდეგ	30 (გამჭვირვალობა >20 სმ)	5-20				>4		უფერო, არასასიამოვნო სუნის გარეშე, დგომის დროს არ იხრწნება

ცხრილი 2.20.

გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის შეფასების სპეციფიკური მაჩვენებლები

ნაგებობები	კვლევის ობიექტი	მუშაობის ეფექტურობის მაჩვენებლები
ქვიშის დამჭერები	ქვიშა	ტენიანობა, ჰიგროკოპული ტენიანობა, მოცულობითი მასა
პირველადი და ორიარუსიანი სალექარები, სეპტიკი	ჩამდინარე წყალი განმენდამდე და განმენდის შემდეგ	გამჭვირვალობა, შეწონილი ნივთიერებების მოცულობა და მასა, პელმინთების კვერცხების რაოდენობა, ჟბმ, ჟქმ; ამონიუმის, ნიტრიტების, ნიტრატების აზოტი; პერმანგანატული ჟანგვადობა
სარწყავი და საფილტრაციო ველები	ჩამდინარე წყალი და მისი ფილტრატი	!გივე
ბიოლოგიური გუბურები	გუბურების წყალი მოძრაობის მიმართულებით	ჟბმ, პერმანგანატული ჟანგვადობა, ჟქმ; ამონიუმის, ნიტრიტების, ნიტრატების აზოტი; გახსნილი ჟანგბადი
ხელოვნური ბიოლოგიური განმენდის აღჭურვილობა	ჩამდინარე წყალი პირველადი სალექარიდან გამოსვლის შემდეგ და ბიოლოგიურად განმენდილი ჩამდინარე წყალი	ჟბმ, ჟქმ, პერმანგანატული ჟანგვადობა; ამონიუმის, ნიტრიტების, ნიტრატების აზოტი; გახსნილი ჟანგბადი
ბიოლოგიურად უვნებელყოფილი ჩამდინარე წყლის დამატებითი განმენდის აღჭურვილობა	ბიოლოგიურად განმენდილი ჩამდინარე ნყალი დამატებით განმენდამდე და მის შემდეგ	ჟბმ, ჟქმ, პერმანგანატული ჟანგვადობა; ამონიუმის, ნიტრიტების და ნიტრატების აზოტი
ჩამდინარე წყლის გაუსნებოვნების აღჭურვილობა	ჩამდინარე ნყალი გაუსნებოვნებამდე და მის შემდეგ	მიკრობთა საერთო რაოდენობა, საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები

ტაციაში გაშვების წინ სრული ჰიგიენური შეფასების მიზნით. ეპიდემიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით გაწმენდის ყველა ეტაპზე ტარდება კვლევა პათოგენური მიკროორგანიზმების (ბაქტერიების, ვირუსების, უმარტივესების) და ჰელმინთების კვერცხების არსებობაზე. რაც შეეხება ქიმიურ ნივთიე-რებებს, მათ შემცველობაზე კვლევა ტარდება კონკრეტული საწარ-მოს სამრეწველო ჩამდინარე წყლის ანალიზის დროს.

ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევა ტარდება სრული და მოკლე სქემით.

ჩამდინარე წყლების *სრული* ლაბორატორიული ანალიზის დროს შეისწავლება ტემპერატურა, სუნი, ფერიანობა, pH, გამჭვირვალობა, დალექილი და შეწონილი ნივთიერებების მოცულობა და მასა, მათი დანაკარგი გახურებისას; საერთო, ამონიუმის, ნიტრიტული და ნიტრატული აზოტი, პერმანგანატული და ბიქრომატული ჟანგვადობა, ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება ($ჟბმ_5$, $ჟბმ_{20}$), ჟქმ, შეფარდებითი სტაბილურობა,

გახსნილი ჟანგბადი, ქლორიდები, ფოსფატები, ფთორიდები, თავისუფალი ქლორი, სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისათვის დამახასიათებელი სპეციფიკური ინგრედიენტები — რკინა, სპილენძი, ქრომი, თუთია, ტყვია, დარიშხანი, სინთეზური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (სზან) და სხვ.; .დაავადებების გამომწვევები, ლაქტოზადადებითი ნანლავის ჩხირი, კოლიფაგები. ტარდება რადიოლოგიური, ჰელმინთოლოგიური და ჰიდრობიოლოგიური ანალიზი, ეპიდემიოლოგიური ჩვენებით — კვლევა პათოგენური მიკროორგანიზმების არსებობაზე.

სრული ანალიზის სქემით ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული კვლევა წარმოებს მათი გამწმენდ ნაგებობაში შემოსვლისას და გაწმენდის ყველა ეტაპის გავლის შემდეგ. ამავე სქემით იკვლევენ წყალსატევის წყალს, რომელშიც ჩაედინება გაწმენდილი ჩამდინარე წყლები, ტუტიანობის და სიხისტის დამატებითი გამოკვლევით. სრული სანიტარიული ანალიზი საუნყებო ლაბორატორიის მიერ ტარდება ყოველ 10 დღეში.

ჩამდინარე წყლების *მოკლე* ლაბორატორიული ანალიზის დროს შეისწავლება: გამჭვირვალობა, pH, დალექილი და შეწონილი ნივთიერებების მოცულობა და მასა, მათი დანაკარგი გახურებისას; გახსნილი ჟანგბადი (განმენდილ წყალში), ჟბმ$_5$, ჟქმ, ლაქტოზადადებითი ნაწლავის ჩხირი, კოლიფაგები, ჰელმინთების კვერცხებისა და პათოგენური მიკროორგანიზმების არსებობა (ეპიდემიოლოგიური ჩვენებისას), სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისათვის დამახასიათებელი სპეციფიკური ქიმიური ნივთიერებები.

მოკლე ანალიზის სქემით გამწმენდი ნაგებობების ყოველდღიური ოპერატიული ლაბორატორიული კონტროლი საუწყებო ლაბორატორიის ფუნქციებში შედის. იმ შემთხვევაში, თუ წარმოებს წყლის გაუვნებლობა, საუწყებო ლაბორატორია ყოველთვიურად (თვეში 1-ჯერ) ატარებს განმენდილი ჩამდინარე წყლის ქლორშთანთქვადობის და მასში ნაშთი ქლორის განსაზღვრას დღე-ღამეში 4-5-ჯერ. სხვა კვლევები ტარდება ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნების შესაბამისად. გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის შეფასება წარმოებს 2.12. ცხრილის საფუძველზე.

სინჯის აღების დროს დაფიქსირდება: წყალსატევში წყლის ტემპერატურა და გამჭვირვალობა, წყლის ზედაპირზე აპკის არსებობა, მისი სუნი და ფერი, ფსკერისა და მცენარეულობის არსებობა და მდგომარეობა, ნაპირების გაბინძურება, ფსკერის დალამიანება და მისი ხასიათი, ნავთობპროდუქტების დიდი აპკების არსებობა, ბიოლოგიური წარმონაქმნების არსებობა და ხასიათი. ამოცანის შესაბამისად, ტარდება ნიმუშის სრული ან მოკლე ანალიზი.

წყალსატევის ჰიდრობიოლოგიური დახასიათებისათვის სწავლობენ მისთვის ყველაზე ტიპურ წარმონაქმნებს, მაგალითად, მცირე მდინარეებისათვის — ბიოლოგიურ წარმონაქმნებს, დიდი მდინარეებისათვის – პლანქტონს და ბენთოსს, გუბურებისათვის — მაკროფიტების ნაზარდებს. აღებულ სინჯებს ანალიზის ჩატარებამდე (მიკროსკოპირებამდე)

გაფუჭების თავიდან აცილების მიზნით უტარდებათ ფიქსაცია (კონსერვაცია).

ჩამდინარე წყლის ან წყალსატევის წყლის სინჯის თანმხლებ ბლანკში აღინიშნება:

- სინჯის აღების ადგილი;
- სინჯის ხასიათი (ერთჯერადი, საშუალოცვლური, საშუალოპროპორციული);
- სინჯის აღების დროს განსაზღვრული მაჩვენებლები (ტემპერატურა, სუნი, ფერიანობა, გამჭვირვალება და სხვ.);
- ანალიზის პროგრამა;
- სინჯის აღების თარიღი;
- კონსერვირების მეთოდი;
- სინჯის ამღების თანამდებობა და ხელმოწერა.

წყლის აღებულ სინჯში, აღებისთანავე, განისაზღვრება ტემპერატურა, სუნი, ფერიანობა, გამჭვირვალობა, შეწონილი და დალექვადი ნაწილაკები (ნივთიერებები), დანაკარგი გახურებისას, ჟბმ$_5$, ჟქმ (ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება); 2 სთ-ის განმავლობაში დაყოვნებულ წყალში — ნიტრიტული და ნიტრატული აზოტი, ქლორიდები, პერმანგანატული ჟანგვადობა, ჟბმ$_5$, ფოსფატები, ლპობადობა; გაფილტრულ წყალში — მკვრივი ნალექი (ნაშთი), რკინა, სულფატები.

ჩამდინარე წყლებში მინარევების გახსნილ, კოლოიდურ, სუსპენზირებულ და შეწონილ მდგომარეობაში არსებობის გამო, ცალკეული მაჩვენებლის განსაზღვრის წინ, სინჯს წინასწარ სპეციალურად ამზადებენ.

2.10.2. ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული ანალიზი

იგი მოიცავს მაჩვენებლების 4 ჯგუფის შესწავლას და შეფასებას:

- ფიზიკური (ორგანოლეპტიკური) მაჩვენებლები;
- ქიმიური მაჩვენებლები;
- მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები;
- ჰიდრობიოლოგიური მაჩვენებლები.

ფიზიკური (ორგანოლეპტიკური) მაჩვენებლები გავლენას ახდენს ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროცესის მიმდინარეობაზე. ტემპერატურის მატების შესაბამისად შეწონილი ნივთიერებების შეკავება იზრდება 5-10%-ით. აქტიური ლამის შემცველ ნაგებობებში წყლის გაწმენდის პროცესზე ტემპერატურის გავლენა ორმხრივი ტენდენციით ხასიათდება: ტემპერატურის დაქვეითების დროს ბიოქიმიური პროცესების სიჩქარე შენელდება, +5^{0}C ქვემოთ დაჟანგვა პრაქტიკულად წყდება. ტემპერატურის მატების შესაბამისად დაჟანგვის პროცესი იზრდება, თუმცა +40^{0}C ტემპერატურის დროს პროცესი ისევ შენელდება.

გარემოს pH საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობებზე უმნიშვნელო ფარგლებში — 7,6-დან 7,8-მდე მერყეობს და გაწმენდის პროცესში უმნიშვნელოდ — 7,7÷8,0-მდე იზრდება, რაც ბაქტერიების უმრავლესობის განვითარების ოპტიმალურ

რეაქციას შეესაბამება. აერაციის მცირე სადგურებზე, სადაც ერთდროულად წარმოებს საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაწმენდა, გარემოს რეაქციის კონტროლი აუცილებელია. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გამწმენდ სადგურებზე გარემოს რეაქციის მდგომარეობის მიხედვით ზოგჯერ საჭირო ხდება ჩამდინარე წყლების ნეიტრალიზაცია. ნეიტრალიზაციის პროცესის კონტროლი აუცილებელია.

გამწმენდ სადგურებზე შემოსულ ჩამდინარე წყლებში შეწონილი ნივთიერებების შემცველობა დიდ ფარგლებში მერყეობს, რამდენადაც მისი სიდიდე დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე (წყლის მოხმარების ნორმა, კანალიზაციის სისტემაში ჩაშვებული საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო და სანიაღვრე ჩამდინარე წყლების რაოდენობა). შეწონილი ნივთიერებების არსებობა და რაოდენობა ჩამდინარე წყლებში წარმოადგენს მექანიკური გაწმენდის ნაგებობების ეფექტურობის შეფასების სპეციფიკურ მაჩვენებელს.

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობების განსაზღვრის დროს მათი შეფერვა, სუნი და სხვა ფიზიკური (ორგანოლეპტიკური) მაჩვენებლები წარმოადგენს არსებითს.

ქიმიური მაჩვენებლები. საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებისათვის ჟბმ მერყეობს 100÷500 მგ/ლ ფარგლებში წყალმოხმარების ნორმების, აგრეთვე წლის სეზონისა და დღე-ღამის საათების მიხედვით. ჟქმ-ის სიდიდე — ბიქრომატული ჟანგვადობა გაუწმენდელი წყლისათვის 300-600 მგ/მ^3 ფარგლებში მერყეობს. საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებისთვის ჟბმ$_{5}$ შეადგენს ჟქმ-ის 80%-ს. გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობა გაწმენდილ წყალში წლის პერიოდისა და გაწმენდის ხარისხის მიხედვით 2-6 მგ/ლ ფარგლებში მერყეობს. ეს ორი მაჩვენებელი განსაკუთრებით სპეციფიკურია ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური და მესამეული გაწმენდის ეფექტურობის კონტროლის დროს.

საერთო აზოტი განისაზღვრება აზოტური ნივთიერებების ბალანსის შესწავლის მიზნით. გაუწმენდელ და გაწმენდილ ჩამდინარე წყლებში საერთო აზოტის შემცველობის შედარებით ფასდება ჟანგვითი პროცესის სიღრმე.

ფოსფატების შემცველობა მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია, რომელიც ახასიათებს ბიოლოგიური გაწმენდისათვის აუცილებელი ბიოგენური ელემენტების არსებობას. რაც მეტია ჩამდინარე წყლების ჟბმ, მით მეტი ბიოგენური ელემენტია საჭირო.

ბიოქიმიური პროცესების წარმატებით მიმდინარეობის უზრუნველყოფისათვის ჩამდინარე წყლების შედგენილობამ უნდა დააკმაყოფილოს ძირითადი კომპონენტების შემცველობა შემდეგი პრიპორციით: ჟქმ:N:P=100:5:1, იმ პირობით, რომ დაცული იქნება შეფარდება:

$$\frac{\text{ჟბმ}}{\text{ჟქმ}} \geq 0{,}6.$$

ქლორიდების შემცველობა განისაზღვრება საანალიზო ნიმუშების, საუწყებო ლაბორატორიების მუშაობისა და წყალმოხმარების ნორმების კონტროლისათვის.

ჩამდინარე წყლების ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია ნიადაგის მორწყვისათვის (სარწყავ და საფილტრაციო ველებზე) მათი გამოყენების საკითხის გადაწყვეტისას. სასოფლო-სამეურნო მიზნით გამოყენებისათვის ჩამდინარე წყლების ხარისხის შეფასების არსებული მეთოდიკის თანახმად, ყველა ჩამდინარე წყალი 5 ჯგუფად იყოფა:

- პირველი ჯგუფი — ვარგისია სარწყავად დამუშავების გარეშე;
- მეორე და მესამე ჯგუფები — პირობითად ვარგისია სარწყავად (საჭიროებს უმნიშვნელო წინასწარ დამუშავებას).
- მეოთხე და მეხუთე ჯგუფები — უვარგისია სარწყავად (მარილების მნიშვნელოვანი რაოდენობით შემცველობის გამო და საჭიროებს ღრმა წინასწარ დამუშავებას).

მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები. ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური ანალიზი საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ გაუწმენდელი და გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების ხარისხისა და მათი გაუსნებოვნების ეფექტურობის შესახებ. გარდა ამისა, შესაძლებელია დადგინდეს ჩამდინარე წყლებში ისეთი ტოქსიკური ნივთიერებების არსებობა, რომელიც იწვევს გაწმენდის ბიოქიმიური პროცესების დათრგუნვას. გაუწმენდელი ჩამდინარე წყლების მიკრობთა საერთო რაოდენობა ნლის პერიოდის მიხედვით მერყეობს 1 მლ-ში $5 \cdot 10^5 \div 4 \cdot 10^6$ ფარგლებში.

ჰელმინთოლოგიური ანალიზის მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია შეფასდეს ჩამდინარე წყლებში ჰელმინთების კვერცხების არსებობა, მათი რაოდენობა და გაწმენდის სხვადასხვა ეტაპზე მათი შეკავების ეფექტურობა, გაწმენდილი წყლის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებისათვის გამოყენების შესაძლებლობა.

ჩამდინარე წყლებში *ტოქსიკური ნივთიერებების* შემცველობის განსაზღვრის საფუძველზე შესაძლებელია განისაზღვროს ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების პირობები სათანადო მოთხოვნების საფუძველზე.

ჰიდრობიოლოგიური მაჩვენებლების ანალიზის საფუძველზე მსჯელობენ წყალსატევის დაბინძურების ხარისხზე, წყალსატევში საპრობული ფლორის განვითარების ხარისხსა და მის ზონირებაზე, გაწმენდის მდგომარეობაზე, გამწმენდი ნაგებობების ჰაერით უზრუნველყოფის მდგომარეობაზე, ტოქსიკური ნივთიერებების არსებობაზე, აქტიური ლამის რეგენერაციის ხარისხზე.

წყალსატევში საპრობების განვითარების ხარისხისა და მისი ზონირების შესწავლის საფუძველია წყალსატევის ფლორისა და ფაუნის თვისობრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრა.

განასხვავებენ წყალსატევში საპრობების განვითარების რამდენიმე ზონას: კათარობულს, ოლიგოსაპრობულს, მეზოსაპრობულს, პოლისაპრობულს.

პოლისაპრობული ზონა შეესაბამება წყალსატევის მაქსიმალური გაბინძურების მდგომარეობას, ხოლო კათარობული (ოლიგოსაპრობული) ზონა — სუფთას. წყალსატევში მუდმივად მიმდინარეობს მაქსიმალური გაბინძურების მდგომარეობიდან (პოლისაპრობული ზონა) სუფთა მდგომარეობაში (ოლიგოსაპრობული და კათარობული ზონა) გადასვლა მეზოსაპრობული ზონის გავლით.

წყლის დაბინძურების ხარისხის შესაბამისად, მასში მიკრობული ფლორის განვითარების გარკვეული კანონზომიერება იკვეთება:

კათაროპები, კათაროპიონტები (ბერძნ. katharos — სუფთა და biont — ცოცხალი) — ორგანიზმები, რომლებიც ვითარდება სუფთა (გაუბინძურებელ) ცივ წყალში, დიდი რაოდენობით გახსნილი ჟანგბადით. ამ ჯგუფის ორგანიზმების ერთ-ერთი წარმომადგენელია კალმახი.

ოლიგოსაპროპები (ბერძნ. oligo — უმნიშვნელო, sapros — დამპალი, bios — სიცოცხლე) — ორგანიზმები, რომლებიც ვითარდება სუფთა ან ორგანული ნივთიერებებით მცირედ დაბინძურებულ წყლებში. გახსნილი ჟანგბადის დიდი რაოდენობით არსებობის გამო ასეთ წყლებში ჭარბობს ჟანგვითი პროცესები. ოლიგოსაპრობებს შორის მცირეა საპროფიტები, მ.შ. ბაქტერიები, და ბაქტერიებით მკვებავი ორგანიზმები. ტერმინი „ოლიგოსაპრობები" გამოიყენება მხოლოდ მტკნარი წყლების ორგანიზმების მიმართ.

მეზოსაპროპები (ბერძნ. mesos — საშუალო, შუალედური, sapros, bios) — ორგანული ნივთიერებებით ზომიერად (საშუალოდ) დაბინძურებულ წყალსატევში მცხოვრები მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმები. ასეთ წყლებში არის თავისუფალი ჟანგბადი, დაჟანგვის პროდუქტები — ნიტრატები და ნიტრიტები, მაგრამ არ არის გაუხრწნელი ცილები. მეზოსაპრობები ხელს უწყობს წყალსატევის ბიოლოგიურ თვითგაწმენდას. მისი ოგიერთი სახე, რომელიც მასიურად მრავლდება, გამოიყენება წყლის ხარისხის მაჩვენებლად (ბიოინდიკატორად). განასხვავებენ α– და β–მეზოსაპრობებს.

α–მეზოსაპრობები ვითარდება უფრო მეტად დაბინძურებულ წყალსატევში ჟანგბადის მნიშვნელოვანი დეფიციტით (ბაქტერიების უმეტესობა, ზოგიერთი სოკო და წყალმცენარე, უმარტივესები და სხვ.).

β–მეზოსაპრობები ვითარდება ნაკლებად დაბინძურებულ წყალსატევში ჟანგბადის უმნიშვნელო დეფიციტით (ზოგიერთი წყალმცენარე და უმარტივესნი, მოლუსკები, კიბოსნაირები, მწერები, თევზები და სხვ.).

პოლისაპროპები (ბერძნ. polys — ბევრი, მრავალრიცხოვანი, sapros, bios) — ორგანული ნივთიერებებით ძლიერ დაბინძურებულ წყალსატევში მცხოვრები მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმები. ასეთ წყალსატევში ხდება სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება. პოლისაპრობების საარსებო გარემო ხასიათდება ცილებისა და

პოლიპეპტიდების, აგრეთვე ნახშირწყლების არსებობით, ჟანგბადის სიმცირით, წყალში ნახშირდადის დიოქსიდის, გოგირდწყალ-ბადის, მეთანის დაგროვებით. წყალსატევის ცხოვრების ციკლში პოლისაპრობების პოლისაპრობების როლი მეტად დიდია. ისინი შლიან ორგანულ ნივთიერებებს და ახორციელებენ ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიურ გაწმენდას.

ბუნებრივ პირობებში ყველა წყალსატევი, კერძოდ, მდინარეები, შეიცავს კათარობებს და ოლიგოსაპრობებს. მეზოსაპრობების და პოლისაპრობების გამოჩენა ძლიერი ორგანული დაბინძურების მაჩვენებელია. წყალსატევის დინების მიმართულებით პოლისაპრობული ფლორისა და ფაუნის შეცვლა მეზოსაპრობული და ოლიგოსაპრობული ორგანიზმებით წყალსატევის წყლის თვითგაწმენდის პროცესის მიმდინარეობაზე მიუთითებს.

წყლის ობიექტის საპრობული ზონირების განსაზღვრა შრომატევადი პროცესია, თუმცა მას აქვს გარკვეული უპირატესობები: მისი საშუალებით შესაძლებელია ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ფორმირებული წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობის დახასიათება.

წყლის ობიექტის ჰიდრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები შედარებით მყარია და არ იცვლება ცვლადი ფაქტორების გავლენით (მეტეოროლოგიური პირობები, ჩამდინარე წყლების ჩაშვების რეჟიმის დროებითი ცვლილება და ა.შ.).

კვლევის შედეგები ფორმდება ოქმის სახით.

2.10.3. დამუშავებული ჩამდინარე წყლების ხარისხის ჰიგიენური შეფასება

დასკვნა ჩამდინარე წყლების ხარისხის შესახებ კეთდება შემდეგი ძირითადი მონაცემების საფუძველზე: დასახლების, გამწმენდი ნაგებობების და წყლის ობიექტის სანიტარიული კვლევის მასალა, ჩამდინარე წყლების ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები.

სანიტარიული კვლევა მოიცავს სანიტარიულ-ტოპოგრაფიულ, სანიტარიულ-ტექნიკურ და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიურ კვლევას. სანიტარიული კვლევის მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია გაკეთდეს წინასწარი დასკვნა გამწმენდი ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობის შესახებ. მაგალითად, წყალსატევის წყალში დიდი რაოდენობით შეწონილი ნაწილაკების, მაღალი სიმღვრივის, მკვეთრი სუნის არსებობა, წყალმცენარეების ზრდა მიუთითებს მის დაბინძურებაზე. წყლის დაბინძურების რაოდენობრივი შეფასებისათვის აუცილებელია ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები.

გამწმენდი ნაგებობების გავლის შემდეგ (დამუშავებული) ჩამდინარე წყლების ხარისხის ჰიგიენური შეფასების პროცესი შედგება რამდენიმე ეტაპისაგან:

1. ჩამდინარე წყლების სახეობის დადგენა;
2. გამოკვლევის აუცილებელი მოცულობისა და ეპიდემიოლოგიური საშიშროების დადგენა ჩამდინარე წყლების სახის მიხედვით;
3. წარმოდგენილი მასალის სისრულის შემოწმება;

4. სანიტარიული გამოკვლევის მონაცემების შეფასება;
5. ლაბორატორიული ანალიზის მონაცემების შეფასება;
6. საბოლოო დასკვნის შედგენა.

1. *ჩამდინარე წყლების სახეობის დადგენა*. განარჩევენ ჩამდინარე წყლების შემდეგ სახეობებს: სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო, მუნიციპალური (სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შერევის შედეგად), სამრეწველო და სანიაღვრე ჩამდინარე წყლები. ცალკე სახედ განიხილება წყალსატევის წყალი, რომელშიც ჩაედინება ჩამდინარე წყლები.

გაწმენდის ხარისხის მიხედვით გამოიყოფა ჩამდინარე წყლები, რომლებმაც გაიარა:

- მექანიკური დამუშავება და ბიოლოგიური გაწმენდა,
- დამატებითი გაწმენდა,
- გაუსნებოვნება.

გაწმენდის ხარისხის განსაზღვრა მნიშვნელოვანია, რამდენადაც ჩამდინარე წყლები ხარისხობრივი შემადგენლობის მიხედვით სპეციფიკური თავისებურებებით ხასიათდება (ცხრილი 2.21.).

ჩამდინარე წყლების სახისა და გდამაბინძურებლების მიახლოებითი კონცენტრაციების ცოდნის საფუძველზე შესაძლებელია წინასწარი დასკვნის გაკეთება ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ეფექტურობისა და წყალსატევში წყლის ჩაშვების ეპიდემიოლოგიური საშიშროების შესახებ. ჩამდინარე წყლების სხვადასხვა სახისათვის (ცალ-ცალკე) შემუშავებულია სპეციფიკური დამაბინძურებლების ჰიგიენური ნორმატივები. მაგალითად, სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისათვის ნორმირებულია ქიმიური ნივთიერებების ზდკ, საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებისათვის — ჰელმინთების კვერცხების შემცველობა და ა.შ. ამ ნორმატივების საფუძველზე კეთდება დასკვნა ჩამდინარე წყლების სახისა და საშიშროების ხარისხის შესახებ.

2. *კვლევის აუცილებელი მოცულობისა და ეპიდემიოლოგიური საშიშროების დადგენა ჩამდინარე წყლების სახის მიხედვით*. პრაქტიკაში უფრო ხშირად ხდება შემდეგი საკითხების დადგენა:

1. ჩამდინარე წყლების სანიტარიული და ეპიდემიოლოგიური საშიშროება;
2. გამწმენდი სადგურისა და მისი ცალკეული ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობა;
3. ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ფაქტიური მოცულობის შესაბამისობა გაანგარიშებულთან;
4. წყალსატევის წყლის ხარისხზე ჩამდინარე წყლების ჩაშვების გავლენა;
5. ჩამდინარე წყლების სასოფლო-სამეურნეო მიზნით (სარწყავად) გამოყენების შესაძლებლობა.

კონკრეტული ამოცანის შესაბამისად, განისაზღვრება სანიტარიული კვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზის მოცულობა. მაგალითად,

ცხრილი 2.21.

სხვადასხვა სახის ჩამდინარე წყლის ხარისხობრივი შემადგენლობა
და დამაბინძურებლების მიახლოებითი კონცენტრაციები

ჩამდინარე წყლის სახე	მაჩვენებლები							
	შეწონილი ნივთიერებები, მგ/მ³	ამონიუმის აზოტი, მგ/მ³	ნიტრიტების აზოტი, მგ/მ³	ნიტრატების აზოტი, მგ/მ³	ჟბმ$_5$, მგ O_2/ლ	ქქმ, მგ O_2/ლ	მიკრობთა საერთო რაოდენობა, ათასი	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები
საყოფაცხოვრებო, დღე-ღამეში 200 ლ წყალსარგებლობის დროს	300-350	15-40	0	0	175-200	300-400	500-1000	10^6
სამრეწველო	ჩამდინარე წყლის ხარისხობრივი შემადგენლობა დამოკიდებულია მრეწველობის დარგზე							
სანიაღვრე	15-16000	1-5	0	0	10-300	20-500	1-1000	10^{-5}
საყოფაცხოვრებო, მექანიკური გაწმენდის შემდეგ	90-100	10-20	0-0,5	0-1,5	120-140	200-300	120-150	10^5
საყოფაცხოვრებო, ბიოლოგიური გაწმენდის შემდეგ	10-15	0,1-1,0	0,2-1,0	5-15	115-120	30-50	10-15	10^3-10^4
საყოფაცხოვრებო, სამჯერადი გაწმენდის შემდეგ	1-3	0-0,1	0	3-5	2-5	10-15	1-2	10^2
საყოფაცხოვრებო, გაუსნებოვნების შემდეგ	10-15	0,1-1	0,2-1	5-10	10-15	20-40	0,1-0,5	1

ჩამდინარე წყლების ეპიდემიოლოგიური საშიშროების ხარისხის დადგენის მიზნით აუცილებელია სანიტარიული (განსაკუთრებით, სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური) კვლევის მონაცემები, მონაცემები პათოგენ-ური მიკროფლორის, ჰელმინთების კვერცხების არსებობისა და 1 ლ წყალში მათი შემცველობის შესახებ, აგრეთვე მონაცემები მიკრო-ორგანიზმების სანიტარიული მაჩვენებლების (საერთო კოლიფორმული ბაქტერიების რაოდენობა) შესახებ.

წყალსატევში ჩაშვებული საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების სანიტარიული საშიშროება განისაზღვრება ბიოლოგიური გაწმენდის ხარისხისა და ორგანული ნივთიერებების კონცენტრაციების მიხედვით. კერძოდ, წყლის სანიტარიული საშიშროება მით მეტია, რაც ნაკლებია ბიოლოგიური გაწმენდის ხარისხი და მეტია ორგანული ნივთიერებების კონცენტრაციები. ასეთი წყლების ჟბმ$_{5}$ არ უნდა აღემატებოდეს 15-20 მგ O_2/ლ, ხოლო სტაბილურობა არ უნდა იყოს 80%-ზე ნაკლები.

წყალსატევში სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ძირითადი სანიტარიული საშიშროება განისაზღვრება წყალსატევის სანიტარიული რეჟიმის დარღვევით, რაც განპირობებულია ასეთ წყალში დიდი რაოდენობის ტოქსიკური ქიმიური ნივთიერებების არსებობით. მათი მომატებული კონცენტრაციების მოქმედების შედეგად მოსალოდნელია მწვავე და ქრონიკული მოშხამვების (ინტოქსიკაციების) განვითარება, აგრეთვე საერთო (არასპეციფიკური) დაავადებების დონის ზრდა. ზოგიერთ შემთხვევაში სამრეწველო ჩამდინარე წყლები ეპიდემიოლოგიურ საშიშროებას ქმნის (ხორცკომბინატების, ტყავის გადამამუშავებელი და სხვ. საწარმოების ჩამდინარე წყლები).

სამრეწველო ჩამდინარე წყლებში დაიშვება შეწონილი ორგანული და ტოქსიკური ნივთიერებების ისეთი კონცენტრაციებით შემცველობა, რომ კონკრეტულ წყალსატევში ჩაშვებისას მათი კონცენტრაციები ამ წყალსატევის წყალში წყალაღების უახლოეს პუნქტამდე 1 კმ-მდე მანძილზე წყლის ხარისხის ჰიგიენურ მოთხოვნებს არ აღემატებოდეს.

სანიაღვრე ჩამდინარე წყლების შედგენილობა საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების შედგენილობის მსგავსია. აქედან გამომდინარე, მათი სანიტარიული და ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა ერთნაირია.

გამწმენდი სადგურის ცალკეული ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის შესწავლისას, კვლევის კონკრეტული ამოცანის შესაბამისად, განისაზღვრება მათი მუშაობის დამახასიათებელი სპეციფიკური მაჩვენებლები (ცხრილი 2.20.).

ჩამდინარე წყლების ეპიდემიოლოგიური საშიშროების, გამწმენდი სადგურისა და მისი ცალკეული ნაგებობების მუშაობის ეფექტურობის, წყალსატევის წყლის ხარისხზე ჩამდინარე წყლების ჩაშვების გავლენის, ჩამდინარე წყლების სასოფლო-სამეურნეო (სარწყავი) მიზნით გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ დასკვნის მოსამზადებლად აუცილებელია სრული სქემით ჩატარებული ანალიზის მონაცემები.

3. *<u>წარმოდგენილი მასალის სისრულის შემოწმება</u>*. დასკვნისათვის წარმოდგენილი მასალა უნდა შეიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

- წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობა ჩამდინარე ნყლების ჩაშვების ან გამწმენდი ნაგებობების ზემოთ ან ქვემოთ;
- ნიმუშის აღების ადგილის ზუსტი მითითება მისი დახასიათებით (ერთჯერადი, საშუალოცვლური, საშუალოპროპორციული);
- თანმხლები ბლანკი;
- ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები.

4. *სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევის მონაცემების შეფასება*. ამ დროს შეფასდება ყველა სახის სანიტარიული (სანიტარიულ-ტოპოგრა-ფიული, სანიტარიულ-ტექნიკური, სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური) გამოკვლევის დროს მიღებული ინფორმაცია.

5. *ლაბორატორიული ანალიზის მონაცემები შეფასდება* 4 ჯგუფის მაჩვენებლების მიხედვით:

- ფიზიკური (ორგანოლეპტიკური) მაჩვენებლები;
- ქიმიური მაჩვენებლები;
- მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები;
- ჰიდრობიოლოგიური მაჩვენებლები.

შეფასებას საფუძვლად უდევს შესაბამისი ჰიგიენური მოთხოვნები (ცხრილები 2.20. და 2.21.). მაჩვენებელთა თითოეული ჯგუფის მიხედვით კეთდება მოკლე დასკვნა და სათანადო რეკომენდაციები.

6. *საბოლოო დასკვნის შედგენა*. ამ დროს კეთდება სანიტარიულ-ჰიგი-ენური და ლაბორატორიული კვლევის განზოგადებული ანალიზი კვლე-ვის ამოცანის შესაბამისად, რის საფუძველზეც გამოიტანება საბოლოო დასკვნა შესაბამისი წინადადებებით.

წყლის ზედაპირული ობიექტის სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევის რუქა

მდინარის, ტბის, გუბურის დასახელება

1. წყალსატევის ზომები:
   სიგანე - მ;
   სიგრძე - მ;
   საშუალო სიღრმე - მ;
   უმცირესი სიღრმე - მ;
   უდიდესი სიღრმე - მ.
2. დინების სიჩქარე – მ/წმ.
3. წყლის ხარჯი ($მ^3$/წმ) მდინარეში:
   წყალმარჩხობისას –
   წყალდიდობისას - ;
   წყლის მოცულობა ტბაში, გუბურაში ($მ^3$) -
4. შენაკადების და წყალსატევებამდე მისული ხევების არსებობა (დახასიათება).
5. წყალსატევის წყლის დონის მერყეობის ამპლიტუდა წყალმარჩხობისა და წყალდიდობისას - მ.
6. წყალსატევში წყლის დონის აწევა წვიმების დროს, აწევის სიმაღლე - მ.
7. წყალდიდობის დროს მდინარის მიერ დასახლების დატბორვა, დატბორვის ადგილის მითითება (ჭუჭყიანი ადგილები, ბაზარი, ნაგავსაყრელები; დროებითი ტბებისა და გუბეების წარმოქმნა, დაჭაობება და ა. შ.).
8. ზაფხულში წყალსატევის დაშრობის შესაძლებლობა.
9. წყალსატევის გაყინვისა და გალღობის დრო.
10. წყალსატევის ნაპირები: ციცაბო, ხრამიანი, დამრეცი, ბრტყელი, ქვიანი, თიხნარი, ქვიშნარი, შავმიწა, ლამიანი, ჭაობიანი, მდელო და ა. შ.
11. წყალსატევის ფსკერი: ქვიანი, ქვიშნარი, თიხნარი, ლამიანი, წყალმცენარეებით და ბალახით დაფარული, სწორი, უსწორმასწორო.
12. წყალსატევის მდებარეობა დასახლებულ პუნქტთან მიმართებაში: შუაში, დასახლების განაპირას, დაშორებით. ნაპირების დასახლების ხარისხი: მჭიდროდ, გაფანტულად, იშვიათად.
13. სამრეწველო საწარმოების არსებობა, მათი სახეები; რომელ ნაპირზეა (აღმოსავლეთით, დასავლეთით, ჩრდილოეთით, სამხრეთით) და წყალსატევიდან რა მანძილზე.
14. სასმელ-სამეურნეო წყალაღების ადგილის მდებარეობა და დაცილება სამრეწველო საწარმოებიდან.
15. დაბინძურების წყაროები წყალსატევზე: ნაოსნობა (მნიშვნელოვანი, უმნიშვნელო), ნავმისადგომების, გემების სადგომების, საბანაო და ცხოველების დასარწყულებელი ადგილების არსებობა.

16. წყალსატევში ჩაშვებული სამრეწველო ჩამდინარე წყლების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი დახასიათება.
17. წყალსატევის აყვავების არსებობა.
18. წყალსატევის უკანასკნელად განმენდის თარიღი.
19. წყალსატევის გამოყენების მიზანი (სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგებისათვის, საბანაოდ, სპორტული ღონისძიებებისათვის, დასასვენებლად და სხვ.).
20. წყლის ხარისხობრივი ანალიზის მონაცემები.
21. ახლომდებარე დასახლების მოსახლეობის მწვავე ნაწლავური ინფექციებით, ფლუოროზით, ჩიყვით და სხვ. ავადობის მონაცემები.
22. მონაცემები შინაურ ცხოველებსა და მღრღნელებს შორის ეპიზოტიის არსებობის შესახებ.
23. საერთო დასკვნა წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობის შესახებ.
24. ღონისძიებები წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის.

სიტუაციური ამოცანები

ამოცანა №1

ქალაქში განლაგებულია ქიმიური წარმოება. ქალაქის ფარგლებში არსებულ მდინარეში ჩაედინება აღნიშნული წარმოების ჩამდინარე წყლები და ქალაქის საკანალიზაციო წყლები. წყლის ხარისხის შეფასებისათვის ნიმუშები აღებულია ქალაქის წყალმომარაგების წყლის აღების ადგილში (ქალაქიდან მდინარის დინების ზემოთ) და წყალმომარაგების უახლოეს პუნქტში — სოფელში, ქალაქის საკანალიზაციო წყლების ჩაშვების ადგილიდან 8 კმ-ით ქვემოთ. სოფლის მოსახლეობა სასმელი მიზნით მდინარის წყლით არ სარგებლობს.

წყლის სინჯების ანალიზის შედეგები:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	ქალაქის წყალმომარაგების წყლის აღების ადგილი	სოფელი	ზდკ წყალსატევის წყალში	მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი
1.	სუნი და გემო, ბალი	2	3	1	—
2.	უბმ[illegible]	1,50	18	I კატ — 3 II კატ — 6	—
3.	ანილინი	0	0,05	0,1	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
4.	ციკლოჰექსანონი	0	0,2	0,2	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
5.	ფორმალდეჰიდი	0,1	0,4	0,05	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
6.	კაპროლაქტამი	0	2,5	1,0	საერთო სანიტარიული

1. შეაფასეთ მდინარის წყლის დაბინძურების ხარისხი ქალაქის წყალმომარაგების წყლის აღების ადგილში;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა მდინარეში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების პირობების შესაბამისობის შესახებ „ზედაპირული წყლების მოთხოვნების გათვალისწინებით.

ამოცანა №2

გათვალისწინებულია ჩამდინარე წყლების დამუშავება გამწმენდ ნაგებობებზე. ქალაქის მოსახლეობა 10000-ს აღემატება. მექანიკური გაწმენდის ნაგებობებიდან შერჩეულია სეპტიკი, ხოლო ბიოლოგიური გაწმენდისათვის — მცირე საფილტრაციო და სარწყავი ველები.

1. შეაფასეთ მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდების შერჩევის მართებულობა;
2. დასახეთ ღონისძიებები ჩამდინარე წყლების გაწმენდისათვის.

ამოცანა №3

გათვალისწინებულია ჩამდინარე დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული ნესებისა და ნორმების“ წყლების ჩაშვება მდინარეში, რომელიც დინების ქვემოთ გამოიყენება სარეკრეაციო მიზნებისათვის. ჩამდინარე წყლებისა და წყალმოხმარების ადგილზე წყალსატევის წყლის ნიმუშების ლაბორატორიული ანალიზით დადგინდა:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	ჩამდინარე წყლებში, ჩაშვების წინ	წყალსატევის წყალში	ლიმიტირებული სიდიდე
1.	უბმ[illegible]	:5	6	6
2.	შეწონილი ნივთიერებები, მგ/დმ³	15	7	0,75
3.	შეფერვა, სმ	8	12	10
4.	წყალბადის მაჩვენებელი	6,0	7,0	6,5-8,5

1. ჩაატარეთ მიღებული შედეგების ჰიგიენური შეფასება;
2. შეაფასეთ შესწავლილი მაჩვენებლების საფუძველზე წყლის ჩაშვების პირობების შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან.

ამოცანა №4

გათვალისწინებულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვება მდინარეში, რომელიც დინების ქვემოთ გამოიყენება სარეკრეაციო მიზნებისათვის. ჩამდინარე წყლებისა და წყალმოხმარების ადგილზე წყალსატევის წყლის ნიმუშების ლაბორატორიული ანალიზით დადგინდა:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	ჩამდინარე წყლებში, ჩაშვების წინ	წყალსატევის წყალში	ზდკ წყალსატევის წყალში	მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი
1.	ნიკელი, მგ/ლ	0,08	0,06	0,1	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
2.	ტყვია, მგ/ლ	0,09	0,07	0,03	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
3.	სპილენძი, მგ/ლ	0,04	0,02	1,0	რეგანოლეპტიკური
4.	თუთია, მგ/ლ	0,1	0,05	1,0	საერთო სანიტარიული

1. შეაფასეთ ჩატარებული ანალიზების საკმარისობა წყლის ხარისხის დასადგენად;
2. შეაფასეთ შესწავლილი მაჩვენებლების საფუძველზე წყლის ჩაშვების პირობების შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან.

ამოცანა №5

ქალაქის გამწმენდი ნაგებობის საპროექტო სიმძლავრეა 6000 მ³/დღე-ღამეში. ფაქტიურად მიეწოდება 6500 მ³ საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლები. გამწმენდი ნაგებობის შემადგენლობაში შედის ცხავები, ქვიშის დამჭერები, პირველადი სალექარები, აეროტენკი, მეორადი სალექარები, საქლორატორო საკონტაქტო რეზერვუარით. ყველა ნაგებობა დამაკმაყოფილებელ სანიტარიულ მდგომარეობაშია.

გაწმენდის სხვადასხვა ეტაპზე ჩატარდა წყლის ლაბორატორიული გამოკვლევა, რის შედეგადაც მიღებულია შემდეგი შედეგები:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	გაწმენდამდე	პირველადი სალექარების შემდეგ	აეროტენკის შემდეგ	წყლების ჩაშვების წინ	წყალსატევის წყალში, წყლების ჩაშვების შემდეგ
1.	შეწონილი ნივთიერებები, მგ/ლ	152	45	14	12	0,7
2.	ჟბმ$_{სრული}$, მგ O_2/ლ	42	26	18	15	5,5
3.	ნარჩენი ქლორი, მგ/ლ	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	1,5	არ აღმოჩნდა
4.	აქტოზადებითი ნანლავის ჩხირი, ლ	10^9	10^9	10^7	10^5	$5 \cdot 10^3$
5.	გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ	0,1	0,2	0,5	3	6

1. შეაფასეთ ქალაქის გამწმენდი ნაგებობის დატვირთვის საპროექტო მოცემულობის დაცვის მდგომარეობა;
2. შეაფასეთ გაწმენდის ეფექტურობა;
3. დასახეთ შესაბამისი ღონისძიებები.

ამოცანა №6

ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების დროს ჩატარებულია წყალსატევის წყლის ანალიზი. წყლის ნიმუშები აღებულია 2 წერტილში: ჩაშვების ადგილის ზემოთ და წყალმოხმარების უახლოესი პუნქტიდან 1 კმ-ით ზემოთ. შესწავლილია წყალსატევის ჰიდრობიოლოგიური მაჩვენებლები. აღმოჩენილია პოლისაპრობები.

1. შეაფასეთ წყლის ნიმუშების აღების სისწორე;
2. შეაფასეთ წყალსატევის სანიტარიული მდგომარეობა.

ამოცანა №7

ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების დაპროექტების დროს გათვალისწინებულია მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის დანადგარებისათვის სდზ-ის ორგანიზაცია. გამწმენდი ნაგებობების წარმადობა აღემატება 200 $მ^3$/დღე-ღამეში. დაგეგმილიასაცხოვრებელი სახლებიდან სარწყავი ველების დაცილება 100 მ-ით, ხოლო ბიოლოგიური გუბურებისა — 50 მ-ით.

1. შეაფასეთ ტერიტორიის შერჩევის სისწორე;
2. დასახეთ შესაბამისი ღონისძიებები.

ამოცანა №8

გათვალისწინებულია საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება მდინარეში. განმენდის დანადგარებიდან გამოყენებულია აეროტენკი. წყლის ლაბორატორიული ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ შენონილი ნივთიერებების შემცველობა შემცირდა 40%-ით, ჟბმ$_5$ — 30%-ით, ბაქტერიების საერთო რაოდენობა — 70%-ით.

1. შეაფასეთ აეროტენკის მუშაობის ეფექტურობა;
2. დასახეთ შესაბამისი ღონისძიებები.

ამოცანა №9

ქალაქის საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის შემადგენლობაში შედის ცხავები, ქვიშის დამჭერები, პირველადი და მეორადი სალექარები. განმენდის სხვადასხვა ეტაპზე ჩატარდა წყლის ლაბორატორიული გამოკვლევა, რის შედეგადაც მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	განმენდამდე	სალექარების შემდეგ	წყალსატევის წყალში, წყლების ჩაშვების შემდეგ
1.	შენონილი ნივთიერებები, მგ/დმ^3	152	45	0,7
2.	ჟბმ$_{სრ.}$, O_2მგ/ლ	42	26	5,5
3.	ნარჩენი ქლორი, მგ/ლ	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
4.	ლაქტოზადადებითი ნაწლავის ჩხირი, ლ	10^9	10^6	10^4
5.	გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ	0,1	0,2	6

1. შეაფასეთ ჩამდინარე წყლების მექანიკური გაწმენდის ეფექტურობა.
2. შეაფასეთ ჩამდინარე წყლების განზავების ხარისხი.

ამოცანა №10

სანიტარიული დასკვნისათვის ნარმოდგენილია მუნიციპალური კანალიზაციის მშენებლობის ტექნიკური პროექტი. პროექტის თანახმად, საქალაქო კანალიზაციაში ჩაედინება საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო წყლები, აგრეთვე სამრეწველო ჩამდინარე წყლები, რომლებიც წინასწარ იწმინდება ლოკალურ გამწმენდ ნაგებობებზე.

პროექტით გათვალისწინებულია ჩამდინარე წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდა და ქლორით გაუსნებოვნება.

გათვალისწინებულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვება მდინარეში, რომელიც დინების ქვემოთ გამოიყენება მოსახლეობის მასობრივი დასვენებისათვის.

ჩამდინარე წყლებისა და წყალსარგებლობის პუნქტში წყალსატევის წყლის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების შესწავლით მიღებულია შემდეგი შედეგები:

№	წყლის ხარისხის მაჩვენებლები	ჩამდინარე წყლებში, ჩაშვების ნიშ	ჩამდინარე წყლებში დაშვები გაანგარიშებული რაოდენობა (С-ჩაშვ.)	წყალსატევის წყალში, წყალსარგებლობის პუნქტთან	ზდკ წყალსატევის წყალში	მაუნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებელი
1.	ჟბმ, მგ O_2/ლ	15	17,15	6,0	I კატეგ – 3,0; II კატეგ – 6,0	--
2.	შენონილი ნივთიერებები, მგ/ლ	15	15,54	7,0*	მომატება: I კატეგ - 0,25-ით; II კატეგ - 0,75-ით	—
3.	ნიკელი, მგ/ლ	0,08	1,54	0,06	0,1	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
4.	ტყვია, მგ/ლ	0,09	1,54	0,07	0,03	სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური
5.	სპილენძი, მგ/ლ	0,04	6,45	0,02	1,0	ორგანოლეპტიკური
6.	თუთია, მგ/ლ	0,1	6,45	0,05	1,0	საერთო სანიტარიული

* წყალსატევის წყალში შეწონილი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები შემცველობა ჩამდინარე წყლების ჩაშვებამდე — 6,25 მგ/დმ³.

1. დაადგინეთ წყლის ობიექტის წყალსარგებლობის კატეგორია;
2. შეაფასეთ ჩამდინარე წყლებში ქიმიური ნივთიერებების ფაქტიური კონცენტრაციები და გაანგარიშებული სიდიდეები, რომელთა ჩაშვება წყალსატევში დასაშვებია;
3. გამოიანგარიშეთ და შეაფასეთ ერთნაირი მალიმიტირებელი მაჩვენებლების მქონე ქიმიური ნივთიერებების წყალსატევში ჩაშვების შესაძლებლობა;
4. მიეცით სანიტარიული დასკვნა ჩამდინარე წყლების წყალსატევში ჩაშვების შესაძლებლობაზე და საჭიროების შემთხვევაში დასახეთ ღონისძიებები მოსახლეობის მასობრივი დასვენების ადგილის გაბინძურების თავიდან ასაცილებლად.

საკონტროლო ტესტები

1. ჩამოთვლილთაგან, უმნიშვნელოვანეს ბიოგენურ ელემენტებს მიეკუთვნება 1). კალციუმი; 2). წყალბადი; 3). ჰსოტი; 4). გოგირდი; 5). ფოსფორი; 6). კალიუმი.
ა) სწორია 1, 2, 5;
ბ) სწორია 2, 3, 6;
გ) სწორია 3, 5, 6;
დ) სწორია 3, 4, 5.

2. წყალში ქიმიური ნივთიერებების ნორმირების ჩატარებისათვის საჭიროა განისაზღვროს:
ა) ნივთიერების სტაბილობა წყლის არეში და ტოქსიკური თვისებები;
ბ) წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე გავლენა;
გ) წყლის ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე გავლენა;
დ) ყველა ჩამოთვლილი.

3. წყალსატევების წყალში ნივთიერებების მდკ ნორმირებას ტოქსიკოლოგიური კრიტერიუმის მიხედვით საფუძვლად უდევს შემდეგი დონე:
ა) ნოშოლოგიური;
ბ) სინდრომოლოგიური;
გ) ფიზიოლოგიურ-ადაპტაციური;
დ) ორგანოლეპტიკური.

4. წყალსატევებში თვითგაწმენდის პროცესის მიმდინარეობაზე უარყოფითად მოქმედი ფაქტორებია:
ა) ორგანული ნივთიერებების ბიოქიმიური დაშლა;
ბ) შეწონილი ნაწილაკების მექანიკური გამოლექვა;
გ) მზის ულტრაიისფერი სხივების სიუსვე;
დ) დაბალი ტემპერატურა.

5. სამრეწველო ჩამდინარე წყლები ფორმირდება შემდეგი პროდუქტების ხარჯზე: 1).ნედლეული; 2). საბოლოო პროდუქტები; 3). შუალედური პროდუქტები; 5). რეაგენტები; 6). გეერდითი პროდუქტები.
ა) სწორია 1, 2, 3;
ბ) სწორია 1, 2, 6;
გ) სწორია 1, 2, 5;
დ) ყველა პასუხი სწორ.ია.

6. ჩამდინარე წყლების ნალექის გაუსნებოვნებისათვის მცირე კანალიზაციის პირობებში (25 მ^3-მდე დღე-ღამეში) გამოიყენება:
ა) სეპტიკი;
ბ) მეორადი სალექარი;
გ) ორიარუსიანი სალექარი;
დ) პორიზონტალური სალექარი.

7. წყლის ობიექტებში დაიშვება წყლების ჩაშვება, რომლებიც:
ა) შეიცავს ნავთობპროდუქტებს და რადიოაქტიურ ნივთიერებებს;
ბ) შეიცავს საწარმოო პროდუქტებსა და რეაგენტებს
გ) შეიცავს ტექნოლოგიურ ნარჩენებს;
დ) გაწმენდილია მექანიკურად და ბიოლოგიურად.

8. მეცხოველეობის კომპლექსების ჩამდინარე წყლები არ შეიძლება გამოვიყენოთ ნიადაგის გასანოყიერებლად ნატიური სახით, რადგან შეიძლება განვითარდეს: 1).გარემოს მოთესვიანობა პათოგენური ჰელმინთებით; 2). გარემოს მოთესვიანობა ჰელმინთების კვერცხებით; 3). ნიადაგის დაბინძურება ტოქსიკური ნივთიერებებით; 4). წყალსატევის დაბინძურება ტოქსიკური ნივთიერებებით; 5). გრუნტის წყლების დაბინძურება ტოქსიკური ნივთიერებებით;
ა) სწორია 1, 2;
ბ) სწორია 2, 4;
გ) სწორია 2, 5;
დ) სწორია 3, 5.

9. ჩამდინარე წყლების მექანიკური გაწმენდის დროს დეზინფექციისათვის გამოიყენება:
ა) ოზონირება;
ბ) ულტრაიისფერი სხივები;
გ) ორმაგი ქლორირება;
დ) ამონიზაცია.

10. წყალსატევების ძლიერ დაბინძურებაზე მიუთითებს ჰიდრობიოლოგიური კვლევებით აღმოჩენილი წყალსატევში მობინადრე ქვემოთ ჩამოთვლილი ჯგუფის ორგანიზმები:
ა) ალფა-მეზოსაპრობები;
ბ) ბეტა-მეზოსაპრობები;
გ) პოლისაპრობები;
დ) ოლიგოსაპრობები.

11. ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთები, რომლებსაც შეიცავს ჩამდინარე წყლები, გროვდება წყალსაცავების ბიოტში, საკვები პროდუქტებით უბრუნდება ადამიანს და იწვევს ნეიროფსიქიკურ მოვლენებს, ამასთან, მოზრდილებში ცერებრალური დამბლის ტიპის, ხოლო ახალშობილებში - სპასტიკურ დამბლას, შემდეგ სიბრმავეს და გონებრივ ჩამორჩენილობას, ეს დაავადებაა:
ა) იტაი-იტაი;
ბ) მინამატი;
გ) ფლუოროზი;
დ) ამებესტომი.

12. ზედაპირული წყლების სამრეწველო ჩამდინარე წყლებით დაბინძურებისაგან დაცვის სან-ტექნიკური ღონისძიებების სისტემა მოიცავს: 1). ჩამდინარე წყლების ფიზიკური და მექანიკური გაწმენდის და გაუვნებლების მეთოდებს; 2). ჩამდინარე წყლების ქიმიურ-მექანიკური, ქიმიური და ქიმიურ-ფიზიკური გაწმენდის და გაუვნებლების მეთოდებს; 3). სამრეწველო პროცესების ტექნოლოგიური მეთოდების შეცვლას; 4).ჩამდინარე წყლების შემცირებას და წყალმომარაგების დახურული ციკლის შექმნას; 5). ცალკეული საამქროების განცალკევებულ კანალიზებას.

ა) სწორია 1, 2, 3;
ბ) სწორია 3, 4;
გ) სწორია 1, 2;
დ) სწორია 3, 4, 5.

13. ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდა აეროტენკში არის:
ა) ნიადაგის პირობებში ბუნებრივი პროცესების ინტენსიური მოდელირება;
ბ) წყლის არეში ბუნებრივი პროცესების ექსტენსიური მოდელირება;
გ) წყლის არეში ბუნებრივი პროცესების ინტენსიური მოდელირება;
დ) ნიადაგის პირობებში ბუნებრივი პროცესების ექსტენსიური მოდელირება;

14. წყალსატევების წყლის სისუფთავეზე მიუთითებს პიდრობიოლოგიური კვლევებით აღმოჩენილი წყალსატევებში მობინადრე ორგანიზმები: 1). ალფა-მეზოსაპრობები; 2).პოლისაპრობები; 3). ოლიგოსაპრობები; 4). ბეტა-მეზოსაპრობები; 5). კათარობები.

ა) სწორია 1, 2;
ბ) სწორია 2, 3;
გ) სწორია 3, 4;
დ) სწორია 3, 5.

15. წყალსატევებში თვითგაწმენდის პროცესის მიმდინარეობაზე უარყოფითად მოქმედებს შემდეგი ფაქტორები:
ა) ორგანული ნივთიერებების ბიოქიმიური დაშლა;
ბ) შეწონილი ნაწილაკების მექანიკური გამოლექვა;
გ) მზის ულტრაიისფერი სხივების სიმცირე;
დ) წყლის მიკროფლორის კონკურენცია

16. დატვირთვის რეჟიმის დაცვით მეთანტენკში გადამუშავებული ნალექი სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება როგორც სასუქი, შემდეგი თვისებების გამო:
ა) კარგად გასცემს წყალს, შეიცავს ბიოგენურ ელემენტებს და ოცზე მეტ მიკროელემენტს;
ბ) არ გამოსცემს მყრალ სუნს, არ იზიდავს ბუზებს;
გ) ეპიდემიოლოგიურად უსაფრთხოა;
დ) ყველა ჩამოთვლილის.

17. ზედაპირული წყლების სამრეწველო ჩამდინარე წყლებისაგან დაცვის ტექნოლოგიური ღონისძიებების სისტემა მოიცავს: 1). ტექნოლოგიური პროცე-

სების ცელილებას; 2).ჩამდინარე წყლების განმეორებით გამოყენებას; 3). ჩამდინარე წყლების გასუფთაების მექანიკურ მეთოდებს; 4). წყალმომარაგების ჩაკეტილი სისტემის შექმნას; 5).ჩამდინარე წყლებიდან ძვირფასი ნივთიერებების უტილიზაციას; 6). ჩამდინარე წყლების ჩაშვების რეგულირებას.

ა) სწორია 1, 3, 4, 5;
ბ) სწორია 1, 2, 4, 5;
გ) სწორია 2, 3, 4, 6;
დ) სწორია 2, 3, 5, 6.

18. წყალში ქიმიური ნივთიერებების ნორმატიეების დასადგენად საჭიროა განისაზღვროს:

ა) ნივთიერების სტაბილურობა წყლის არეში;
ბ) ნივთიერების წყლის ობიექტის სანიტარიულ რეჟიმზე და ორგანოლეპტიკურ თვისებებზე გავლენა;
გ) ნივთიერების ტოქსიკური თვისებები;
დ) ყველა ჩამოთვლილი.

19. ჩამოთვლილთაგან ბიოლოგიურ გუბურებში ჩამდინარე წყლების ორგანული ნივთიერებების დაშლას განაპირობებს: 1). წყლის ბაქტერიული ფლორა და ცოცხალი ორგანიზმები; 2). წყლის მაღალი ტემპერატურა; 3). წყლის ჩქარი მოძრაობა; 4). მზის სხივების სიუხვე;

ა) სწორია: 1, 2, 4;
ბ) სწორია: 1, 3, 4;
გ) სწორია: 1, 2, 3;
დ) სწორია: 2, 3, 4.

20. ორგანიზმზე ჩამდინარე წყლებით გარემოში გავრცელებული კადმიუმის ნაერთების მოქმედებით გამოწვეული დაავადება I სტადიაში ხასიათდება კუნთების მწვავე ტკივილით, II სტადიაში - ალბუმინურიით, წონაში დაკლებით, ხშირად ღლაუკომით, ტერ-მინალურ სტადიაში - ჩონჩხის დეფორმაციით. ეს დაავადებებაა:

ა) იტაი-იტაი;
ბ) მინამატი;
გ) ფლუოროზი;
დ) ბერილიოზი.

21. სარწყავი და საფილტრაციო ველების მოწყობა უფრო მიზანშეწონილია:

ა) დიდი ქალაქებისათვის;
ბ) სანატორიუმებისა და დასასვენებელი სახლებისათვის;
გ) ბავშვთა გამაჯანსაღებელი ბანაკებისათვის;
დ) მცირე დასახლებებისათვის.

22. რა მაჩვენებლებია მიღებული წყალში არსებული მავნე ნივთიერებების სტაბილურობის მახასიათებლად?

ა) ნივთიერების ნახევარდაშლის პერიოდი - T_{50};
ბ) ნივთიერების სიცოცხლის ხანგრძლივობა;
გ) ნივთიერების სრული დაშლის პერიოდი;
დ) ყველა აღნიშნული.

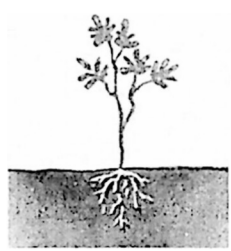
23. მექანიკურად და ბიოლოგიურად გაწმენდილი მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები, დამატებითი გაწმენდის შემდეგ, შეიძლება გამოყენებულ იქნას: 1). სამრეწველო საჭიროებისათვის - ტექნიკური წყალმომარაგების ღია სისტემებში; 2). სამეურნეო წყალმომარაგებაში; 3). სამრეწველო საჭიროებისათვის ტექნიკური წყალმომარაგების დახურულ სისტემებში; 4). კვების საწარმოებში - საწარმოო წყალმომარაგების სისტემებში; 5). სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მოსარწყავად.
ა) სწორია 1, 2, 3;
ბ) სწორია 1, 3, 5;
გ) სწორია 1, 3, 4;
დ) სწორია 2, 4, 5.

24. დაუშვებელია თხევადი რადიოაქტიური ნარჩენების სამეურნეო კანალიზაციაში ჩაშვება, თუ ნარჩენების ხვედრითი აქტიურობა აჭარბებს წყლისათვის დასაშვებ კონცენტრაციას:
ა) 2-ჯერ;
ბ) 5-ჯერ;
გ) 10-ჯერ;
დ) 20-ჯერ.

25. ჩამდინარე წყლების ნალექის აერობული სტაბილიზაციის მეთოდით დამუშავებისას (დღე-ღამეში 25-10000 $მ^3$ წარმადობის) არ გამოიყენება:
ა) ორიარუსიანი სალექარები;
ბ) სალამე მოედნები;
გ) სასოფლო-სამეურნეო ველები;
დ) სეპტიკი.

თავი 3. ნიადაგის ჰიგიენა და დასახლებების სანიტარიული დაცვა

ნიადაგი, როგორც ეკოლოგიური სისტემის ერთ-ერთი მთავარი კომპონენტი, ძალზე მნიშვნელოვანია ადამიანთა და ცხოველთა არსებობისათვის. ნიადაგში მიმდინარეობს ორგანული ნივთიერებების დაშლისა და სინთეზის რთული პროცესები. იგი არის ინფექციური და არაინფექციური დაავადებებისა და ინვაზიების გადაცემის ერთ-ერთი ძირითადი გზა. ნიადაგზე, მის ხარისხობრივ მდგომარეობაზეა დამოკიდებული მცენარეული და ცხოველური პროდუქტების რაოდენობა და ხარისხი. იგი მცენარეული სამყაროს არსებობის აუცილებელი პირობა, სიცოცხლის საწყისია (სურ. 3.1.). ამდენად, ნიადაგის ხარისხობრივ მდგომარეობასთან დაკავშირებულია ადამიანის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების პირობების მრავალი ასპექტი (სურ. 3.2.). აქედან გამომდინარე, მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ნიადა-გის არაკეთილსასურველი გავლენის თავიდან ასაცილებლად აუცილე-ბელია მასში მიმდინარე პროცესების ცოდნა და სათანადო პროფილაქ-ტიკური ღონისძიებების გატარება.

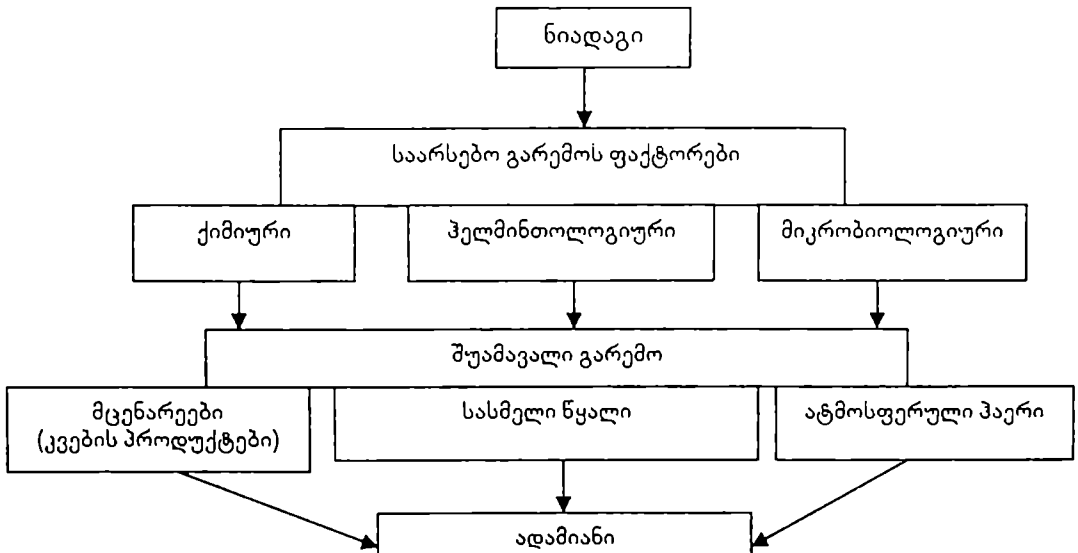


სურ. 3.1. ნიადაგი — სიცოცხლის არსებობის აუცილებელი პირობა

დასახლების ნიადაგის სანიტარიული თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელი მდგომარეობის უზრუნველყოფის ღონისძიებათა კომპლექსი ცნობილია ნიადაგის სანიტარიული დაცვის სახელით.

დასახლებების *ნიადაგის სანიტარიული დაცვა* გულისხმობს ღონისძიებათა კომპლექსს, რომელთაგან მთავარია:

- ნიადაგის ბუნებრივი თვისებების დაცვა;
- ხელოვნური საფარის მოწყობა;
- ნიადაგის დაცვა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებითა და გადანაყრებით გაბინძურებისაგან;
- დასახლებული ადგილების დასუფთავება;
- შენობებში კანალიზაციის მოწყობა.



სურ. 3.2 . ნიადაგის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა
და ცხოვრების პირობებზე

მხოლოდ ღონისძიებების კომპლექსურად გატარება უზრუნველყოფს ნიადაგის კეთილსასურველი მდგომარეობის და, შესაბამისად, მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვას.

3.1. ნიადაგის ცნება, მისი მექანიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

ნიადაგი ბუნებრივი გარემოს ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია, რომელიც დიდ და მრავალფეროვან როლს ასრულებს ადამიანის საარსებო გარემოს ფორმირებაში. თავისი ფუნქციების მრავალფეროვნების გამო, ადამიანის ცხოვრების პირობების ფორმირებაზე, დასახლებების ნიადაგის გარდა, გარკვეულ გავლენას ახდენს მისი სხვა სახეებიც.

პლანეტაზე ხმელეთის ფართობის სტრუქტურა შემდეგნაირადაა წარმოდგენილი:

I. ათვისებული:
1. დასახლებების ტერიტორია — 1%;
2. გზები (განმხოლოების ზოლებით) — 2%;
3. სასოფლო-სამეურნეო საკარგულები — 15%;
4. ბუნებრივი მდელოები — 20%;
5. რეკრეაციული ტერიტორიები — 2%.
   სულ — 40%

II. უდაბნო, ტუნდრა, მთები, ტაიგა, ტროპიკული ტყეები და სხვ. — 60 %.

ამრიგად, გარემოს ჰიგიენის სფეროში ექცევა დედამიწის მთელი ტერიტორიის მხოლოდ 40%. სხვა დანარჩენი 60% ეკოლოგების, ნიადაგმცოდნეების, აგრონომების, მეტყევეების და სხვ. ინტერესთა სფეროშია.

ცნობილი ეკოლოგისა და ნიადაგმცოდნის, აკადემიკოს ვ.ვ. დოკუჩაევის განმარტებით, „ნიადაგი არის დედამიწის ქერქის ზედა ფენა, რომელიც სახეშეცვლილია ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორებით“. ეს ლაკონური განმარტება სრულად მოიცავს ჰიგიენის კომპეტენციას ნიადაგის დაცვის სფეროში.

ნიადაგის მდგომარეობის სანიტარიული შეფასება დამოკიდებულია მის დანიშნულებაზე იმ პრაქტიკული მიზნებისთვის რისთვისაც ის გამოიყენება და, ამის მიხედვით, შეფასების კრიტერიუმების აბსოლუტური მაჩვენებლები მნიშვნელოვანი განსხვავებით ხასიათდება.

ნიადაგის სანიტარიული როლის შეფასებისათვის ჰიგიენის ინტერესს წარმოადგენს: 1) ნიადაგის გეოლოგიური შეფასება, 2) ნიადაგის მექანიკური აგებულება და ფიზიკური თვისებები, 3) ნიადაგის ჰაერი, 4) ნიადაგის ტენიანობა და ნიადაგის წყალი, 5) ნიადაგის დაბინძურება და მასში მიმდინარე თვითგაწმენდის პროცესები, 6) ნიადაგის მიკროორგანიზმები, განსაკუთრებით, პათოგენური ბაქტერიები, 7) ნიადაგის გაჯანსაღების ღონისძიებები.

ნიადაგი წარმოადგენს პირველადი ქანების მეტად ნელი გარდაქმნის პროდუქტს ქარების, წყლის, მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების ბიოლოგიური და ქიმიური ზემოქმედების შედეგად.

ნიადაგის ქანების მრავალი კლასიფიკაცია არსებობს, რომელიც პეტროგრაფიულ, ფიზიკურ, ქიმიურ და სხვა პრინციპებზეა დამყარებული. სანიტარიული მიზნით სარგებლობენ შერეული კლასიფიკაციით და გამოიყოფა ნიადაგის შემდეგი სახეები: კარგი ფილტრაციის (ქვიშიანი, ქვიშნარი, შავმიწა); ცუდი ფილტრაციის (თიხოვანი, თიხნარი) და ა.შ.

ნიადაგის ქანების მრავალფეროვნების მიუხედავად, მისი საფუძველია 4 ძირითადი ნივთიერება — სილიციუმისა და ალუმინის ოქსიდები, კირქვა და მანგანუმი.

ბუნებაში ცნობილია ნიადაგის 55 ძირითადი ტიპი, რომელთაგან საქართველოში გავრცელებულია 49. საქართველოს ნიადაგური საფარისათვის დამახასიათებელია ვერტიკალური ზონირება.

დანიშნულების მიხედვით გამოყოფენ ნიადაგის სამ სახეს:

• ბუნებრივი ნიადაგი დასახლების გარეთ, რომლის გამოყენება შესაძლებელია ახალი მშენებლობისათვის ან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსაყვანად;

• დასახლებების ხელოვნურად შექმნილი ნიადაგი, რომელთანაც შერეულია მოსახლეობის ცხოველმყოფელობისა და სამრეწველო ნარჩენები; ამავე ჯგუფში შედის ტერიტორიის ვერტიკალური დაგეგმარების შედეგად გადადგილებული გრუნტი. ხელოვნურად წარმოქმნილი ნიადაგის ორივე ჯგუფი გაერთიანებულია ტერმინით „დასახლების ნიადაგის კულტურული ფენა";

• ნიადაგის ხელოვნური საფარი: ასფალტის, ბეტონის, ღორღის და სხვ.

ნიადაგის ასეთ კლასიფიკაციას გარკვეული ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს.

ჰიგიენური თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია ნიადაგის კლასიფიკაცია მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით, რომელიც განაპირობებს მისი ფილტრაციის უნარს, ჰაერგამტარობას, ფორიანობას და ა.შ.

ნიადაგი ცალკეული ნაწილაკებისაგან, „მარცვლებისაგან" შედგება; მარცვლებს შორის სივრცეს ეწოდება ნიადაგის ფორები, რომელიც შევსებულია ჰაერით, წყლით ან სხვა ნივთიერებებით აიროვან, თხევად ან მყარ მდგომარეობაში. განარჩევენ წვრილ- და მსხვილმარცვლოვან ნიადაგს. თიხა, ტორფი, მერგელი მიეკუთვნება წვრილმარცვლოვან ნიადაგს.

ნიადაგში ფორების საერთო რაოდენობა მისი მოცულობის დაახლოებით 38%-ს შეადგენს. მსხვილმარცვლოვან ნიადაგში ფორები გაცილებით დიდია. რაც უფრო დიდია ფორები, მით უფრო კარგი გამტარია ნიადაგი ჰაერისათვის და ენერგიულად მიმდინარეობს მისი ფენების განიავება, განსაკუთრებით, ზედაპირთან ახლო ფენებში.

ნიადაგის ტემპერატურა დამოკიდებულია მის გათბობაზე მზის პირდაპირი სხივებით და სითბური გამოსხივების ინტენსიურობაზე. დიდ სიღრმეზე ვლინდება დედამიწის ღრმა ფენების სითბოს ზემოქმედება. ნიადაგის ტემპერატურაზე გავლენას ახდენს: ადგილობრივი კლიმატი, მოცემული ადგილის მიმართულება გეოგრაფიული განედის მიმართ (სამხრეთი, დასავლეთი და ა.შ.), ნიადაგის შედგენილობა და აგებულება, ნიადაგის ფერი.

ნიადაგის გათბობის ინტენსიურობა მის სტრუქტურაზეა დამოკიდებული: ქვიშა სწრაფად თბება, თიხა — ნელა, ხოლო შავმიწა ნიადაგი და ტორფი — კიდევ უფრო ნელა. ტენიანი ნიადაგი უფრო ნელა თბება და ცივდება, ვიდრე მშრალი ნიადაგი. მზის პირდაპირი სხივების მოქმედებით მუქი ფერის ნიადაგი უფრო სწრაფად და ძლიერად თბება, თუმცა ღამით ასევე სწრაფად და ძლიერად ცივდება ღია ფერის ნიადაგთან შედარებით.

ნიადაგი სითბოს ცუდი გამტარია და, ამიტომ, მისი ზედაპირული ფენის გათბობა და გაცივება ნელა აღწევს სიღრმეში. ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურის სადღეღამისო მერყეობა შესამჩნევია მხოლოდ ნიადაგის ზედა 5 სმ-იან ფენაში. მინის 16-33 მ სიღრმეში წყდება ტემპერატურის წლიური მერყეობა დ ნიადაგის ტემპერატურე უკვე მუდმივია: ყოველი 34,1 მ სიღრმეზე („გეოგრაფიული საფეხურები") მინის ქანის მუდმივი წლიური ტემპერატურა, დედამიწის შინაგანი სითბოს გავლენით, 1^0C–ით იზრდება. ნიადაგის საშუალო წლიური ტემპერატურა 0,5-1,0 მ სიღრმეზე დაახლოებით შეესაბამება ატმოსფერული ჰაერის საშუალო წლიურ ტემპერატურას. ნიადაგის ტემპერატურის გათვალისწინება აუცილებელია შენობების საძირკვლის ამოყვანისას, წყალსადენისა და კანალიზაციის სისტემების მონყობისას, აგრეთვე გათბობის სისტემების მონყობისას სარდაფის სართულებში.

ნიადაგის ფორებში არსებული ჰაერი ატმოსფერული ჰაერისგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება. კერძოდ, მასში შედარებით ნაკლებია ჟანგბადი და მეტი — ნახშირბადის დიოქსიდი, რაც გამოწვეულია ნიადაგში მუდმივად მიმდინარე რთული ბიოლოგიური პროცესებით. 4 მ სიღრმეზე ნიადაგის ჰაერი შეიცავს 16-17% ჟანგბადს, ხოლო 6 მ სიღრმეზე — 14-15%-ს. სუფთა ნიადაგის ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობა იშვიათად არის 0,1-0,4%-ზე ნაკლები, ხოლო გაბინძურებულ ნიადაგში შეიძლება 15%-მდე მიაღწიოს. ნიადაგის ფორების საშუალებით ნიადაგის ჰაერი მუდმივ კავშირშია ატმოსფერულ ჰაერთან. სუფთა ნიადაგში CO_2-ის მაღალი შემცველობა მიუთითებს ასეთი ნიადაგის დაბალ სავენტილაციო თვისებებზე. რაც წვრილია ფორები (განსაკუთრებით, მასში ტენის არსებობისას), მით უფრო ნაკლებია ჰაერცვლა.

გაბინძურებული ნიადაგის ჰაერში გვხვდება ბიოლოგიური ორგანიზმების ცხოველმყოფელობის პროდუქტები: გოგირდწყალბადი, ამიაკი, მერკაპტანი, აქღოლადი ცხიმოვანი მჟავები და ნახშირწყალბადები.

ნიადაგში წყლის შემცველობა მეტად დიდ ფარგლებში მერყეობს, რაც სხვადასხვა პირობაზეა დამოკიდებული. ნიადაგის ზედაპირული ფენის ტენიანობას განაპირობებს პერიოდული ატმოსფერული ნალექები, აგრეთვე მისი ჰიგროსკოპულობა. განსაკუთრებით ჰიგროსკოპულია ორგანული ნარჩენებით გაბინძურებული ნიადაგი. ნიადაგის ღრმა ფენების ტენიანობაზე უპირატეს გავლენას ახდენს ნიადგის წყალი.

ნიადაგში განარჩევენ სამ ზონას: 1) წყლის აორთქლების ზონა, 2) წყლის გავლის (ფილტრაციის) ზონა, 3) ნიადაგის წყლის ზონა (წყლის კაპილარული აწევის სარტყლის ჩათვლით).

ნიადაგში წყლის დგომის სიმაღლე მეტად განსხვავებულია და დამოკიდებულია ადგილობრივ პირობებზე. საერთოდ, ნიადაგის წყლის დონე მიდის დედამინის წყალგაუმტარი ქანის მდებარეობის პარალელურად. კაპილარული თვისებების გამო, ნიადაგის წყალი წვრილ ქვიშნარში (მარცვლების ზომით 0,02-0,1 მმ) 1-2 მ-ით აინევა, ხოლო ტორფიან ნიადაგში – 4-6 მ-ით, რაც ხელს უწყობს ასეთი ნადაგის შემცველი ტერიტორიის დაჭაობებას.

ნიადაგის წყლის დონე მუდმივად იცვლება, რაც დამოკიდებულია: ა) ნიადაგის მიერ შეწოვილ ატმოსფერულ ნალექებზე, ბ) წყლის დონეზე მეზობელ წყლის დიდ ობიექტებში (მდინარე, ტბა), გ) სხვა ადგილებიდან ნიადაგში შენაკადების მდგომარეობაზე.

ნიადაგის წყალი ჰორიზონტალური მიმართულებით ძლიერ ნელა მოძრაობს წყალგამტარი ფენის არსებობის/მდგომარეობის შესაბამისად. საშუალოდ, მისი სიჩქარეა 0,1-20,0 მ/დღე-ღამეში. აღინიშნება როგორც სრული უძრაობა, ისე ინტენსიური მოძრაობა — 50 მ-მდე/დღე-ღამეში.

3.2. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორები

ნიადაგს მინის ქანისგან განასხვავებს მთელი რიგი სპეციფიკური თვისებები, რაც შეძენილია სხვადასხვა ფაქტორის მოქმედების შედეგად. მათ *ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორები* ეწოდება. ძირითადი ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორებია: ძირითადი ქანი, ქვეყნის ასაკი (ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ხანგრძლივობა), ადგილის რელიეფი, კლიმატი (წყალი, ჰაერი, ინსოლაცია), ნიადაგის ბიოცენოზი, ანთროპოგენური ზემოქმედება. ამ ფაქტორების სხვადასხვა კომბინაციით ურთიერთქმედების შედეგად შეიქმნა ნიადაგის ის მრავალფეროვნება, რაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს მოსახლეობის ცხოვრების პირობებს. ნიადაგის მაგალითზე ყველაზე კონკრეტულად და თვალნათლივ ვლინდება ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების ერთიანობა და ურთიერთმოქმედება.

ძირითადი ქანი განიცდის ყველა სხვა ფაქტორის მოქმედებას. „ძირითადი ქანი არა მარტო ინერტული საფუძველია, რომელზეც მკვიდრდება სიცოცხლე. ის მიკროელემენტების წყაროა ამ სიცოცხლისათვის და ამით ის განსაზღვრავს ნიადაგის ბიოცენოზის ხასიათს და

ადამიანის ორგანიზმზე ნიადაგის გავლენას" (ვ.ი. ვერნადსკი)*. ძირითადი ქანის ნაყოფიერ ნიადაგად გარდაქმნა მრავალ სტადიას გაივლის, გრძელდება ასეული და ათასეული წლების განმავლობაში. ნიადაგის წარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს სიჩქარით 0,5-2 სმ ასი წლის განმავლობაში; ამის გამო, ნიადაგის ფენა ძლიერ თხელია — მისი სისქე 3-დან 25 სმ-მდე მერყეობს; იშვიათ შემთხვევაში აღწევს 1-1,5 მ-მდე.

ქვეყნის ასაკი ასახავს არა მარტო მთის ქანის გარდაქმნის პროცესს. მასზე მოქმედებს ამ ადგილისათვის ახალი ნივთიერებების შეტანა, რომელიც ხდება წყალდიდობებით, ვულკანური მტვრით, სამრეწველო გამონაფრქვევებით ატმოსფერულ ჰაერში, აგრეთვე ბიოცენოზის მეტაბოლიზმის შედეგად სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებების შეტანით, რომელიც, თავის მხრივ, ცვლილებას განიცდის. ნიადაგის ასაკი ასეული და ათასეული წლებით განისაზღვრება, ამის გამო იგი წარმოადგენს ბუნებრივი რესურსების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან არააღდგენად ფონდს.

ადგილის რელიეფი და *კლიმატი* ნიადაგის წარმოქმნის პროცესზე გავლენას ახდენს ძირითადად სითბოსა და ტენის გადანაწილების გზით. ამ ფაქტორების მოქმედება ძლიერ ნელი ტემპით ხორციელდება.

ნიადაგის ბიოცენოზი ყველაზე არამდგრადი და ცვლადი ფაქტორია. მიკროორგანიზმების მრავალი სახე, უმარტივესი მცენარეები და ცხოველები დედამიწის ქანის სახეცვლილების — ნიადაგის წარმოქმნის მნიშვნელოვანი პროცესის თანამონაწილეები არიან. ნიადაგის ბიოცენოზის ცხოველმყოფელობის შედეგად ნიადაგში მოხ-ვედრილი დაღუპული დიდი ორგანიზმების და მცენარეთა ნაშთების ორგანული ნივთიერებები იშლება მინერალური მარილების, წყლის, ნახშირმჟავას წარმოქმნამდე, ან წარმოქმნის ჰუმუსს — რთულ ორგანულ კომპლექსს, რომელიც ნიადაგის ძირითად თვისებას — *ნაყოფიერებას*, განსაზღვრავს.

ნიადაგი დიდი რაოდენობით შეიცავს მიკრობულ მასას. ნაყოფიერი ნიადაგის 1 ჰა შეიცავს დაახლოებით 5-7 ტონა მიკრობულ (ძირითადად, ბაქტერიულ) მასას. ეს მასა არ არის მხოლოდ ორგანული ნივთიერებების, აზოტის ან კვების სხვა ელემენტების აკუმულატორი. იგი ბიოლოგიურად აქტიური მასაა, რომელიც განუწყვეტლივ მრავლდება და, ამასთან ერთად, იღუპება.

ნიადაგში მუდმივად ან დროებით არსებობს პათოგენური მიკროორგანიზმების მრავალი სახე. მათგან დიდი ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ კლოსტრიდიების მრავალ სახეს, სპორის წარმომქმნელ ანაერობულ ჩხირებს, ტეტანუსის, ბოტულიზმის, აიროვანი განგრენის, ციმბირის წყლულის გამომწვევებს, რომელთათვისაც ნიადაგი ბუნებ-

---

* ვ. ი. ვერნადსკი — ბუნებისმეტყველი, მინერალოგი, კრისტალოგრაფი; გეოქიმიის, ბიოგეოქიმიის, რადიოგეოლოგიისა და ბიოსფეროს მოძღვრების ფუძემდებელი, აკადემიკოსი.

რივი ბიოტოპია*. სხვა პათოგენური მიკროორგანიზმები, რომლებიც სპორებს არ წარმოქმნის (სალმონელები, შიგელები, იერსინიები, ბრუცელები, ლეპტოსპირები და სხვ.), ნიადაგში ხვდება ადამიანისა და ცხოველის გამონაყოფებთან ერთად და მასში ცხოველმყოფელობას ინარჩუნებენ ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი დროის განმავლობაში. ამ ჯგუფის მიკროორგანიზმების ნიადაგში ცხოველმყოფელობის ვადებზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის მუდმივი მიკროფლორის (კერძოდ, სოკოების — აქტინომიცეტების) ანტაგონისტური თვისებები.

ნიადაგში მოხვედრილი მცენარეული ნარჩენების გადამუშავებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მაკროორგანიზმები. წლის განმავლობაში ნიადაგის 1 ჰა-ზე ნესტის ჭიები გადაამუშავებს 1 ტ მცენარეულ ნარჩენებს. მათი მეტაბოლიზმის პროდუქტის სახით დროის ერთეულში წარმოიქმნება საუკეთესო ნაყოფიერების მქონე ჰუმუსის მაგვარი მასა, რომელიც 4-ჯერ აღემატება ჭიების მასას.

ნიადაგის ბიოცენოზის შემადგენლობა და მისი ნაწილების ურთიერთდამოკიდებულება მკვეთრად იცვლება ნიადაგის ცვლილების შესაბამისად. ამინდის ცვალებადობა, წლის პერიოდების ცვლილება ცვლის ნიადაგის ბიოცენოზს. ბიოცენოზის დინამიკაში დიდ როლს ასრულებს პარაზიტიზმის და სიმბიოზის მოვლენები. ნიადაგის ბიოცენოზის ტრანსფორმაცია თვითრეგულირებადი პროცესია და მასში გარედან ჩარევამ შეიძლება წონასწორობის დარღვევა გამოიწვიოს.

ბიოცენოზის ცვლილებას განაპირობებს ნიადაგის ტექნოგენური გაბინძურებაც. ბიოცენოზის ზოგიერთი სახე ისეთი აბიოტური სუბსტანციიდან ნახშირბადის უტილიზაციის უნარს იძენს, როგორიცაა ფენოლები, ნავთობპროდუქტები, რითაც მკვეთრად ძლიერდება ნიადაგის თვითგაწმენდის პროცესი. მეტაბოლიზმის ასეთი ტრანსფორმაციის უნარი ძირითადად მიკროორგანიზმებისათვისაა დამახასიათებელი; ამასთან ერთად, წვიმის ჭიის 1 ეგზემპლარს დღე-ღამეში შეუძლია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ნიადაგში მოხვედრილი 4 გ მინერალური ზეთის შთანთქმა.

ნიადაგის წარმოქმნის *ანთროპოგენური* ფაქტორი ჩამოყალიბდა არა ბუნებრივი პროცესების შედეგად, არამედ ადამიანის შეგნებული ზემოქმედებით ბუნების მოვლენებზე. ეს ზემოქმედება ხშირად ბუნების კანონების საწინააღმდეგო ხასიათისაც კი არის.

ნიადაგზე ანთროპოგენური ფაქტორის ზემოქმედება შეიძლება გაორებულად გამოვლინდეს. იმ შემთხვევაში, როდესაც ითვალისწინებენ

ბიოტოპი (ბიო და ბერძნ. topos - ადგილი) — ამა თუ იმ ბიოცენოზით დაკავებული დედამინის ზედაპირის უბანი გარემოს ერთგვაროვანი აბიოტური პირობებით (რელიეფი, ნიადაგი, კლიმატი და ა.შ.). მოცემული ბიოტოპისათვის დამახასიათებელი პირობების კომპლექსი განსაზღვრავს როგორც ორგანიზმების სახეობრივ შემადგენლობას, ისე მათი არსებობის თავისებურებებს და, თავის მხრივ, იცვლება ბიოცენოზის მოქმედებით (БСЭ, т. 3, с. 367).

ასეთი ზემოქმედების ყველა შესაძლო შედეგს, შესაძლებელია ამ ჩარევით დადებითი შედეგის მიღება. თუ ჩარევა ხდება მოუფიქრებლად, მოსალოდნელი შედეგების განჭვრეტის გარეშე, ბიოსფეროს ცხოვრების სტერეოტიპების ცვლილებით, ასეთი ჩარევის შედეგად შესაძლებელია ადამიანზე არაპირდაპირი ან ირიბი უარყოფითი ზემოქმედება. უარყოფითი შედეგი შეიძლება იყოს ეკონომიკური დანაკარგი, ნიადაგის ნაყოფიერების გაუარესება. ჩამოთვლილი მოსალოდნელი უარყოფითი შედეგები მიეკუთვნება ეკოლოგების, ნიადაგმცოდნეების, აგრონომების და სხვა სპეციალისტების კომპეტენციას. თუმცა, ბუნების ნორმალურ განვითარებაში მოუფიქრებელი ჩარევა იწვევს ისეთ შედეგებს, რომელიც აუარესებს ადამიანის ცხოვრების სანიტარულ პირობებს, რაც უნდა გაითვალისწინოს ნიადაგის ჰიგიენის სპეციალისტმა.

XX ს II ნახევრისათვის დამახასიათებელი სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის შედეგად ადამიანი ჩამოყალიბდა რეალურ გეოლოგიურ ძალად. მკვეთრად გაიზარდა ნიადაგის წარმოქმნის პროცესებზე ადამიანის ზემოქმედების მასშტაბები და ტემპები. უდიდეს გავლენას ახდენს ნიადაგის წარმოქმნის პროცესებზე ადამიანის მიერ ჰიდროლოგიური პირობების შეცვლა — ნიადაგის მელიორაცია, ჭაობების დაშრობა, ხელოვნური რენვის სისტემების შექმნა, ხელოვნური წყალსაცავების შექმნა სხვადასხვა მიზნით და ა.შ. ამ ჩარევის შედეგად დაირღვა ნიადაგის წარმოქმნის ბუნებრივი, ნელა მიმდინარე პროცესები. ამის შედეგად იცვლება ნიადაგის ბიოცენოზი და თვით ლანდშაფტი.

ნიადაგის წარმოქმნის პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს მრეწველობის განვითარება, განსაკუთრებით მისი ისეთი დარგები, როგორიცაა სამთომომპოვებელი და ქიმიური, აგრეთვე სათბობ-ენერგეტიკული მრეწველობა. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების და გადამუშავების შედეგად ადამიანი ქმნის ფუჭი ქანების, აგრეთვე შლამის, ნაცრის, წიდის ნაყარის უზარმაზარ მასებს. ისინი არა მარტო ამდიდრებს ირგვლივ მდებარე ტერიტორიის ნიადაგს მათთვის დამახასიათებელი ნივთიერებებით, ამასთან ერთად, კარდინალურად ცვლის მის სტრუქტურას.

თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტენსიფიკაციის ძირითადი მიმართულებებია მექანიზაცია და ქიმიზაცია. ეს უკანასკნელი დაკავშირებულია მინერალური სასუქების, პესტიციდების და აგროქიმიკატების ინტენსიურ გამოყენებასთან. ფართოდ განვითარდა ექსტენსიური მიმართულებაც — ახალ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ათვისება. ყველა ეს ღონისძიება (ზოგჯერ სათანადო დასაბუთების გარეშე) ხელს უწყობს ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიების განვითარებას, ნიადაგის გაღარიბებას ნაყოფიერი სუბსტრატით — ჰუმუსით, ნიადაგის გამდიდრებას უცხო ნივთიერებებით, რომელიც ხშირად ნორმალურ ბიოცენოზს თრგუნავს. ამრიგად, ანთროპოგენური ფაქტორი უარყოფით გავლენას ახდენს ნიადაგის წარმომქმნელ სხვა ფაქტორებზე. ყველა ბუნებრივი ფაქტორი მოქმედებს ძლიერ ნელა ან ციკლურად, და მხოლოდ ანთროპოგენური ზემოქმედება ხასიათდება დიდი სიჩქარით, ხშირად ბიოლოგიური ან მეტეოროლოგიური ციკლების

დარღვევით, რაც ნიადაგის წარმოქმნის ჰარმონიულად თვითრეგულირებადი პროცესის დეზორგანიზაციას იწვევს.

ჩამოთვლილი პროცესები ძირითადად ეკოლოგიური და აგროტექნიკური პრობლემებია. თუმცა მიწითა და წიაღით არარაციონალური სარგებლობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მოსახლეობის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიურ კეთილდღეობაზე. ამდენად, ამ პრობლემების ცოდნა აუცილებელია დასახლებების ნიადაგის სანიტარიული დაცვის რაციონალური პროფილაქტიკური ღონისძიებების შემუშავებისათვის.

3.3. ნიადაგის ეკოლოგიური ფუნქციები

ნიადაგის ეკოლოგიური ფუნქციები განისაზღვრება მისი ძირითადი ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოლოგიური და ბაქტერიოლოგიური მახასიათებლებით. ეს ფუნქციებია: ნაყოფიერება, ადამიანისა და ცხოველების ცხოველმყოფელობის ნარჩენების, აგრეთვე, დაღუპული ორგანიზმების (მცენარეებისა და ცხოველების) დამარხვა და უტილიზაცია, ნივთიერებების ბუნებრივი წრიული ბრუნვის პროცესებში მონაწილეობა.

ნიადაგის *ნაყოფიერება* არის მცენარეების საშუალებით მზის ენერგიის კუმულაციის, ქიმიურ ენერგიად მისი ტრანსფორმირებისა და ორგანული ნივთიერებების სინთეზის უნარი.

დაღუპული ორგანიზმების (მცენარეებისა და ცხოველების) *დამარხვა და უტილიზაცია* ნიადაგის მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ფუნქციაა. ამ ფუნქციას ხშირად თვითგაწმენდის პროცესი ეწოდება. იგი წარმოადგენს მრავალსტადიურ და თვითრეგულირებად პროცესს ნიადაგის ბიოცენოზის ყველა ელემენტის მონაწილეობით, ნიადაგის მიკროფლორის წამყვანი როლით. თვითგაწმენდის პროცესი ორი მიმართულებით მიმდინარეობს: ა) *მინერალიზაცია* — დაღუპული ორგანული სუბსტრატის დაშლა აერობულ პირობებში ნახშირმჟავას, წყლის, ნიტრატებისა და ფოსფატების წარმოქმნით; ბ) *ჰუმიფიკაცია* — დაღუპული ორგანული სუბსრატის რთულ ორგანულ კომპლექსად ტრანფორმაციის რთული ბიოქიმიური ანაერობული პროცესი. ამ პროცესს დიდი აგროტექნიკური და ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს. აგროტექნიკური თვალსაზრისით, ჰუმუსი ძირითადად განაპირობებს ნიადაგის ნაყოფიერებას. ჰუმუსი არ ლპება, არ გამოყოფს არასასიამოვნო აირებს, არ იზიდავს ბუზებს. ჰუმიფიკაციის პროცესში ილუპება პათოგენური მიკროორგანიზმები, რაც ამ პროცესის დიდ ჰიგიენურ მნიშვნელობას განაპირობებს.

ბუნებრივი ეკოსისტემის ნიადაგში მინერალიზაციისა და ჰუმიფიკაციის პროცესებს შორის წონასწორობაა, ხოლო მათი პროდუქტები მცენარეთა განვითარების საფუძველია. ამ სისტემაში ადამიანის ჩარევა არა მარტო არღვევს სისტემის წონასწორობას, არამედ ამ პროცესებს ცვლის ლპობითი პროცესებით, რაც ნიადაგის არადამაკმაყოფილებელი სანიტარიული მდგომარეობის განვითარებას იწვევს.

ნივთიერებების ბუნებრივი წრიული ბრუნვის პროცესებში მონაწილეობა მნიშვნელოვნად განაპირობებს პლანეტაზე სიცოცხლის არსებობას. 1 დღე-ღამის განმავლობაში 1 ჰა ტყის მასივი შთანთქავს და

შეკავშირებულ მდგომარეობაში გადაჰყავს 220-280 კგ ნახშირბადის დიოქსიდს და გამოყოფს 120-160 კგ ჟანგბადს. ამ რთულ მრავალფაქტორიან პროცესში ნიადაგის როლი წამყვანია.

ნიადაგის ყველა ეკოლოგიური ფუნქციის ნორმალური განხორციელება ხელს უწყობს სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიურ კეთილდღეობას; თუმცა ეს კეთილდღეობა ზოგჯერ მნიშვნელოვნად უარესდება და ირღვევა ანთროპოგენური ფაქტორებით — სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების, მოსახლეობის კონცენტრაციით, ურბანიზაციის პროცესებით. ამ პროცესში დიდ როლს ასრულებს სუბიექტური მომენტიც — ეკოლოგიური კანონების იგნორირებით ბუნებრივი რესურსებისადმი მომხმარებლური დამოკიდებულება.

ნიადაგის მდგომარეობასა და ნაყოფიერებაზე ამ პროცესის გავლენის შეფასება, ნიადაგისათვის უსაფრთხო ზემოქმედების დონეების დადგენა ეკოლოგიის, ნიადაგმცოდნეობისა და აგრონომიული მეცნიერების ამოცანაა.

ნიადაგის ჰიგიენა, როგორც სამედიცინო მეცნიერების ერთ-ერთი პროფილაქტიკური მიმართულება, შეისწავლის როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ზემოქმედებით შეცვლილი ნიადაგის გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე, ადგენს ზემოქმედების უსაფრთხო დონეებს და შეიმუშავებს ასეთი ზემოქმედების უარყოფითი შედეგების თავიდან აცილების ღონისძიებებს.

3.4. ნიადაგის ჰიგიენური მნიშვნელობა

ნიადაგის შემადგენელი კომპონენტებია არაორგანული (მინერალური), ორგანული და ორგანულ-მინერალური კომპლექსები, აგრეთვე ნიადაგის ხსნარები, ჰაერი და მიკროორგანიზმები.

ნიადაგის დაბინძურების ხარისხზე მსჯელობისას ძირითადი კრიტერიუმია მისი შედარება საკონტროლო, ბუნებრივი შედგენილობის ნიადაგთან.

ნიადაგის არაორგანული (მინერალური) კომპონენტების 60-89%-ს კრისტალური კვარცი შეადგენს. ნიადაგის მინერალურ შემადგენლობაში მნიშვნელოვანია ალუმინსილიკატების შემცველობა. მათ გარდა, ნიადაგის შემადგენლობაში შედის ძალიან ბევრი ქიმიური ელემენტი. ყველაზე მეტად გავრცელებულია 3.1. ცხრილში მოყვანილი ელემენტები.

ნიადაგი თავისი არსით გიგანტურ ლაბორატორიას წარმოადგენს, სადაც განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ორგანული ნივთიერებების დაშლისა და სინთეზის მრავალფეროვანი და რთული პროცესები, ფოტოქიმიური მოვლენები. მასში წარმოიქმნება ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების ახალი კომბინაციები. იგი წარმოადგენს პათოგენური მიკროორგანიზმების (ბაქტერიების, ვირუსების, უმარტივესებისა და ჰელმინთების კვერცხების) გაუვნებელყოფის ბუნებრივ გარემოს. მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ადგილის კლიმატზე ფართოდ გამოიყენება თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების განმენდისა და გაუსნებოვ-

ცხრილი 3.1.

ბუნებრივი სუფთა აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის შემადგენლობა

№	ელემენტი	ელემენტის შემცველობა, მასის %
1.	ჟანგბადი	49,13
2.	სილიციუმი	26,00
3.	რკინა	4,20
4.	კალციუმი	3,25
5.	ნატრიუმი	2,40
6.	კალიუმი	2,35
7.	ნახშირბადი	0,35
8.	ქლორი	0,20

ნებისთვის; ამ გზით ნიადაგში შეტანილი დამაბინძურებლები შემდგომ მიგრირდება მცენარეებში, ატმოსფერულ ჰაერში, წყლის ობიექტების წყალში და, შესაბამისად, სასმელ წყალში. ამრიგად, ნიადაგი დიდ გავლენას ახდენს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე.

ამრიგად, ნიადაგს დიდი ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს, რაც განპირობებულია იმით, რომ ნიადაგი (სურ. 3.3.):

1. მთავარი ფაქტორია ბუნებრივი და ხელოვნური ბიოგეოქიმიური პროვინციების ფორმირების პროცესში, რომელიც დიდ როლს ასრულებს ენდემიური დაავადებების განვითარებაში;

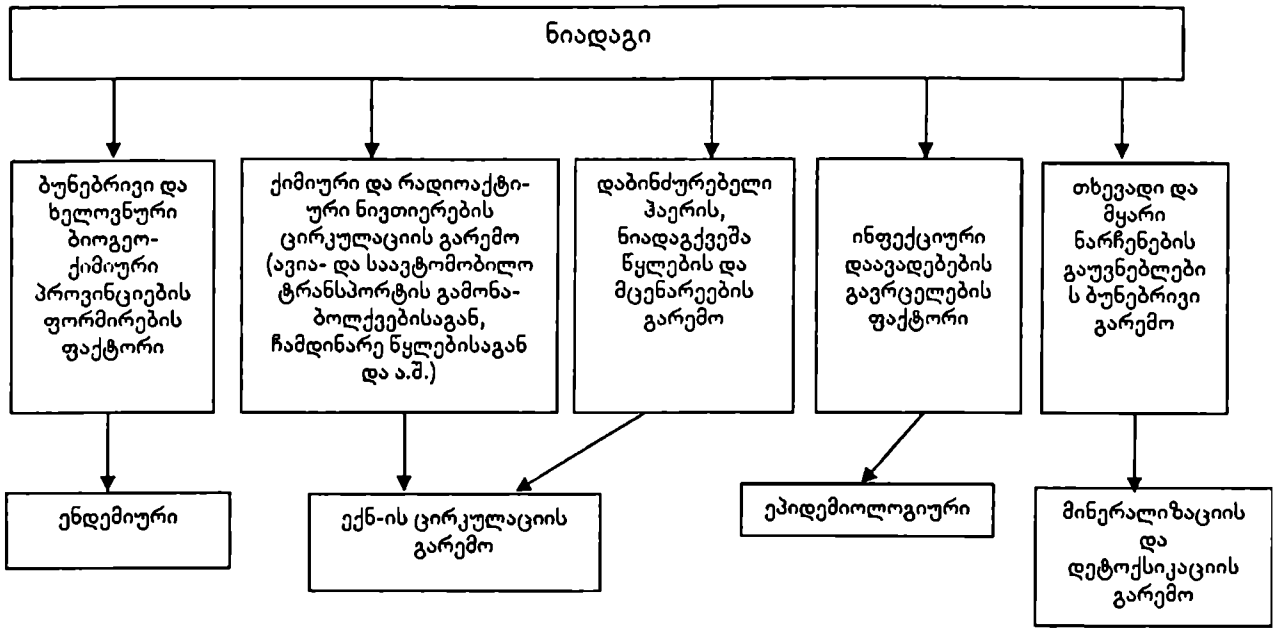
2. წარმოადგენს ადამიანის საქმიანობის შედეგად გარემოში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებების (ყოფა-ცხოვრებაში გამოყენებული ქიმიური ნივთიერებების, სამრეწველო საწარმოების გამონაფრქვევების, საავიაციო და საავტომობილო ტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირების და ა.შ.) ცირკულაციის არეს, რაც გავლენას ახდენს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე;

3. არის ატმოსფერული ჰაერის, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების, აგრეთვე ადამიანის მიერ საკვებად გამოყენებული მცენარეულობის ქიმიური და ბიოლოგიური გაბინძურების ერთ-ერთი წყარო, რაც რაც გავლენას ახდენს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე;

4. ინფექციური დაავადებების გადაცემის ფაქტორია (ნიადაგის ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა);

5. თხევადი და მყარი ნარჩენების გაუვნებლებისა და გაუსნებოვნების ბუნებრივი, ყველაზე შესაფერისი გარემოა.

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური მდგომარეობა და, შესაბამისად, მისი ჰიგიენური თვისებები, განისაზღვრება ზემოთ ჩამოთვლილი პროცესების ხასიათით, და მათი გამოხატვის ინტენსიურობით. ამ გარემოებების საფუძველზე ყალიბდება ნიადაგის გარკვეული მდგომარეობა, რაც გავლენას ახდენს მოსახლეობის ცხოვრების პირობებზე და ჯანმრთელობაზე.



სურ. 3.3. ნიადაგის ჰიგიენური მნიშვნელობა

3.5. დასახლებების ნიადაგის დაბინძურების ჰიგიენური კრიტერიუმები

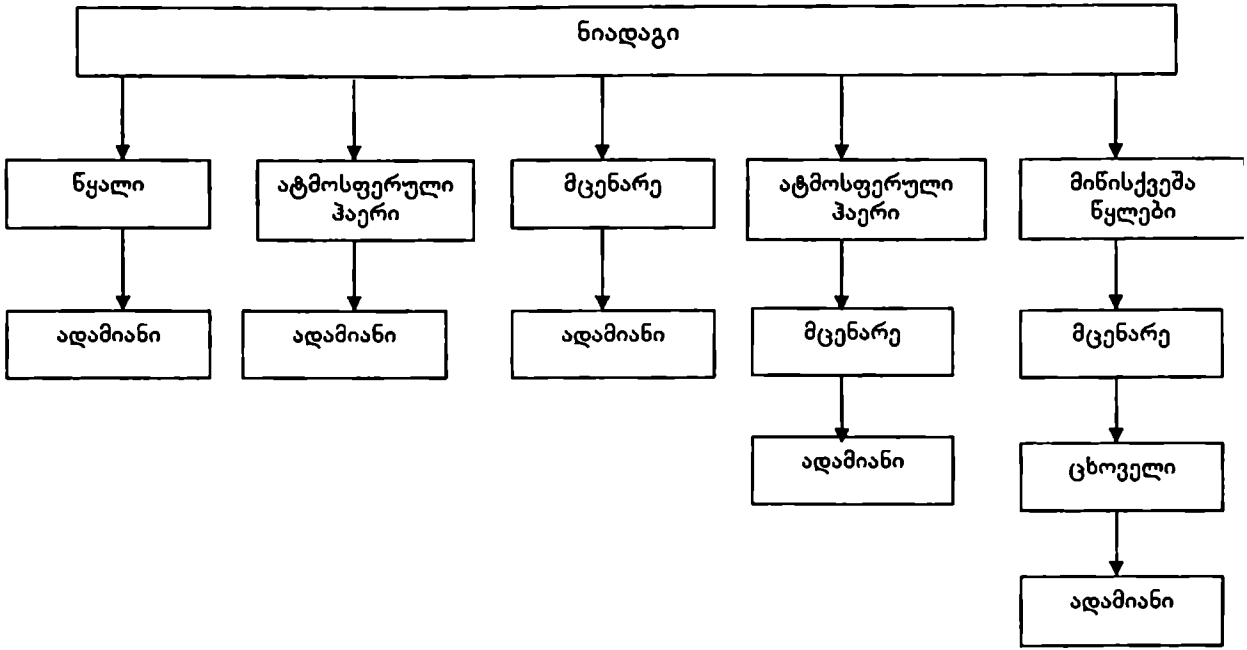
ნიადაგი საკმაოდ რთული ქიმიური შედგენილობით ხასიათდება. იგი შეიცავს პერიოდული სისტემის პრაქტიკულად ყველა ელემენტს სხვადასხვა თანაფარდობითა და სხვადასხვა შენაერთების სახით. ადამიანის მიერ აქტიურად ექსპლუატირებული ნიადაგის ერთ-ერთი ფუნქციაა ცოცხალი ორგანიზმის დამარხვა. ისტორიულად იგი ითვლება „ბინძურ სუბსტრატად", მაგრამ ნიადაგისათვის იგი ნორმალური, ბუნებრივი კომპონენტია. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში ადამიანს ნიადაგში მიზანმიმართულად შეაქვს მისთვის უცხო ქიმიური ნივთიერებები (სასუქები, პესტიციდები და სხვა შხამ-ქიმიკატები) და ორგანული სასუქი (მინერალიზაციისა და ჰუმიფიკაციის პროდუქტები, მიკროორგანიზმები და მათი ცხოველმყოფელობის პროდუქტები), მაგრამ ეს პროცესი არ ითვლება ნიადაგის გაბინძურებად, რადგან მისი მიზანია ნიადაგის მთავარი ბუნებრივი თვისებისა და ეკოლოგიური ფუნქციის — ნაყოფიერების გაზრდა.

ამდენად, ნიადაგის სისუფთავისა და, შესაბამისად, გაბინძურების შეფასება საკმაოდ მრავალწახნაგოვანი პრობლემაა და მასზე ერთმნიშვნელოვანი პასუხის გაცემა რთულია.

ჯანმო-ს განმარტებით, ნიადაგის დაბინძურებად ითვლება მასში არსებული ქიმიური ნივთიერებები, ბიოლოგიური ორგანიზმები (ბაქტერიები, ვირუსები, უმარტივესები, ჰელმინთები) და მათი ცხოველმყოფელობის პროდუქტები, რომელიც ნიადაგში გვხვდება არასაჭირო ადგილზე, არასაჭირო დროს და არასაჭირო რაოდენობით.

ჰიგიენური თვალსაზრისით, ნიადაგის დაბინძურებად ითვლება მასში ქიმიური ნივთიერებების და ბიოლოგიური კომპონენტების მხოლოდ ის დონე, რომელიც საშიში ხდება ადამიანისათვის კონკრეტულ ნიადაგთან პირდაპირი კონტაქტის დროს ან ნიადაგთან კონტაქტირებული გარემოს საშუალებით შემდეგი ეკოლოგიური ჯაჭვების მეშვეობით: ნიადაგი — წყალი — ადამიანი; ნიადაგი — ატმოსფერული ჰაერი — ადამიანი; ნიადაგი — მცენარე — ადამიანი; ნიადაგი — ატმოსფერული ჰაერი — მცენარე — ადამიანი; ნიადაგი — მიწისქვეშა წყლები — მცენარე — ცხოველი — ადამიანი (სურ. 3.4.).

ამრიგად, ნიადაგის სისუფთავის შეფასება სხვადასხვა სიტუაციაში (საბავშვო ბაღის ტერიტორიაზე, სამრეწველო საწარმოს სანიტარიული დაცვის ზონის ტერიტორიაზე, საცხოვრებელი რაიონის ტერიტორიაზე, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დამარხვის პოლიგონზე და ა.შ.) ხდება ერთი და იგივე კრიტერიუმების მიხედვით, მაგრამ ამ კრიტერიუმების აბსოლუტური მნიშვნელობები, მათი ჰიგიენური ინტერპრეტაცია და საბოლოო დასკვნა განსხვავებული იქნება.



სურ. 3.4. დაბინძურებული ნიადაგის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის ეკოლოგიური ჯაჭვი

3.6. ნიადაგის დაბინძურების წყაროები

ნიადაგის დამაბინძურებელი ყველა აგენტი ორ ჯგუფად იყოფა:

- ქიმიური (ორგანული და არაორგანული);
- ბიოლოგიური (ბაქტერიები, ვირუსები, უმარტივესები, ჰელმინთების კვერცხები, უმარტივესების ოოცისტები).

ქიმიური გამაბინძურებლები, ნიადაგში მოხვედრის ხასიათის მიხედვით, ორ ჯგუფად იყოფა:

- ნიადაგში ორგანიზებულად, გეგმიურად, მიზანმიმართულად მოხვედრილი;
- ნიადაგში სამრეწველო წარმოების პროცესში ან ადამიანის საყოფაცხოვრებო საქმიანობის შედეგად მოხვედრილი.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ე.წ. აგროქიმიკატები, სხვადასხვა მიმართულების ბიოლოგიური აქტიურობის სხვადასხვა ქიმიური კლასის ნივთიერებები. ნიადაგში მათი შეტანის აუცილებლობა განპირობებულია აგროტექნიკური და ეკონომიკური გარემოებებით — მათი გამოყენების შედეგად უმჯობესდება ნიადაგის აგროტექნიკური თვისებები, იზრდება მისი ნაყოფიერება და შესაძლებელია კულტურული მცენარეების დაცვა მავნებლებისაგან. მათი გამოყენება ჰიგიენური პრობლემა ხდება იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგში შეტანის დროს არ იქნება დაცული აგროტექნიკური რეგლამენტები და მათი მოხმარება დადგენილზე მეტი დოზებით მოხდება.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ნივთიერებები, რომელიც ნიადაგში ხვდება სამრეწველო გამონაფრქვევებისა და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირების ატმოსფერული ჰაერიდან სედიმენტაციის შედეგად, სამრეწველო და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ტრანსპორტირების დროს, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო მყარი ნარჩენების დამარხვის დროს და ა.შ.

სხვადასხვა გზით ნიადაგში მოხვედრილი ნივთიერებების საშიშროება განისაზღვრება მათი ტოქსიკურობით, ალერგიული, მუტაგენური და სხვ. ეფექტებით, რომლებიც საშიშროებას ნარმოადგენს ადამიანის როგორც თანამედროვე, ისე მომავალი თაობებისათვის. მნიშვნელოვანი ფაქტორია, აგრეთვე, ნიადაგში ნივთიერებების სტაბილურობა.

ნიადაგის გაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა ეროვნული მეურნეობის სხვადასხვა დარგის საწარმოები. მავნე მოქმედებით მათგან განსაკუთრებით გამოიყოფა სამთომომპოვებელი მრეწველობა, სათბობენერგეტიკული მრეწვეობა, სოფლის მეურნეობა და სხვა. დიდია, აგრეთვე, სამრეწველო გამონაფრქვევების და მყავე წვიმების როლი.

სამთომომპოვებელი მრეწველობის საწარმოებში, სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების პროცესში, ხდება ფუჭი ქანების დიდი რაოდენობით დაგროვება. სასარგებლო წიაღისეულის პირველადი გადამუშავების — გამდიდრების (ძირითადად ფლოტაციის გზით) არსია მადნიდან სასარგებლო ნივთიერებების გამოყოფა. ამ პროცესის ნარჩენი — ფლოტაციის კუდები დიდი რაოდენობით გროვდება. როგორც ფუჭი

ქანები, ისე ფლოტაციის კუდები მიწის ზედაპირზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დიდ ტერიტორიას იკავებს. მათში არსებული მრავალფეროვანი ქიმიური ნივთიერებები განიცდის მიგრაციას ნიადაგსა და მიწისქვეშა წყლებში, წარიტაცება ქარით, რის გამოც ატმოსფერულ ჰაერს აბინძურებს.

სამთომომპოვებელი მრეწველობის ტექნოგენური ზემოქმედება ბუნებაზე თავისი მასშტაბით მრავალჯერ აღემატება ბუნებრივი პროცესების ანალოგიურ მოქმედებას. აშშ-ში, სამთომომპოვებელი მრეწველობის ფუნქციონირების, გზებისა და სხვა ნაგებობების მშენებლობის შედეგად ყოველწლიურად გადაადგილდება 7,6 მლრდ ტ გრუნტი, ხოლო ყველა ბუნებრივი მოვლენის შედეგად, ძირითადად მდინარეების მიერ გადაადგილდება მხოლოდ 1 მლრდ ტ მთის ქანები.

ნიადაგის დაბინძურებაში მნიშვნელოვანია *სამბრძ-ენერგეტიკული მრეწველობის* წილი. ქვანახშირის საწვავზე მომუშავე თანამედროვე თბოელექტროსადგურებსა და თბოელექტროცენტრალებში საწვავის ნაცრის წილი 35-65%-ის ფარგლებშია, რომელიც სპეციალურ საყრელებზე გროვდება. მათი სადრენაჟო წყლებით (რომელიც ქიმიური ნივთიერებების ფართო სპექტრს შეიცავს) შესაძლებელია როგორც ზედაპირული, ისე მიწისქვეშა წყლების გაბინძურება. დიდია ამ სანარმოების ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაფრქვევების (მურისა და ნაცრის) როლი გარემოს (მ.შ. ნიადაგის) გაბინძურებაში. მათ მასაში არსებული სხვადასხვა ნივთიერება, მ.შ. კანცეროგენული თვისებების მქონე ბენზ(ა)პირენი, აგრეთვე ქვანახშირში არსებული რადიონუკლიდები მნიშვნელოვანი რისკის ფაქტორებია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის.

სამრეწველო გამონაფრქვევები ატმოსფეროში სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებით გარემოს გაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა. მათი დალექვის შედეგად ნიადაგში ხვდება სხვადასხვა ბუნების ქიმიური ნივთიერებები, რომელიც ნივთიერებათა წრიული ბრუნვის სისტემაში, სხვადასხვა ეკოლოგიური ჯაჭვით ხვდება. მაგალითად, ფეროშენადნობთა ქარხნის მახლობლად სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის სახნავ ფენაში (1-20 სმ) მანგანუმის შემცველობა გამოფრქვევის წყაროდან 500 მ-ის დაცილებით ფონურ შემცველობას 30-ჯერ აღემატება, ხოლო 3000 მ-ის დაცილებით — 4-ჯერ. ამასთან ერთად, საკვები პროდუქტების ბოლქვებსა და ფესვებში მისი შემცველობა საკონტროლო დონეს 7-11-ჯერ აღემატება, ხოლო კულტურული მცენარეების მიწისზედა საკვებ ნაწილებში — 15-ჯერ. ასეთივე ეფექტს იძლევა სხვა ფერადი და ტუტე მიწათა მეტალები.

ფერადი მეტალურგიის სანარმოების ირგვლივ, აგრეთვე ავტომაგისტრალების მახლობლად, ტყვიის კონცენტრაცია ნიადაგის სახნავ ფენაში ზდკ-ს 5-50-ჯერ აღემატება. ასეთ ნიადაგზე მოყვანილ მცენარეულობაში ტყვიის შემცველობა 1მგ/კგ და მეტია. შედარებისთვის აღვნიშნავთ, რომ სამრეწველო გამონაფრქვევებით გაუბინძურებელ ნიადაგზე მოყვანილ მცენარეულობაში ტყვიის შემცველობა 1 კგ-ზე მგ-ის რამდენიმე მეათედია. თავის მხრივ, სამრეწველო გამონაფრქვევებით დაბინ-

ძურებული ნიადაგის ქარის მიერ ამტვერება ატმოსფერული ჰაერის მეორადი დაბინძურების წყაროა.

დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის შედგენილობასა და ფუნქციებზე ე.წ. *მჟავე წვიმები*. მათი გამომწვევი მიზეზია მეტალურგიული საწარმოებისა და თბოელექტროცენტრალების, ქიმიური მრეწველობის საწარმოების გამონაფრქვევებში არსებული აზოტისა და გოგირდის ოქსიდების შერევა ატმოსფერულ ტენთან. ასეთი წვიმის წყლის pH მნიშვნელოვნად დაბალია — 4,0 და ნაკლები (გადახრილია სიმჟავისაკენ). მჟავე რეაქციის წყალი მნიშვნელოვნად ამცირებს ნიადაგის ნაყოფიერებას. გარდა ამისა, ამ დროს ხდება ნიადაგში არსებული მეტალების დაჟანგვა, რითაც მათი მიგრაცია მინისქვეშა წყლებსა და მცენარეებში ძლიერდება რაც ტოქსიკურ საშიშროებას წარმოადგენს ადამიანისათვის. მჟავე წვიმები გლობალური პრობლემაა — იგი გვხვდება არა მხოლოდ მისი გამომწვევი საწარმოების მიმდებარე ტერიტორიაზე (ლოკალური გავრცელება), არამედ საკმაოდ დაცილებულ ტერიტორიებზე (საკონტინენტთაშორისო გავრცელება).

სასოფლო-სამეურნეო წარმოება (მემცენარეობა და მეცხოველეობა) არსებით როლს ასრულებს ნიადაგის გაბინძურებაში. თანამედროვე აგროტექნიკა ფართოდ გამოიყენებს როგორც ქიმიური პრეპარატების, ისე ბუნებრივი წარმოების სხვადასხვა საშუალების დიდ ასორტიმენტს. ჰიგიენური რეგლამენტაციის თვალსაზრისით, ასეთ ნივთიერებებს ეწოდება ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებები (ექნ), რამდენადაც ისინი ხელოვნურადაა შეტანილი ნიადაგში და არ არის მისთვის დამახასიათებელი.

მცენარეთა მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლის დიდი ეკონომიკური ეფექტურობისა და მოსავლიანობის ზრდის გამო, ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებების შეტანის ინტენსიურობა სულ უფრო მზარდ ხასიათს ატარებს, რის გამოც მნიშვნელოვნად იზრდება ნიადაგში შეტანილი პესტიციდების, მინერალური სასუქების, სტრუქტურის წარმომქმნელი ნივთიერებების, მცენარეთა ზრდის რეგულატორების რაოდენობა. მათი არარაციონალური გამოყენების შემთხვევაში, ე.წ. აგროქიმიური რუქების უგულვებელყოფით, შესაძლებელია ნიადაგში ექნ-ის დიდი რაოდენობით დაგროვება, რაც ეკოლოგიურთან ერთად, მნიშვნელოვანი ჰიგიენური პრობლემაა.

პესტიციდები ქიმიური და ბიოლოგიური შენაერთებისა და პრეპარატების საკმაოდ მრავალრიცხოვანი ჯგუფია, რომელიც გამოიყენება მცენარეებისა და ცხოველების მავნებლებისა და დაავადებების, სარეველა მცენარეების, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მავნებლების წინააღმდეგ საბრძოლველად, მცენარეთა ზრდის რეგულირებისათვის, მოსავლის აღების წინ ფოთოლცვენისათვის და მცენარეების გაშრობისათვის.

აგროქიმიკატები არის სასუქები, ქიმიური მელიორანტები, საკვები დანამატები, რომელიც განკუთვნილია მცენარეების კვებისათვის, ნიადაგის ნაყოფიერების რეგულირებისა და ცხოველების კვებისათვის.

პესტიციდებისა და აგროქიმიკატების ფუნქციური დანიშნულება საკმაოდ ფართოა, რომელიც აგროტექნიკური ციკლის ყველა ეტაპს მოიცავს. გამოყენებული ნივთიერებები და პრეპარატები მეტად მრავალფეროვანი და განსხვავებულია ქიმიური ბუნებით, ბუნებრივ გარემოში პერსისტენტობით* და ბიოლოგიური აქტიურობით. ამასთან ერთად, რეალურია როგორც საწარმოო, ისე საყოფაცხოვრებო პირობებში მათთან ადამიანის კონტაქტის შესაძლებლობა. ყველა ეს გარემოება განაპირობებს სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე შესაძლო არახელსაყრელი გავლენის პროფილაქტიკის აქტუალობას.

პესტიციდებისა და აგროქიმიკატების გამოყენების მნიშვნელობაზე მიუთითებს შემდეგი ფაქტი: ჯანმო-ს სასურსათო და სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზაციის (FAO) მონაცემებით, მთელ მსოფლიოში მოსავლის 34,9% იკარგება მცენარეთა დაავადებებისა და სოფლის მეურნეობის მავნებელთა მიზეზით. დაცვითი ღონისძიებების გატარებით შესაძლებელია რეალური მოსავლიანობის მნიშვნელოვანი ზრდა. დღეისათვის გამოიყენება პესტიციდების რამდენიმე ათეული ათასი სხვადასხვა სახე; მათი ასორტიმენტი მუდმივად იცვლება ახალი, უფრო ეფექტური და ნაკლებად საშიში პრეპარატების შემუშავების გამო.

მეცნიერულად დასაბუთებული, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო ტექნოლოგიის დაცვის პირობებში პესტიციდების გამოყენება უზრუნველყოფს როგორც სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების დაცვას მავნებლებისაგან, ისე მაღალხარისხოვანი სასურსათო პროდუქციის მიღებას. ნიადაგში პესტიციდების ფაქტობრივი შემცველობა ხშირად მნიშვნელოვნად აღემატება დასაშვებს (ცხრილი 3.2.). ნიადაგის გაბინძურების ასეთი მასშტაბები საშიშია როგორც ადამიანის უშუალო კონტაქტისას ნიადაგთან, ისე მათი მიგრაციისას გარემოში (წყალი, ჰაერი, მცენარე) იმ კონცენტრაციების დონეზეც კი, რომელიც უსაფრთხოა ადამიანისათვის. ამ გარემოების ჰიგიენური შეფასების დროს მხედველობაში მიიღება ის ფაქტი, რომ ადამიანზე ერთდროულად შეიძლება მოქმედებდეს სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერება (კომპლექსური მოქმედება); გარდა ამისა, მოქმედება შესაძლებელია ეკოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა ელემენტის საშუალებით; ასევე, პესტიციდების მოქმედების შედეგად შესაძლებელია ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცალკეული სახის პოპულაციების და მიკრობიოცენოზის ცვლილება. ამის გამო, ამ პრეპარატების უკონტროლო გამოყენების შედეგად, ადამიანის საარსებო გარემოში შესაძლებელია შეუქცევადი არახელსაყრელი ცვლილებები.

აგროტექნიკური რეგლამენტების დარღვევის შედეგად ნიადაგის და, შესაბამისად, გარემოს ობიექტების (წყალი, ატმოსფერული ჰაერი) პესტიციდებით დაბინძურების შემთხვევაში შესაძლებელია მოსახლე-

---

* ლათ. persisto – მდგრადი. ნივთიერების, ორგანიზმის უნარი, შეინარჩუნოს გარეგნული სახე და თვისებები ევოლუციის პროცესში.

ცხრილი 3.2.

ნიადაგში ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობა (მგ/კგ)

ნაკვეთი	დდზ (ზდკ 1.0)	ალდრინი + დილდრინი (ზდკ 0,01)	ჰეპტაქლორეპოქსიდი (ზდკ 0,01)
ვაშლის ბაღი (დიდი ბრიტანეთი)	5,25	—	—
ხეხილის ბაღი (აშშ)	2,1-118,9	2,1	—
სახნავი მიწა (კანადა)	—	0,75	0,06-0,86
სახნავი მიწა (აშშ)	4,7-30,0	—	—

ობას შორის ჯანმრთელობის მდგომარეობის სპეციფიკური და არასპეციფიკური ხასიათის ქრონიკული დარღვევები, მ.შ. ქრონიკული ინტოქსიკაციები, რაც დაკავშირებულია გაბინძურებულ ნიადაგზე მოყვანილი სასურსათო პროდუქციის მიღებასთან, ადგილობრივი წყალმომარაგების გრუნტის წყლების გამოყენებასთან, პესტიციდებით გაბინძურებული ჰაერით სუნთქვასთან.

მნიშვნელოვანია ვადაგასული და გამოყენებისათვის აკრძალული პესტიციდების გაუვნებელყოფის პრობლემა. მათი არასანქცირებული შენახვის გამო გარემოს ობიექტების გაბინძურების ლოკალური წყაროები იქმნება, აქედან გამომდინარე ეკოლოგიური და ჰიგიენური შედეგებით.

მინერალური სასუქები სამრეწველო და ბუნებრივი პროდუქტებია, რომელიც შეიცავს მცენარეების საკვებ ელემენტებს და გამოიყენება ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდის მიზნით. შედგენილობის მიხედვით, ისინი ორ ჯგუფად იყოფა: *მაკროსასუქები*, რომელიც ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდისათვის აუცილებელ ძირითად ელემენტებს შეიცავს (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი); *მიკროსასუქები*, რომელიც მიკროელემენტებს შეიცავს (მანგანუმი, ბორი, კობალტი, სპილენძი, მოლიბდენი და სხვ.).

მინერალური სასუქები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნიადაგის ჩვეული ქიმიური და ბიოლოგიური სტრუქტურის დარღვევაში. კალიუმი ნიადაგში ძალიან ნელა მიგრირებს და არ იწვევს მავნე გავლენას ნიადაგის ბიოცენოზსა და ნიადაგის თვითგაწმენდის უნარზე. ამასთან ერთად, ნიადაგში ხვდება ქლორის იონებიც. 1 ჰა-ზე 45-50 კგ კალიუმის სასუქის (K_2O-ზე გაანგარიშებით) შეტანისას ნიადაგში ხვდება 30-35 კგ ქლორის იონები, რაც ნიადაგის დამლაშებას იწვევს.

ნიადაგის დაბინძურებაში შედარებით ნაკლებ როლს ასრულებს ფოსფატები. აგროტექნიკურ რეგლამენტზე გადაჭარბებული რაოდენობით მათი ნიადაგში შეტანა იწვევს მცენარეული პროდუქტების ორგანოლეპტიკური თვისებების გაუარესებას და მათი კვებითი ღირე-

ბულების შემცირებას. გარდა ამისა, ფოსფოროვანი სასუქების მიღების წყარო (მინერალები — აპატიტები და ფოსფორიტები) აუცილებლად შეიცავს ფთორს, რაც იწვევს ნიადაგის ფთორით გაბინძურებას. ნიადაგში შეტანილი ფთორის 0,1-0,4% გადადის მცენარეებში. გრუნტის წყლებში ქლორის დონემ შეიძლება 20 მგ/ლ-მდე მიაღწიოს.

მინერალური მიკროსასუქები ნიადაგში შეიტანება შედარებით მცირე რაოდენობით (10-100-ჯერ ნაკლები მაკროსასუქებთან შედარებით). თუმცა სოფლის მეურნეობაში ფართოდ გამოყენებულ პოლიმიკროსასუქებში, მიზნობრივი მიკროელემენტების გარდა, საკმაოდ დიდი რაოდენობით შედის ტყვია — 0,3-1%. მათი არარაციონალური გამოყენების შემთხვევაში სრულად რეალურია ნიადაგის ტყვიით გაბინძურება.

ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქების დაახლოებით ნახევარი მიგრირებს გრუნტისა და ზედაპირულ წყლებში, განსაკუთრებით დიდი დოზებით გამოყენების შემთხვევაში. მათი მიგრაციის შემცირება შესაძლებელია მინერალურ სასუქებთან ერთად ორგანული სასუქის (ნაკელის) გამოყენების გზით.

ამრიგად, მინერალური სასუქების არარაციონალური გამოყენების შედეგად შესაძლებელია როგორც მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე, ისე ბუნებრივ გარემოზე უარყოფითი გავლენა.

ნიადაგის სტრუქტურის წარმომქმნელი ნივთიერებები არის ქიმიური ნივთიერებები, რომელიც შეაქვთ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესების მიზნით. ძირითადად ისინი წარმოდგენილია ზან-ით. როგორც წესი, ეს ნივთიერებები არასტაბილური შენართებია და ნიადაგის მიკროორგანიზმების გავლენით იშლება.

მცენარეთა ზრდის რეგულატორები არის ბუნებრივი და სინთეზური ორგანული შენაერთები, რომელიც, მცირე დოზებში, აქტიურ გავლენას ახდენს ნივთიერებათა ცვლაზე მცენარეებში. მცენარეთა ზრდის სინთეზურ რეგულატორებს მიეკუთვნება ეთილენის წარმოებულები, ნიკოტინის შენაერთები, კარბამატები და სხვ. პრეპარატების ნარჩენი რაოდენობა ნიადაგსა და მცენარეებში დამოკიდებულია მათი ხარჯვის ნორმებზე. ზრდის სინთეზური რეგულატორები ნიადაგში სტაბილურია და ადამიანისათვის ტოქსიკურია. მათი ნიადაგში არსებობის ვადები სხვადასხვაა და დამოკიდებულია სხვადასხვა გარემოებაზე. მაგალითად, ქლორქოლინქლორიდის ნიადაგში დაყოვნების პერიოდი იზრდება მისი აზოტოვან სასუქებთან ერთად გამოყენებისას.

თანამედროვე *მეცხოველეობა* (მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის კომპლექსები) ნიადაგის დაბინძურების არსებითი წყაროა. კომპლექსის შედარებით მცირე ტერიტორიაზე ნაკელის დიდი რაოდენობით დაგროვება ნიადაგის გაბინძურების მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ნაყოფიერების მაღალი უნარის მიუხედავად, მთელი რიგი უარყოფითი მომენტების გამო, ნაკელი ფართოდ არ გამოიყენება ინდუსტრიულ სოფლის მეურნეობაში.

საქალაქო მეურნეობა ნიადაგს აბინძურებს საწარმოო და სამომხმარებლო ხასიათის მრავალფეროვანი ნარჩენებით.

საწარმოო და სამომხმარებლო ნარჩენები ეწოდება ნედლეულის, მასალების, ნახევარფაბრიკატების ან პროდუქტების ნარჩენებს, რომელიც წარმოიქმნება წარმოების ან მოხმარების პროცესში, აგრეთვე საქონელს, რომელმაც დაკარგა თავისი სამომხმარებლო თვისებები.

ჰიგიენის პოზიციებიდან, ნიადაგის დაბინძურების ყველაზე მნიშვნელოვანი წყაროებია მყარი საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენები.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები (მსნ) ნივთიერებების და საგნების ნარჩენებია, რომელიც წარმოიქმნება ადამიანის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო საქმიანობის შედეგად და არ გამოიყენება წარმოქმნის ადგილზე.

საყოფაცხოვრებო ნარჩენებთან ერთად შეტანილი ნივთიერებების გაუსნებოვნება, მისი მინერალიზაცია ნიადაგის ერთ-ერთი ფუნქციაა; თუმცა თანამედროვე პირობებში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დიდ ნაწილს შეადგენს ტარის სახით გამოყენებული მასალა (მინა, პლასტმასები და სხვ.), რომლის ნიადაგში გარდაქმნა არ ხდება. გარდა ამისა, მყარ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებთან ერთად ნიადაგში ხვდება ბიოლოგიური გამაბინძურებლები (პათოგენური და პირობით პათოგენური მიკროორგანიზმები). ასეთი ნარჩენების დაგროვება და შენახვა დასახლების ტერიტორიაზე გარემოს სანიტარიული მდგომარეობის დარღვევას იწვევს. გაუვნებლებისაათვის მათი ნაგავსაყრელებზე მათი დიდი რაოდენობით მათი დაგროვება გარემოს გაბინძურების მნიშვნელოვანი მიზეზია.

მყარი სამრეწველო ნარჩენები (მსამრნ) ნედლეულის, მასალების, ნახევარფაბრიკატების ნარჩენებია, რომელიც წარმოიქმნება წარმოების პროცესში, აგრეთვე მასალები, რომელთაც სრულად ან ნაწილობრივ დაკარგული აქვთ საწყისი სამომხმარებლო თვისებები.

ჯანმო-ს მონაცემებით, მრეწველობაში გამოყენებული ნედლეულის 50% და მეტი საბოლოოდ ნარჩენების სახით გვხვდება. მათ საყრელებზე ან სამარხებში ბუნებრივი ფაქტორების მოქმედებისა და კომპონენტების ურთიერთმოქმედების შედეგად შესაძლებელია სხვადასხვა ტოქსიკური ნივთიერებების წარმოქმნა, რომლებიც ეკოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა ელემენტში მიგრაციას განიცდის. დასახლებებში წარმოქმნილი მყარი სამრეწველო ნარჩენების მნიშვნელოვან ნაწილს საქალაქო და საწარმეწველო კანალიზაციის ნალექი შეადგენს.

ადამიანის ჯანმრთელობისათვის განსაკუთრებული საფრთხის შემცველია *საშიში ნარჩენები* — მყარი, პასტისებური და თხევადი სამრეწველო ნარჩენები, რომელიც შეიცავს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიშ ტოქსიკურ, მუტაგენურ და კანცეროგენულ ნივთიერებებს. იგი წარმოდგენილია კოქსქიმიური და გალვანური საწარმოების შლამით, სხვადასხვა ქიმიური საწარმოს კუბური ნარჩენებით და სხვ. კომპონენტების ტოქსიკურობის მიხედვით, საშიში ნარჩენები საშიშრო-

ების 4 კლასად იყოფა: I — განსაკუთრებით ტოქსიკური, II — ძლიერ ტოქსიკური, III — ზომიერად ტოქსიკური, IV მცირედ ტოქსიკური. საშიშროების კლასს ითვალისწინებენ ნარჩენების შეგროვების, ტრანსპორტირების, გაუსნებოვნებისა და დამარხვის წესებისა და პირობების განსაზღვრის დროს.

მიწისზედა *ავტოტრანსპორტის* მუშაობის შედეგად გარემოში გამოყოფილი საწვავის არასრული წვის პროდუქტები, აგრეთვე მეტალის კოროზიისა და რეზინის საბურავების ცვეთის პროდუქტები ხვდება ნიადაგში. მათ შემადგენლობაშია ტყვია, ქრომი, ბენზ(ა)პირენი და სხვა ტოქსიკური ნივთიერებები.

ნიადაგის მნიშვნელოვანი დამაბინძურებელია საავტომობილო საწვავის წვის შედეგად გამოყოფილი ტყვია. ინტენსიური საავტომობილო მოძრაობის რაიონებში ნიადაგში ტყვიის შემცველობა 2-3,5-დან (ქუთაისი, ზესტაფონი) 14,6-16,5-ჯერ (თბილისი, რუსთავი) აღემატება დასაშვებ სიდიდეს.

ნიადაგში მათი მომატებული რაოდენობით შემცველობა აისახება მცენარეების ქიმიურ შემადგენლობაზე და, შესაბამისად, ეკოლოგიური ჯაჭვის მეშვეობით — მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე.

3.7. ნიადაგის გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე

წყლისა და ატმოსფერული ჰაერისაგან განსხვავებით, თანამედროვე პირობებში ადამიანის უშუალო კავშირი ნიადაგთან შეზღუდულია და, შესაბამისად, პირდაპირი უარყოფით გავლენას ჯანმრთელობაზე არ ახდენს. გამონაკლისს შეადგენს ჭრილობის ინფექციები. ამასთან ერთად, პრაქტიკული სანიტარიისათვის, მოსახლეობის ცხოვრების პირობების უზრუნველყოფისათვის ნიადაგის მდგომარეობას დიდი ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს.

3.7.1. მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე ნიადაგის გავლენის გზები და თავისებურებები

როგორც წესი, ნიადაგი ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე გავლენას ახდენს არაპირდაპირი გზით, გარემოს ან ეკოლოგიური ჯაჭვის სხვა ელემენტების საშუალებით (სურ. 3.4.). გამოიყოფა ასეთი გავლენის რამდენიმე გზა.

მცენარეების საშუალებით. ამ გზით ზემოქმედება ხდება ადამიანისა და ცხოველების საკვებად მათი გამოყენების შემთხვევაში. ნიადაგის გაბინძურების შემთხვევაში შესაძლებელია კვებითი ჯაჭვის რაოდენობრივი და თვისობრივი კომპონენტების დარღვევა. ბუნებაში ნივთიერებების ბუნებრივი წრიული ბრუნვა უზრუნველყოფს ნიადაგის ნაყოფიერების მუდმივ ზრდას მზის ენერგიის კუმულაციისა და მისი ნიადაგის ბიოცენოზში ქიმიურ ენერგიად გარდაქმნის გზით. ნიადაგის გაბინძურებისა და აგროტექნოლოგიის დარღვევის შედეგად შესაძლე-

ბელია ნიადაგის ნაყოფიერების და, შესაბამისად, მოსავლიანობის შემცირება. გარდა ამისა, ირღვევა ნიადაგის ხარისხობრივი მაჩვენებლებიც. ნიადაგში ქიმიური ელემენტების ბალანსის დარღვევის შედეგად შესაძლებელია მოსახლეობაში დაავადებების გავრცელება. განსაკუთრებით დიდია სამრეწველო ნარჩენების გავლენა. ატმოსფერულ ჰაერში კალციუმის კარბიდის გამოფრქვევის რაიონში აღინიშნებოდა ხილისა და ბოსტნეულის მჟავურობის შეცვლა, უცხო გემო; შემცირდა შაქრიანობა. ფერადი მეტალურგიის საწარმოს მახლობლად მოწეული ბალახით კურდღლების კვების შედეგად 3 თვის შემდეგ ღვიძლში ტყვიის შემცველობა 9-ჯერ, ხოლო ძვლებში — 5-ჯერ აღემატებოდა საკონტროლო ცხოველების მაჩვენებლებს.

ამრიგად, ნიადაგში მოხვედრილი ტოქსიკური ნივთიერებები შეიძლება გადავიდეს მცენარეებში და, აქედან, კვებითი ჯაჭვით, მოხვდეს ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში, რაც სხვადასხვა დაავადების განვითარების მიზეზია. მათ *ენდემიურ* დაავადებებს უწოდებენ.

სასმელი წყლის საშუალებით. ნიადაგის წყალი შეიძლება შეიცავდეს წყალში ხსნად ყველა ქიმიურ ელემენტსა და შენაერთს. გარკვეულ პირობებში შესაძლებელია ასეთი წყლის კავშირი მიწისქვეშა წყალშემცველ ჰორიზონტების წყლებთან, რომელიც სასმელი წყალმომარაგებისათვის გამოიყენა. ცნობილია შემთხვევა, როდესაც სინთეზური კაუჩუკის წარმოების ჩამდინარე წყლების საფილტრაციო ველზე განმენდის შედეგად წარმოქმნილი ფილტრატი რამდენიმე ათეული წლის შემდეგ მოხვდა ამავე ქალაქის სასმელი წყალმომარაგების მიწისქვეშა წყაროს წყალში. ასევე, შესაძლებელია აზოტოვანი მინერალური სასუქების ნიადაგში ჭარბი რაოდენობით შეტანის შემდეგ ნიტრატების აღმოჩენა გრუნტის წყლებში.

ნიადაგის ჰაერის საშუალებით. ბიოლოგიური წარმოშობის ორგანული ნივთიერებებით ნიადაგის ინტენსიური გაბინძურების ადგილებში (საყოფაცხოვრებო ნარჩენების საყრელები, სარწყავი და საფილტრაციო ველები, სასაფლაოები, ცხოველთა სამარხები) ნიადაგის ჰაერის შედგენილობა მნიშვნელოვნად შეცვლილია. ასეთ ნიადაგებში ნახშირმჟავას შემცველობა (მოცულობის მიხედვით) 15-18%-მდე აღწევს, მეთანის შემცველობა 22%-მდე იზრდება, ხოლო წყალბადისა — 27%-მდე. ნიადაგისა და ატმოსფერულ ჰაერს შორის მუდმივი კავშირი ამ უკანასკნელის ადამიანის სუნთქვის ზონაში გაბინძურებას იწვევს. ამის შედეგად შესაძლებელია მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დარღვევების განვითარება.

ადამიანისა და ცხოველების ფიზიოლოგიური გამონაყოფებით გაბინძურებულ ნიადაგთან კონტაქტით შესაძლებელია ინფექციური დაავადებებისა და ჰელმინთოზების განვითარება. პათოგენური მაკროორგანიზმები ნიადაგში ცხოველმყოფელობას დიდხანს ინარჩუნებენ, ზოგიერთი მათგანი კი მრავლდება. განსაკუთრებით გამძლეა ნიადაგის გარემოში ჰელმინთების, კერძოდ, გეოჰელმინთების კვერცხები. ინფექციის (ინვაზიის) წყაროს გადაცემა ადამიანზე შესაძლებელია როგორც

ინფიცირებული საკვებით, ბოსტნეულითა და ხილით, ისე ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ნიადაგის მტვრით.

მოსახლეობაში დაავადების გავრცელების კიდევ ერთი წყაროა სოფლად გავრცელებული საპირფარეშოების ორმოებზე მოწყობა. ამ შემთხვევაში გამაბინძურებელი აგენტი ნიადაგში ვრცელდება 50 მ-მდე რადიუსში. გრუნტის ჭების მოწყობისას სათანადო სანიტარიული მოთხოვნების დაუცველობის შემთხვევაში შესაძლებელია სასმელი წყლის მიკრობიოლოგიური გაბინძურება.

3.7.2. მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე ნიადაგის არასასურველი გავლენა

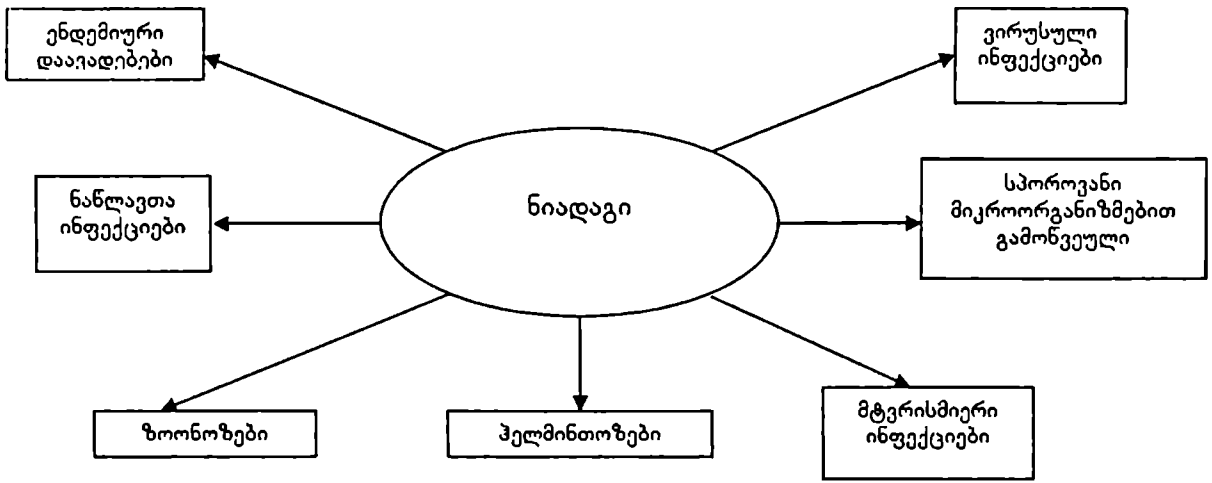
ნიადაგის არასასურველი არაპირდაპირი გავლენა ადამიანზე ორი მიმართულებისაა: ა) დაავადების განვითარება (ეტიოლოგიური ფაქტორის მოქმედება); ბ) ცხოვრების პირობების დარღვევა (რისკის ფაქტორების მოქმედება). ნიადაგის არასასურველი ფაქტორები შეიძლება განპირობებული იყოს მისი ბუნებრივი შედგენილობით ან მასზე ტექნოგენური/ანთროპოგენური ზემოქმედებით. ნიადაგის ფაქტორთან დაკავშირებულია სხვადასხვა ჯგუფის დაავადებების განვითარების შესაძლებლობა (სურ. 3.5.).

3.7.2.1. ნიადაგის ბუნებრივ შედგენილობასთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის დარღვევები (მიკროელემენტოზი)

ნიადაგი დედამიწის ბიოსფეროს ერთ-ერთ ელემენტს წარმოადგენს, რომელიც არსებით გავლენას ახდენს ადამიანის მიერ მოხმარებული კვების პროდუქტებისა და სასმელი წყლის, აგრეთვე, ატმოსფერული ჰაერის ქიმიური შედგენილობის ფორმირებაზე. ყოველწლიურად დედამიწაზე წარმოიქმნება მცენარეთა ფიტომასის სახით წარმოდგენილი $8{,}3 \cdot 10^{10}$ ტ ცოცხალი ნივთიერება. აქედან ადამიანი საკვებად გამოიყენებს $3{,}6 \cdot 10^{8}$ ტ მცენარეულ ნივთიერებას. ბუნებრივია, რომ ადამაინის მიერ მოხმარებული ფიტობიომასა ქიმიური შედგენილობით უნდა იყოს უვნებელი, რაც დამოკიდებულია ბუნებრივი ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაზე, აგრეთვე მასში შეტანილი იმ ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებების რაოდენობასა და ხარისხზე, რომელიც ნიადაგისთვის ბუნებრივი კომპონენტი არ არის.

ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა მეტად მრავალფეროვანია. შესაძლებელია ცალკეული რაიონის ნიადაგში ზოგიერთი ელემენტის მომატებული ან შემცირებული შემცველობა და მიკროელემენტების განსხვავებული თანაფარდობა. ნიადაგის ასეთი ქიმიური სტრუქტურა რომელიმე კონკრეტული დაავადების ან სიმპტომის განვითარების მიზეზი შეიძლება გახდეს. ასეთ რაიონებს ბუნებრივი ბიოგეოქიმიური პროვინციები ეწოდება.

ბუნებრივი ბიოგეოქიმიური პროვინციები ისეთი ადგილებია, სადაც ცოცხალი ორგანიზმების ბიოლოგიური რეაქციები განისაზღვრება ბუნებრივი მიკროელემენტების შემცველობისა და მათი თანაფარდობის ანომალური დონეებით. ასეთი ბიოგეოქიმიური პროვინციებია



სურ. 3.5. ნიადაგის როლი დაავადებების გავრცელებაში

სასარგებლო წიაღისეულის განვთავსების ზონაში, ვულკანურ ზონაში, ქიმიური ელემენტებით გაღარიბებული ნიადაგების ზონაში. ქიმიური ელემენტების ბალანსის დარღვევა ნიადაგში და ნიადაგის წარმომქმნელ ქანებში იწვევს ადგილობრივი წყლის ობიექტების წყლის ქიმიური შედგენილობის შესაბამის ცვლილებებს. ამის შედეგად ადგილობრივ ფლორასა და ფაუნაში ვითარდება უჩვეულო ბიოლოგიური რეაქციები. მიკროელემენტები შედის ნივთიერებათა ცვლის ქიმიური რეგულატორების შემადგენლობაში ან მოქმედებს როგორც კატალიზატორი არაორგანული შენაერთების სახით. ამის შედეგად ისინი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ცოცხალი პროცესების ხასიათსა და მიმდინარეობაზე. ასეთი ტერიტორიის აბორიგენი მოსახლეობის მიერ მხოლოდ ადგილობრივი წარმოების საკვები პროდუქტების გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია პათოლოგიური ცვლილებებისა და დაავადების გამოხატული ნოზოლოგიური ფორმების განვითარება, რასაც ენდემიური გეოქიმიური დაავადებები ენოდება.

ენდემიური დაავადებების განვითარების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მიკროელემენტებია იოდი, ფთორი, სტრონციუმი, მანგანუმი და სხვ (იხ. ქვეთავი 1.2.3.).

ენდემიური დაავადებების წინააღმდეგ ეფექტური პროფილაქტიკური ღონისძიებების შემუშავების საფუძველია გეოქიმიური და ბიოქიმიური კვლევები და მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების სტატისტიკური დასაბუთება.

თანამედროვე პირობებში განვითარებული ქვეყნების მოსახლეობა კვების რაციონში სულ უფრო ფართოდ გამოიყენებს სხვა რეგიონებიდან შემოტანილ პროდუქტებს. ამ გარემოების გამო ბიოგეოქიმიური პროვინციების როლი მიკროელემენტოზის განვითარებაში სულ უფრო მცირდება. ამასთან ერთად, წინა პლანზე გამოდის სხვა ფაქტორები (კულინარული დამუშავება, არარაციონალური კვებითი ქცევა, კვების არასწორი რაციონი და რეჟიმი და სხვ.).

რაციონალური პროფილაქტიკური ღონისძიებების მაღალი ეფექტურობის მაგალითია საქართველოში ენდემიური ჩიყვით ავადობის მნიშვნელოვნად შემცირება. XX ს-ის 30-იან წლებში ჩატარებული კვლევებით დადგინდა საქართველოს ზოგიერთ რეგიონში (სვანეთისა და აჭარის მაღალმთიანი რაიონები და სხვ.) ენდემიური ჩიყვის მაღალი დონე, რაც კავშირში იყო სასმელ წყალში იოდის დაბალ შემცველობასთან. მოსახლეობის იოდირებული მარილით გეგმაზომიერი მომარაგების შედეგად აᲩ დაავადების დონე მნიშვნელოვნად შემცირდა.

ცნობილია სელენის მაღალი შემცველობის ტუტე მიწებზე მოყვანილი მცენარეების საკვებად გამოყენების შედეგად ცხოველისა და ადამიანის ორგანიზმში სელენის მნიშვნელოვანი კონცენტრაციებით დაგროვების შემთხვევები, რაც „ტუტოვანი დაავადების“ (სელენური ტოქსიკოზის) სახელითაა ცნობილი (აშშ, კანადა, ირლანდია).

დადგენილია მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის არსებობა ნიადაგში დარიშხანის მაღალ შემცველობასა და კუჭის კიბოთი ავადობას შორის, მოლიბდენის შემცველობასა და საყლაპავის კიბოს შორის და ა.შ.

ეკოლოგიურ-ჰიგიენური კვლევებით დადგენილია, რომ ესენციური მიკროელემენტების დეფიციტი ხელს უწყობს ტყვიის, კადმიუმის, ნიკელის და სხვა პოტენციურად ტოქსიკური მიკროელემენტების კუმულაციას და ტოქსიკური მოქმედების გაძლიერებას. ჰიპომიკროელემენტოზებს მთელი რიგი საერთო კანონზომიერებები აქვთ. ისინი იმუნორეზისტენტობის დაქვეითებით, შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მორფოლოგიური ცვლილებებით და მათი ფუნქციური აქტიურობის დაქვეითებით ხასიათდება. იმუნორეზისტენტობის დაქვეითება და ენდოკრინოპათიები კეთილსასურველ პირობებს ქმნის მთელი რიგი არაინფექციური, მ.შ. ონკოლოგიური, პათოლოგიის განვითარებისათვის.

3.7.2.2. ნიადაგის ტექნოგენურ/ანთროპოგენურ დაბინძურებასთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის დარღვევები

ნიადაგი გეოქიმიური მდგომარეობის ყველაზე მგრძნობიარე ინდიკატორია, რომელიც ასახავს ანტროპოგენული ზემოქმედების კუმულაციურ ეფექტს.

ადამიანის ინტენსიური საწარმოოს აქტიურობა, ინდუსტრიალიზაცია, მძლავრი სამრეწველო საწარმოების ინტენსიური განვითარება, საწარმოო პროცესების ინტენსიფიკაცია და, ამის შედეგად, განვითარებული ადამიანის ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედების მასშტაბები ხშირად აჭარბებს ბუნებრივ გეოლოგიურ პროცესებს. ადამიანის საწარმოო და საყოფაცხოვრებო აქტიურობის შედეგად ზოგიერთ ტერიტორიაზე დაგროვდა მოცემული ადგილისათვის უცხო სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერება სხვადასხვა კომბინაციით. ასეთ ტერიტორიებს ენოდება *ტექნოგენური ბიოგეოქიმიური პროვინციები*.

ტექნოგენური ბიოგეოქიმიური პროვინციები ისეთი ადგილებია, სადაც მაკრო- და მიკროელემენტების ანომალიური შემცველობა და თანაფარდობა და, ამის შედეგად, ბიოსფეროს ცოცხალი ორგანიზმების ატიპიური ბიოლოგიური რეაქციები სრულად განისაზღვრება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით ან მისი შედეგებით. მისი ფართობი მრავალი ფაქტორით განისაზღვრება და დიდ ფარგლებში მერყეობს.

ტექნოგენური ბიოგეოქიმიური პროვინციის ტიპური მაგალითია მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის მიმდებარე ტერიტორია. საწარმოს ჩამდინარე წყლებით ბინძურდება მდ. მაშავერა, რომელიც მოსახლეობის მიერ სარწყავად გამოიყენება. გარდა ამისა, საწარმოო გამონაფრქვევებში არსებული ტოქსიკური ნივთიერებები ნიადაგში ხვდება. ამის შედეგად, ამ ტერიტორიაზე მოყვანილ მცენარეულ პროდუქტებსა და ხილში ტყვიის, თუთიის, სპილენძისა და კადმიუმის

შემცველობა ზდკ-ს 1,2-1,4-ჯერ, ხოლო საკონტროლო („სუფთა") ტერიტორიის ანალოგიურ მაჩვენებელს 1,1-1,4-ჯერ აღემატება*.

ხშირად, ტექნოგენური დამაბინძურებლები მრავალკომპონენტიანია. ამ შემთხვევაში საჭირო ხდება ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების გავრცელების ინტეგრალური შეფასება, რისთვისაც გამოიყენება *ნიადაგის დაბინძურების ჯამური მაჩვენებელი* (K), რომელიც შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$K=C_1/ზდკ_1 + C_2/ზდკ_2 + ... + C_n/ზდკ_n, \text{ სადაც}$$

C_1, C_2, ... C_n — ნიადაგის სინჯებში განსაზღვრული ნივთიერებების ფაქტობრივი კონცენტრაციებია;

$ზდკ_1$, $ზდკ_2$, ... $ზდკ_6$ — შესაბამისი ნივთიერების ზდკ ნიადაგში.

ამ მაჩვენებლით შესაძლებელია გარკვეული ტერიტორიის სხვადასხვა ნივთიერებით ჯამური გაბინძურების ხარისხზე მსჯელობა. ითვლება, რომ ტერიტორია, რომლის გჯმ 2-15-ის ფარგლებშია, სუსტად დაბინძურებულია, 16-31-ის შემთხვევაში — საშუალოდ დაბინძურებულია, ხოლო 32 და მეტის შემთხვევაში — ძლიერ დაბინძურებულია.

ნიადაგის დაბინძურების ხარისხსა (ნდჯმ-ის მიხედვით) და მოსახლეობის ავადობას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების კორელაცია ყოველთვის არ ვლინდება. ამ გარემოების მიზეზია ამავე ნივთიერებებით ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურება, რომლის ზონალური გავრცელება სრულად არ შეესაბამება ნიადაგის გაბინძურების ზონალურ გავრცელებას.

ადამიანის საწარმოო/საყოფაცხოვრებო საქმიანობისა და ცხოველმყოფელობის შედეგად შესაძლებელია ნიადაგის როგორც ქიმიური, ისე მიკრობიოლოგიური დაბინძურება.

➢ ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების მოხვედრა სხვადასხვა გზით ხდება. ასეთ გამაბინძურებლებს ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებები (ექნ) ეწოდება. ამის შედეგად (დაბინძურების ინტენსიურობის შესაბამისად) შესაძლებელია გაბინძურების ხელოვნური ბიოგეოქიმიური პროვინციების წარმოქმნა. იგი ტექნოგენური ბიოგეოქიმიური პროვინციის კერძო სახეა. ასეთი პროვინციების მოსახლეობა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში განიცდის ექნ-ის არასასურველ ზემოქმედებას. ეს გავლენა ძირითადად არასპეციფიკური ხასიათისაა. ასეთ რაიონებში აღინიშნება მოსახლეობის ავადობის მომატებული დონე, თანდაყოლილი სიმახინჯეები და განვითარების ანომალიები, ფიზიკური და ფსიქიკური განვითარების დარღვევები და ა.შ. ჯანმრთელობაზე პირდაპირი გავლენის გარდა, ასეთ პროვინციებში აღინიშნება ცხოვრების პირობებზე გავლენა — ნიადაგის თვითგაწმენდის პროცესის დარღვევა, გარემოს

---

* გ. ნათაძის სახელობის სანიტარიის, ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის ს/კ ინსტიტუტის ანგარიში „მძიმე ლითონებით გამონვეულ დარღვევათა პროფილაქტიკისათვის", 2005 წ.

ელემენტების დეგრადაცია და სხვ. ასეთ პროვინციებში, ჯანმრთელობაზე ქრონიკული, არასპეციფიკური ზემოქმედების გარდა, შესაძლებელია მწვავე ინტოქსიკაციების განვითარებაც — სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების შხამ-ქიმიკატებით დამუშავების დროს, სამუშაოების აგროტექნიკური და შრომის უსაფრთხოების წესების დარღვევით ჩატარების შემთხვევაში.

მიკროელემენტი ტყვია, ნიადაგში მომატებული კონცენტრაციით არსებობისას, თრგუნავს როგორც ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების, ისე ნაწლავისა და დიზენტერიის ჩხირების ანტაგონისტი ბაქტერიების მოქმედებას, ახანგრძლივებს ნიადაგის თვითგაწმენდის პროცესს, ამცირებს მოსავლიანობას. ნიადაგიდან ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის შედეგად (საკვების რგოლის გავლით) შესაძლებელია სისხლმბადი ორგანოების, რეპროდუქციული ფუნქციის, შინაგანი სეკრეციის ორგანოების პათოლოგიური ცვლილებების განვითარება, აგრეთვე ავთვისებიანი სიმსივნეების წარმოქმნა.

➢ადამიანისა და ცხოველების ფიზიოლოგიური გამონაყოფებით ნიადაგის დაბინძურება ხდება საქონლის ძოვებისას, ნიადაგის გასანაყოფიერებლად ნაკელის გამოყენებისა და შენახვისას, სამეურნეო-ჩამდინარე წყლების სარწყავ ველებზე უტილიზაციისას. შესაძლებელია ნიადაგის ფეკალური გაბინძურება არაკანალიზირებულ დასახლებებში საოჯახო მეურნეობის დაბალი კულტურის დროს. მნიშვნელოვანი ფაქტორია ჯილეხით დაღუპული ცხოველების არასანქცირებული დამარხვის შედეგად ნიადაგის გაბინძურების საშიშროება. ჯილეხის ბაცილის სპორები გრუნტში ათეული წლების განმავლობაში ძლებს, ხოლო გარკვეულ პირობებში (ჰაერის ტემპერატურა არანაკლებ 12^0C, ჰუმუსისა და მიკროელემენტების არსებობა) შესაძლებელია ნიადაგში მათი ვეგეტაციაც.

ადამიანის დასნეულება გაბინძურებულ ნიადაგში არსებული მიკროორგანიზმებით და სხვა ბიოლოგიური აგენტებით შესაძლებელია სხვადასხვა გარემოებაში. ტეტანუსითა და აიროვანი განგრენით დასნეულება ხდება მექანიკურად დაზიანებულ კანზე გაბინძურებული ნიადაგის უშუალოდ მოხვედრის შედეგად. საველე სამუშაოებისას, საომარი მოქმედებისას, და ა.შ. ბოტულიზმით დასნეულება ხდება ბოსტნეულის, ხილის, სოკოს და სხვ. საშუალებით, ანაერობული პირობების შექმნისას, რომელიც ხელს უწყობს ბოტულინოტოქსინის გამომუშავებას (კონსერვირება და სხვ.). ნაწლავთა ინფექციები ხშირად გადაეცემა ნიადაგით დაბინძურებული ბოსტნეულისა და ხილის საშუალებით. განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს სასმელი წყალმომარაგების წყაროების (მინისქვეშა და ზედაპირული წყლების) მეორადი გაბინძურება.

ნიადაგის გზით ნაწლავთა ინფექციების გადაცემა შედარებით რთულია; მისი შედარებით მარტივი გზაა გაბინძურებული ნიადაგიდან ხელების საშუალებით გადაცემა. ცნობილია მუცლის ტიფის ეპიდემია საბავშვო ბაღში, რომელმაც 36 დღის განმავლობაში მოიცვა ბავშვების

60%. ინფექციის წყარო აღმოჩნდა დაბინძურებული ქვიშა, რომელსაც ბავშვები თამაშისთვის იყენებდნენ. შედარებით ხშირად ინფექციის გადაცემის უფრო რთული გზები გვხვდება: ავადმყოფის ორგანიზმი — ნიადაგი — მცენარეული საკვები პროდუქტები — მიმღები ორგანიზმი; ავადმყოფის ორგანიზმი — ნიადაგი — მინისქვეშა წყლები — მიმღები ორგანიზმი და ა.შ.

ნიადაგის მტვრით შეიძლება გავრცელდეს მთელი რიგი ინფექციური დაავადების გამომწვევები (ტუბერკულოზის მიკობაქტერიები, პოლიომიელიტის ვირუსები და სხვ.).

ორგანული ნარჩენებით ძლიერ დაბინძურებული ნიადაგი კარგი გარემოა მღრღნელების გამრავლებისათვის, რომელიც საშიში ინფექციების (ცოფი, შავი ჭირი, ტულარემია და სხვ.) წყაროა.

განსაკუთრებით დიდია ნიადაგის როლი ჰელმინთოზებისა და უმარტივესებით გამოწვეული პარაზიტული დაავადებების გავრცელებაში. გეოჰელმინთების კვერცხები ავადმყოფი ადამიანის გამონაყოფებთან ერთად ხვდება ნიადაგში, სადაც გაივლის განვითარების ერთ-ერთ სტადიას. მომწიფებული ინვაზირებული კვერცხები ადამიანის ორგანიზმში ხვდება გაბინძურებული ნიადაგის შემცველი ბოსტნეულის გზით. ასკარიდოზი ბევრ რეგიონში ენდემიური ინვაზიაა. სოფლის მოსახლეობის და, განსაკუთრებით, ბავშვების ავადობის მაღალი დონე დამაჯერებლად ამტკიცებს ასკარიდოზით ავადობაში ნიადაგის მექანიზმის წამყვან როლს.

გეოჰელმინთების კვერცხები ნიადაგში ცხოველმყოფელობას 3-დან 10 წლამდე ინარჩუნებს, ხოლო ბიოჰელმინთების კვერცხები — 1 წლამდე, ნაწლავური პათოგენური უმარტივესების ცისტები — რამდენიმე დღიდან 3-6 თვემდე.

ადამიანის მთელი რიგი ინფექციური და ინვაზიური დაავადების მექანიკური გადაცემის პროცესში განსაზღვრული ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს სინანტროპულ* ბუზებს (ოთახის, ხორცის და სხვ.), რომელთა განვითარების 2 სტადია მიმდინარეობს ნიადაგში ან გახრწნილ ორგანულ ნარჩენებში.

ნიადაგში არსებული საპროფიტული და პათოგენური მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე დიდია ნიადაგში მუდმივად მიმდინარე თვითგაწმენდის პროცესის გავლენა. ამ პროცესის ერთ-ერთი რგოლია უმარტივესების და სხვა საპროფიტული მიკროორგანიზმების ანტაგონიზმი. ნაწლავთა ინფექციების ჯგუფის მიკროორგანიზმები იღუპება ბაქტერიოფაგებითა და ანტიბიოტიკებით, რომელთა გამომუშავება ხდება მიკროორგანიზმების, უმაღლესი მცენარეებისა და ცოცხალი ორგანიზმის ქსოვილების მიერ. სხვადასხვა პათოგენური მიკროორგანიზმისაგან ნიადაგის თვითგაწმენდის პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნიადაგში არსებული მრავალფეროვანი ფლორისა და

* სინანტროპული – ადამიანთან და მის საქმიანობასთან ამა თუ იმ ფორმით დაკავშირებული ბიოლოგიური ორგანიზმი.

ფაუნის ნივთიერებათა ცვლის შედეგად წარმოქმნილი ფერმენტები. ნიადაგში პათოგენური მიკროორაგნიზმების ცხოველმყოფელობაზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, საკვები პროდუქტების ნაკლებობა, აერაცია და ტემპერატურის მერყეობა. ბუნებრივ პირობებში გვხვდება ამ ფაქტორთა სხვადასხვა კომბინაცია. ამის გამო, ნიადაგში სხვადასხვა გამაბინძურებლებთან (საყფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები და სხვ.) ერთად მოხვედრილი მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის ხანგრძლივობა დიდ ფარგლებში მერყეობს.

ამრიგად, საარსებო გარემოს სხვა ფაქტორებთან შედარებით ადამიანის ნიადაგთან პირდაპირი კონტაქტის გარკვეული შეზღუდულობის მიუხედავად, გაბინძურებული ნიადაგის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე აქტუალური საკითხია.

3.8. დასახლებების ნიადაგის მდგომარეობისა და შემადგენლობის ჰიგიენური რეგლამენტაციის მეთოდები

ნიადაგი გარემოში ნივთიერებათა ბუნებრივი წრიული ბრუნვის პროცესის საკვანძო მომენტია; მასში სხვადასხვა კომბინაციით გვხვდება პერიოდული სისტემის ყველა ელემენტი და „ცოცხალი ნივთიერებისთვის" დამახასიათებელი მრავალი შენაერთი და კომპლექსი. ადამიანის მიერ უშუალოდ ნიადაგის გამოყენება არ ხდება ჰაერისა და წყლის მსგავსად, მაგრამ მასზე არაპირდაპირ გავლენას ახდენს საარსებო გარემოს სხვა ელემენტების საშუალებით. მართალია, გარემოს სხვა ელემენტებში (წყალი, ჰაერი, საკვები პროდუქტები) სხვადასხვა ელემენტისა და შენაერთის შემცველობის ჰიგიენური რეგლამენტაცია ხდება, მაგრამ თანამედროვე პირობებში ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის სრული უზრუნველყოფისათვის ეს საკმარისი აღარ არის. სოფლის მეურნეობის ინტენსიური ქიმიზაციის პირობებში კვების პროდუქტებში ჰიგიენური რეგლამენტი — ნივთიერების *დასაშვები ნარჩენი რაოდენობა* თავის პროფილაქტიკურ ფუნქციას სრულად ვერ ასრულებს, რადგან ეს ნორმატივი გათვალისწინებულია უკვე მზა პროდუქტისათვის და არა მისი წარმოების ეტაპებზე, სადაც კონტაქტირებულ პირთა რაოდენობა საკმაოდ დიდია. ცივილიზაციის ერთ-ერთი პროდუქტის — საქალაქო ჩამდინარე წყლების ან მისი გაწმენდის ნარჩენების სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში გამოყენების შედეგად აქტუალური გახდა ნიადაგში მძიმე მეტალების დაგროვების პრობლემა, რადგანაც შეიძლებელია მათი გადასვლა ამ ნიადაგზე მოყვანილ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებში ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში კონცენტრაციებით.

ამრიგად, დღის წესრიგში დადგა არა მარტო საკვებ პროდუქტებში, არამედ ნიადაგშიც ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური ნორმირების საკითხი.

3.8.1. ნიადაგში ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური ნორმირება

ჰიგიენური რეგლამენტი ითვალისწინებს ნიადაგში ადამიანის მიერ შეტანილი (ეგზოგენური) ქიმიური ნივთიერებების (ექნ) ჰიგიენურ ნორმირებას.

ნიადაგში ექნ-ის ზდკ არის ის მაქსიმალური კონცენტრაცია (მგ-ში აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის 1 კგ-ზე), რომლის დროსაც ეკოლოგიური ჯაჭვით მიგრაციის ნებისმიერი გზის დროს გარანტირებულია მათი პირდაპირი ან ირიბი უარყოფითი ზემოქმედების არარსებობა ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მის შთამომავლობაზე, მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.

ნიადაგში ექნ-ის ჰიგიენური ნორმირება მრავალსტადიური და მრავალმხრივი ექსპერიმენტული კვლევაა, რომელშიც ფართოდ გამოიყენება კვლევის ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ქიმიურ-ანალიზური და აგრონომიული მეთოდები. ექსპერიმენტის დროს ხდება საკვლევი ნივთიერების სხვადასხვა გარემოში გადასვლის პროცესის მოდელირება, რაც კვლევის რეალურ პირობებთან მიახლოების საშუალებას იძლევა. კვლევა რამდენიმე ეტაპად მიმდინარეობს, საკმაოდ შრომატევადი სამუშაოა და კარგი ორგანიზაციის პირობებშიც კი 1-2 წლის განმავლობაში გრძელდება (სურ. 1.).

პირველ ეტაპზე შეისწავლება ნივთიერების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მისი სტაბილურობა ნიადაგში, რომლის ძირითადი მახასიათებლებია ნივთიერების 50%-ის (T_{50}) ან პრაქტიკულად მთელი ნივთიერების (T_{99}) დაშლის დრო.

მეორე ეტაპზე ხდება ექსპერიმენტული კვლევის მოცულობის დადგენა და საორიენტაციო ზღურბლოვანი კონცენტრაციის დასაბუთება მავნეობის თითოეული მაჩვენებლის მიხედვით. ამისათვის შედგება საკვლევი ნივთიერების წყლის ობიექტსა და ატმოსფერულ ჰაერში მიგრაციის პროცესების, ფიტოაკუმულაციის (მცენარეებში ტრანსლოკაციის) და ნიადაგში დესტრუქციის მათემატიკური მოდელები.

მესამე ეტაპზე ტარდება ლაბორატორიული ექსპერიმენტები ქვეზღურბლოვანი (უმოქმედო) კონცენტრაციების დასაბუთებისათვის მავნეობის 4 მაჩვენებლის მიხედვით (ფიტოაკუმულაციური, მიგრაციული წყლის, მიგრაციული ჰაერის, საერთო-სანიტარიული), მავნეობის მალიმიტირებელი მაჩვენებლისა და ნიადაგში ნივთიერების ზდკ-ის დადგენის მიზნით.

ფიტოაკუმულაციური (ტრანსლოკაციური) მაჩვენებელი ნორმირებული ქიმიური ნივთიერების ფესვთა სისტემის საშუალებით მცენარეში გადასვლისა და მის მწვანე მასაში და ნაყოფში დაგროვების უნარს ახასიათებს. მავნეობის ამ მაჩვენებლის მიხედვით ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაცია არის ნიადაგში ქიმიური ნივთიერების ის მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომლის დროსაც სასოფლო-სამეურნეო მცენარის ნაყოფში ნივთიერების დაგროვება მოსავლის აღების დროისათვის

არ აღემატება კვების პროდუქტებისათვის დადგენილ ნივთიერების დასაშვებ ნარჩენ რაოდენობას. ამ მაჩვენებლის მიხედვით ზღურბლოვანი კონცენტრაციის დადგენა ხდება ფიტოკლიმატური კამერის საშუალებით.

წყლის მიგრაციული მაჩვენებელი ასახავს მიწისქვეშა წყლებში შესასწავლი ნივთიერების მიგრაციის უნარს. უმოქმედო კონცენტრაცია მავნეობის ამ მაჩვენებლის მიხედვით არის ნიადაგში ქიმიური ნივთიერების ის მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომლის დროსაც მისი შეღწევა მიწისქვეშა წყლებში არ აღემატება ნორმირებადი ნივთიერების ზდკ-ს წყლის ობიექტის წყალში. მავნეობის ამ მაჩვენებლის მიხედვით ნივთიერების შესწავლა ხდება საფილტრაციო დანადგარზე.

ჰაერის მიგრაციული მაჩვენებელი ასახავს ნივთიერების ნიადაგიდან ატმოსფერულ ჰაერში გადასვლის პროცესს აორთქლებისა და წყალთან თანააორთქლების გზით. მავნეობის ამ მაჩვენებლის მიხედვით უმოქმედო კონცენტრაცია არის ნიადაგში ქიმიური ნივთიერების ის მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომლის დროსაც მისი მისი გადასვლა ატმოფერულ ჰაერში არ აღემატება ატმოსფერული ჰაერისათვის დადგენილი ამ ნივთიერების ზდკ-ს. უმოქმედო დოზის დადგენა ხდება ექსპერიმენტული გზით მიკროკლიმატურ კამერაში.

საერთო-სანიტარიული მაჩვენებელი ახასიათებს ექნ-ის გავლენას ნიადაგის თვითგანმენდის უნარზე და მის ბიოლოგიურ აქტიურობაზე. მავნეობის ამ მაჩვენებლის მიხედვით უმოქმედო კონცენტრაცია არის ნიადაგში ნივთიერების ის მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომელიც 5-7 დღე-ღამის განმავლობაში არ იწვევს ნიადაგის ძირითადი ფიზიოლოგიური ჯგუფების მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობის ცვლილებას (სპორაწარმომქმნელი ბაქტერიები, სოკოები, აქტინომიცეტები და სხვ.) 50%-ზე მეტად, აგრეთვე ნიადაგის ფერმენტული აქტიურობის შეცვლას (ინვერტაზული, დეჰიდროგენაზული, ნიტროფიცირებული და სხვ.) 25%-ზე მეტად კონტროლთან შედარებით.

აღწერილი სქემით კვლევების კომპლექსის ჩატარების შემდეგ ხდება კვლევის შედეგების (უმოქმედო კონცენტრაციების სიდიდეების) შედარება. განსაზღვრული 4 კონცენტრაციიდან ყველაზე დაბალი წარმოადგენს მავნეობის მალიმიტირებელ მაჩვენებელს. სწორედ ამ სიდიდის რეკომენდება ხდება ნიადაგში მოცემული ნივთიერების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციად დასამტკიცებლად.

მეოთხე ეტაპზე ხდება ქიმიური ნივთიერებების ინტეგრალური მაჩვენებლების გამოთვლა კონკრეტული ნიადაგურ-კლიმატური პირობებისათვის.

ნიადაგში ექნ-ის ზდკ-ის დადგენის შესახებ მეთოდური რეკომენდაციების თანახმად, ყველა კვლევა ტარდება ქვიშიანი ნიადაგის ეტალონურ ნიმუშებზე. თუმცა, აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა სახის ნიადაგი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან (სორბციის უნარი, ბიოქიმიური აქტიურობა, ტენის შენარჩუნების უნარი და სხვ). თავისთავად, დამტკიცებული ზდკ-ის

გადაჭარბების მიხედვით არ ხდება ნიადაგის დფაბინძურების სრული დახასიათება კონკრეტულ ნიადაგურ-კლიმატურ რაიონში. კონკრეტულ სანიტარიულ სიტუაციაში ნიადაგის დაბინძურების ხარისხის შეფასებისათვის აუცილებელია ისეთი მაჩვენებლების გამოთვლა, რომლებიც ამ კონკრეტულ ნიადაგურ-კლიმატურ თავისებურებებს ასახავს. ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების დამტკიცებული ზდკ-ის საფუძველზე გაანგარიშებული ასეთი სიდიდეებია ნიადაგში ექნ-ის შეტანის ზღვრულად დასაშვები დონე (შზდდ) და მათი უსაფრთხო ნარჩენი რაოდენობა (უნრ).

შზდდ არის ნიადაგის ქიმიური დამუშავების დროს მასში შეტანილი პესტიციდის ან აგროქიმიკატის ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო რაოდენობა (კგ/1 ჰა-ზე).

უნრ არის ნიადაგის ქიმიური დამუშავების შემდეგ დარჩენილი და მცენარის ვეგეტაციური პერიოდის ბოლოსათვის პესტიციდის ან აგროქიმიკატის ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო რაოდენობა (მგ/1 კგ ნიადაგზე).

ამ სიდიდეების გამოანგარიშების მიზნით პირველ რიგში საჭიროა ლაბორატორიულ პირობებში კონკრეტული ნიადაგის ნიმუშის კვლევის ჩატარება ნიადაგის დამაბინძურებელი ქიმიური ნივთიერების დესტრუქციისა და მიგრაციის სიჩქარის ფუნქციური კავშირის განსაზღვრისათვის მასში ჰუმუსის შემცველობის, pH-ის, ტემპერატურის, ტენიანობის და სხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებთან. ამის შემდეგ ხდება ნორმირებული ნივთიერების ნარჩენი რაოდენობის (F) განსაზღვრა კონკრეტული ნიადაგურ-კლიმატური პირობებისათვის.

შზდდ და უნრ გამოიანგარიშება ფორმულებით:

$$\text{შზდდ} = \frac{\text{ზდკ} \cdot 2d \cdot 10^2}{F}; \quad \text{კგ/ჰა}; \quad \text{უნრ} = \frac{\text{ზდკ} \cdot F(t_k)}{100}; \text{მგ/კგ, სადაც}$$

d — ნიადაგის ხვედრითი მასა;

F— ნორმირებული ნივთიერების ნარჩენი რაოდენობა კონკრეტული ნიადაგურ-კლიმატური პირობებისათვის;

t_k — საკონტროლო დრო, დღე-ღამე.

შზდდ-ისა და უნრ-ის გაანგარიშებისათვის აუცილებელი F სიდიდის განსაზღვრა შესაძლებელია ექსპერიმენტულად ან ერთ-ერთი ყველაზე სტაბილური ექნ-ის — DDT-ის ცნობილი F სიდიდის მიხედვით. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში შესწორების კოეფიციენტი განისაზღვრება ნიადაგში DDT-ის ნახევარდდაშლის პერიოდის (T_{50}) შეფარდებით კონკრეტულ პირობებში შესასწავლი ნივთიერების ნახევარდაშლის პერიოდთან. ამ გზით გამოანგარიშებული ნორმატივი წარმოადგენს ნიადაგის გაბინძურების კრიტერიუმს კონკრეტულ სანიტარიულ პირობებში.

ნიადაგის კვლევის წარმოდგენილი მეთოდიკის ავტორის, ნიადაგის ჰიგიენის სპეციალისტის, პროფ. ე.ი. გონჩარუკის მიერ მოწოდებულია კვლევის *მეხუთე* ეტაპი — ექნ-ით დაბინძურებული ნიადაგის მოსახ-

ლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლა ჰიგიენური ნორმატივების (ზდკ, შზდდ, უნრ) კორექტირების მიზნით. თუმცა, ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის თეორიული დასაბუთების მიუხედავად, პრაქტიკული დაკვირვებების დროს კონკრეტული ნიადაგის ადამიანთა კონკრეტულ ჯგუფზე გავლენის დადგენა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ეს გარემოება განპირობებულია ორი მიზეზით — 1) ნიადაგის შემადგენლობის ადამიანის ჯანმრთელობაზე მრავალმხრივი მოქმედება არაპირდაპირი გზით და 2) ადამიანთა კონკრეტული ჯგუფის კვების რაციონის ფორმირების გზების მრავალფეროვნებით როგორც დროის, ისე სივრცის კრიტერიუმის მიხედვით. ამასთან ერთად, ნიადაგში ექნ-ის ჰიგიენური ნორმატივების პროფილაქტიკური მნიშვნელობა მეტად დიდია — მისი საშუალებით იქმნება ობიექტური სურათი აგროტექნიკური და აგროქიმიური ღონისძიებების დროს ნიადაგზე ანთროპოგენური ზემოქმედების დონის შესახებ, რაც შესაბამისი პროფილაქტიკური ღონისძ-ებების შემუშავების საფუძველს წარმოადგენს.

ამრიგად, ნიადაგში ექნ-ის ნორმირების მეთოდოლოგია პრინციპულად განსხვავებულია ქიმიური ნივთიერებების წყალსა და ატმოსფერულ ჰაერში ნორმირებისგან. ყველა შემთხვევაში ზდკ-ის დასაბუთება ექსპერიმენტული გზით ხდება. თუმცა, წყალსა და ატმოსფერულ ჰაერში ნორმირების დროს ტოქსიკოლოგიური და სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტები ტარდება თბილსისხლიან ცხოველებზე, ხოლო ექსპერიმენტის შედეგების ექსტრაპოლირება ხდება ადამიანზე და ამ გზით მიიღება ჰიგიენური ნორმატივი. ექნ-ის ნიადაგში ნორმირების დროს ექსპერიმენტში მოდელირდება საკვლევი ნივთიერებების გარემოთაშორისი (მცენარეებში, წყალში ან ატმოსფერულ ჰაერში) მიგრაციის პირობები, ხოლო ჰიგიენურ ნორმატივზე მსჯელობა ემყარება წყალში, ჰაერში ან მცენარეულ პროდუქტებში ნივთიერების შემცველობის გადაუჭარბებლობის პრინციპს. ამრიგად, ჰიგიენური მიზნის მისაღწევად გამოიყენება ექსპერიმენტული პრინციპი, მაგრამ ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და აგროტექნიკური მეთოდების საშუალებით (და არა ტოქსიკოლოგიური და სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური მეთოდებით), ხოლო ჰიგიენური ნორმატივი (ზდკ ან შზდდ) ასახავს ნიადაგში არსებული ნივთიერების გავლენას არა ადამიანის ჯანმრთელობაზე, არამედ საკვლევი ნივთიერების გარემოთაშორისი გადასვლის ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხოების პირობებს.

ნიადაგში ექნ-ის ჰიგიენური ნორმირების პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ კულტურული მცენარეები აქტიურად შთანთქავს პესტიციდებს, რომლებიც საკმაოდ დიდხანს რჩება და გროვდება მცენარეთა ნაყოფში. ეს ფაქტორი აუცილებლად გასათვალისწინებელია სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის პროცესის სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით შეფასების დროს.

3.8.2. ნიადაგის სანიტარიული მაჩვენებლები

როგორც წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვის სფეროში, ნიადაგის სანიტარიული დაცვის პრაქტიკაშიც, ჰიგიენური ნორმატივების გარდა, გამოიყენება *სანიტარიული მაჩვენებლები*, რომელთა მიხედვით შეიძლება მსჯელობა ნიადაგის დამაბინძურებლების გაუვნებლების მდგომარეობის შესახებ და ამა თუ იმ მიზნით მოცემული ტერიტორიის გამოყენების შესაძლებლობის დასაბუთება (ცხრილი 3.13.)

ნიადაგის დაბინძურების სანიტარიულ-ქიმიური მაჩვენებელი — *სანიტარული რიცხვი* ასახავს ნიადაგის ორგანული გაბინძურების ხანგრძლივობას და ჰუმიფიკაციის პროცესის დასრულების ხარისხს.

სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლები — კოლიფორმული ბაქტერიებისა და პერფრინგენსის სპორების არსებობა (პერფრინგენს-ინდექსი) მიუთითებს ადამიანისა და ცხოველების მიერ ნიადაგის ფეკალურ დაბინძურებაზე. ამ მიკროორგანიზმების თანაფარდობის მიხედვით შესაძლებელია დაბინძურების ხანგრძლივობაზე მსჯელობა: კოლიფორმული ბაქტერიების შედარებით მცირე რაოდენობა და Bac. Perfringens-ის არსებობა მიუთითებს ძველი ფეკალური დაბინძურების შესახებ.

სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური და სანიტარიულ-ენტომოლოგიური მაჩვენებლების სანიტარიული მნიშვნელობა გასაგებია და დამატებითი კომენტარი არ სჭირდება.

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასება ხდება სანიტარიული მაჩვენებლების არა აბსოლუტური სიდიდეებით, არამედ კონკრეტული ტერიტორიის ნიადაგის ფუნქციურ დანიშნულებასთან მათი ადეკვატური შესაბამისობით. კერძოდ, რეკრეაციული ადგილების, საბავშვო მოედნების და ა.შ. ნიადაგი უნდა იყოს „სუფთა" კატეგორიის; სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგი, მასში აგროტექნიკური რუკების შესაბამისად ორგანული ნაკელის შეტანის შედეგად, მიეკუთვნება კატეგორიას „დაბინძურებული", მაგრამ არ საჭიროებს სანიტარიულ-გამაჯანსაღებელ ღონისძიებებს (მისი ფუნქციური დანიშნულების გამო).

ნიადაგის სანიტარიულ მაჩვენებლებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ახალი მშენებლობისასთვის მიწის ნაკვეთის შერჩევისას, ნარჩენების გაუვნებელყოფის ნაგებობების ექსპლუატაციისა და მისი ექსპლუატაციის დამთავრების შემდეგ ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისათვის და ა.შ.

3.9. დასახლებების ნიადაგის დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებები

დასახლებების ნიადაგის სანიტარიული დაცვა ნიადაგის შემადგენლობის და თვისებების ისეთი შეცვლის თავიდან აცილებისა და გამოსწორების ღონისძიებების კომპლექსია, რომელსაც შეუძლიათ მავნე გავლენა მოახდინოს მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე.

ნიადაგის, როგორც საარსებო გარემოს ერთ-ერთი ელემენტის, თავისებურებები საშუალებას გვაძლევს, განვიხილოთ ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები დიფერენცირებულად, კონკრეტულ ტერიტორიაზე ადამიანის სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო საქმიანობისათვის ნიადაგის ფუნქციური დანიშნულების მიხედვით. ნიადაგის დამაბინძურებელი ნარჩენების მრავალფეროვნების გამო, მათი გაუვნებლებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი. ეს მეთოდები პრინციპულად განსხვავებულია საყოფაცხოვრებო (სურ. 3.6.) და სამრეწველო (სურ. 3. 7.) ნარჩენების გაუვნებლების დროს.

ამ პრინციპის საფუძველზე შეიძლება გამოიყოს დასახლებებისა და რეკრეაციული ზონების ნიადაგის, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგის, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებლების ადგილებში ნიადაგის დაცვის ღონისძიებები. გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების გატარება შესაძლებელია მიწების რეკულტივაციის* დამთავრების, ფუჭი ქანების საყრელების ლიკვიდაციის, მყარი საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების სამარხი პოლიგონების ექსპლუატაციისა და ნებისმიერი ობიექტის მშენებლობის დამთავრების შემდეგ.

დასახლების ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები, ორგანიზაციის თვალსაზრისით, პირობითად ორ ეტაპად იყოფა:

I. ღონისძიებები ნიადაგის სანიტარიული დაცვის უზრუნველმყოფელი ნაგებობების ექსპლუატაციაში გაშვებამდე;

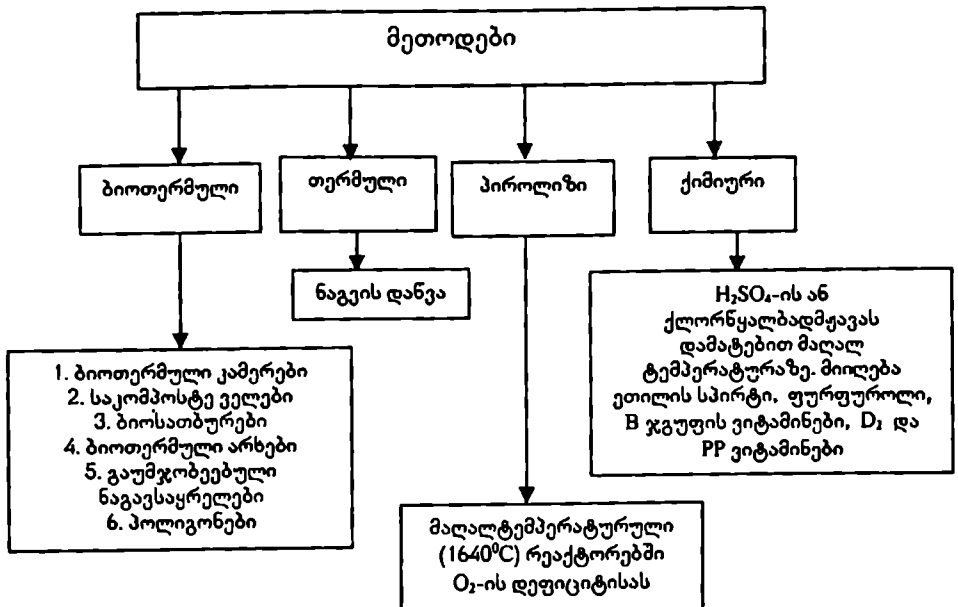
II. ღონისძიებები ნიადაგის სანიტარიული დაცვის უზრუნველმყოფელი ნაგებობების ექსპლუატაციაში გაშვების შემდეგ.

I. ღონისძიებათა პირველი ჯგუფი მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

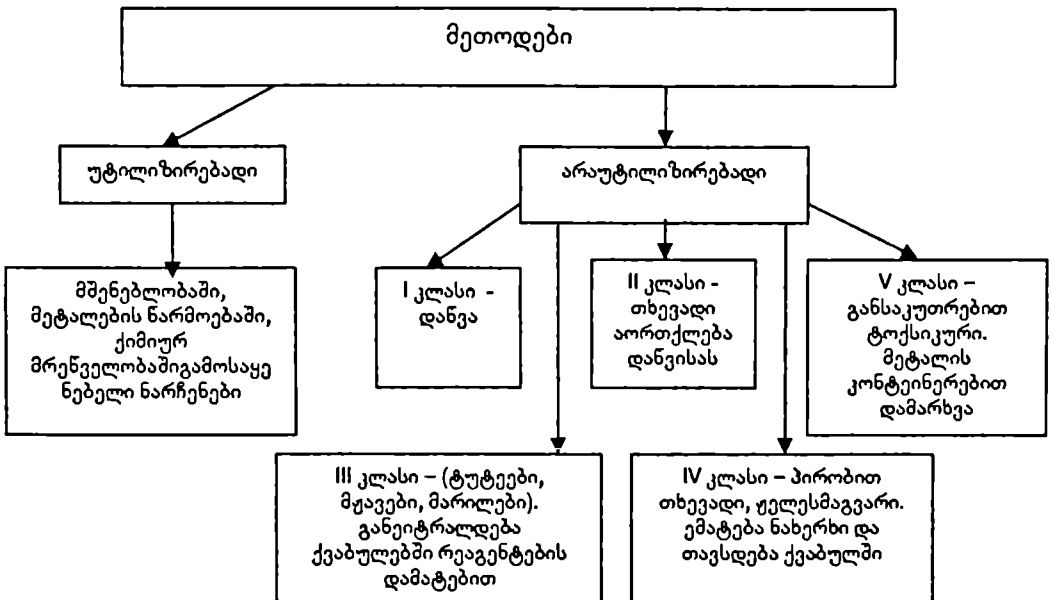
1. მიწის ნაკვეთის შერჩევა მყარი და თხევადი გადანაყრების შეკრების, გატანის, გაუვნებლების და უტილიზაციის ნაგებობების მშენებლობისათვის;
2. დასახლებული ადგილების სანიტარიული დასუფთავების პრინციპული სქემის პროექტის შერჩევა და დასაბუთება;
3. გეგმიურ-ბინობრივი დასუფთავების ორგანიზაციისა და დანერგვის ღონისძიებების შემუშავება და მათი პრაქტიკაში დანერგვა;
4. დასახლებების დასუფთავების გენერალური სქემის სანიტარიული ექსპერტიზა;
5. მყარი და თხევადი ნარჩენების გაუვნებლებისა და შემდგომი გამოყენებისათვის საჭირო ნაგებობებისა და სპეციალური ავტომეურნეობის მშენებლობის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა;

---

* რეკულტივაცია — სასარგებლო ნიაღისეულის მოპოვების კარიერის ექსპლუატაციის დამთავრების შემდეგ ან სხვა მიზეზით დარღვეული ნიადაგისა და მიწის სამეურნეო ღირებულების აღდგენა.



სურ. 3.6. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლების მეთოდები



სურ. 3.7. მყარი სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებლების მეთოდები

6. პესტიციდებისა და მინერალური სასუქების შესანახი საწყობების და ამ ნივთიერებების გაუვნებლების დანადგარების პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა;
7. პესტიციდების გამოყენების ნორმებისა და პირობების შეთანხმება;
8. პესტიციდებისა და მინერალური სასუქების საწყობებისათვის, ავია- და ავტოტრანსპორტის დამუშავებისათვის და მარცვლეულის შესანამლი მოედნებისათვის მინის ნაკვეთების შერჩევა;
9. კონტროლი მშენებლობის პროცესში და დამთავრებული ობიექტის საექსპლუატაციოდ მიღებაში მონაწილეობა.

II. ღონისძიებათა მეორე ჯგუფი მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

1. დასახლებების ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის კონტროლი სანიტარიული გამოკვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზის მონაცემების საფუძველზე;
2. ნიადაგის დაბინძურების წყაროების სანიტარიული კვლევა;
3. ნარჩენების გაუვნებელყოფის მეთოდების ეფექტურობის ლაბორატორიული კონტროლი;
4. გარემოში (ზედაპირულ და ნიადაგქვეშა წყლებში, ატმოსფერულ ჰაერში, მცენარეებში) ქიმიური ნივთიერებების მიგრაციის მდგომარეობის შესწავლა და გაბინძურების დონის შემცირების ღონისძიებების შემუშავება;
5. ნარჩენების შეგროვების, გატანის, გაუვნებლების, ლიკვიდაციის და უტილიზაციის ახალი, ეფექტური მეთოდების მეცნიერულ დასაბუთებაში მონაწილეობა;
6. დასახლების ნიადაგის ეპიდემიოლოგიური საშიშროების ლიკვიდაციის ან შემცირების ხანმოკლე და პერსპექტიული გეგმების შემუშავება;
7. ნარჩენების რეგულარული გატანის და ტრანსპორტის მოძრაობის გრაფიკის დაცვის პერიოდული კონტროლი;
8. ყველა სახის ნარჩენების შენახვის, გაუვნებლების და უტილიზაციის ნაგებობების, აგრეთვე მცენარეთა დაცვის საშუალებების საწყობების, გამწმენდი ნაგებობების, ავია და ავტოტრანსპორტის დამუშავებისა და რადიაქტიური ნარჩენების ჩამარხვის ადგილების მოწყობისა და ექსპლუატაციის წესებისა და ნორმების სისტემატური კონტროლი.

3.9.1 დასახლებებისა და რეკრეაციული ზონების ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები

თანამედროვე დასახლებების ტერიტორიის დიდი ნაწილი დაკავებულია გზებითა და სხვა საფარით, რომელიც საინჟინრო ნაგებობებია და ნიადაგის კატეგორიას არ მიეკუთვნება. ნიადაგის საფარი შენარჩუნებულია მხოლოდ გამწვანებულ უბნებში, საბავშვო და სამედიცინო დანესებულებების ტერიტორიაზე. ამ ტერიტორიებზე ბუნებრივი ბიოცენოზი უკვე გარდაქმნილია ხელოვნურ აგრობიოცენოზად და, შესაბამისად, ეკოლოგიის კანონების თანახმად, პირვან-

დელი პროდუქციის აღსანარმოებლად საჭიროებს გაცილებით მეტი ენერგიის ხარჯვას. დასახლებების ნიადაგის ჯანსაღ მდგომარეობაში შენარჩუნებისათვის აუცილებელია აგრომელიორაციული ღონისძიებების კომპლექსის გატარება (გაზონების, ყვავილების, ხეებისა და ბუჩქნარის კვალიფიციური მოვლა), რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ბიოლოგიური და ფერმენტაციული აქტიურობის ამაღლებას და მისი თვითგანმენდის პროცესების გააქტიურებას. მარტივი გაზონების მოწყობა დასახლებების ტერიტორიაზე ხელს უწყობს აქტინომიცეტების გავრცელებას, რაც ნაწლავის ჯგუფის პათოგენური მიკროორგანიზმების ანტაგონისტებია; ამით კი უმჯობესდება ნიადაგის ანტიმიკრობული თვისებები.

დასახლების ნიადაგის სანიტარიულ მდგომარეობას დიდი ეპიდემიოლოგიური და საერთო-გამაჯანსაღებელი მნიშვნელობა აქვს. გამწვანებული ტერიტორიების ნიადაგი უნდა მიეკუთვნებოდეს „სუფთა“ კატეგორიას (ცხრილი 3.13.).

დასახლების ტერიტორიის ნიადაგის ნორმალური სანიტარიული მდგომარეობის უზრუნველყოფა ძირითადად ხდება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის სხვა სფეროებში სათანადო კანონმდებლობისა და სანიტარიული წესების მოთხოვნების დაცვით. დასახლების ტერიტორიის ფუნქციური ზონირება და სამრეწველო ზონის გამოყოფა ქართა მარაოს გათვალისწინებით, სამრეწველო საწარმოების სანიტარიული დაცვის ზონების ორგანიზაცია, მყარი საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების შეგროვებისა და გატანის წესების დაცვა, დასახლების ტერიტორიის კანალიზაცია, შინაური ცხოველების სწორი მოვლა, საქალაქო ავტოტრანსპორტში ეთილირებული ბენზინის გამოყენების აკრძალვა და სხვა ის ღონისძიებები, რომლებიც მნიშვნელოვნად განაპირობებს დასახლების ნიადაგის გაბინძურებისაგან დაცვას.

რეკრეაციული ზონების ტერიტორიის სათანადო სანიტარიული მდგომარეობის შენარჩუნებისათვის, სანიტარიული კეთილმოწყობის ჩვეულებრივ ღონისძიებებთან ერთად, დიდი მნიშვნელობა აქვს *ეკოსისტემის რეკრეაციული მოცულობის* დაცვას, რაც განისაზღვრება დამსვენებელთა რაოდენობით ტერიტორიის 1 ჰა-ზე წლის განმავლობაში. ეს არის მეცნიერულად დასაბუთებული ეკოლოგიური ნორმატივი, რომელმაც, სამწუხაროდ, ჯერ-ჯერობით ვერ მიიღო საკანონმდებლო დამტკიცება. რეკრეაციული მოცულობა დამოკიდებულია ეკოსისტემის ტიპზე. მაგალითად, ტყისათვის ეს მაჩვენებელი მერყეობს 7 ადამიანი/ჰა-დან (ფიჭვის ტყეები) 30 ადამიანი/ჰა-მდე (ფართოფოთ-ლოვანი ტყეები). რეკრეაციული ტერიტორიის სათანადო საინჟინრო აღჭურვის შემთხვევაში (ბილიკებისა და სათამაშო მოედნების სისტემა, სკამები დასვენებისათვის და სხვ.) რეკრეაციული მოცულობა იზრდება 50 ადამიანი/ჰა-მდე.

გარკვეული რეკრეაციული მოცულობა აქვთ წყლის ეკოსისტემებსაც. კერძოდ, წყლის ზედაპირის 1 ჰა-ზე უნდა მოდიოდეს არა უმეტეს 5-10 ნავი, ხოლო 1 მოტორიანი ნავისათვის საჭიროა 8 ჰა. 1

მობანავისათვის საჭიროა წყლის ზედაპირის 5-25 მ², პლაჟის 20-40 მ² და მიმდებარე ტერიტორიის 300 მ².

ეკოსისტემის რეკრეაციული მოცულობის ეკოლოგიური ნორმატივის გადამეტების შემთხვევაში ვითარდება ე.წ. რეკრეაციული სუკცესია, რაც რეკრეაციული რესურსების დარღვევას იწვევს. საბოლოოდ იქმნება ტერიტორიის ან აკვატორიის სანიტარიულ-ეპიდემილოგიური არაკეთილსაიმედოობა.

ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებებს მიეკუთვნება საქალაქო მეურნეობის ფუნქცია — „მყარი სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლება". ეს ფუნქცია მოიცავს ღონისძიებათა სისტემას — ნარჩენების შეგროვება, დასახლების ტერიტორიიდან გატანა (გაუვნებლების ადგილამდე ტრანსპორტირება), გაუვნებლება, დასაწყობება ან დამარხვა. ჩამოთვლილთაგან პირველი ორი ტარდება უშუალოდ დასახლების ტერიტორიაზე, ხოლო დანარჩენი — სპეციალურად მოწყობილ და აღჭურვილ მყარი საყოფაცხოვრებო ან სამრეწველო ნარჩენების გაუსნებოვნებისა და უტილიზაციის პოლიგონებსა და ქარხნებში.

ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები შემდეგ ჯგუფებად იყოფა:

1. ნიადაგის დამაბინძურებელი ნარჩენების შეგროვების, გატანის, გაუსნებოვნებისა და უტილიზაციის *სანიტარიულ-ტექნიკური* ღონისძიებები (დასახლების სანიტარიული დაცვა);

2. *ტექნოლოგიური* ღონისძიებები, რაც მიმართულია საწარმოების უნარჩენო ან მცირენაწარმიანი ტექნოლოგიური სქემების შექმნისაკენ, რის გამოც მინიმუმამდე მცირდება ნარჩენების წარმოქმნა და უმჯობესდება ნარჩენების გაუსნებოვნების ტექნოლოგიაა;

3. *დაგეგმარებითი* ღონისძიებები, რომელიც ეხება გამწმენდ ნაგებობებსა და საცხოვრებელ სახლებს, წყალაღების ადგილებს შორის სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდის დასაბუთებასა და დაცვას, სპეცავტომეურნეობის ტრანსპორტის მოძრაობის სქემის შერჩევას, გამწმენდი ნაგებობებისათვის მიწის ნაკვეთის შერჩევას

4. *საკანონმდებლო, საორგანიზაციო და ადმინისტრაციული* ღონისძიებები.

3. 9.2. ნარჩენების ჯგუფები

ნარჩენები ორ ჯგუფად იყოფა: მყარი და თხევადი.

მყარი ნარჩენებია: 1. ნაგავი (საბინაო ნარჩენები); 2. ქუჩის ნაგავი; 3. საზოგადოებრივი კვების საწარმოების ნარჩენები (სამზარეულოს და საკვების ნარჩენები); 4. სავაჭრო და სამრეწველო საწარმოების ნარჩენები; 5. სამედიცინო დაწესებულებების ნარჩენები (შესახვევი მასალა, წამლების და ქსოვილების ნარჩენები, ლაბორატორიული ცხოველების გვამები და სხვ.); 6. ცხოველური წარმოშობის ნარჩენები და გადანაყრები (ცხოველების გვამები, სასაკლაოების ნარჩენები, ნაკელი და სხვ.); 7. საქვაბეების ნარჩენები (წიდა, ნაცარი); 8. სამშენებლო ნაგავი, ქალაქის გრუნტი.

თბილად ნარჩენებს მიეკუთვნება: 1. ჩამდინარე წყლები: სამეურნეო-ფეკალური (საყოფაცხოვრებო), სამრეწველო, მუნიციპალური, ატმოსფერული (სანიაღვრე, თოვლის ნადნობი), აგრეთვე ქუჩებისა და ტროტუარების მორწყვისა და რეცხვის შედეგად წარმოქმნილი; 2. საპირფარეშოების უსუფთაობა; 3. ნარეცხი (საკვების მომზადების, დაბანის, ჭურჭლისა და სარეცხის რეცხვის შედეგად და ა.შ.).

გარკვეულ ჯგუფთან მიკუთვნების მიხედვით, შეირჩევა ნარჩენების შეგროვების, გატანის, გაუსნებოვნებისა და უტილიზაციის კონკრეტული წესები და ნაგებობები.

3.9.3. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვების, გაუვნებლებისა და უტილიზაციის მეთოდები

ადამიანის სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო საქმიანობის შედეგად დიდი რაოდენობის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები გროვდება. მათი გატანა და გაუვნებლება დიდი სოციალური მნიშვნელობის ამოცანაა, რამდენადაც მსოფლიო გამოცდილებით დადგენილია, რომ მოსახლეობის ავადობის შემთხვევათა დაახლოებით 30-35% და სიკვდილობის 18% გარემოს გაბინძურებას უკავშირდება, ხოლო სიკვდილობის შემთხვევათა 1-2% საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენებთანაა დაკავშირებული.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები გარემოში დიდი რაოდენობით გროვდება. დღეისათვის მსოფლიოში ყოველწლიურად 10 მლნ ტ ნარჩენი წარმოიქმნება, ხოლო თბილისში მისი რაოდენობა ყოველდღიურად 1000 ტ-ს შეადგენს და ზრდის ტენდენციით ხასიათდება.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შენახვის გამო სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებისათვის მრავალი ათეული წლის განმავლობაში უვარგისი ხდება მიწის საკმაოდ დიდი მასივები. გარდა ამისა, ნიადაგის ფილტრაციული თვისებების გამო, ნარჩენებში არსებული დამაბინძურებლები ადამიანის საარსებო გარემოს ნივთიერებათა წრიულ ბრუნვაში ხვდება, რაც მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ და ჰიგიენურ პრობლემას წარმოადგენს.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და გატანისათვის გამოიყენება სხვადასხვა სქემა:

1. ნაგავგამტარი. იგი ეწყობა 5 სართულზე მეტი სიმაღლის სახლებში. იგი ბინებიდან ნაგვის გატანისა და შუალედურ საცავებში დაგროვების მეტად მოხერხებული და სწრაფი საშუალებაა. მისი ძირითადი ელემენტებია 400-600 მმ დიამეტრის ვერტიკალური წრიული მილი, განსატვირთი სარქველები და ნაგვის დაგროვების კამერა.

2. კონტეინერული (გეგმიურ-უბნობრივი) სქემა. ორგანიზაციის მიხედვით იგი ორი სახისაა:

➢ მუდმივი (შეუცვლადი) კონტეინერების გამოყენებით. ამ დროს, კონტეინერებიდან ნარჩენების სპეცავტოტრანსპორტში (ნაგავმზიდში) გადატვირთვის შემდეგ, კონტეინერებს იმავე ადგილას (კონტეინერის მოედანზე) აბრუნებენ. ამ სქემის უპირატესობაა გასატანი ნარჩენების

დატკეპვნის შესაძლებლობა, აგრეთვე იმ ტერიტორიის მომსახურების შესაძლებლობა, სადაც სპეცავტოტრანსპორტის დიდი ზომის სპეციალიზებული ავტომანქანების შესვლა შეუძლებელია

➢ შესაცვლელი კონტეინერების გამოყენებით. კონტეინერის მოედნიდან სავსე კონტეინერი გაიტანება ნაგავმზიდის ბაქნის საშუალებით, ხოლო მის ადგილზე იდგმება ცარიელი კონტეინერი. სავსე კონტეინერების დაცლა ხდება მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლების საწარმოებში (პოლიგონებზე ან ნაგვის გადამამუშავებელ ქარხანაში). აქვე, ცენტრალიზებულად ხდება კონტეინერების რეცხვა და დეზინფექცია.

3. არაკონტეინერული (გეგმიურ-ბინობრივი) სქემა. ასეთი სქემა გამოიყენება მცირე და საშუალო ქალაქებში სახლების 5 სართულამდე სიმაღლისას. სპეცავტოტრანსპორტი მიდის ზუსტად დანიშნულ დროს და მცხოვრებლების მიერ ხდება საყოფაცხოვრებო ნაგვის გამოტანა. ამ სქემის ეფექტურობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სპეცავტოტრანსპორტის საკმარისი რაოდენობით არსებობაზე და მისი მოძრაობის მარშრუტის ზუსტად დაცვაზე. უკანასკნელ პერიოდში საყოფაცხოვრებო ნაგვის შეგროვებისა და გატანის ეს სქემა სულ უფრო ნაკლებად გამოიყენება.

4. მილსადენები. იგი ნაგვის გატანის პროგრესული და პერსპექტიული მეთოდია. მისი პრინციპია ნაგვის გატანა პნევმატური წესით.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და გატანის კონტეინერული (გეგმიურ-უბნობრივი) და არაკონტეინერული (გეგმიურ-ბინობრივი) სქემები გაერთიანებულია ერთი სახელწოდებით — გეგმიურ-რეგულარული სისტემა.

ადგილზე შეგროვებული მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ტრანსპორტირება ნაგვის გადამუშავებულ ქარხნამდე/პოლიგონამდე შესაძლებელია ერთეტაპიანი ან ორეტაპიანი სქემით.

გატანის ერთეტაპიანი სქემის დროს სპეცავტოტრანსპორტი იტვირთება ადგილზე, ხოლო დაცლა ხდება ნარჩენების გადამამუშავებელ საწარმოში (პოლიგონზე ან ქარხანაში).

გატანის ორეტაპიანი სქემის დროს სპეცავტოტრანსპორტის მიერ ადგილზე შეგროვებული ნარჩენები მიიტანება და დაიცლება გადასატვირთავ სადგურში, სადაც ნარჩენები გადაიტვირთება დიდი ტევადობის ტრანსპორტზე და მიიტანება ნარჩენების გადამამუშავებელ საწარმოში. გადასატვირთავ სადგურში, შემდგომი გადამუშავების მოხერხებულობისათვის, შესაძლებელია ნარჩენების დაწნეხვა, დაქუცმაცება, შეფუთვა. პერსპექტიულია გატანის ორეტაპიანი სისტემა ნარჩენების პირველ ეტაპზე პნევმატური მილსადენების სპეციალური ქსელით ევაკუაციის სისტემის გამოყენებით. ამ დროს გამორიცხულია სპეცავტოტრანსპორტის (ნაგავმზიდის) მოძრაობა ქალაქის მაგისტრალებზე, რითაც მცირდება მაგისტრალების დატვირთვა და უმჯობესდება ქალაქის სანიტარიული მდგომარეობა.

დღეისათვის უპირატესად გამოიყენება ნარჩენების გატანის ერთეტაპიანი სისტემა. მაგრამ მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების ზრდის ტენდენციის (1 სულზე გაანგარიშებით) გამო შესაძლებელია დღის წესრიგში დადგეს გატანის ორეტაპიანი სისტემის გამოყენება, რომელიც ეკონომიკური უპირატესობებით ხასიათდება.

ქალაქიდან გატანილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები მიიტანება მათი გაუვნებელყოფისა და უტილიზაციის საწარმოებში, რომელიც სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით, პოტენციურად საშიშია.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, შემადგენელი კომპონენტების თვისებების მიხედვით, ორ ჯგუფად იყოფა: ნარჩენები, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია სხვა პროდუქციის მისაღებად (უტილიზაცია) და საკუთრივ ნაგავი, რომლის გამოყენებაც შეუძლებელია და ლიკვიდაციას ექვემდებარება.

აქედან გამომდინარე, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლებისა და გადამუშავების მეთოდები ორ ჯგუფად იყოფა: ლიკვიდაციური (რომელიც წყვეტს ძირითადად ჰიგიენურ ამოცანებს) და უტილიზაციური (რომლის მიზანია ნარჩენების გაუვნებელყოფასთან ერთად მათში შემავალი სასარგებლო ნაწილების გამოყენება).

ნარჩენების გაუვნებლებისა და გადამუშავების ყველა მეთოდი უნდა პასუხობდეს ძირითად მოთხოვნებს:

1. ნარჩენების უსაფრთხოება ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით გაუსნებოვნების შემდეგ. ნარჩენები დიდი რაოდენობით შეიცავს მიკროორგანიზმებს. ამასთან ერთად, სანიტარიული მაჩვენებლების როლის მქონე ბაქტერიებთან ერთად, დიდი რაოდენობით შეიცავს პათოგენურ მიკრობებს, ვირუსებს, ჰელმინთების კვერცხებს. განსაკუთრებით საშიშია სამედიცინო დაწესებულებების ნარჩენები — მათში მიკრობების შემცველობა 10-100-ჯერ მეტია მყარ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებთან შედარებით. აქედან გამომდინარეობს პირველი და ძირითადი მოთხოვნა გაუსნებოვნების მეთოდებისადმი — საიმედო გამაუსნებოვნებელი ეფექტი;

2. ნარჩენების გაუვნებლების სისწრაფე. რაც სწრაფად მიმდინარეობს ეს პროცესი, მით უკეთესია მეთოდი;

3. ბუზებისა და მღრღნელების გავრცელებისათვის სასურველი პირობების შექმნის თავიდან აცილება;

4. ორგანული ნივთიერებების სწრაფი და საიმედო გარდაქმნა ისეთ შენაერთებად, რომელიც არ აბინძურებს ჰაერს: მყარი ნარჩენები შეიცავს ორგანული ნივთიერებების მნიშვნელოვან რაოდენობას (80%-მდე), რომელთაგან 20-30% წლის თბილ პერიოდში ადვილად ლპება და გარემოში გამოყოფს უსიამოვნო სუნის მქონე აირებს (გოგირდწყალბადი, ინდოლი, სკატოლი, მერკაპტანი);

5. მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების გაბინძურების არარსებობა;

6. ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საფრთხის თავიდან აცილების უზრუნველყოფით ნარჩენების სასარგებლო თვისებების მაქსიმალურად გამოყენება, რომელიც 6%-მდე უტილს შეიცავს.

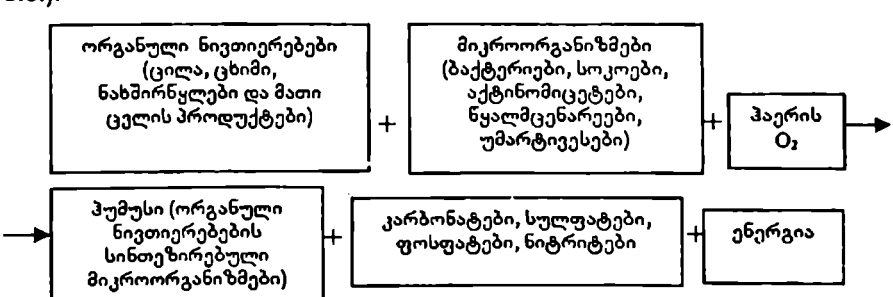
მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლების ორი ძირითადი მიმართულებაა — უტილიზაციური და ლიკვიდაციური.

ტექნოლოგიური თვალსაზრისით ყველა მეთოდი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: 1. ბიოთერმული (ნაგავსაყრელები, სახნავი და საკომპოსტე ველები, ბიოთერმული კომპოსტირების ქარხნები); 2. თერმული (დაწვა ნვის პროდუქტების გამოყენების გარეშე, ნარჩენების დაწვა როგორც ენერგიის წყაროსი, პიროლიზი საწვავი აირისა და ნავთობის მაგვარი ზეთების მიღებით); 3. ქიმიური (ჰიდროლიზი); 4. მექანიკური (ნარჩენების სეპარაცია შემდგომი უტილიზაციით, ნარჩენების დაწნეხვა სამშენებლო ბლოკებად).

დასახლებების მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლების ძირითადი მეთოდებია მათი დეპონირება სამარხ პოლიგონებზე ან ნაგავსაყრელებზე (ლიკვიდაციური მექანიკური მეთოდები), კომპოსტირება საველე პირობებში ორგანული მასის მიღებით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე გამოსაყენებლად, ბიოთერმული გადამუშავება შესაბამის სანარმოში კომპოსტის ან ბიოსათბობის მიღებით (უტილიზაციური ბიოლოგიური მეთოდი), ნაგვის დაწვა (ლიკვიდაციური თერმული მეთოდი). დასახელებული მეთოდები გაერო-ს მიერ აღიარებულია მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლების ძირითად მეთოდებად და რეკომენდებულია მათი მასობრივი გამოყენება.

ნარჩენების გატანა მრავალფაქტორიანი ამოცანაა, რომელიც ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა გადაიჭრას სანიტარიული და ეკოლოგიური გარემოებების, ეკონომიკური და კლიმატურ-გეოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით.

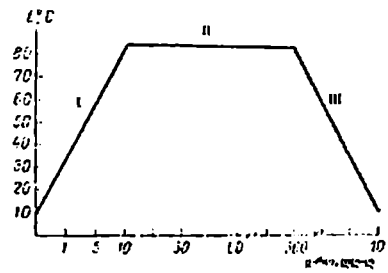
გაუვნებლების ბიოთერმული მეთოდების საფუძველია რთული პროცესი, რომელიც სქემატურად შემდეგნაირად წარმოდგება (სურ. 3.8.):



სურ. 3.8. ნარჩენების ბიოთერმული გარდაქმნის სქემა

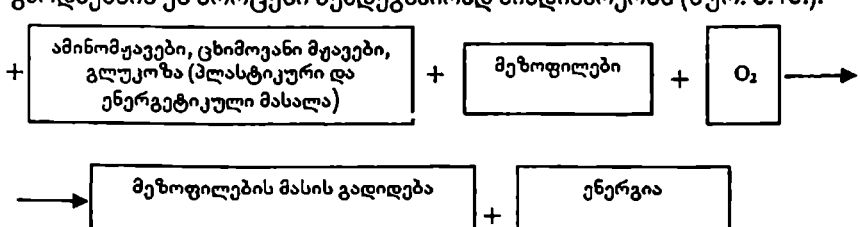
ბიოთერმული გარდაქმნის ამოცანებია: 1. ნარჩენების რთული ორგანული ნივთიერებებისა და მათი ცვლის პროდუქტების (შარდოვანა, შარდმჟავა და სხვ.) დაშლა უფრო მარტივ ნაერთებად, რომლებიდანაც, შემდგომ, სპეციალური მიკროორგანიზმების მეშვეობით, ჟანგბადის არსებობისას, სინთეზირდება ახალი, მყარი, სანიტარიული თვალსაზრისით უსაფრთხო ნივთიერება — ჰუმუსი; 2. პათოგენური ბაქტერიების, ვირუსების, უმარტივესების, ჰელმინთების კვერცხების ვეგეტატიური ფორმების, ბუზების კვერცხებისა და ჭუპრების, სარეველების თესლის განადგურება.

ამ ამოცანების გადაჭრა ბიოთერმული გარდაქმნის პროცესში სამ ფაზად მიმდინარეობს (სურ. 3.9.).



სურ. 3.9. ნარჩენების ბიოთერმული გარდაქმნის ფაზები.
I – ტემპერატურის ზრდის ფაზა; II – სტაციონარული ტემპერატურის ფაზა; III – ტემპერატურის დაცემის ფაზა.

პირველ ფაზაში ნარჩენებში არსებული ორგანული ნივთიერებები რთული ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების სახით ბიოთერმულ კამერაში ან ნიადაგში იშლება ამონომჟავების, შარდოვანას, შარდმჟავას, მონოსაქარიდების და ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნამდე. მიღებული პროდუქტები კვებავენ მიკრობებს — მეზოფილებს, რომლებიც ინტენსიურად მრავლდება, რაც მასის ტემპერატურას 40-45°C-მდე ზრდის. ამის გამო მას *ტემპერატურის ზრდის ფაზა* ეწოდება. სქემატურად გარდაქმნის ეს პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს (სურ. 3.10.):



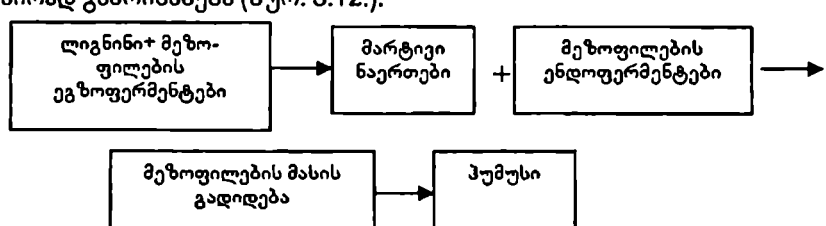
სურ. 3.10. ნარჩენების ბიოთერმული გარდაქმნის I ფაზა (ტემპერატურის ზრდის ფაზა)

მეზოფილური მიკრობების ტემპერატურის მაქსიმუმის (40-45°C) მიღწევის შემდეგ მეზოფილები იღუპება და იწყება თერმოფილური მიკრობების ინტენსიური გამრავლება. სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით ეს ფაზა განსაკუთრებით საინტერესოა. ამ დროს რთული ორგანული ნივთიერებების დაშლა შემდეგი სქემით მიმდინარეობს (სურ. 3.11.): ნარჩენების რთული და მარტივი ცილები, უჯრედისი, სახამებელი, პოლისაქარიდები, ცხიმები, I სტადიაზე განვითარებული მეზოფილების მასა, თერმოფილების ეგზოფერმენტების მოქმედების შედეგად, ჰიდროლიზურ დაშლას განიცდის. ამ პროცესის შედეგად მიიღება ამინომჟავები, მონოსაქარიდები, ცხიმოვანი მჟავები, რის საფუძველზეც, თერმოფილების ენდოფერმენტების მოქმედების შედეგად, ჟანგბადის მონაწილეობით, ხდება თერმოფილების ახალი მასის სინთეზი ენერგიის გამოყოფით.

ამ ფაზისათვის დამახასიათებელია თერმოფილების მასის ზრდა, აგრეთვე მუდმივად მაღალი ტემპერატურა. ტემპერატურის მაღალი მაჩვენებლების შენარჩუნება დამოკიდებულია მასის გადამუშავებისათვის გამოყენებულ მეთოდზე: დაჩქარებული მეთოდების დროს ამ ფაზის ხანგრძლივობა 1 დღე-ღამემდეა, ბიოკამერებში — 30-60 დღე-ღამემდე, ხოლო კომპოსტში — 1 წლამდე. გარდაქმნის ამ ეტაპს II ფაზა — *სტაციონარული ტემპერატურის ფაზა* ეწოდება.

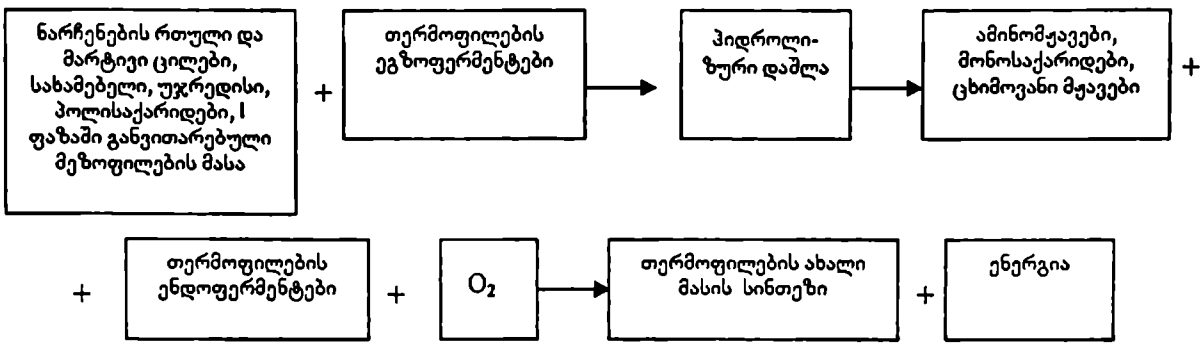
75°C ტემპერატურის მიღწევის შემდეგ თერმოფილების ცხოველმყოფელობა მცირდება და იღუპება მათი საკვები ნივთიერებების (ორგანული ნარჩენების) მარაგის ამოწურვის გამო.

ამის შემდეგ იწყება პროცესის III ფაზა, რომელიც ტემპერატურის შემცირებით ხასიათდება და, შესაბამისად, *ტემპერატურის დაცემის ფაზა* ეწოდება. ამ ფაზაში ისევ ვითარდება მეზოფილების განსაკუთრებული სახე, რომელსაც რთულად დაშლადი ნივთიერებების (ლიგნინის) დაშლის უნარი აქვს. სქემატურად ამ ფაზის მიმდინარეობა შემდეგნაირად გამოისახება (სურ. 3.12.):



სურ. 3.12. ნარჩენების ბიოთერმული გარდაქმნის III ფაზა (ტემპერატურის დაცემის ფაზა)

ნარჩენების გარდაქმნის პროცესის სამივე ფაზაში სინთეზირებულ ორგანულ ნივთიერებებს მეზოფილებითა და თერმოფილებით ეწოდება ჰუმუსი, ხოლო ხოლო თვით პროცესს — *ჰუმიფიკაცია*. ჰუმუსის მინერალიზაცია და ნიტრიფიკაცია მეტად რთულად, მხოლოდ ნიადაგის ბაქ-



სურ. 3.11. ნარჩენების ბიოთერმული გარდაქმნის II ფაზა
(სტაციონარული ტემპერატურის ფაზა)

ტერიების ზოგიერთი სახის მოქმედებით მიმდინარეობს. ამის გამო ის არ იხრწნება, არ გამოყოფს არასასიამოვნო სუნს, არ იზიდავს ბუზებს, მღრღნელებს, არასასურველი გარემოა მათი გამრავლებისათვის.

ნარჩენების გაუვნებელყოფის ბიოთერმული მეთოდების სწორი წარმართვის პროცესზე გავლენას ახდენს მთელი რიგი ფაქტორები. მათგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია: ნარჩენების აერაცია და ტენიანობა, ადვილად ლპობადი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა და ხარისხი, ნაწილაკების ზომები, ნარჩენების pH, თერმოფილური მიკროორგანიზმებით ნარჩენების მოთესვიანობის ხარისხი, ტემპერატურა.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) გაუვნებლების ყველაზე ფართოდ გავრცელებული მეთოდია მათი დამარხვა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონებზე.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების *პოლიგონი* წარმოადგენს სპეციალური ნაგებობების სისტემას, რომელიც გამიზნულია ნარჩენების იზოლაციისა და გაუვნებელყოფისათვის, ამავე დროს, უზრუნველყოფს გარემოს სანიტარიული მდგომარეობისა და მოსახლეობის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების დაცვას. პოლიგონზე უზრუნველ-ყოფილი უნდა იქნას მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სტატიკური მდგრადობა იმის გათვალისწინებით, რომ დინამიკურად განხორციელ-დება პოლიგონის შემჭიდროება, მინერალიზაცია, აირგამოყოფა და მაქსიმალური დატვირთვა ფართობის ერთეულზე, ხოლო პოლიგონის დახურვის შემდეგ შესაძლებელი იქნება ნაკვეთის რაციონალური გამოყენება. პოლიგონი შეიძლება შეიქმნას ყველა სიდიდის დასახლე-ბისათვის. რამდენიმე დასახლების ჯგუფისათვის რეკომენდებულია ცენტრალიზებული პოლიგონის შექმნა.

მსნ-ის პოლიგონები მსნ-ის იზოლაციისა და გაუვნებლებისათვის გათვალისწინებული ბუნებისდაცვითი დანიშნულების სპეციალური საინჟინრო ნაგებობებია. მსნ-ის პოლიგონი შედგება ორი ურთიერთდაკავშირებული ნაწილისაგან: ტერიტორია მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაყარების და საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ობიექტებისათვის.

ამ მეთოდით ნარჩენების გაუვნებელყოფა ხდება პოლიგონის მასაში გამრავლებული თერმოფილური მიკროფლორის მოქმედებით განვითარებული ბიოქიმიური პროცესების შედეგად. გაუვნებელყოფის პროცესში მონაწილეობს პოლიგონის ბიოცენოზის სხვა ელემენტებიც: სოკოები, წყალმცენარეები, მატლები და სხვ. მსნ-ის პოლიგონი, სწორად მოწყობისა და ექსპლუატაციის შემთხვევაში, ბუნებისდაცვით ფუნქციასთან ერთად, იგი თვითონ წარმოადგენს საშიშროებას გარემოსათვის, აგრეთვე ტერიტორიის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კეთილდღეობისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის. პოლიგონის განთავსების ზონის ატმოსფერულ ჰაერში მომატებული კონცენტრა-ციებით აღმოჩენილია სხვადასხვა ბაქტერიები, სოკოები, აქტინომი-ცეტები; პოლიგონის მასაში მუდმივად წარმოიქმნება და ატმოსფერულ ჰაერში გამოიყოფა მეთანი, ნახშირბადის ოქსიდი, ფენოლები, ამიაკი, გოგირდწყალბადი, ტოლუოლი, ქსილოლი და სხვა ორგანული შენაერ-თები,

რომელთა ნარევს *ბიოგაზი* ეწოდება. ბიოგაზს ახასიათებს მისი შემადგენელი კომპონენტებისათვის დამახასიათებელი ყველა თვისება (ტოქსიკური, ალერგიული, არასასურველი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები). გარდა ამისა, მას ახასიათებს აფეთქებისა და აალების საშიშროება.

მყარი ნარჩენების ბიოქიმიური დაშლის პროცესში პოლიგონის მასაში წარმოიქმნება ფილტრატი, რომელიც დიდი კონცენტრაციებით შეიცავს თითქმის ყველა ქიმიურ ელემენტის ხსნად შენაერთებს, მ.შ. ტოქსიკურ მეტალებს. ფილტრატის ორგანული ფრაქცია წარმოდგენილია ნახშირწყალბადებით, ალიფატური და არომატული კარბონმჟავებით, სპირტებით, კეტონებით მაღალ კონცენტრაციებში. ფილტრატის ჟბმ$_{5}$ 1500-დან 40 000 მგ O_2/ლ-ის ფარგლებში მერყეობს, ჟქმ 80 000 მგ O_2/ლ-მდეა. ფილტრატის კომპონენტების კონცენტრაციები და თანაფარდობა დამოკიდებულია ნარჩენების შემადგენლობაზე და პოლიგონის ფუნქციონირების ხანგრძლივობაზე. ფილტრატი აბინძურებს ნიადაგს პოლიგონის ირგვლივ, ხოლო არახელსაყრელი პირობების დროს შესაძლებელა მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლის ობიექტების წყლის გაბინძურება.

მსნ-ის პოლიგონისათვის მიწის ნაკვეთის შერჩევისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ტერიტორიის კლიმატურ-გეოგრაფიული და ნიადაგური თავისებურებანი, ასევე გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობები. აკრძალულია პოლიგონების განლაგება: წყალსატევებისა და მინერალური წყაროების სანიტარიული დაცვის I და II სარტყლის ზონაში; კურორტების სანიტარიული დაცვის სამივე სარტყლის ზონაში; დამსკდარ ქანებიან ადგილებში; მოსახლეობის მასობრივი დასვენებისა და ბავშვთა გამაჯანსაღებელ დაწესებულებათა ადგილებში.

გარემოს ეკოლოგიურ და სანიტარიულ მდგომარეობაზე პოლიგონების უარყოფითი გავლენის შემცირებისათვის მათ ორგანიზებასა და ექსპლუატაციას, აგრეთვე ექსპლუატაციის დამთავრების შემდეგ კონსერვაციას, გარკვეული სანიტარიული მოთხოვნები წაეყენება. პოლიგონისათვის ტერიტორია შეირჩევა გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, ოროგრაფიული* პირობების, მოსაზღვრე დასახლებების განლაგების (დაცილება, ქართა მარაო) გათვალისწინებით. პოლიგონის განთავისუფლებისათვის შეიძლება ხევების, გაუქმებული კარიერის და რელიეფის სხვა ჩაღრმავებების გამოყენება. პოლიგონის ფართობს გამოყოფენ ექსპლუატაციის ვათვალისწინებით (არანაკლებ 15 წელი).

---

* ოროგრაფია (ბერძნ. oros — მთა და .... — გრაფია) — გეომორფოლოგიის დარგი, რომელიც აღწერს რელიეფის ფორმებს (ქედებს, მაღლობებს, ქვაბულებსა და ა.შ.) და ახდენს მათ კლასიფიკაციას გარეგანი ნიშნების მიხედვით (ქსე, ტ. 7, გვ. 854).

ნორმატიული დოკუმენტის* მოთხოვნების თანახმად, მსნ-ის პოლიგონის მონყობა არ შეიძლება რეკრეაციულ ზონაში, სასმელი წყალმომარაგების წყაროს სანიტარიული დაცვის ზონის I და II სარტყელების ტერიტორიაზე, კურორტებისა და მინერალური წყლების დაცვის ზონის ყველა სარტყელში.

მსგ პოლიგონები უნდა განლაგდეს ქალაქის ფარგლებს გარეთ. მანძილი საცხოვრებელი სახლებიდან პოლიგონის საზღვრამდე, სანიტარიული დაცვის ზონის სახით უნდა იყოს არანაკლებ 500 მ. თუმცა მისი ზომების დაზუსტება ხდება აიროვანი გამონაფრქვევების გავრცელების გათვალისწინებით და დგინდება ყველაზე ტოქსიკური კომპონენტის ატმოსფერულ ჰაერში 1 ზდკ-ის იზოხაზის მიხედვით.

პოლიგონის გეოლოგიური საფუძველი უნდა იყოს თიხნარი მიწა. ასეთი ქანების არარსებობისას თიხისაგან უნდა მოეწყოს წყალგაუმტარი ეკრანი. პოლიგონის ტერიტორიაზე გრუნტის წყლების დგომის სიმაღლე უნდა იყოს არანაკლებ 2 მ. პოლიგონის ფსკერზე ეწყობა დრენაჟი ფილტრატის შეგროვებისა და შემდგომი გაუვნებელყოფისათვის.

მსნ-ის პოლიგონის ექსპლუატაცია რამდენიმე ტექნოლოგიური პროცესისაგან შედგება. ნაგავი თავსდება პოლიგონის პირველად ელემენტში — უჯრედში, რომელიც ზემოდან იფარება საიზოლაციო ფენით — გეომემბრანით. საიზოლაციო ფენად შესაძლებელია IV კლასის (მცირედ ტოქსიკური) მყარი სამრეწველო ნარჩენების გამოყენება. პოლიგონის ტერიტორიაზე, ნარჩენების დასაწყობებისა და დამარხვის უბნების გარდა, უნდა იყოს ნარჩენების დახარისხების, გადამუშავების ან განადგურების სპეციალური საინჟინრო ნაგებობები. აუცილებელია გრუნტის წყლების (დგომის სიმაღლე, ქიმიური შედგენილობა), პოლიგონის სანიტარიული დაცვის ზონის ფარგლებში ნიადაგის ქიმიური შედგენილობისა და სანიტარიული მაჩვენებლების მონიტორინგის ორგანიზაცია.

პოლიგონის ფენაში წარმოქმნილი ნაჟური წყლები უნდა ამოიტუმბოს და მოირწყას ნაგვის ზედა ფენა, რითაც მასის ბიოლოგიური გარდაქმნა დაჩქარდება.

პოლიგონის დახურვა (ექსპლუატაციის დამთავრება) ხდება მისი სიმაღლის საპროექტო ნიშნულამდე მიღწევის შემდეგ. ნარჩენების ბოლო ფენა იფარება გრუნტის საიზოლაციო ფენით, რომლის სიმაღლე დამოკიდებულია ტერიტორიის შემდგომ ფუნქციურ გამოყენებაზე და 0,6-1,5 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. საიზოლოაციო ფენის ზემოდან ათავსებენ ნიადაგის ფენას; ტერიტორიას ამწვანებენ ქარებითა და

---

*სანიტარიული წესები და ნორმები „ჰიგიენური მოთხოვნები მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონების მონყობისა და ექსპლუატაციისადმი". სანნდან 2.1.7. 005–02 (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №36/6, 2003 წლის 24 თებერვალი).

ატმოსფერული ნალექებით ზედაპირის საიზოლაციო ფენის დარღვევის თავიდან აცილების მიზნით.

მსნ-ის პოლიგონისათვის მიწის ნაკვეთის ფართობი შეირჩევა 15-20-წლიანი ექსპლუატაციის ანგარიშით.

ყოფილი პოლიგონის ტერიტორიის გამოყენება შესაძლებელია ტყე-პარკების, არაკვებითი დანიშნულების პროდუქტების საწყობების მოსაწყობად. ამ ტერიტორიაზე კაპიტალურ მშენებლობა დასაშვებია პოლიგონის ექსპლუატაციის შეწყვეტიდან არანაკლებ 40 წლის შემდეგ.

მსნ-ის დამარხვისა და გაუვნებლების პოლიგონების არსებითი ნაკლია დიდი ტერიტორიის საჭიროება, რომელიც მრავალი ათწლეულის განმავლობაში სამეურნეო გამოყენებისათვის გამოუსადეგარი ხდება. თანამედროვე პირობებში, ურბანიზაციის მაღალი დონისა და ტერიტორიების სამეურნეო ათვისების ინტენსიფიკაციის დროს, მეტად რთულია (და ზოგჯერ შეუძლებელიც) პოლიგონებისათვის ისეთი ტერიტორიის შერჩევა, რომელიც დააკმაყოფილებს ყველა ეკოლოგიურ და ჰიგიენურ მოთხოვნებს.

უკანასკნელ პერიოდამდე პოლიგონების ნაცვლად გამოიყენებოდა *გაუმჯობესებული ნაგავსაყრელები* — სპეციალურად გამოყოფილი ტერიტორიები, რომელზედაც შეჰქონდათ, ასხორებდნენ და ტკეპნიდნენ ნარჩენებს. ასეთ ნაგავსაყრელებზე გეოლოგიური ბარიერი გათვალისწინებული არ იყო. მის ირგვლივ ტერიტორიაზე ნიადაგი მნიშვნელოვნად ბინძურდება. ერთ-ერთი ასეთი ნაგავსაყრელიდან 150-1500 მ-ის დაცილებით ნიადაგში აღმოჩნდა მრავალი მეტალის მაღალი კონცენტრაციები (ნიკელი, კობალტი, მოლიბდენი, ქრომი, სპილენძი, ტყვია, თუთია, სტრონციუმი და სხვ.). მეტალების მაღალი კონცენტრაციები აღმოჩნდა, აგრეთვე, ნაგავსაყრელის გავლენის ზონაში ნაკადულებისა და გუბურების ფსკერის ნალექში. ბუნებრივია, საარსებო გარემოს დაბინძურების ასეთი მდგომარეობა მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის საშიშროებას წარმოადგენს.

მსნ-ის პოლიგონების ეფექტური ალტერნატივაა მსნ-ის ბიოთერმული გაუვნებლების მეთოდი *ნაგვის გადამამუშავებელ ქარხნებში* (ნგქ). ეს მეთოდი მიწის ნაკვეთის დაზოგვის შესაძლებლობას იძლევა; შესაძლებელია, აგრეთვე, ნაგვის ზოგიერთი კომპონენტის (პირველ რიგში, მეტალების) მეორად ნედლეულად გამოიყენება, ნარჩენებიდან ახალი პროდუქტების მიღება (ბიოსათბობი, კომპოსტი, ინერტული საშენი მასალა); მნიშვნელოვნად მცირდება ნიადაგისა და წყლის ობიექტების ქიმიური და მიკრობიოლოგიური გაბინძურება.

ნგქ-ის ძირითადი ტექნოლოგიური კვანძია ჰორიზონტალური მბრუნავი დოლურა ფერმენტატორები 2 მ დიამეტრითა და 60 მ სიგრძით, რომელშიც ნარჩენების ბიოთერმული გადამუშავება ხდება. ფერმენტაციის პროცესი 2-3 დღე-ღამის განმავლობაში გრძელდება. პროცესის დროს მიღებული პროდუქტი სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით უვნებელია; აერობული თერმოფილური მიკროფლორის მიერ გამოიყოფა სითბო. ხელოვნური შეთბობისა და ბაქტერიული დანამატის

გარეშე მასის ტემპერატურა 60-65°C-მდე აღწევს, რაც ორგანული ნივთიერებების უფრო სტაბილურ ნივთიერებებად დაჩქარებული ტრანსფორმაციის კარგ პირობებს ქმნის, რომელიც ვარგისია მცენარეთა კვებისათვის, პათოგენური მიკროფლორის ჰელმინთების კვერცხებისა და ბუზების ჭუპრების დაღუპვისათვის. ფერმენტაციის 3-დღიანი ციკლის დროს სასაქონლო პროდუქტია ეპიდემიოლოგიურად უსაფრთხო ორგანული ნაკელი (ღია გრუნტისათვის), ხოლო 2-დღიანი ციკლის დროს — ბიოსათბობი დახურული გრუნტისათვის (სათბურებისათვის).

ფერმენტატორის ნორმალური მუშაობისა და მაღალხარისხოვანი პროდუქტის მისაღებად ტექნოლოგიურ ციკლში ჩართულია დამატებითი კვანძები — შავი მეტალის ელექტრომაგნიტური სეპარაცია, ფერადი მეტალის ელექტროინდუქციური სეპარაცია, მინის გრავიტაციული სეპარაცია, ქაღალდისა და ფირების ჰაეროვანი სეპარაცია. მზა პროდუქციის შეფუთვამდე სამსხვრეველაზე ხდება არაფერმენტი-რებადი ფრაქციის (ქვა, ტყვია, ქსოვილი პლასტმასა და სხვ.) მოცილება, რაც ნარჩენების მასის 20%-ს შეადგენს. ნარჩენების ამ ნაწილის დამარხვა ხდება მსნ-ის პოლიგონზე.

თანამედროვე ნგქ-ის საექსპლუატაციო ვადაა 20-25 წელი, რასაც ითვალისწინებენ მისთვის ტერიტორიის შერჩევის დროს (ქალაქის პერსპექტიული განვითარების თვალსაზრისით).

მსნ-ის დაწვა ხდება *ნაგვის საწვავ დანადგარებზე* (ნსდ). ნაგვის დაწვა მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, თუ მასში აქტიური ორგანული ნივთიერებების შემცველობა 30%-ზე ნაკლებია, აგრეთვე კომპოსტისა და ბიოსათბობის გარანტირებული მომხმარებლის არარსებობა ნგქ-დან 15 კმ-ის რადიუსში. ნსდ-ის დაპროექტება შესაძლებელია ნაგვის დაწვის დროს წარმოქმნილი სითბოს უტილიზაციით ელექტროენერგიის წარმოებისათვის.

ნსდ-ში ნარჩენების წვის ტემპერატურაა 900-1000°C. დანადგარი აღჭურვილი უნდა იყოს აირების გამწმენდი საიმედო სისტემით ციკლონების, სკრუბერებისა და ელექტროფილტრების კომბინაციის სახით. აირგაწმენდის მაღალი ეფექტურობის მიუხედავად, ნსდ-ის ატმოსფეროში გამონაფრქვევები შეიცავს პოლიქლორირებულ დიბენზო-პ-დიოქსინებს და დიბენზოფურანებს — განსაკუთრებით საშიშ ნივთიერებებს, რომლებიც ტოქსიკურ და კანცეროგენურ ეფექტებს იძლევა დოზებში პიკოგრამების მეასედი წილის დროს 1 კგ მასაზე.

1 ტ მსნ-ის წვის დროს წარმოიქმნება 275-430 კგ ნაცარი და წიდა. იგი საშიშ სამრეწველო ნარჩენს წარმოადგენს. ჩვეულებრივი მინერალური ნივთიერებების გარდა, შეიცავს მძიმე მეტალებს ასეული მგ-ის რაოდენობით 1 კგ-ზე, აგრეთვე დიოქსინებს. საშიშროებას წარმოადგენს ნსდ-ის ჩამდინარე წყლებიც, რომელიც წარმოიქმნება აირგამწმენდი სისტემის გარეცხვისა და წიდისა და ნაცრის წყლით ტრანსპორტირების შედეგად; მათ შემადგენლობაში შედის მძიმე მეტალები და დიოქსინები. ჩამდინარე წყლების ხვედრითი მოცულობა შეადგენს 1 მ^3-ს 1 ტ გადამუშავებულ ნარჩენებზე. ამრიგად, მსნ-ის დანვის შედეგად წარმო-

იქმნება არანაკლებ საშიში პროდუქტების დიდი რაოდენობა, რომელიც აბინძურებს გარემოს ობიექტებს (წყალს, ნიადაგს, ჰაერს); ამასთან ერთად, არსებობს ნაცრისა და წიდის დამარხვის აუცილებლობაც. ნსდ-ში წვის ტექნოლოგიის სრულყოფის მიზნით შემუშავებულია სხვადასხვა მოდიფიკაცია (ფენობრივი დაწვა, დაბალტემპერატურული გაზიფიკაცია, მდუღარე ფენაში დაწვა და სხვ.), თუმცა ამ ცდებმა სასურველი შედეგი არ გამოიღო. მსნ-ის წვის დროს ნარჩენების თითოეულ $მ^3$-ზე საჭიროა დაახლოებით 150 $მ^3$ სუფთა ატმოსფერული ჰაერი.

მსნ-ის გაუვნებლების პერსპექტიული მეთოდია *პიროლიზი* — ორგანული ნივთიერებების მაღალტემპერატურული (400-1200°C) გახრწნის მეთოდი ჟანგბადისა და ქიმიური რეაგენტების დამატების გარეშე (ორგანული ნივთიერებების კარბონიზაციის მრავალფაზური პროცესი). პიროლიზის სასაქონლო პროდუქტებია მეთანის შემცველი საწვავი აირი ან ქიმიურ მრეწველობაში გამოყენებული რთული ქიმიური შედგენილობის პოლიმერული ფისები. პიროლიზის პროცესში წარმოქმნილი ნიდა ინერტულია და მისი უტილიზაცია შესაძლებელია გზების მშენებლობაში ან საშენ მასალათა მრეწველობაში. დასამარხი ნიდა გადამუშავებული მასის მხოლოდ 20%-ს შეადგენს. დაწვასთან შედარებით, პიროლიზი ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიური პროცესია (მიმდინარეობს აპარატის დახურულ სივრცეში), ხასიათდება ტექნოლოგიისა და აპარატურის სიმარტივით, ატმოსფერულ ჰაერში მინიმალური გამონაფრქვევებით, პრობლემური ნარჩენების (პლასტმასა, რეზინა და სხვ.) გადამუშავების დიდი შესაძლებლობებით. პიროლიზის გამოყენება შესაძლებელია კომპონენტად მსნ-ის გაუვნებელყოფის უფრო რთულ სისტემებში (მაგალითად, მსნ-ის ფერმენტირებადი ფრაქციის გადამუშავების დროს, რომელიც მიიღება ნაგვის გადამამუშავებელ ქარხნებში მსნ-ის ბიოთერმული გაუვნებელყოფის დროს). შესაძლებელია პიროლიზის გამოყენება საშიში ნივთიერებების ზოგიერთი სახის შეზღუდული მასშტაბებით განადგურების დროს.

დღეისათვის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშვებისა და გაუვნებელყოფის თუნდაც ერთი, უნივერსალური მეთოდი, რომელიც დააკმაყოფილებს თანამედროვე ეკოლოგიურ და ჰიგიენურ მოთხოვნებს და რაციონალური იქნება ეკონომიკური პოზიციებიდან, არ არსებობს. ამ მიმართულებით განიხილება მსნ-ის კომპლექსური გადამუშავების ტენდენცია, რომელიც რამდენიმე მეთოდის კომბინაციის პრინციპის სამრეწველო ტექნოლოგიაზეა დამყარებული.

პრობლემის გადაჭრას ბეიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ნარჩენების განცალკევების (სეპარაციის) ორგანიზაცია მათი სახეების მიხედვით. განცალკევების კარგად ორგანიზების შემთხვევაში შესაძლებელია ნაგვის წილის მკვეთრად შემცირება. თანამედროვე პირობებში ნარჩენების წილი 70-80%-ს შეადგენს. დანარჩენი 20-30% არის ნაგავი (იტალიის გამოცდილება). საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და წინასწარი დახარისხების (სეპარაციის) შედეგად შვედეთში მოხერხდა იდეალურამდე მიახლოებული მდგომარეობის შექმნა: დახარისხებული

ნარჩენების 97% (!) გადამამუშავებელ ქარხნებში მიდის, და მხოლოდ 3% ხვდება ნაგავსაყრელებზე. ნარჩენების გადამუშავების შედეგად მიღებული ენერგია გამოიყენება ელექტროენერგიის სახით და შენობების გათბობისათვის.

შვედეთის გამოცდილების საფუძველზე შეიქმნა საერთაშორისო პროექტი „დავასუფთაოთ მსოფლიო“, რომლის საქართველოს წარმომადგენლობა ფუნქციონირებს სახელწოდებით „დავასუფთაოთ საქართველო“. ეს ორგანიზაცია მოსახლეობაში ეწევა საგანმანათლებლო მუშაობას, აწყობს გარემოს დასუფთავების ღონისძიებებს შეგროვებული ნარჩენების სეპარაციით, რითაც მაგალითს აძლევს მოსახლეობას. ამ მოძრაობის ფართოდ დანერგვით შესაძლებელია ნარჩენებში საკუთრივ ნაგვის (რომლის ლიკვიდაციაც უნდა მოხდეს) წილის მკვეთრად შემცირება, რაც მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური (ბუნებისდაცვითი), ჰიგიენური (წვის პროდუქტების გარემოში გამოყოფის შემცირება) და ეკონომიკური (მიწის მასივების გამოთავისუფლება) მნიშვნე-ლობის პრობლემის გადაჭრას შეუწყობს ხელს.

დღეისათვის მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მიღებულია ნარჩენების მართვის შემდეგი პრინციპები — *შემცირება, ხელმეორედ გამოყენება, გადამუშავება*. მათი დანერგვის შედეგად შესაძლებელია ამ მნიშვნელოვანი პრობლემის გადაჭრის ხელშეწყობა. ნარჩენების მართვის პრინციპების დანერგვის კომპლექსური ღონისძიებების შემადგენელი ერთერთი რგოლია მოსახლეობის სტიმულირების სხვადასხვა ეკონომიკური მექანიზმის გამოყენება.

3.9.4. თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვების, გაუვნებლების და უტილიზაციის მეთოდები

დასახლებებში თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და გატანისათვის გამოიყენება ასენიზაცია, კანალიზაცია და შერეული სისტემა.

ასენიზაცია (გატანა) გამოიყენება არაკანალიზირებულ დასახლებებში. ამ შემთხვევაში ნარჩენების გატანა ხდება სპეციალური ტრანსპორტით, რომელიც გაუვნებლებისათვის მიიტანება სპეციალურ ნაგებობებზე — სახნავ და საასენიზაციო ველებზე (იხ. თავი 3.14.).

კანალიზაცია წარმოადგენს დასალებაში თხევადი ნარჩენების შეკრებისა და გატანის ცენტრალიზებულ სისტემას.

ნარჩენების შეგროვებისა და გატანის შერეული სისტემა გამოიყენება ნაწილობრივ კანალიზირებულ დასახლებებში. ამ შემთხვევაში დასახლების კანალიზირებული ნანილიდან თხევადი ნარჩენები გაიტანება კანალიზაციის სისტემით, ხოლო არაკანალიზირებული ნაწილიდან — საასენიზაციო ტრანსპორტით.

ამრიგად, დასახლების სიდიდისა და სანიტარიული კეთილმოწყობის შესაბამისად, შესაძლებელია დასახლების სანიტარიული დასუფთავების სამივე სისტემის არსებობა.

ასენიზაციისა და შერეული სისტემებით თხევადი ნარჩენების გაუვნებლებისა და გაუსნებოვნებისათვის ნიადაგის მეთოდის (სახნავი და საასენიზაციო ველების სახით) გამოყენება შედარებით შეზღუდულია ამ მიზნით დასახლების საგარეუბნო ზონაში შედარებით დიდი ფართობის ტერიტორიის აუცილებლობის გამო; ეს მეთოდები, ძირითადად, გამო-იყენება მცირე დასახლებების სანიტარიული დასუფთავებისათვის.

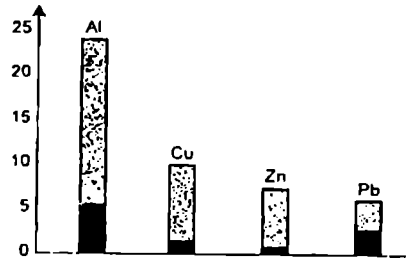
თანამედროვე დასახლებებში ფართოდ გამოიყენება კანალიზაცია, რომლის საშუალებითაც შეგროვებული თხევადი ნარჩენები, სათანადო დამუშავების (გაუვნებლებისა და გაუსნებოვნების) შემდეგ, წყლის ობიექტში ჩაედინება.

თხევადი ნარჩენების გაუსნებოვნებისათვის გამოიყენება ნიადაგის თვითგანმენდის უნარი. ნიადაგში სწორად შეტანილი, ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი თხევადი ნარჩენები სწრაფად მინერალიზდება, ხოლო პათოგენური მიკროფლორა იღუპება. ამასთან ერთად, ნიადაგის თვისებები უმჯობესდება — უმჯობესდება სტრუქტურა, მატულობს ტენიანობა, მდიდრდება აზოტით, ფოსფორით და კალიუმით; ამის გამო, იზრდება მოსავლიანობა და ასეთი ნიადაგი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის თესვისათვის. თუმცა, მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ არსებობს სასოფლო-სამეურნეო მოსავლისა და ასეთ ნაკვეთზე მომუშავე პერსონალის დაინფიცირების რისკი. ამის გამო, ასეთი ნაკვეთების სასოფლო-სამეურნეო მიზნით გამოყენებისას აუცილებელია გარკვეული სანიტარიულ-ჰიგიენური მოთხოვნების დაცვა.

3.9.5. მყარი სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებლების ჰიგიენური ასპექტები

მყარ სამრეწველო ნარჩენებს, ნედლეულის, ნახევარფაბრიკატისა და საბოლოო პროდუქტის მყარ ნარჩენებთან ერთად, მიეკუთვნება პასტისებური ნივთიერებებიც (წებო, კუბური ნარჩენები და სხვ.), აგრეთვე მომატებული ტენიანობის მყარი ნარჩენები (გალვანური და სხვა საწარმოების შლამი, კანალიზაციის გამწმენდი ნაგებობების ნალექი და ა.შ.).

მყარი სამრეწველო ნარჩენები (მსამრნ) დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ნედლეულის ფიზიკურ-ქიმიური გადამუშავების შედეგად, სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისა და გამდიდრების პროცესში. მათი წარმოქმნა ძირითადი საწარმოო პროცესის თანმხლები მოვლენაა, ამიტომ მათი გატანა ხდება საწარმოს ტერიტორიიდან. მსამრნ-ის უმეტესობა გამოიყენება მეორად ნედლეულად სხვა პროდუქციის წარმოებისათვის; მათი ნაწილისათვის შესაძლებელია სასარგებლო თვისებების აღდგენა და განმეორებით გამოყენება (რეციკრულაცია). ამ მხრივ დიდი მიღწევებია ფერადი მეტალურგიის წარმოებაში (სურ. 3.13.); ფართოდ გამოიყენება რეციკრულაციის პრინციპი ქაღალდისა და მუყაოს წარმოებაში, გარკვეული შედეგებია მიღებული საავტომობილო საბურავის მშენებლობაში გამოყენების თვალსაზრისით.



სურ. 3.13. ძირითადი ფერადი მეტალების მსოფლიო ნარმოების მოცულობა*.

* მუქი ფერით აღნიშნულია მეორადი ნყაროებიდან მიღებული მეტალის წილი.

მსამრნ-ის შემადგენლობაში განსაკუთრებული როლი აქვთ საშიშ ნარჩენებს — ნივთიერებებს ან ნივთიერებათა ნარევს ადამიანის ან გარემოსათვის საშიში თვისებებით (ტოქსიკურობა, აფეთქებისა და აალების საშიშროება, მაღალი რეაქციული თვისებები) ან ინფექციური დაავადებების გამომწვევების შემცველობით.

ორგანიზმზე მოქმედების (საშიშროების) ხარისხის მიხედვით სამრეწველო ნარჩენები 4 კლასად იყოფა: I კლასი — განსაკუთრებით საშიში, II კლასი — ძლიერ საშიში, III კლასი — ზომიერად საშიში, IV კლასი — უმნიშვნელოდ საშიში. I-III კლასების მსამრნ, განმეორებითი გადამუშავების ან უტილიზაციის სხვა მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობის არარსებობისას, იმარხება მსამრნ-ის პოლიგონზე გარემოსაგან სრული და ხანგრძლივი იზოლაციის მიზნით.

ამჟამად საქართველოში დაგროვებულია 913 ათას ტ-მდე საშიში ნარჩენები, რომლის აბსოლუტური უმრავლესობა სამრეწველო ნარჩენებია*

დადებითი სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური დასკვნის შემთხვევაში, IV კლასის მსამრნ-ის გამოყენება შესაძლებელია მსნ-ის პოლიგონებზე საიზოლაციო ფენის სახით, საგზაო მშენებლობაში, ტერიტორიის ვერტიკალური დაგეგმარების დროს და ა.შ.

საშიში მსამრნ-ის დამარხვისა და გაუვნებლების პოლიგონისათვის ადგილის შერჩევა საკმაოდ რთული ჰიგიენური და საინჟინრო-გეოლოგიური ამოცანაა. პოლიგონი უნდა განთავსდეს საკმაოდ დაცილებით ეკოლოგიური და ჰიგიენური თვალსაზრისით მგრძნობიარე ობიექტებიდან — დასახლებებიდან, რეკრეაციული ზონებიდან, ზედაპირული ნყლის ობიექტებიდან, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან, სასმელი ნყალმომარაგებისათვის გამოუყენებელი გრუნტის ნყლების დაბალი დგომის ადგილებიდან და მცირე სიმძლავრის მიწისქვეშა წყლების ღრმა

* საქართველოს ქიმიური პრიფილი. 2009./საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი.

ჰორიზონტებიდან. პოლიგონის მოწყობის დროს უნდა გატარდეს ღონისძიებები პოლიგონის ფარგლებს გარეთ ჩაღვრილი ატმოსფერული ნალექების გავრცელების აღსაკვეთად — ეწყობა წრიული არხი თიხის დამცავი ფენით. მსამრნ-ის დამარხვის მეთოდი დამოკიდებულია ნარჩენების აგრეგატულ მდგომარეობაზე, წყალში ხსნადობაზე და საშიშროების კლასზე. კერძოდ, I კლასის წყალში ხსნადი ნარჩენების დამარხვა ხდება ქვაბურში მოწყობილ ბეტონის სარკოფაგში ფოლადის კონტეინერების გამოყენებით, რომლის კედლის სისქეა 10 მმ. ნარჩენებით ქვაბურის გავსების შემდეგ ხდება მისი იზოლირება თიხის 2 მ სისქის ფენით, რომელსაც ზემოდან ფარავენ წყალგაუმტარი ფენით — გუდრონით ან ცემენტგუდრონით.

3.9.6. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგის სანიტარიული დაცვის ღონისძიებები

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგის დაცვის ღონისძიებათა სისტემაში მეტად მნიშვნელოვანია პესტიციდებისა და აგროქიმიკატების სწორი გამოყენება, აგროქიმიური რუკების შესაბამისად, და ამ პროცესის სათანადო მონიტორინგი. არსებული საკანონმდებლო-ნორმატიული ბაზის საფუძველზე შესაძლებელია მათი სოფლის მეურნეობაში გამოყენებისა და კვების პროდუქტებთან ერთად მათი ნარჩენი რაოდენობის ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა ნაკლებად ტოქსიკური, მეტი არჩევითი ბიოლოგიური მოქმედებისა და ნაკლებად სტაბილური ნივთიერებების პრაქტიკაში გამოყენება. ნორმატიული დოკუმენტით* რეგლამენტირებულია დასამუშავებელი ფართობების დაცილება დასახლების საზღვრიდან, წყლის ობიექტებიდან და მათი დაცვის ზონებიდან, რეკრეაციული ზონებიდან; რეგლამენტირებულია, აგრეთვე, ქარის სიჩქარე (არა უმეტეს 4 მ/წმ), როდესაც დასაშვებია ამ ნივთიერებების გამოყენება ნიადაგის ან ნათესების დასამუშავებლად ჰაეროვანი გამფრქვევების საშუალებით. ადრე ფართოდ გამოყენებული საავიაციო ხერხით დამუშავება დასაშვებია შესაბამის სამსახურთან შეთანხმებით მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევაში (მაგალითად, დიდი ტერიტორიის სწრაფად დამუშავების აუცილებლობისას).

პირად მეურნეობებში, მცირე სამეურნეო და საბაღე ამხანაგობების ნაკვეთებში დასაშვებია მხოლოდ სპეციალური, ამ მიზნისთვის განკუთვნილი ქიმიური ნივთიერებების გამოყენება, რომელთაც სათანადო აღნიშნა ახქვთ.

---

* სანარმოების, ნაგებობებისა და სხვა ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონები და სანიტარიული კლასიფიკაცია. სწდან 2.2.1/2.1.1. 001/001-03 (საქარ-თველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №234/6, 6.10.03. სსმ, III, 119, 2003).

3.9.7. ტექნოგენურად დარღვეული მიწების რეკულტივაციის ღონისძიებები

დარღვეული მიწების რეკულტივაცია არის სასარგებლო ნიაღისეულის მოპოვების ან მსხვილმასშტაბიანი მშენებლობის პროცესში ტექნოგენურად დარღვეული ბუნებრივი გარემოს ნიადაგისა და მცენარეული საფარის ნაყოფიერების ხელოვნური აღდგენა.

დარღვეული მიწების რეკულტივაცია გათვალისწინებული უნდა იყოს ყველა პროექტში, რომლის რეალიზაცია დაკავშირებულია გეოლოგიურ გარემოში ტექნოგენურ ჩარევასთან: სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება, ჰიდროტექნიკური მშენებლობა, ნებისმიერი მსხვილი ობიექტის მშენებლობა ან ექსპლუატაციის შეწყვეტა. რეკულტივაცია ხორციელდება რამდენიმე ეტაპად და მოიცავს სამთო-ტექნიკურ, ტექნიკურ და ბიოლოგიურ ღონისძიებებს.

რეკულტივაციის *სამთო-ტექნიკური* ეტაპი ფაქტობრივად, სამთო ციკლის (სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების) დამამთავრებელი ეტაპია. ამ დროს ხორციელდება ფხვიერი ქანების ეროზიისაგან დაცვისა და სამთო ქანების გეოლოგიური რეჟიმის აღდგენის ღონისძიებები. ყველა სამუშაო სრულდება სამთო ტექნიკის გამოყენებით.

ტექნიკურ ეტაპზე ხორციელდება ტერიტორიის ვერტიკალური დაგეგმარება, დახრების ფორმირება, ნაყოფიერი ქანების ტრანსპორტირება და შეტანა აღსადგენ მიწებზე, გზების, ჰიდროტექნიკური და სამელიორაციო ნაგებობების მშენებლობა.

დასკვნით, *ბიოლოგიურ* ეტაპზე ხორციელდება აგროტექნიკური და ფიტოსამელიორაციო ღონისძიებების კომპლექსი, რომლის მიზანია ფლორისა და ფაუნის აღდგენა, მიწის სამეურნეო პროდუქტიულობის აღდგენა.

ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური და ჰიდროქიმიური მონიტორინგი უნდა გაგრძელდეს რეკულტივაციის შემდეგაც; მისი ხანგრძლივობა ამ ტერიტორიაზე მიმდინარე პროცესების დინამიკით განისაზღვრება.

დარღვეული მიწების რეკულტივაციის ღონისძიებების რეალიზაციის დროს, როგორც წესი, კონკრეტული სანიტარიულ-ჰიგიენური საკითხები დღის წესრიგში არ დგება; მათ შემუშავებასა და განხორციელებაში ძირითადია მიწათმოქმედების, აგრონომების, მეტყევეების, სოფლისა და სატყეო მეურნეობის სხვა სპეციალისტების როლი. ამასთან ერთად, ასეთი ღონისძიებების გატარება მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს რეგიონის ბუნებრივი გარემოს გაჯანსაღებას, დარღვეულ., მიწების ბუნებრივი ღირებულების აღდგენას, რაც, თავის მხრივ, კეთილსასურველი სანიტარული ეპიდემიოლოგიური გარემოს ფორმირებას განაპირობებს.

3.10. მიწის ნაკვეთის შერჩევა მყარი და თხევადი ნარჩენების შეკრების, გატანის, გაუვნებლებისა და უტილიზაციის ნაგებობების მშენებლობისათვის

მიწის ნაკვეთის შერჩევის დროს ყურადღება ექცევა 3 ძირითადი ამოცანის გადაჭრას:

1. დასაგეგმარებელი ნაგებობისათვის მიწის ნაკვეთის ზომის დადგენა;
2. სდზ-ის დადგენა;
3. ნაკვეთის ვარგისიანობის შეფასება ნიადაგისა და ჰიდროგეოლოგიური მაჩვენებლებით (ნიადაგის სახე, ფილტრაციის უნარიანობა, გრუნტის წყლების დგომის დონე, ცალკეულ შემთხვევაში – მათი მიმართულება და სიჩქარე).

ამას გარდა, აუცილებელია შეირჩეს ნარჩენების შეგროვების, შენახვის, გატანისა და გაუვნებლებისათვის საჭირო მეთოდები.

სანიტარიული დაცვის ზონის (სდზ) სიდიდე დამოკიდებულია ნაგებობის სახეობაზე და მერყეობს 20-1000 მ ფარგლებში (ცხრილი 3.3.). ცხრილში მოცემული სიდიდეები სდზ-ის მინიმალურად დასაშვები სიდიეებია. საჭიროების შემთხვევაში, სათანადო ტექნიკურ-ეკონომიკური და ჰიგიენური დასაბუთებისას, შესაძლებელია მათი გაზრდა, მაგრამ არა უმეტეს 3-ჯერ.

ცხრილი 3.3.

ნარჩენების შეგროვების, დროებით შენახვისა და გაუვნებლების ნაგებობების სანიტარიული დაცვის ზონების სიდიდეები

ნაგებობის სახეობა	სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდე, მ
სანაგვე კონტეინერების და ყუთების დასადგამი მოედანი	20
ბიოთერმული კამერა	300
ნაგვის დასაკომპოსტებელი მოედანი	500
მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაყრების პოლიგონი	500
გაუმჯობესებული ნაგავსაყრელი	500
ნაგვის გადამამუშავებელი ქარხანა	500
ნაგვის საწვავი ქარხანა	500
ჩასაღვრელი სადგური	300
სახნავი ველები	1000
სატრანსპორტო პარკები	100
ცხოველების სამარხი	500
სასაფლაო	300
პესტიციდებისა და მინერალური სასუქების საწყობები	200-1000 (სიმძლავრის მიხედვით)

იმ შემთხვევაში, როდესაც არ გვაქვს სპეციალური გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური კვლევების მონაცემები, მიწის ნაკვეთის ვარგისიანობის შეფასება ნიადაგის ფილტრაციის უნარიანობის თვალსაზრისით ხდება წყლის შთანთქმის უნარის განსაზღვრის საფუძველზე. ამისათვის

თხრიან 30X30 სმ ზომის 15 სმ სიღრმის კვადრატული ფორმის ორმოს; სასწრაფოდ ავსებენ წყლით (12,5 ლ) და წამმზომის საშუალებით განსაზღვრავენ წყლის შეწოვის დროს.

ნიადაგის ფილტრაციის უნარს და გრუნტის სახეობას ადგენენ წყლის შეწოვის დროის შესაბამისად (ცხრილი 3.4.).

იმ შემთხვევაში, როდესაც დასახლება განლაგებულია საასენიზაციო და სახნავი ველის მახლობლად და სარგებლობს ნიადაგქვეშა წყლებით, საჭიროა ვიცოდეთ ნიადაგქვეშა წყლების მიმართულება, დგომის დონე და სიჩქარე.

ცხრილი 3.4.

სხვადასხვა გრუნტის ფილტრაციის უნარი

წყლის შეწოვის დრო, წმ	ფილტრაციის უნარი	გრუნტის სახე
18-მდე	დიდი	მსხვილი და საშუალო მარცვლოვანი ქვიშა
19-30	საშუალო	წვრილმარცვლოვანი ქვიშა და მსუბუქი ქვიშნარი
31-180	მცირე, მაგრამ დასაშვები საასენიზაციო და სახნავი ველების მოწყობისათვის	მსუბუქი თიხნარი
180-ზე მეტი	უმნიშვნელო და დაუშვებელი საასენიზაციო და სახნავი ველების მოწყობისათვის	მძიმე ქვიშნარი, ქვიშნარი, თიხნარი, თიხა

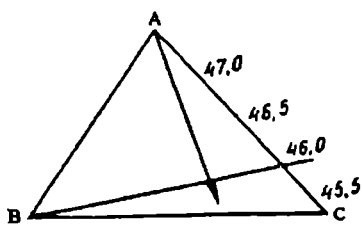
გრუნტის წყლების დგომის დონის დახასიათებისათვის 5 მ სიღრმეზე ითხრება ჭაბურღილი. თუ ამ სიღრმეზე წყალი არ აღმოჩნდება, მეტი გაჭრა საჭირო არაა, რადგან ამ შემთხვევაში საფილტრაციო ფენის სიმაღლე ტოლი იქნება მინიმუმ 5 მ-ისა, რაც ჰიდროგეოლოგიური და ჰიგიენური თვალსაზ-რისით სრულიად საკმარისია — გამოირიცხება ნიადაგქვეშა წყლების ბაქტერიოლოგიური დაბინძურება, თვით საასენიზაციო და სახნავ ველებზეც კი ნვრილმარცვლოვანი გრუნტის დროს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც დასახლება საასენიზაციო ველთან ახლოს მდებარეობს და სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგებისაათვის გრუნტის წყლებით სარგებლობს, სათანადო მონაცემებზე დაყრდნობით უნდა გაიზარდოს სანიტარიული დაცვის ზონა და აუცილებლად უნდა გაირკვეს გრუნტის წყლების მიმართულება და მოძრაობის სიჩქარე.

გრუნტის წყლები, ჩვეულებრივად, წყალშემცველი ფენის დახრილობის შესაბამისად მოძრაობს. მიწისქვეშა წყლების მიმართულების განსაზღვრა შემდეგი საშუალებებით შეიძლება: ორიენტაციით, ადგილმდებარეობის საერთო დახრილობით, რაც განისაზღვრება ვიზუალურად, ნიველირით ან ტოპოგრაფიულ რუქის აღნიშვნებით. უფრო ზუსტად შემცველი ჰორიზონტის დახრილობის განსაზღვრა შესაძლებელია *ჰიდროიზოგიფსით* – გრუნტის წყლების განლაგების ერთნაირი დონის წერტილების შემაერთებელი ხაზით.

გრუნტის წყლების მიმართულების განსაზღვრა საორიენტაციოდ შესაძლებელია მდინარის დინების მიხედვით: ჩვეულებრივ, გრუნტის წყალი მიედინება 45° კუთხით, მდინარის დინების მიმართულებით.

გრუნტის წყლების დინების მიმართულების განსაზღვრის სპეციალური მეთოდებიდან ყველაზე მარტივია „სამი წერტილის“ მეთოდი. მისი არსი შემდეგში მდგომარეობს: ჭებს ან ჭაბურღილებს ჭრიან იმგვარად, რომ მათ ტოლგვერდა სამკუთხედი წარმოქმნან, მწვერვალების ერთმანეთიდან 100-150 მ დაცილებით. განსაზღვრავენ ჭაბურღილის მიწის ნიშნულს და ყველა ჭაბურღილის გაჭრის დროს აღნიშნავენ ნიადაგქვეშა წყლების დგომის დონეს, რაც, ჩვეულებრივ, ჯოხითაც შეიძლება გაკეთდეს. ამრიგად, ღებულობენ წყლის დგომის დონეს 3 წერტილში. დავუშვათ, რომ ეს ნიშნული არის 46,0, 47,0 და 45,5 მ; შემდეგ ამ წერტილების განლაგება გადააქვთ ადგილის გეგმაზე და აღნიშნავენ რიცხვებით ან ასოებით, აერთებენ პირდაპირი ხაზებით და მიიღება სამკუთხედი (სურ.3.14.). თითოეულ ჭას ან ჭაბურღილს თავისი აღნიშვნა უკეთდება.



სურ.3.14. გრუნტის წყლების დინების მიმართულების განსაზღვრა „სამი წერტილის“ მეთოდით

სამკუთხედზე განისაზღვრება, წერტილებს (ჭაბურღილებს) შორის სხვაობა სად არის ყველაზე მეტი და სად — ნაკლები. იმ მონაკვეთს, რომე-ლიც შეესაბამება წერტილებს შორის ყველაზე მეტ სხვაობას, ყოფენ იმ სიდიდეზე, რომელიც შეესაბამება წერტილებს შორის ყველაზე ნაკლებ სხვაობას. ჩვენს შემთხვევაში B და C კუთხეებს შორის სხვაობაა 0,5, ე.ი. მცირე, ხოლო A და B კუთხეებს შორის – 1,5. ამ შემთხვევაში ჭაბურღილების შემაერთებელ ხაზს, რომელიც უფრო დაშორებულია, ყოფენ (1,5:0,5=3), ამ შემთხვევაში 3 თანაბარ ნაწილად, შემდეგ მწვერ-ვალ Ბ-ს აერთებენ პირდაპირი ხაზით — AC მონაკვეთთან იმ წერტილ-ში, რომელსაც აქვს მისი შესატყვისი აღნიშვნა (ამ შემთხვევაში 46,0 მ). ეს ხაზი *არის ჰიდროიზოგიფსი* აღნიშვნით 46,0 მ. A მწვერვალიდან ჰიდროიზოგიფსზე დაშვებული პერპენდიკულარი გვაძლევს ნიადაგქვეშა წყლების ნაკადის მიმართულებას მოცემულ მონაკვეთზე. წყლის მიმართულების დადგენის შემდეგ ვსაზღვრავთ მის სიჩქარეს.

გრუნტის წყლების დინების სიჩქარე შემდეგნაირად გამოითვლება: რამდენიმე ჭაბურღილზე ვაყენებთ ფილტრებს. ამოქაჩვით დგინდება, რომ წყალი მასში თავისუფლად მოძრაობს. ჭაბურღილის გაჭრა და წყლის სინჯის ამოქაჩვა სპეციალური ხელსაწყოებით წარმოებს. ყველაზე მაღლა განლაგებულ ჭაბურღილში შეჰყავთ 0,5 ლ ფლუოროსცეინის 1%-იანი ტუტე ხსნარი ან NaCl-ის ნაჯერი ხსნარი. ხსნარის შეყვანიდან 12 სთ-ის გასვლის შემდეგ კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის ყველაზე დაბალ ნიშნულზე მდებარე ჭაბურღილიდან პერიოდულად იღებენ წყლის სინჯს. ადგენენ დროს, როდესაც წყალში პირველად აღმოჩნდება საკვლევი ხსნარი. მისი შემცველობა თანდათან მატუ–ლობს, აღწევს პიკს და შემდეგ ისევ მცირდება. წყლის მოძრაობის სიჩქარე (V) განისაზღვრება ორ საკვლევ ჭაბურღილს შორის არსებული მანძილის გაყოფით წყალში საკვლევი ხსნარის მაქსიმალური კონცენტრაციის დაფიქსირების დროზე. მისი საორიენტაციო სიდიდის განსაზღვრა შესაძლებელია *დარსის* ფორმულის საშუალებით:

$$V=K\cdot i,$$ სადაც

K — წყლის შემცველი ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულია ცნობარში ან განისაზღვრება ექსპერიმენტული გზით;

i — წყლის შემცველი ჰორიზონტის დახრილობა; დგინდება ნიველირით გრუნტის წყლების მოძრაობის მიმართულების განსაზღვრით ან ჰიდროიზოგიფსით. გრუნტის წყლების მიახლოებითი სიჩქარე ჩვეულებრივი დახრილობის დროს (i=0,001-0,007) მსხვილმარცვლოვანი ქვიშისათვის შეადგენს 1,5-2,0 მ/დღე-ღამეში, წვრილმარცვლოვანი ქვიშისათვის — 0,5 მ/დღე-ღამეში.

დადგინდება რა გრუნტის წყლების სიჩქარე და მოძრაობის მიმართულება, შესაძლებელია განისაზღვროს, რა დროის შემდეგ მიაღწევს გამაბინძურებელი ნივთიერება წყლის აღების ადგილს. გრუნტის წყლების მოძრაობის სიჩქარე ჩვეულებრივად დიდი არაა და მერყეობს რამდენიმე სმ-დან 1-3 მეტრამდე/დღე-ღამეში. მაგალითად, თუ ნიადაგქვეშა წყლების მოძრაობის სიჩქარე არის 0,5 მ/დღე-ღამეში, მაშინ გაბინძურების ადგილიდან 100 მეტრით დაშორებულ ჭაბურღილში (წყლის აღების ადგილზე) გაბინძურება მოხვდება 200 დღე-ღამის გასვლის შემდეგ.

ამავე დროს, ნიადაგქვეშა წყლების სიჩქარის დადგენისას უნდა ვიცოდეთ, რომ ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება (ქლორიდები, ნიტრატები) მოძრაობს იმავე სიჩქარით, რითაც გრუნტის წყლის ნაკადი. ქიმიური ნივთიერებების (გამაბინძურებლების) დიდი ნაწილი მოძრაობს 1,5-ჯერ უფრო ნელა, ვიდრე გრუნტის წყალი, რაც წყლის შემცველი ქანების მშთანთქმელი უნარით აიხსნება, ხოლო ბაქტერიოლოგიური გაბინძურება გრუნტის წყლის სიჩქარეზე 2-2,5-ჯერ ნელა გადაადგილდება.

წყალაღების ადგილსა და გაბინძურების ადგილს შორის სანიტარიული დაცვის ზონის დადგენისას დიდი სამეცნიერო-პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს პათოგენური და საპროფიტული მიკროორგანიზმების სიცოცხლის უნარიანობას, რომლებიც მოძრაობენ გრუნტის ნყლებში. ეს დრო არ აღემატება 180-200 დღე-ღამეს, ხოლო ორგანული ნივთიერებების სრული მინერალიზაციის დრო 400 დღე-ღამეა. სათანადო ფორმულის საფუძველზე, ადგილობრივი ნიადაგისა და ჰიდროგეოლოგიური პირობების გათვალისწინებით, შესაძლებელია წყალაღების ადგილსა და მისი გაბინძურების ადგილს (საასენიზაციო და სახნავი ველები და სხვ.) შორის საჭირო სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდის გამოანგარიშება:

$$L = \sqrt{\frac{k \cdot (n_1 - n_2) \cdot t}{\mu}} \quad \text{ან} \quad t = \frac{L^2 \cdot \mu}{k \cdot (n_1 - n_2)}, \quad \text{სადაც}$$

L — დასაშვები დაცილება დაბინძურების წყაროსა და წყლის აღების ადგილს შორის;

t — წყლის მოძრაობის დრო დაბინძურების წყაროსა და წყლის აღების ადგილს შორის (ეს დრო ბაქტერიოლოგიური დაბინძურებისათვის 200 დღე-ღამის ტოლია, ხოლო ქიმიური გაბინძურებისათვის — 400 დღე-ღამისა);

K — ნიადაგის ფილტრაციის კოეფიციენტი, რომელსაც ადგენენ ცხრილით ან ექსპერიმენტულად. ესაა გზის სიგრძე, რომელიც შეიძლება გაიაროს წყალმა დროის ერთეულში ვერტიკალურად სხვადასხვა გრუნტში. მიღებულია, რომ K კოეფიციენტი თიხნარისათვის არის 0,0043 მ/დღე-ღამეში, ქვიშნარისათვის — 0,0216, წვრილმარცვლოვანი ქვიშისათვის — 0,432, წმინდა მარცვლებისათვის — 0,216, საშუალო ზომისათვის — 0,432;

n_1 — ნიადაგქვეშა წყლის დონე წყალშემცველი ჰორიზონტის დაბინძურების რაიონში, რომელსაც ზომავენ ექსპერიმენტულად, ნიველირის საშუალებით;

n_2 — იგივე წყალშემცველი ჰორიზონტის წყლის დონე მისი აღების ადგილზე;

μ — აქტიური ფორიანობა (წყლის შემცველი ქანების ნიმუშის ფორების მოცულობის შეფარდება ამ ნიმუშის საერთო მოცულობასთან). ეს სიდიდე მსხვილმარცვლოვანი ქვიშისათვის ტოლია 0,!5, წვრილმარცვლოვანისთვის – 0,35.

სათანადო კვლევებით დადგინდა, რომ ეს ფორმულა გამოსადეგია იმ შემთხვევაში, როცა წყლის შემცველ ქანად გვევლინება წვრილ- ან საშუალომარცვლოვანი ქვიშა. თუ წყალშემცველი ფენა მსხვილმარცვლოვანი ქანებია, მიღებულ სიდიდეს უნდა დაემატოს კოეფიციენტის მარაგის მნიშვნელობა (A), რომელიც გამოანგარიშება ფორმულით:

$$A = a_1 + a_2 + a_3, \quad \text{სადაც}$$

a_1 — დეპრესიის ძაბრის რადიუსი (მისი მიახლოებითი მაქსიმალური სიდიდე შეადგენს: მსხვილმარცვლოვანი ქვიშისათვის — 300-400 მ, უხეშმარცვალოვანი ქვიშისათვის — 400-500 მ; ხრეშისათვის: წვრილმარცვლოვანისათვის — 400-600 მ, საშუალომარცვლოვანისათვის — 500-600 მ, მსხვილმარცვლოვანისათვის — 1500-3000 მ;

a_2 — სიდიდე, რომელიც დამოკიდებულია დაბინძურების წყაროს ზომებზე და მერყეობს 10-დან 100 მ-მდე;

a_3 — დაცვის ზონა, რომელიც არღვევს ჰიდრავლიკურ კავშირს გაბინძურების ჩირაღდანსა და წყალამღები ნაგებობის დეპრესიული ძაბრის რადიუსის პერიფერიულ ნაწილს შორის (10-15 მ).

იმასთან დაკავშირებით, რომ ბაქტერიული გაბინძურების გავრცელების სიშორე 2-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ქიმიურისა, ცალკეულ შემთხვევაში, მოცემული ფორმულით გაანგარიშებული სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდე შეიძლება ორჯერ შევამციროთ.

3.11. დასახლების სანიტარიული დასუფთავების პრინციპული სქემის შერჩევა და დასაბუთება

დასახლების სანიტარიული დასუფთავების პრინციპული სქემის შეფასების დროს პირველ რიგში უნდა დადგინდეს დასახლების კეთილმოწყობის (კანალიზაციის) ხარისხი, რამდენადაც მასზეა დამოკიდებული მყარი და თხევადი ნარჩენების გატანის 3 შესაძლებელი ვარიანტიდან ოპტიმალურის არჩევა. ეს ვარიანტებია:

- სრულად კანალიზებულ დასახლებაში თხევადი ნარჩენები გაიტანება კანალიზაციით, მყარი ნარჩენები — გაზიდვის სისტემით (სანიტარიული დასუფთავება);
- ნაწილობრივ კანალიზებულ დასახლებაში კანალიზებული ნაწილიდან თხევადი ნარჩენები გაიტანება კანალიზაციით; არაკანალიზებული ნაწილიდან თხევადი ნარჩენები გაიტანება გაზიდვის სისტემით — ასენიზაციით; დასახლებული პუნქტის მთელი ტერიტორიიდან მყარი ნარჩენების მოცილებისთვის გამოიყენება გაზიდვის სისტემა (სანიტარიული დასუფთავება);
- არაკანალიზებულ დასახლებაში როგორც მყარი, ისე თხევადი გადანაყრების მოსაცილებლად იყენებენ გაზიდვის სისტემას — სანიტარიულ დასუფთავებას და ასენიზაციას.

დასახლების სანიტარიული დასუფთავების პრინციპული სქემის არჩევის დროს, მყარი და თხევადი გადანაყრების მოცილების რომელიმე ვარიანტის შერჩევის შემდეგ, გაანგარიშების გზით უნდა დადგინდეს ნარჩენების შეგროვების, დროებით შენახვის, გატანისა და გაუვნებელყოფისათვის საჭირო დანადგარების რაოდენობა.

3.11.1. დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა

დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემა ითვალისწინებს დასუფთავების ორგანიზების პროექტს. პრაქტიკაში გვხვდება დასახ-

ლების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა. დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს როგორც დამოუკიდებელი პროექტი ან როგორც დასახლების დაგეგმარებისა და რეკონსტრუქციის პროექტის შემადგენელი ნაწილი. პროექტის ამ ნაწილის ექსპერტიზის დროს ხშირად საჭირო ხდება დასუფთავების ორგანიზაციისა და გეგმიურ-რეგულარული სისტემის დანერგვის კონტროლი.

დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზა რამდენიმე ეტაპისგან შედგება:

1. *ექსპერტიზისთვის წარმოდგენილი მასალების სისრულე.* დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტი შეიცავს განმარტებით ბარათს, გრაფიკულ მასალას და დანართს.

განმარტებითი ბარათი შეიცავს ბუნებრივი პირობების (კლიმატი, რელიეფი, ნიადაგი, ნიადაგქვეშა წყლების დგომის დონე და სხვ.) დახასიათებას, მონაცემებს დაგეგმარებისა და განაშენიანების, ეკონომიკური განვითარების, დასახლების სანიტარიული და ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობის, მოსახლეობის რაოდენობის შესახებ, ტერიტორიის ზომებს, საცხოვრებელი ფონდის დახასიათებას, ცნობებს ქუჩების ქსელის შესახებ, დასახლებულ პუნქტში ნარმოქმნილი თხიერი და მყარი გადანაყრების რაოდენობის გაანგარიშებას, მონაცემებს ნაგვის შემკრებების და სანიტარიული ტრანსპორტის საჭირო რაოდენობის, აგრეთვე მოცემულ დასახლებაში მოსახლეობის ავადობის შესახებ. მასში მოცემულია მიღებული გადაწყვეტილების (დასუფთავების არჩეული სისტემის) დასაბუთება.

გრაფიკულ მასალაში შედის დასახლების გენერალური და სიტუაციური გეგმები, ეზოებისა და საზოგადოებრივი საპირფარეშოების, ნარჩენების გაუვნებლებისა და უტილიზაციის ნაგებობების ნახაზები, ტრანსპორტის მოძრაობის გრაფიკი.

დანართში შედის ყველა მასალა, რომლის საფუძველზეც ხდება დასახლებული პუნქტის დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტის შედგენა და შეთანხმება.

2. *ოფიციალური ნორმატიული დოკუმენტების გაცნობა*, რის საფუძველზეც უნდა მოხდეს პროექტის ექსპერტიზა.

3. *პროექტის საპასპორტო მონაცემების გაცნობა*: პროექტის დასახელება, შემმუშავებელი ორგანიზაცია, ავტორი, შემუშავების წელი.

4. *დასახლების შესახებ მონაცემების გაცნობა:* მისი დახასიათება (მოსახლეობის რაოდენობა, საცხოვრებელი ფონდის მდგომარეობა და მისი კეთილმოწყობის დონე, სხვადასხვა ორგანიზაციისა და დაწესებულების, საზოგადოებრივი კვებისა და კომუნალური მომსახურების საწარმოების რაოდენობა და სიმძლავრე, გზების სავალი ნაწილის და ტროტუარების საერთო ფართი), ბუნებრივ-კლიმატურ პირობები (ადგილმდებარეობის რელიეფი, ნიადაგქვეშა წყლების დგომის დონე, საშუალო წლიური ტემპერატურა და ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა), მოსახლეობის ნაწლავური ინფექციებით ავადობისა და

ინვაზირების მონაცემები. სამუშაოს ეს ნაწილი ტარდება დასახლებულ პუნქტში სანიტარიული სიტუაციის გასაცნობად და სანიტარიული დასუფთავების ღონისძიებების დანერგვის ჰიგიენურად დასაბუთებული და ეფექტური გადაწყვეტილების მისაღებად.

5. დასახლებული ადგილიდან მყარი და თხიერი გადანაყრების გატანის სისტემის დასაბუთება.

6. *დასუფთავების გეგმიურ-რეგულარული სისტემის დანერგვის წესის შეფასება.* დასახლების დასუფთავების გენერალური სქემა უნდა მოიცავდეს გეგმიურ-რეგულარული დასუფთავების დანერგვის წესს, ტერიტორიის ათვისების რიგითობას და კალენდარულ ვადებს. პირველ რიგში დასუფთავება უნდა დაინერგოს ქალაქის იმ რაიონებში, სადაც მრავალსართულიანი სახლები და, შესაბამისად, მოსახლეობის დიდი სიმჭიდროვეა, აღინიშნება მოსახლეობის ნაწლავური ინფექციე-ბითა და ჰელმინთოზებით ავადობის მომატებული დონე.

7. *დასახლების იმ ტერიტორიის მყარი ნარჩენების რაოდენობის გაანგარიშების სისწორის შემოწმება, რომელიც ჩართულია დასუფთავების გეგმიურ-რეგულარული სისტემაში.* ამისათვის გამოიყენება მყარი გადანაყრების დაგროვების საშუალო და დიფერენცირებული ნორმები.

საშუალო ნორმა საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობაა, რომელიც გროვდება მოცემულ დასახლებაში წელიწადში საშუალოდ ერთ მცხოვრებზე გადაანგარიშებით, მათი წარმოქმნის პირობების მიუხედავად.

დიფერენცირებული ნორმა ითვალისწინებს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების პირობებს და ასახავს ნარჩენების იმ რაოდენობას, რომელიც გროვდება წლის განმავლობაში მოცემული ობიექტის ერთ საანგარიშო ერთეულზე (ადამიანი საცხოვრებელ შენობაში, 1 საწოლი საავადმყოფოში და ა.შ.).

დაგროვების საშუალო ნორმები იმისათვის გვჭირდება, რომ განვსაზღვროთ მოთხოვნილება ნარჩენების უტილიზაციისა და ლიკვიდაციისათვის საჭირო ტერიტორიაზე, სპეციალური დანიშნულების ავტოტრანსპორტზე და ა.შ., ხოლო დაგროვების დიფერენცირებული ნორმა გამოიყენება კონკრეტულ ობიექტებზე სანიტარიული დასუფთავების ორგანიზაციისათვის.

დიდ ქალაქებში მყარი ნარჩენების საშუალო ნორმა ერთ მცხოვრებზე 0,9-1,0 $მ^3$-ს შეადგენს წლის განმავლობაში.

იმ შემთხვევაში, როდესაც არ არის ცნობილი მყარი ნარჩენების დაგროვების საშუალო ნორმა და საჭიროა ზუსტი გათვლების ჩატარება, დასახლებაში მყარი ნარჩენების წლიური რაოდენობა (Mწლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$M_{წლ} = A + B + C + D, \quad სადაც$$

A – ნარჩენების წლიური დაგროვება მოსახლეობიდან;

B – ნარჩენების წლიური დაგროვება საზოგადოებრივი დაწესებულებებიდან;

C – ქუჩის საფარიდან ნარჩენების დაგროვების წლიური რაოდენობა;

D – ნარჩენების წლიური დაგროვება სამრეწველო საწარმოებიდან.

მოსახლეობიდან ნარჩენების წლიური დაგროვების (A) გამოსათვლელად საჭიროა სხვადასხვა კეთილმოწყობის დონის მქონე სახლებში საყოფაცხოვრებო ნაგვის დაგროვების ნორმების და ამ სახლებში მცხოვრები მოსახლეობის რაოდენობის ნამრავლების შეკრება:

$$A=a_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot n_2 + \cdots + a_n \cdot n_n,$$ სადაც

$a_1, a_2, \cdots a_n$ – კეთილმოწყობის სხვადასხვა დონის მქონე საცხოვრებელი შენობებიდან საყოფაცხოვრებო ნაგვის დაგროვების წლიური ნორმები (ცხრილი 3.5.);

ცხრილი 3.5.

საცხოვრებელი შენობებიდან საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების დიფერენცირებული ნორმები (1 ადამიანზე)

საცხოვრებელი შენობის კლასიფიკაცია	საშუალო წლიური		საშუალო საღღეღამისო		მოცულობითი მასა, კგ/მ³
	კგ	მ³	კგ	მ³	
სრულად კეთილმოწყობილი საცხოვრებელი სახლები (წყალსადენით, კანალიზაციით, ცენტრალური გათბობით, ბუნებრივი აირით):					
1. ნაგავგამტარის არსებობისას:					
ა) საკეების ნარჩენებისა და მეორადი ნედლეულის გადარჩევის დროს	140	610	0,38	1,67	230
ბ) საკეების ნარჩენებისა და მეორადი ნედლეულის გადარჩევის გარეშე	190	700	0,49	1,94	270
2. ნაგავსატარის არარსებობისას:					
ა) საკეების ნარჩენებისა და მეორადი ნედლეულის გადარჩევის დროს	115	500	0,31	1,33	230
ბ) საკეების ნარჩენებისა და მეორადი ნედლეულის გადარჩევის გარეშე	160	590	0,44	1,63	270
საცხოვრებელი სახლები კეთილმოწყობის საშუალო დონით (საკეების ნარჩენებისა და მეორადი ნედლეულის გადარჩევის გარეშე):					
წყალსადენით, კანალიზაციით, ცენტრალური გათბობით, შეშის ღუმლით	150	520	0,41	1,42	290
წყალსადენით, კანალიზაციით, ადგილობრივი გათბობით:					
გათბობა შეშით	170	550	0,47	1,5	310
გათბობა ნახშირით	225	680	0,62	1,88	330
კეთილმოუწყობელი საცხოვრებელი სახლები (ადგილობრივი გათბობით, კანალიზაციის, საკეების ნარჩენების გადარჩევის გარეშე):					
გათბობა შეშით	270	750	0,74	2,05	360
გათბობა ნახშირით	360	720	1,00	1,98	500
საკეებისა და სამზარეულოს ნარჩენები	30	-	0,08	-	500-700
მეორადი ნედლეული სრული შეკრებისას 1 ადამიანზე	20	-	0,06	-	150-200
თხევადი გადაბაყრები (ფეკალური მასები და ნარეცხი) წყალგაუმტარი ორმოებიდან და არაკანალიზებული სახლებიდან 1 ადამიანზე		3250		8,8	1000

საქართველოს სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში საშუალო კეთილმოწყობის შენობებში (ცენტრალური და შეშით ადგილობრივი გათბობისას) შესაძლებელია ნორმის გადიდება 10%-ით.

$n_1,n_2,\cdots n_n$ – კეთილმოწყობის სხვადასხვა დონის მქონე საცხოვრებელ სახლებში მცხოვრები მოსახლეობის რაოდენობა.

საზოგადოებრივი დანესებულებიდან ნაგვის წლიური დაგროვების (B) გამოსათვლელად საჭიროა ცალკეულ დანესებულებაში ნარჩენების დაგროვების ნორმების და გაანგარიშებითი ერთეულების რაოდენობის ნამრავლების შეკრება:

$$B=b_1\cdot n_1+b_2\cdot n_2+\cdots+b_n\cdot n_n,$$ სადაც

b_1,b_2,b_n – ცალკეულ საზოგადოებრივ, კულტურულ-საყოფაცხოვრებო, სავაჭრო დანესებულებებში მყარი ნარჩენების დაგროვების ნორმები (ცხრილი 3.4.);

n_1,n_2,n_n – გაანგარიშებითი ერთეულების რაოდენობაა.

ქუჩის ნაგვის წლიური დაგროვების სიდიდის (C) განსაზღვრისთვის ჯამდება სხვადასხვა ხარისხის კეთილმოწყობის მქონე ქუჩის საფარის ფართობების და დაგროვების შესაბამისი ნორმების ნამრავლები:

$$C=c_1\cdot s_1+c_2\cdot s_2+\cdots+c_n\cdot s_n,$$ სადაც

$c_1,c_2,\cdots c_n$ – სხვადასხვა ხარისხის კეთილმოწყობის ქუჩებზე ნაგვის დაგროვების ნორმა (ცხრილი 3.6.);

$s_1,s_2,\cdots s_n$ – შესაბამისი საფარის ფართობი.

დასახლებაში სამრეწველო მყარი ნარჩენების საერთო რაოდენობის გასაზღვრა საკმაოდ რთულია. საორიენტაციოდ ითვლება, რომ სამრეწველო თვალსაზრისით განვითარებული ქალაქის 1 მცხოვრებზე წლის განმავლობაში გროვდება 0,5-1 კგ სამრეწველო ნარჩენები. ეს სიდიდე არ ითვალისწინებს სამშენებლო ნაგავს, რომელიც გროვდება შენობების მშენებლობისა და ნგრევის, რემონტისა და რეკონსტრუქციის დროს.

იმის გამო, რომ სხვადასხვა დასახლებაში მყარი ნარჩენები მსუბუქ კომპონენტებს (ქაღალდი და სხვ.) განსხვავებული რაოდენობით შეიცავს, საყოფაცხოვრებო ნაგვის დაგროვების ნორმები მოცემულია მასში ქაღალდის 20-25%-მდე შემცველობისას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც დასახლების ნაგავი 25%-ზე მეტ ქაღალდს შეიცავს, საჭიროა სათანადო გადაანგარიშება. ქაღალდის ფაქტიური შემცველობის დროს ნაგვის საერთო მოცულობა (V_2) გამოითვლება ფორმულით:

$$V_2=V_1+(B_2-B_1)\cdot\frac{10\cdot P_1}{C_1},$$ სადაც

V_1 – ნაგვის მოცულობა ქაღალდის 25% შემცველობის დროს;

B_2 – ქაღალდის ფაქტიური შემცველობა, %;

B_1 – 25 %;

C_1 – ქაღალდის მოცულობითი მასა, კგ/მ³ (80 კგ/მ³);
P_1 – ნაგვის მასა ქაღალდის 25% შემცველობის დროს.
ნაგვის მასა იმავე ფორმულით გამოითვლება, რომლითაც მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისა.

ცხრილი 3.6.

ცალკეული ობიექტებიდან ნარჩენების დაგროვების ნორმები

ობიექტი	გადანაყრების დაგროვების ნორმა				
	საშუალო წლიური		საშუალო სადღეღამისო		მოცულობითმასა
	კგ	მ³	კგ	მ³	კგ/მ³
საავადმყოფოები (1 საწოლზე)	230	700	0,63	1,90	330
პოლიკლინიკები (1 მომსვლელზე)	-	-	0,01	0,04	250
სკოლები (1 მოსწავლეზე)	20	90	0,06	0,30	220
უმაღლესი და საშუალო სპეციალური სასწავლებლები (1 მოსწავლეზე)	26	120	0,09	0,40	220
საბავშვო ბაღები, ბაგები (1 ადგილზე)	70	235	0,19	0,78	300
სასტუმროები (1 ადგილზე)	80	400	0,22	1,10	200
საერთო საცხოვრებლები (1 ადგილზე)	100	330	0,28	0,93	300
თეატრები, კინოთეატრები (1 ადგილზე)	20	90	0,06	0,30	220
სასადილოები (1 კერძზე)	-	-	0,03	0,10	300
სასურსათო მაღაზიები (სავაჭრო ფართობის 1 მ²-ზე)	120	460	0,33	1,27	260
ბაზრები (სავაჭრო ფართობის 1 მ²-ზე)	18	36	0,06	0,12	500
მონაგველი (1 მ²-ზე ნელიწადში):					
რიყის ქვის საფარიდან	11,2	15,0			750
ასფალტის საფარიდან	5,5	7,5	-	-	750

8. ნაგვის შემკრებთა და მყარი ნარჩენების გამტანი სპეციალური ტრანსპორტის აუცილებელი რაოდენობის გაანგარიშების შემოწმება. დასახლებებისთვის ნაგვის შემკრებთა და ნაგვის გამტანი ტრანსპორტის აუცილებელი რაოდენობის გაანგარიშების შემოწმებისას საჭიროა ვიცოდეთ მყარი ნარჩენების სადღეღამისო დაგროვების ($M_{დღ-ღ}$) სიდიდე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$M_{დღ-ღ} = \frac{M_{წლ} \cdot 1,25}{n},$$ სადაც

n – მყარი ნარჩენების გატანის დღეების რაოდენობა (300, 365);
1,25 – მყარი ნარჩენების დაგროვების უთანაბრობის კოეფიციენტი.

ნაგვის შემკრებთა აუცილებელი რაოდენობა (N) ქალაქისთვის (რაიონისათვის, კვარტლისათვის და ა.შ.) გამოითვლება ფორმულით:

$$N = \frac{M_{დღ-ღ} \cdot 1 \cdot K_1 \cdot K_2}{V \cdot K_3},$$ სადაც

V – ნაგვის შემკრების ტევადობა, მ³;
K_1 – დაგროვების უთანაბრობის კოეფიციენტი (1,25);

K_2 – სარემონტოდ გადაცემულ ნაგავშემკრებთა რაოდენობის კოეფიციენტი (1,05);

K_3 – ნაგავშემკრებთა ავსების კოეფიციენტი (0,9);

t – ნაგვის გატანის პერიოდულობა (1-3 დღე-ღამე).

ამ ფორმულის საშუალებით გამოიანგარიშება ნაგვის შემკრებთა აუცილებელი რაოდენობა ნაგვის გატანის ორგანიზაციისას „მუდმივი" ჭურჭლის მეთოდით. თუ ნაგვის გატანის ორგანიზაციის „შესაცვლელი" ჭურჭლის მეთოდი გამოიყენება, ფორმულას მნიშვნელში ემატება ჭურჭლის „შეცვლის" კოეფიციენტი K_4 (K_4=1,3).

მყარი ნარჩენების კონტეინერული სისტემით გატანის შემთხვევაში კონტეინერების საერთო რაოდენობა (N) გამოითვლება ფორმულით:

$$N=N_1+F\cdot n \text{ , სადაც}$$

N_1 – კონტეინერების რაოდენობა, რომელიც საჭიროა მყარი გადანაყრების საშუალო სადღეღამისო რაოდენობის დასაგროვებლად;

F – კონტეინერსაზიდების რაოდენობა;

n – ერთი კონტეინერსაზიდის ბაქანზე დადგმული კონტეინერების რიცხვი.

მყარი ნარჩენების საშუალო სადღეღამისო რაოდენობის დაგროვებისათვის საჭირო კონტეინერების რაოდენობა (N) გამოითვლება იმავე ფორმულით, რომლითაც ნაგვის შემკრებების აუცილებელი რაოდენობის გასაანგარიშებლად გამოიყენება, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ამ ფორმულის მრიცხველში ნაგვის შემკრების მოცულობა უნდა შეიცვალოს კონტეინერის მოცულობით (0,4 მ^2).

კონტეინერმზიდების საჭირო რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$F=\frac{M_{\text{დღ}\cdot\text{ღ}}}{Q\cdot K_1}. \quad \text{სადაც}$$

$M_{\text{დღ}\cdot\text{ღ}}$ – მყარი გადანაყრების საშუალო სადღეღამისო დაგროვება, მ^3;

Q – ერთი სატრანსპორტო ერთეულის მწარმოებლურობა ერთ სამუშაო დღეში, მ^3;

K_1 – ტრანსპორტის გამოყენების კოეფიციენტი (0,8-0,9).

სატრანსპორტო ერთეულის მწარმოებლურობა (Q) დამოკიდებულია ძარას ტევადობაზე და რეისების რაოდენობაზე დღეში:

$$Q=g\cdot V, \text{ სადაც}$$

g – ტრანსპორტის რეისების რაოდენობა ერთი სამუშაო დღის მანძილზე;

V – ძარას ტევადობა, მ^3.

სამუშაო დღის მანძილზე სპეციალური ტრანსპორტის რეისების რაოდენობა (g) გამოითვლება ფორმულით:

$$g = \frac{t_1}{t_2} = \frac{60 \cdot (T - \frac{l_0}{V})}{t_3 + \frac{60 \cdot l_n \cdot 2}{v} + t_b},$$ სადაც

t_1 – სამუშაო დღის „სუფთა“ (ნეტო) ხანგრძლივობა, წთ;

t_2 – ერთი რეისის ხანგრძლივობა, წთ;

t_3 – ავტოტრანსპორტის დატვირთვის დრო გადანაყრების შეგროვების რაიონში, წთ;

t_b – ტრანსპორტის გადმოტვირთვის დრო, წთ;

T – სამუშაო დღის ხანგრძლივობა, სთ;

l_0 – მანძილი ავტოსატრანსპორტო პარკიდან გადანაყრების შეგროვების რაიონის ცენტრამდე, კმ;

l_n – მანძილი ტრანსპორტის დატვირთვის რაიონსა და გაუვნებლობის ადგილს შორის, კმ;

V – ტრანსპორტის მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ;

მანძილი ტრანსპორტის დატვირთვის რაიონსა და გადანაყრების გაუვნებლობის ადგილს შორის მიზანშეწონილია გამოითვალოს, როგორც საშუალო სიდიდე:

$$l_n = \frac{l_1 \cdot Q_1 + l_2 \cdot Q_2 + \cdots + l_n \cdot Q_n}{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n},$$ სადაც

$l_1, l_2, \cdots l_n$ – მანძილი რაიონების მომსახურების ცენტრიდან გადანაყრების გაუვნებლობის ადგილამდე, კმ;

Q_1, Q_2, Q_n – წლის განმავლობაში რაიონებიდან გატანილი გადანაყრების რაოდენობა, $მ^3$.

ტრანსპორტის აუცილებელი რაოდენობის (N) გაანგარიშების საერთო ფორმულა ასეთია:

$$N = \frac{M_{დღ-ღ}}{g \cdot Q \cdot K_1} = \frac{M_{დღ-ღ} \cdot (t_3 + \frac{60 \cdot l_n \cdot 2}{V} + t_b)}{60 \cdot (T - \frac{l_0}{V}) \cdot Q \cdot K_1}.$$

(აღნიშვნების მნიშვნელობები - იხ. ზემოთ).

მყარი ნარჩენების შეგროვება და დასახლებებიდან გატანა მარტო ნაგვის შემკრებებისა და კონტეინერების საშუალებით არ ხდება. ამ მიზნით გამოიყენება ურნებიც. მათი საჭირო რაოდენობის გამოანგარიშებისას ითვალისწინებენ ქუჩების დატვირთვის ინტენსიურობას (ინტესიური მოძრაობის ქუჩებზე — 50 მ-ის, ხოლო დანარჩენ ქუჩებზე — 100 მ-ის დაცილებით). ბაზრებში 1 ურნა უნდა მოდიოდეს 250 $მ^2$ ფართობზე, პლაჟებზე — ყოველ 30 მ-ში და ა.შ.

სანიტარიული დასუფთავების გენერალურ სქემაში შეტანილი უნდა იყოს მონაცემები ქუჩებისა და მოედნების დასუფთავების ორგანიზაციის

შესახებ ზაფხულისა და ზამთრის სეზონებში, სათანადო ტექნიკისა და საშუალებების გამოყენების დასაბუთებით.

9. თხევადი უსუფთაობის რაოდენობის გაანგარიშების შემოწმება. არაკანალიზებულ და ნახევრადკანალიზებულ დასახლებებში დასუფთავების გენერალური სქემა უნდა ასახავდეს თხევადი უსაფთაობის შეგროვების, გატანისა და გაუვნებლობის საკითხებს.

დღე-ღამის განმავლობაში გასატანი თხევადი ნარჩენების საერთო რაოდენობა ($M_{დღე-ღ}$, $მ^3$) გამოითვლება ფორმულით:

$$M_{დღ-ღ} = \frac{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n}{24}, \text{ სადაც}$$

Q_1, Q_2, $\cdots Q_n$ – საპირფარეშოების და ნარეცხის ორმოების ტევადობა, რომლებიც ნავარაუდევია თხიერი უსუფთაობის ყოველთვიური გატანისათვის, $მ^3$;

24 – სამუშაო დღეების რაოდენობა თვეში.

საპირფარშოს და ნარეცხის ორმოების საჭირო მოცულობა (Q) გამოითვლება ფორმულით:

$$Q = \frac{A \cdot M \cdot 1{,}3}{12}, \text{ სადაც}$$

A – ორმოებით მოსარგებლე მოსახლეობის რაოდენობა;

M – თხევადი უსუფთაობის დაგროვების საშუალო ნორმა 1 ადამიანზე;

1,3 – ორმოს მოცულობის რეზერვი გაზიდვის გრაფიკის დარღვევის შემთხვევისთვის;

12 – თხევადი უსუფთაობის გაზიდვის სიხშირე წლის განმავლობაში.

დასუფთავების გენერალურ სქემაში გათვალისწინებული უნდა იყოს საზოგადოებრივი საპირფარეშოების რაოდენობა, მათი საკმაო გამტარუნარიანობა და დასახლებაში განლაგების ადგილი (საზოგადოებრივი საპირფარეშოების საერთო რაოდენობა იგეგმება იმ ვარაუდით, რომ ერთი საპირფარეშო მოდიოდეს 10000-15000 ადამიანზე). საზოგადოებრივი საპირფარეშოების რაოდენობა იგეგმება შემდეგი რეკომენდაციების გათვალისწინებით: კულტურისა და დასვენების პარკებში, სტადიონებზე — 1 ადგილი 500 ადამიანზე; პლაჟებზე — 1 ადგილი 75 ადამიანზე და ა.შ.

10. მყარი ნარჩენების გაუვნებლების, ლიკვიდაციის და უტილიზაციის წესის შერჩევის მეთოდიკა. დასახლებების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზის დროს ხელმძღვანელობენ შემდეგი ჰიგიენური პრინციპით: დასუფთავების ორგანიზებული მეთოდების გამოყენება (გაუმჯობესებული ნაგავსაყრელები, საკომპოსტე ველები), არაორგანიზებული ნაგავსაყრელების ლიკვიდაცია, ნარჩენების გაუვნებლება და უტილიზაცია სამრეწველო მეთოდებით (ნაგვის გადამამუშავებელი და ნაგვის საწვავი ქარხნები). ჰიგიენურ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს გაუვნებლობის ისეთი მეთოდი, რომლის დროსაც გადანაყრები ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით უვნებელ და

სასუქად ვარგის მასად გარდაიქმნება, არ იჩეკება ბუზები, არ მრავლდება მღრღნელები, არ ვრცელდება უსიამოვნო სუნი. ჩამოთვლილ ჰიგიენურ მოთხოვნებს შეესაბამება მყარი გადანაყრების ბიოლოგიური გაუვნებლობის ყველა მეთოდი (ინდივიდუალური კომპოსტები და საკომპოსტე ველები, ბიოთერმული არხი (ტრანშეა), ბიოთერმული კამერები, სათბურები). გარკვეულწილად გაუვნებლების ბიოთერმულ მეთოდებს მიეკუთვნება გაუმჯობესებული ნაგავსაყრელები და პოლიგონები*. ჰიგიენურ მოთხოვნებს ყველაზე მეტად აკმაყოფილებს გაუვნებელყოფის თერმული მეთოდები — ნაგვის დაწვა და პიროლიზი. პიროლიზის პროცესი მიმდინარეობს მაღალტემპერატურულ (1640°C) რეაქტორებში ჟანგბადის დეფიციტის პირობებში. აღნიშნული მეთოდი ჰიგიენური და ეკონომიკური თვალსაზრისით ძალზე პერსპექტიულია.

თერმული მეთოდი გამოიყენება გვამების კრემაციისათვის. ჩვენებას კრემაციისათვის წარმოადგენს განსაკუთრებით საშიში ინფექციებით (შავი ჭირი, კეთრი) გარდაცვალების შემთხვევები. დანარჩენ შემთხვევაში მისი გამოყენება ნებაყოფლობითია.

მყარი ნარჩენების გაუვნებლების ქიმიურ მეთოდებს მიეკუთვნება ჰიდროლიზი მაღალ ტემპერატურაზე ქლორწყალბადმჟავას ან გოგირდმჟავას თანხლებით. ამ დროს მიიღება ეთილის სპირტი, ფურფუროლი, B ჯგუფის ვიტამინები, P და D_2 ვიტამინები, სხვა მნიშვნელოვანი პროდუქტები.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები შეიცავს მიკროორგანიზმების მნიშვნელოვან რაოდენობას, მ.შ. პათოგენურ მიკრობებს, ვირუსებს და ჰელმინთების კვერცხებს. გაუვნებლების გამოყენებული მეთოდი უნდა უზრუნველყოფდეს საიმედო გამაუვნებელ ეფექტს.

ვინაიდან მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები 80% ორგანულ ნივთიერებებს შეიცავს, რომელთაგან წლის თბილ პერიოდში თითქმის 20-30% ლპება და ჰაერს აბინძურებს, საჭიროა ისეთი მეთოდის შერჩევა, რომელიც ორგანული ნივთიერებების სწრაფ მინერალიზაციას უზრუნველყოფს.

გაუვნებლების მეთოდი, რომელიც ჰიგიენურ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს, გადამუშავების ისეთ ხარისხს უზრუნველყოფს, რომლის დროსაც ნარჩენები ეპიდემიოლოგიურად უვნებელ სუბსტრატად გარდა-იქმნება ან წარმოიქმნება პროდუქტი, რომელიც ნიადაგის გამანაყოფი-ერებელ საშუალებად გამოდგება.

ნარჩენების გაუვნებელყოფის დანადგარები არ უნდა აბინძურებდეს ზედაპირულ და გრუნტის წყლებს; შერჩეული მეთოდი უნდა უზრუნველოფდეს ნარჩენებში არსებული სასარგებლო ნივთიერებების მაქსიმალუად გამოყენებას.

---

* „ჰიგიენური მოთხოვნები მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაყრების პოლიგონების მოწყობის და ექსპლუატაციისადმი“ სწდან 2.1.7. 005-03. (სსმ, III, №17, 2003).

სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებლების თავისებურებები. მათი რაოდენობა და შედგენილობა განპირობებულია წარმოების ხასიათით, გამოყენებული ნედლეულის სახეობით, ტექნოლოგიური პროცესით, გაწმენდისა და გაუვნებლობის სისტემის ეფექტურობით, აგრეთვე წარმოების სიმძლავრით და მუშაობის ხანგრძლივობით.

სამრეწველო ნარჩენები, რომლებიც შეიცავს ადამიანთან კონტაქტის შედეგად მისი დაავადების ან ჯანმრთელობიდან გადახრის გამომწვევ ნივთიერებებს, მიეკუთვნება ტოქსიკურ ნარჩენებს. მათ შორისაა, ძირითადად, ბერილიუმი, ტყვია, დარიშხანი, ქრომი, ფოსფორი, კობალტი, ნიკელი, სტიბიუმი და მათი შენაერთები, ლითიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის, ბორის, ალუმინის ჰიდრიდები, მეტალოორგანული და ციანის შენაერთები, მერკაპტანები, სილიციუმის ორგანული მონომერებით გაბინძურებული პროდუქტები, ლითონის სხმულის, ნატრიუმის, კალიუმის ნარჩენები, შხამ-ქიმიკატები, ნავთობპროდუქტების ნარჩენები, გამხსნელები; მათვე მიეკუთვნება ფთორისა და მისი შენაერთების შემცველი ნარჩენები, სელენი, სხვადასხვა ქიმიური ბუნების კანცეროგენული ნივთიერებები და სხვ.

პრაქტიკაში მყარი სამრეწველო ნარჩენების კლასიფიკაციისათვის ყველაზე მეტად მისაღებია მათი დაყოფა მრეწველობის დარგების მიხედვით. თუმცა ასეთი დაყოფა არ წარმოადგენს კრიტერიუმს მათი საშიშროების შესახებ მსჯელობისათვის, ვინაიდან ნარჩენები შეიცავს განსხვავებული ტოქსიკურობის მქონე ქიმიურ ნართებს და შეუძლია სხვადასხვა ხარისხის დამაბინძურებელი გავლენა მოახდინოს ნიადაგზე, მიწისქვეშა წყლებზე, ღია წყალსატევების წყალზე და ეკოლოგიური ჯაჭვის გზით უარყოფითად იმოქმედოს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე.

სამრეწველო ნარჩენები უტილიზირებად და არაუტილიზირებად ნარჩენებად იყოფა. უტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენები განადგურებას ან დამარხვას არ ექვემდებარება; მათი გამოყენება შესაძლებელია ეროვნულ მეურნეობაში სათბობად, საშენ მასალებად, სასუქად, სანყის ნედლეულად განმეორებითი გადამუშავებისთვის ან ნარჩენების რეგენერაციისათვის მეორადი ნედლეულის მიღების მიზნით. მაგალითად, ქიმიური და ნავთობქიმიური მეწველობის გადანაყრები შეიცავს პირიტულ ნამწვ მასალას, რომლის 1 მლნ ტ-ის გადამუშავების შედეგად შესაძლებელია 4300 ტ ელექროლიტური სპილენძის, 3350 ტ თუთიის, 75 ტ კობალტის მიღება. მეტალურგიული მრეწველობის წიდა და თბოელექტროსადგურების ნაცარი გამოიყენება ცემენტის, მინერალური სასუქების, მინერალური ბოჭკოს, ბეტონის მსუბუქი შემავსებლების, მჟავაგამძლე მასალების, საიზოლაციო მასალების წარმოებაში. ამდენად, ჰიგიენური და ეკონომიკური თვალსაზრისთ მიზანშეწონილია ყველა უტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენების გამოყენება ეროვნულ მეურეობაში, რაც უნარჩენო წარმოების ციკლის დანერგვის წინაპირობაა.

არაუტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენების დამარხვის პირობები განისაზღვრება მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის მათი პოტენციური

საშიშროების მიხედვით. არაუტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენების საშიშროების განსაზღვრის კრიტერიუმებია მათში შემავალი ქიმიური ნივთიერებების ტოქსიკურობა, აგრეთვე აქროლადობა და ხსნადობა. აღნიშნული მაჩვენებლები საფუძვლად უდევს სამრეწველო ნარჩენების კლასიფიკაციას. თანამედროვე კლასიფიკაციით, არაუტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენები, მათი ტოქსიკურობის, გარემოზე გავლენისა და პოლიგონებზე მათი გაუვნებელყოფის ტექნოლოგიის გათვალისწინებით, 5 კლასად იყოფა:

- პირველ კლასს მიეკუთვნება არაუტილიზირებადი ნავთობისა და ზეთების ნარჩენები, რომლებიც 80%-მდე წყალს და 10%-მდე გრუნტსა და მექანიკურ მინარევებს შეიცავს. მათი გაუვნებლება დანვით წარმოებს;
- მეორე კლასს მიეკუთვნება თხევადი ნარჩენები, რომლებიც შეიცავს ორგანულ გაბინძურებას ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილებით დაახლოებით 25000 მგ/დმ³-მდე; ორგანული გაბინძურების წვის პროცესში წარმოებს მათი ნაწილის აორთქლება, ნაწილი კი რჩება ქვაბულში;
- მესამე კლასს მიეკუთვნება თხევადი ნარჩენები მინერალური გამაბინძურებლებით (მჟავები, ტუტეები, მარილები, მძიმე მეტალთა ჰიდროოქსიდები). მათი განეიტრალება წარმოებს ქვაბულში ურთიერთშერევისა და რეაგენტების დამატების გზით. უხნადი მარილებისა და მძიმე მეტალთა ჰიდროოქსიდებისაგან წარმოიქმნება ნალექი. თხიერი ნაწილი ნაწილობრივ ორთქლდება პირველი კლასის გადანაყრების წვის შედეგად;
- მეოთხე კლასს მიეკუთვნება პირობითად მყარი ნარჩენები, მ.შ. პასტის მაგვარი, რომელიც ნახერხს ერევა. მათ ათავსებენ ქვაბულში და ზემოდან იზოლირებას უკეთებენ გრუნტის ფენით;
- მეხუთე კლასს მიეკუთვნება განსაკუთრებით ტოქსიკური ძლიერმომქმედი შხამიანი ნაერთები. მათი დამარხვა წარმოებს მეტალის კონტეინერებით.

არაუტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებელყოფის ძირითადი მეთოდებია თერმული დამუშავება და სამრეწველო პოლიგონებზე ჩამარხვა.

არაუტილიზირებადი სამრეწველო ნარჩენების ძირითადი ნაწილი იმარხება სპეციალურ პოლიგონებზე. პოლიგონის ტერიტორია პერიმეტრზე შემოსაზღვრულია არხით გრუნტის წყლების დრენაჟისა და ატმოსფერული ნალექების მოცილებისათვის. არხიდან ხდება წყლის სინჯის აღება. პოლიგონის ირგვლივ 1,5-1,7 მ სიმაღლეზე და 3,0-3,5 მ სიგანეზე ეწყობა მიწაყრილი პოლიგონის ტერიტორიიდან არხში და მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების ჩადინების თავიდან ასაცილებლად.

პოლიგონზე ეწყობა 2 ზონა:

1. საწარმოო ზონა - საწარმოო ნარჩენების დამარხვისათვის;

2. დამხმარე (საყოფაცხოვრებო) დანიშნულების ზონა.

საწარმოო ზონა იყოფა 5 უბნად. 4 მათგანზე ხდება ნარჩენების გაუვნებლობა საშიშროების კლასების მიხედვით, ხოლო მე-5 უბანზე ნარჩენების თერმულ გაუვნებლებას აწარმოებენ. თითოეული უბნისათვის საწარმოო ნარჩენების კლასის შესაბამისად ადგენენ ქვაბულების ან არხების რუქას საშიშროების სხვადასხვა კლასის მკვრივი, პასტისმაგვარი, თხიერი და მტვრისმაგვარი ნარჩენების ცალ-ცალკე ჩამარხვისათვის. რუქების ზომები და ქვაბულების რაოდენობა ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში განისაზღვრება ნარჩენების რაოდენობითა და პოლიგონის მოქმედების სააანგარიშო ვადით.

ერთ ქვაბულში სხვადასხვა სახის ნარჩენების ჩამარხვა დასაშვებია იმ პირობით, თუ ერთდროული ჩამარხვისას ისინი არ წარმოქმნიან უფრო მავნე ან ფეთქებად- ან ხანძარსაშიშ ნივთიერებებს. პოლიგონზე შემოტანილ ყველა ნარჩენს თან უნდა ახლდეს პასპორტი ნარჩენების ტექნიკური დახასიათებით, რაოდენობისა და შემადგენლობის მითითებით, პოლიგონზე ჩამარხვის ან დაწვისას მათთან მოპყრობის უსაფრთხოების წესების მოკლე აღწერით.

განსაკუთრებით საშიში წყალში ხსნადი ნივთიერებების შემცველი მცირე რაოდენობის ნარჩენები უნდა ჩაიმარხოს ქვაბულში კონტეინერებით (მეტალის ბალონები 10 მმ სისქის კედლით და ჰერმეტულობაზე ორჯერადი კონტროლით — ავსებამდე და ავსების შემდეგ), რომლებიც ბეტონის ყუთებში თავსდება. წყალში ხსნადი მავნე ნივთიერებების შემცველი მკვრივი და პასტისმაგვარი ნარჩენები იმარხება ქვაბულში, რომლის ფსკერისა და გვერდითი კედლების იზოლაცია 1 მ თიხის ფენის საშუალებით ხდება.

წყალში უხსნადი მკვრივი და მტვრისმაგვარი ნარჩენების ჩამარხვა ხდება ქვაბულებში. ქვაბულების სიღრმესა და სიგანეს განსაზღვრავენ გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტის გათვალისწინებით. ქვაბულში ნარჩენების დაგროვების მაქსიმალური დონე უნდა იყოს ქვაბულის მიმდებარე ტერიტორიის დაგეგმარებულ სიმაღლეზე 2 მ-ით დაბლა. ქვაბულის მიმდებარე ტერიტორიის სიგანე 8 მ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

თხევადი ნარჩენების შეტანა (მოსხმა) ხდება თანაბრად პოლიგონის ცალკეულ რუქებზე, ფენებად. ასეთი ნარჩენებისათვის რუქები იყოფა ზაფხულისა და ზამთრის ნაკვეთებად. თითოეულ ნაკვეთს უნდა ჰქონდეს წყალგაუმტარი მიწაყრილი. თხიერი ნარჩენების დგომის მაქსიმალური დონე ენდა იყოს წყალაგაუმტარ მიწაყრილზე 50 სმ-ით დაბლა.

მკვრივი ნარჩენები ეწყობა პოლიგონის სპეციალურ რუქაზე ფენებად. თითოეული ფენა უნდა მოსწორდეს და დაიტკეპნოს (საყოფაცხოვრებო გადანაყრების პოლიგონის შესაბამისად). ზოგიერთ შემთხვევაში დასაშვებია ამ ნარჩენების გატანა ქალაქის საყოფაცხოვრებო გადანაყრებისათვის გამოყოფილ პოლიგონებზე და პოლიგონის მაიზოლირებელ ინერტულ მასალად გამოყენება პოლიგონის შუა და ზედა მესამედში.

პოლიგონებისათვის მინის ნაკვეთის გამოყოფა ხდება შესაბამის ორგანოებთან შეთანხმებით ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური დაზვერვისა და ჰიდროგეოლოგიური სამსახურის დასკვნის შემდეგ. პოლიგონის დაპროექტების დროს უნდა შედგეს „პოლიგონის პასპორტი", რომელიც ამ რაიონში ნიადაგის, გრუნტის წყლების და ატმოსფერული ჰაერის, აგრეთვე ჩასამარხი ნარჩენების ქიმიურ შედგე-ნილობას ასახავს. პოლიგონის ექსპლუატაციაში მიღება ხდება დადგენილი წესით, სათანადო აქტის გაფორმებით. ექსპლუატაციის პროცესში პოლიგონის ლაბორატორიის მიერ სისტემატურად წარმოებს მისი მდგომარეობის კონტროლი.

საწარმოო ნარჩენების პოლიგონებზე ტრანსპორტირება წარმოებს სამრეწველო საწარმოს ტრანსპორტით დადგენილი მარშრუტის მკაცრად დაცვით. ტრანსპორტირების შემდეგ ხდება სატრანსპორტო საშუალებისა და შესაბამისი ტარის დამუშავება.

სამრეწველო ნარჩენების დიდი რაოდენობით დაგროვება მოითხოვს დიფერენცირებულ მიდგომას მათი უტილიზაციის, გაუვნებლეობის, იზოლაციის (მინაში ჩამარხვის) გამოყენებული მეთოდებისადმი, გარემოს (ჰაერის, წყლის, ნიადაგის) დაბინძურებისაგან დაცვის უზრუნველსაყოფად. გარემოს დაცვის საკითხის რადიკალური გადაწყვეტაა წარმოე-ბაში უნარჩენო და მცირენარჩენებიანი ტექნოლოგიების დანერგვა.

ტოქსიკური სამრეწველო ნარჩენებისაგან ნიადაგის დაცვისთვის აუცილებელია დაინერგოს სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებლების აპრობირებული მეთოდები: საწარმოებში სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ერთობლივი ბიოთერმული დაკომპოსტება, მათი ერთობლივი დაწვა, სამრეწველო ნარჩენების დაგროვება და შენახვა საყოფაცხოვრებო გადანაყრების პოლიგონზე. სპეციალურ პოლიგონებზე ცალკე იმარხება ძლიერ ტოქსიკური და ტოქსიკური არაუტილიზირებული ნარჩენები.

სამრეწველო ნარჩენები, რომელიც ბიოთერმულ გაუვნებლებას ექვემდებარება, საყოფაცხოვრებო ნარჩენებთან ერთად უნდა გაუვნებლდეს. შესაძლებელია მისი ნაწილის უტილიზაცია, დანარჩენი კი ლიკვიდაციას ექვემდებარება.

სამრეწველო მყარი ნარჩენების გაუვნებლებისათვის ძირითადად გამოიყენება ლიკვიდაციის მეთოდები (სამრეწველო ნარჩენების მავნეობის კლასების შესაბამისად).

დასახლებების დასუფთავების გენერალური სქემის პროექტის სანიტარიული ექსპერტიზის დროს ჰიგიენური შეფასება უნდა მიეცეს მყარი ნარჩენების გაუვნებელყოფის და ლიკვიდაციის ცალკეული ნაგებობის მოწყობას. ექსპერტიზის ამ ეტაპზე უნდა შემოწმდეს გასაუვნებელი ნარჩენების რაოდენობის შესაბამისობა ნაგებობების წარმადობასთან. გაუვნებლების ნაგებობების წარმადობის გამოსათვლელად მოწოდებულია სათანადო მეთოდიკა. მაგალითად, ბიოთერმული კამერის წარმადობა გამოითვლება შემდეგი თანმიმდევრობით:

პირველ ეტაპზე მისი მოცულობის ერთჯერადი ავსებისას გამოანგარიშება კამერის ერთჯერადი მწარმოებლურობა (V_p, მ^3) ფორმულით:

$$V_p = Q \cdot t \cdot n \cdot \frac{1}{k},$$

Q — დღე-ღამეში დაგროვებული ნაგვის ნორმა 1 ადამიანზე გადაანგარიშებით, მ^3;

n — მოსახლეობის რაოდენობა;

t — კამერის გამოყენების დრო დღე-ღამეში;

$\frac{1}{k}$ — კამერის შიდა სამშენებლო მოცულობის გამოყენების კოეფიციენტი, რომელიც $\frac{1}{0.65}$-ის ტოლია.

მეორე ეტაპზე გამოითვლება კამერის მოცულობა — მწარმოებლურობა (V_n, მ^3) თანდათანობითი ავსების დროს ფორმულით:

$$V_n = \frac{V_p}{1+y},$$

სადაც

y – ნარჩენების დალექვისა და გამყარების კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია სექციების რაოდენობასა და თითოეული სექციის დატვირთვის ვადის ხანგრძლივობაზე; მაგალითად, 2 სექციისა და 30 დღის დატვირთვის ვადის დროს მისი სიდიდეა 0,4; 3 სექციისა და 20 დღის დატვირთვის ვადის დროს — 0,3; 4 სექციისა და 15 დღის დატვირთვის ვადის დროს — 0,2; თუ სექციების რაოდენობა ოთხზე მეტია, მაშინ კოეფიციენტი მხედველობაში არ მიიღება.

საკომპოსტე ველების ფართობი (S, ჰა) გამოითვლება ფორმულით

$$S = \frac{A \cdot 0,13}{1000}, \quad \text{სადაც}$$

A - მოსახლეობის რაოდენობა დასახლებულ პუნქტში;

0,13 – საკომპოსტე ველის აუცილებელი მინიმალური ფართობი 1000 მცხოვრებზე.

საასენიზაციო ველების აუცილებელი ფართობის – წარმადობის (S, ჰა) გამოსათვლელად სარგებლობენ ფორმულით:

$$S = \frac{M_r \cdot t}{n}, \quad \text{სადაც}$$

S – საასენიზაციო ველის აუცილებელი ფართობი, ჰა;

M_r – თხიერი ნარჩენების წლიური დაგროვება, მ^3;

n – დატვირთვის ნორმა, მ^3/ჰა;

t – თესლბრუნვის მიღებული სისტემა (ერთწლიანი, ორწლიანი, სამწლიანი ბრუნვა).

სახნავი ველების ფართობი — წარმადობა (S, ჰა) გამოითვლება ფორმულით:

$$S = \frac{M_r}{n}.$$

გაანგარიშების დროს საასენიზაციო და სახნავი ველების ფართობი უნდა გაიზარდოს 20%-მდე მისასვლელების, თხრილების და სამეურნეო ეზოების მოსაწყობად.

ნაგავსაყრელის მოწყობის ექსპერტიზის დროს უნდა შემოწმდეს ფუძის წყალგაუმტარობის უზრუნველყოფა და ნაგავსაყრელის სქემის შესაბამისობა ადგილმდებარეობის რელიეფთან. ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე ითვალისწინებენ სამეურნეო ეზოს ადმინისტრაციულ-საყოფაცხოვრებო კორპუსით.

ბიოთერმული კამერების მოწყობის ექსპერტიზის დროს უნდა შემოწმდეს კამერის მოცულობის შესაბამისობა საანგარიშო მოთხოვნებთან, სექციების რაოდენობა (არ უნდა იყოს ორზე ნაკლები), თითოეული სექციის სასარგებლო მოცულობა (არანაკლებ 2 მ^3 და არაუმეტეს 20 მ^3), აერაცია-ვენტილაციის არსებობა.

ჩასაღვრელი სადგურის პროექტის ექსპერტიზის დროს უნდა შემოწმდეს კოლექტორში ჩამდინარე წყლების ხარჯის შესაბამისობა ჩასაღვრელი გადანაყრების რაოდენობასთან, ჩასაღვრელი გადანაყრების წინასწარი გაწმენდის ხარისხი, თხევადი ნარჩენების წყლით განზავების წესი.

საკომპოსტე ველის ექსპერტიზის დროს უნდა შემოწმდეს საფუძვლის წყალგაუმტარობა, კომპოსტის შტაბელების გადასახური გრუნტის არსებობა, წყალშემკრები თხრილის მოწყობის მდგომარეობა, სამეურნეო ეზოს და პერსონალის საყოფაცხოვრებო სათავსების არსებობა.

11. *მყარი ნარჩენების გაუვნებლებისა და ლიკვიდაციისათვის გამოყენებული ნაგებობების მოწყობისა და ალჭურვის ჰიგიენური შეფასება.* ექსპერტიზის ამ ეტაპის განხორციელებისას პირველ რიგში მოწმდება ნაგებობის წარმადობის შესამისობა შემოსული ნარჩენების რაოდენობასთან, რომლის გამოთვლაც წარმოებს სპეციალური ფორმულებით გაუვნებლების მეთოდის მიხედვით (ბიოთერმული კამერები, საკომპოსტე ველები, ნაგვის საწვავი ქარხნები, კრემატორიუმები, ნაგვის საყრელი პოლიგონები).

ნაგავსაყრელების მოწყობილობის ექსპერტიზისას მოწმდება:

- ფუძის წყალგაუმტარობის უზრუნველყოფა;
- ადგილმდებარეობის რელიეფის შესაბამისობა საყრელების სქემასთან (დახრილი, მაღლივი, არხული – ტრანშეული);
- საიზოლაციო ფენის მოწყობისათვის საჭირო გრუნტის არსებობა საყრელის ექსპლუატაციის მთელ პერიოდზე გათვლით.

საყრელის ტერიტორიაზე უნდა მოეწყოს სამეურნეო ეზო ადმინისტრაციულ-საყოფაცხოვრებო კორპუსით, მექანიზმების დახურული სადგომით, ესტაკადით ავტოტრანსპორტის რეცხვისათვის..

ბიოთერმული კამერების ექსპერტიზის დროს მოწმდება:

- კამერის მოცულობის შესაბამისობა საანგარიშო მოთხოვნებთან;
- სექციების რაოდენობა (არა ნაკლებ 2);
- თითოეული სექციის სასარგებლო მოცულობა (2-20 მ^3);
- აერატორების, ცხავების და სავენტილაციო კოშკურების არსებობა.

საკომპოსტე ველების პროექტის ექსპერტიზისას მოწმდება:

- ფუძის წყალგაუმტარობის უზრუნველყოფა;
- გრუნტის არსებობა საკომპოსტე შტაბელების იზოლირებისათვის;
- წყალშემკრები არხების არსებობა;
- სამეურნეო ეზოს და პერსონალისათვის განკუთვნილი საყოფაცხოვრებო სათავსების არსებობა.

12. *თხევადი ნარჩენების გაუვნებლებისა და ლიკვიდაციისათვის გამოყენებული ნაგებობების მოწყობისა და აღჭურვის ჰიგიენური შეფასება.*

თხევადი ნარჩენების გაუვნებლებისა და ლიკვიდაციისათვის გამოიყენება ბიოლოგიური მეთოდი, რომელიც სახნავი და საასენიზაციო ველების საშუალებით ხორციელდება.

სახნავი და საასენიზაციო ველების წლიური დატვირთვის ნორმები დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე — ფილტრაციის უნარზე (ცხრილები 3.7. და 3.8.).

ჩასაღვრელი სადგურის პროექტის ექსპერტიზისას მოწმდება:

- კოლექტორში ჩამდინარე წყლების ხარჯვის შესაბამისობა ჩაღვრილ ნარჩენებთან (შეფარდება 5:1 ჩამდინარე წყლების არა ნაკლებ 0,7 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობისას);

ცხრილი 3.7.

სახნავი ველების წლიური დატვირთვის ნორმები

ნიადაგის ტიპი	დასაშვები წლიური დატვირთვა, მ^3/ჰა
კარგი ფილტრაციის (ქვიშიანი, ქვიშნარი, შავმიწა)	3000
ცუდი ფილტრაციის (თიხოვანი, თიხნარი)	2000

- ჩაღვრილი ნარჩენების წინასწარი გაწმენდის ხარისხი (ცხავების, ქვიშის დამჭერების არსებობა);
- თხევადი ნარჩენების განზავების ხერხი. თხიერ ნარჩენებს წყალი ემატება შემდეგ ადგილებში: ა) მიმღებ (განტვირთვის) განყოფილებაში — ტრანსპორტის გარეცხვისას განტვირთვის დროს და მის შემდეგ (წყლის საერთო ხარჯის 25-30%); ბ) ცხავების კამერაში ონკანისა და მილების საშუალებით (წყლის საერთო ხარჯის 45-50%). განზავებისათვის წყლის ხარჯს ანგარიშობენ შემდეგი

პრინციპით: იმ შემთხვევაში, როდესაც ნარჩენების ტრანსპორტირებისას სატრანსპორტო საშუალების პნევმატური დატვირთვა ხდება, წყლისა და ჩაღვრილი ნარჩენების შეფარდება უნდა იყოს 1:1, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც ნარჩენების ტრანსპორტირება ხდება ჩამომსხმელი სატრანსპორტო საშუალებით — შეფარდება უნდა იყოს 3:1.

ცხრილი 3.8.

საასენიზაციო ველების წლიური დატვირთვის ნორმები

ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა, მმ	სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის დასაშვები წლიური დატვირთვა, $მ^3/ჰა$			
	ქვიშიანი	ქვიშნარი და შავმიწა	თიხოვანი	თიხნარი
300-მდე	2000	1500	1100	800
300-650	1500	1200	900	700
650-ზე მეტი	1100	800	700	500

სახნავი და საასენიზაციო ველების პროექტების ექსპერტიზის შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იყოს:

- დატვირთვის შესაბამისობა ნიადაგის საფილტრაციო თვისებებთან;
- სადრენაჟე წყლების გამოტანა და მისი გაწმენდა; სამეურნეო ეზოს, საყოფაცხოვრებო სათავსების, ტრანსპორტის გასარეცხი მოედნის არსებობა;
- სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების შერჩევა თესლბრუნვის მიღებული წესების შესაბამისად (საასენიზაციო ველებისათვის).

ნარჩენების შეკრების, შენახვის, გაზიდვისა და გაუვნებლობის ნაგებობების მშენებლობის პროცესში მეთვალყურეობა ითვალისწინებს მშენებარე ობიექტის პროექტთან შესაბამისობის კონტროლს, აგრეთვე სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმებისა და წესების მოთხოვნების დაცვის კონტროლს.

მშენებლობის პროცესში სათანადო კონტროლის ჩატარების უზრუნველყოფისათვის მშენებელი ვალდებულია წარმოადგინოს დამტკიცებული პროექტის აუცილებელი შემადგენელი ნაწილები (სამუშაო პროექტი). კონტროლის შედეგები ფორმდება სანიტარიული გამოკვლევის აქტის სახით, რომელიც შემდგომში სპეციალურ დოკუმენტში რეგისტრირდება.

საბოლოო ეტაპზე ობიექტის ექსპლუატაციაში მიღება ხდება შესაბამისი კომისიის მიერ, რაც აქტის სახით ფორმდება. აქტში ფიქსირდება ობიექტის დასახელება, მისამართი, კომისიის შემადგენლობა, დამთავრებული ობიექტის მოკლე დახასიათება, სამშენებლო სამუშაოების შესრულების ვადები. აქტის ბოლო პუნქტია კომისიის დასკვნა ობიექტის ექსპლუატაციაში მიღების შესაძლებლობის შესახებ.

3.12. ნიადაგის დაბინძურების წყაროების სანიტარიული კვლევა

ვიზუალური დათვალიერებისა და მოსახლეობის გამოკითხვის საფუძველზე შესაძლებელია ნიადაგის გაბინძურების წყაროების გამოვლენა. ნიადაგის შესაძლო გაბინძურების ძირითად წყაროებს მიეკუთვნება: სარწყავი და საფილტრაციო ველები, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების შემკრები და გამწმენდი საკანალიზაციო ნაგებობები, მიტოვებული ჭები და ჭაბურღილები, რადიაქტიური ნარჩენების ჩამარხვის ადგილები, ნაგავსაყრელები, სასაფლაოები, ცხოველების სამარხები, შხამ-ქიმიკატებისა და მინერალური სასუქების საწყობები, საავტომობილო და საავიაციო ტრანსპორტის დამუშავების პუნქტები, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობები. ნიადაგის გაბინძურების წყაროების შესახებ დამატებითი ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია საკვლევი ტერიტორიის ანამნეზური შესწავლის გზით, საარქივო მასალისა და შესაბამისი ლიტერატურის გაცნობის საფუძველზე. შესაძლებელია შესაბამისი მონაცემების მოპოვება დარგობრივ საუწყებო ორგანიზაციებში.

აუცილებელი მონაცემების შეგროვების შემდეგ სპეციალურ რუკაზე, გეგმა-სქემაზე ან სიტუაციურ გეგმაზე აღინიშნება გაბინძურების წყაროების მდებარეობის ადგილები. მომდევნო ეტაპზე ადგენენ მათ ხარისხობრივ და რაოდენობრივ დახასიათებას და აფასებენ შესაძლებელ სანიტარიულ და ეპიდემიოლოგიურ საშიშროებას როგორც კვლევის დროისათვის, ისე პერსპექტივაში.

ნიადაგის გაბინძურების წყაროების ახლოს მდებარე მიწის ნაკვეთის სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევისათვის რეკომენდებულია სათანადო რუქის გამოყენება (დანართი 3.1.).

3.13. დასახლებებში ნარჩენების შეკრების, შენახვისა და გაზიდვის სანიტარიული მონიტორინგი

დასახლებების დასუფთავებაზე ეფექტური მონიტორინგი გულისხმობს:

- დასახლებების სანიტარიული დასუფთავების ღონისძიებების კონტროლს (დასახლებების დასუფთავების გეგმიურ-უბნობრივი სისტემით მოცვის ორგანიზაცია ან გაფართოება, ნაგვის შემკრებებით და ტრანსპორტით უზრუნველყოფის მდგომარეობის გაუმჯობესება, ნარჩენების გაუვნებელყოფისა და უტილიზაციის ეფექტური მეთოდების დანერგვა);
- მოსახლეობაში საზოგადოებრივი აქტივის ჩამოყალიბებას დასახლების დასუფთავების მდგომარეობის საზოგადოებრივი კონტროლის ორგანიზაციისა და სანიტარიულ-საგანმანათლებლო მუშაობის ჩატარებისათვის;
- დასახლებების დასუფთავების მიმდინარე და პერსპექტიული დაგეგმარებითი ღონისძიებების შემუშავებას;

- მომსახურე პერსონალსა და სახლთმფლობელებზე ადმინისტრაციულ ზემოქმედებას.

საყოფაცხოვრებო ნარჩენების 2 ძირითადი სახის — მყარისა და თხევადის, განსხვავებული აგრეგატული მდგომარეობის გამო, მათი შეგროვების, შენახვისა და დასახლებიდან გატანის წესები და საშუალებები განსხვავებულია.

მყარი ნარჩენები. აუცილებელია საზოგადოებრივი და საცხოვრებელი შენობებიდან მყარი ნარჩენების შეგროვების მეთოდების სისწორის გეგმიური სანიტარიული კონტროლი. კვლევის საფუძველზე უნდა დადგინდეს ტექნიკური საშუალებების რეალური რაოდენობის შესაბამისობა გაანგარიშებულ რაოდენობასთან, მათი ტექნიკური და სანიტარიული მდგომარეობა, გამოყენების სისწორე, უნდა მოხდეს საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და შენახვის ტექნოლოგიების დაცვა.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გატანის სისტემებია: გეგმიურ-ბინობრივი და გეგმიურ-უბნობრივი.

საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაზიდვის გეგმიურ-ბინობრივი სისტემის გამოყენებისას დაუშვებელია მათი შენახვა საცხოვრებელი რაიონის ტერიტორიაზე. გამონაკლისს წარმოადგენს სურსათის ნარჩენები, მაკულატურა, არაგაბარიტული ნაგავი.

გეგმიურ-უბნობრივი სისტემის გამოყენებისას საცხოვრებელი განაშენიანების ტერიტორიაზე ეწყობა პავილიონები ან მოედნები, სადაც იდგმება ნაგვის შესანახი ჭურჭელი სპეციალური ტრანსპორტით შემდგომი გატანისათვის.

მყარი ნარჩენების შეგროვებისათვის გამოიყენება შესაბამისი ჭურჭელი — 750 ლ მოცულობის კონტეინერები საყოფაცხოვრებო ნაგვისათვის და 550 ლ მოცულობისა — საკვების ნარჩენებისათვის (მათი საშუალებით ნარჩენები გააქვთ სატრანსპორტო საშუალებებზე შუალედური გადატვირთვის გარეშე); 60 და 100 ლ ტევადობის ნაგვის შემკრებები; 20 და 60 ლ ტევადობის შემკრებები საკვების ნარჩენებისათვის. მაღალსართულიან შენობებში გამოიყენება ჰერმეტულად დახურული სპეციალური მილები და ნაგვის შემკრებები.

მყარი ნარჩენების შეგროვებისათვის გამოიყენება ურნები (ინტენსიური მოძრაობის ქუჩებზე – ყოველ 50 მ-ში, დანარჩენზე – ყოველ 100 მ-ში); ბაზრებსა და ბაზრობებზე 1 ურნა იდგმება ყოველ 250 მ^2 ფართობზე, ხოლო პლაჟებზე — ყოველ 30 მ-ში.

ნაგვის პავილიონები ან კონტეინერებიս მოედნები უნდა მოეწყოს საცხოვრებელი სახლის ფანჯრებიდან ან შესასვლელიდან, საბავშვო მოედნებიდან, დასასვენებელი ადგილებიდან არანაკლებ 20 მ-ის და შენობის ყველაზე მოშორებული შესასვლელიდან არა უმეტეს 100 მ-ის დაცილებით. პავილიონებში საყოფაცხოვრებო ნაგავი შეიძლება დაყოვნდეს 3 დღე-ღამე, საკვების ნარჩენები — არა უმეტეს 1 დღე-ღამისა, მეორადი ნედლეული (მაკულატურა, ქსოვილების ნარჩენები, ჯართი) – არა უმეტეს 5 დღე-ღამისა, ძვლები — არა უმეტეს 1 დღე-ღამისა,

სამშენებლო ნაგავი, ძველი ავეჯი, ჭურჭელი და არაგაბარიტული ნარჩენები, რომელთა გატანა არ ხდება ნაგავმზიდებით — არა უმეტეს 1 თვისა იმ შემთხვევაში, თუ ორგანიზაციულად შესაძლებელია მათი შენახვა სპეციალურად გამოყოფილ ადგილზე. საცხოვრებელი განაშენიანების ტერიტორიაზე ასეთი პირობების არარსებობისას მათი დაყოვნება დასაშვებია 3 დღე-ღამის განმავლობაში.

უნდა შემოწმდეს ნარჩენების გასატანი სატრანსპორტო საშუალებების ფაქტიური რაოდენობის შესატყვისობა გაანგარიშებულთან, ნარჩენების გატანის დადგენილი პერიოდულობისა და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის გრაფიკის დაცვა.

სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმატიული დოკუმენტის* მიხედვით, დასახლების ყოველ 100000 მცხოვრებზე გათვალისწინებულია 20 ნაგავმზიდი. ამ მაჩვენებლის ზუსტი გამოთვლა ხდება სპეციალური ფორმულის მიხედვით, რომელიც ემყარება მყარი ნარჩენების საშუალო სადღეღამისო დაგროვების სიდიდეებს, ტრანსპორტის ერთეულის წარმადობას, სატრანსპორტო საშუალების დატვირთვისა და ნარჩენების გაუვნებელყოფის (სატრანსპორტო საშუალების დაცლის) ადგილებს შორის მანძილს და სხვ.

დასახლების სანიტარიული დასუფთავების სპეცავტოსატრანსპორტო საწარმო უნდა განთავსდეს სწორ რელიეფზე, აღიჭურვოს საქალაქო საინჟინრო ქსელებით და დაუკავშირდეს მომსახურების რაიონებს უმოკლესი გზებით. იგი უნდა მდებარეობდეს დასახლებიდან არანაკლებ 100 მ დაცილებით (სანიტარიული დაცვის ზონა). მის ტერიტორიაზე წარმოებს სპეცავტოტრანსპორტის რეცხვა და დეზინფექცია, სატრანსპორტო საშუალებების შენახვა (ღია ან დახურული სადგომები). საწარმოს უნდა ჰქონდეს საკუთარი ტექნიკური მომსახურებისა და სარემონტო სახელოსნოები. მომსახურე პერსონალმა უნდა გაიაროს სამედიცინო შემოწმება (წელიწადში 1-ჯერ). აუცილებელია პერსონალის გამოკვლევა ბაქტერიებისა და ჰელმინთების მტარებლობაზე.

ტხევადი ნარჩენები. მათი შეგროვებისა და გაზიდვის სისტემების შეფასებისას უნდა დადგინდეს, კანალიზირებულია თუ არა დასახლება. არაკანალიზირებულ ტერიტორიებზე წელიწადში ერთ მცხოვრებზე საშუალოდ 2000-3500 $მ^3$ თხევადი ნარჩენი იანგარიშება როგორც მათი ნარმოქმნის პირობების (სახლებში წყალსადენის, აბაზანების, კეთილმოწყობის სხვა ელემენტების არსებობა), ისე შესანახი ორმოების კონსტრუქციის (გრუნტის წყლების დონე, გრუნტის ხასიათი, ორმოების ქსელის სიმჭიდროვე და სხვ.) გათვალისწინებით.

მოცემული დასახლებისათვის განკუთვნილი ორმოების აუცილებელი მოცულობა იანგარიშება სპეციალური ფორმულით. მისი სიდიდე დამოკიდებულია თხევადი ნარჩენების დაგროვების საშუალო ნორმაზე, მათი გატანის სიხშირეზე და სხვ. საცხოვრებელ რაიონებში თხევად ნარჩენებს

* საქართველოს ტერიტორიის სანიტარიული დაცვა. სწდან 1.1.001-03 (სსმ, III, 2003, №57).

აგროვებენ სპეციალურ ჭურჭელში — ორმოებიან ტუალეტებში და ჩამრეცხ ორმოებში. მათი ყველაზე გავრცელებული ტიპებია ვატერკლოზეტი (ჩამრეცხი), ლუფტკლოზეტი და ეზოს საპირფარეშო.

საზოგადოებრივი ტუალეტები პროექტდება ანგარიშით — 1 ტუალეტი 10000-15000 მცხოვრებზე (მომსახურების 500 მ-იანი რადიუსით). საპირფარეშოს 1 ადგილი ქუჩებსა და მოედნებზე გათვალისწინებულია 5000 ადამიანზე, სტადიონებზე — 500 ადამიანზე, პლაჟებზე — 75 ადამიანზე. დაცილება საზოგადოებრივ ტუალეტებს შორის არ უნდა იყოს 1000 მ-ზე მეტი. ცალკე მდგომი ტუალეტები შეიძლება იყოს მიწის-ზედა, მიწისქვეშა და ნახევრად მიწისქვეშა (იატაკის დონე 1,5-2 მ-ით დაბლა მიწის ზედაპირიდან).

საზოგადოებრივი ტუალეტების იატაკი და კედლები დაფარული უნდა იყოს გლუვი, წყალგაუმტარი, ადვილად გასარეცხი მასალით; ინდივიდუალური კაბინის ზომებია 1,2X0,8 მ (კარები იღება გარეთ).

თხევადი ნარჩენები, რომელიც ორმოებში გროვდება, გასაუვნებლად გაიტანება საასენიზაციო მანქანებით თვეში 1-ჯერ. არაკანალიზირებული რაიონის ყოველ 100000 მცხოვრებზე გათვალისწინებულია 20 საასენიზაციო მანქანა. ტრანსპორტის მუშაობის სანიტარიული კონტროლისათვის შეირჩევა სპეციალური საკონტროლო წერტილები.

მყარი და თხევადი ნარჩენების შეგროვების, შენახვისა და გაზიდვის კონტროლისათვის გაბინძურების წყაროსთან ახლოს უნდა შეფასდეს ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობა (სანიტარიული გამოკვლევისა და ნიადაგის სინჯების ლაბორატორიული ანალიზის მეშვეობით)*. ასევე, შესწავლილი უნდა იქნას მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობა, რაც გარკვეულ კავშირშია ნიადაგის სანიტარიულ მდგომარეობასთან.

3.14. ნარჩენების გაუვნებლებისა და უტილიზაციის დანადგარების რაციონალურად მოწყობისა და ექსპლუატაციის მონიტორინგი

გაუვნებლებისა და უტილიზაციის (გაწმენდის მესამე ეტაპის) დანადგარების შემოწმება ხდება შემდეგი პერიოდულობით:

1. საკომპოსტე დანადგარები — წელიწადში 2-ჯერ (შემოდგომასა და გაზაფხულზე);
2. საასენიზაციო ველები, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონები, ცხოველთა სამარხები, ბიოთერმული კამერები, საკომპოსტე ველები, სატრანსპორტო პარკი — კვარტალში 1-ჯერ;
3. ნაგვის გადამამუშავებელი, ნაგვის მექანიკური გადამუშავების დანადგარები, ნაგვის საწვავი ქარხნები, საუტილიზაციო ქარხნები, საღვრელი სადგურები, მეორადი ნედლეულის საბაზისო საწყობები — თვეში 1-ჯერ.

---

* მეთოდური მითითებები „დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება“. მმ 2.1.7. 003-03 (სსმ, III, 2003, №16).

აღნიშნული დანადგარების შემონმება გულისხმობს:

1. დანადგარების მოწყობისა და ექსპლუატაციის სისწორის შემოწმებას;
2. გაუვნებელყოფილი ნარჩენების სინჯების აღებას და გაუვნებელყოფის პროცესის ეფექტურობის შემოწმებას (კომპოსტის გამოყენება შესაძლებელია, თუ მისი კოლი-ტიტრი არის 1 და მასში არ აღმოჩნდება ჰელმინების სიცოცხლისუნარიანი კვერცხები);
3. გამაუვნებელი დანადგარების გარემოზე გავლენის შესწავლას;
4. მომსახურე პერსონალის შრომის პირობებისა და ჯანმრთელობის მდგომარეობის კონტროლს.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონების კვლევა. პოლიგონი უნდა მოეწყოს ნორმატიული დოკუმენტის* მოთხოვნების შესაბამისად. პოლიგონი, რომლის საერთო სიმაღლე 10 მ-ს აღემატება და დატვირთვა 10 ტ/მ^2-ს ან 100000 ტ/ჰა-ს შეადგენს, მაღალ დატვირთვისუნარიან კატეგორიას განეკუთვნება. მიწის ნაკვეთის შერჩევა პოლიგონებისავის ხდება 15-20-წლიანი ექსპლუატაციის ანგა-რიშით.

პოლიგონში გამოყოფილია 2 ნაწილი: ტერიტორია მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაყრებისათვის და საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო ობიექტებისათვის. პოლიგონის ფსკერი (ქვაბული) უნდა გაკეთდეს წყალგაუმტარი მასალისაგან (თიხა, ქვიშა, ქვის ქანები ნაპრალების გარეშე), არა ნაკლებ 0,5 სისქით.

ადგილის რელიეფის შესაბამისად და პოლიგონის ტერიტორიის შემდგომი გამოყენების პერსპექტივის გათვალისწინებით, ირჩევენ პოლიგონების მოწყობის *დაბრილ, მაღლივ* და *არხულ (ტრანშეულ)* სქემებს.

იმ პოლიგონებისათვის, რომლებიც წლის განმავლობაში 120000 მ^3–ზე მეტ მყარ საყოფაცხოვრებო ნარჩენს იღებს, რეკომენდებულია ნარჩენების განთავსების არხული (ტრანშეული) სქემა, რომელიც 3-6 მ სიღრმისა და 6-12 მ სიგანის არხების (ტრანშეების) მოწყობას ითვალისწინებს.

პოლიგონის სანიტარიულ-ტექნოლოგიურ კონტროლში იგულისხმება ლაბორატორიული სამსახურის მიერ გრაფიკის თანახმად შესული ნარჩენების ნიმუშის ფრაქციული, მორფოლოგიური და ქიმიური შედგენილობის გამოკვლევა; ასევე ატმოსფერული ჰაერის, ღია წყალსატევების და მიწისქვეშა წყლების გაბინძურების დინამიკის შესწავლა საკონტროლო ნაკვეთთან შედარებით. ზედაპირული წყლების სინჯების აღების ადგილები უნდა დაპროექტდეს პოლიგონის ზემოთ, უშუალოდ წყაროებზე და, ასევე, პოლიგონის ქვემოთ – წყალგაუმტარ არხებზე.

მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების სინჯებში განისაზღვრება: ამიაკი, ნიტრატები, ნიტრიტები, ჰიდროკარბონატები, ორგანული ნახშირბადი, მშრალი ნაშთი, ციანიდები, Li, Mg, Ca, Cl, Pb, Hg, As, Cu, Ba;

---

* ჰიგიენური მოთხოვნები მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაყრების პოლიგონების მოწყობისა და ექსპლუატაციისადმი. სწდან 2.1.7. 005-03 (სსმ, III, №17, 2003).

გარდა ამისა, pH, ჟბმ, ჟქმ, აგრეთვე ბაქტერიოლოგიური და ჰელმინთოლოგიური მაჩვენებლები. იმ შემთხვევაში, თუ ნივთიერების კონცენტრაცია აღმოჩნდება მომატებული (ზდკ-ზე მეტი), მიიღება შესაბამისი ზომები.

ასევე უნდა კონტროლდებოდეს ჰაერისა და ნიადაგის მდგომარეობა.

თუ მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონებზე დაშვებულია სამრეწველო საწარმოების ნარჩენების დაყრა, დაცული უნდა იქნას ზემოაღნიშნული ნორმატიული დოკუმენტით გათვალისწინებული მავნე ქიმიური ნივთიერებების ჩამონათვალი. ამასთან, სამრეწველო საწარმოების ნარჩენები უნდა პასუხობდეს შემდეგ მოთხოვნებს: ტენიანობა – არა უმეტეს 85%, არ უნდა იყოს ფეთქებადსაშიში და თვითაალებადი.

სამრეწველო საწარმოების ნარჩენები, რომლებიც საშიშროების III და IV კლასებს მიეკუთვნება, პოლიგონზე მიიღება შეზღუდული რაოდენობით (მსნ-ის მასის არა უმეტეს 30%).

საკომპოსტე ველების კვლევა. პირველ რიგში უნდა შემოწმდეს სდზ-ის არსებობა, რომლის სიდიდე უნდა იყოს არა ნაკლებ 500 მ; უნდა დადგინდეს ნარჩენების არაუტილიზებული ნაწილის ლიკვიდაციის ხერხი. ატმოსფერული ნალექებისაგან დაცვის მიზნით ტერიტორია შემოსაზღვრული უნდა იყოს წყალგამტანი არხებით.

მყარი ნარჩენები ენყობა შტაბელებად, 10-25 მ სიგრძეზე, 1,5 მ სიმაღლით, პარალელურ რიგებად; მათ შორის დაცილება – 3 მ. კომპოსტირების დროს წარმოქმნილი სითხის შეკავების მიზნით საკომპოსტე ველის ძირი იფარება ტენშემწოვი მასალის ფენით (ტორფი, თივა, ნახერხი, კომპოსტი). საყოფაცხოვრებო ნარჩენები ენყობა გამკვრივების გარეშე; იზოლაციისათვის შტაბელებს ზემოდან და გვერდებიდან მიწის, ტორფის, კომპოსტის ან ქუჩის ნაგვის 15-25 სმ სისქის ფენა ეყრება. კომპოსტირების თითოეული მინდვრის საორიენტაციო ზომაა 1-2 ჰა ყოველ 1000 ტ ნარჩენებზე წელიწადში (ტერიტორიის 80% უკავია შტაბელებს, 15% — გასასვლელებს და წყალგამტან არხებს, 5% — სამეურნეო ზონას). უფრო ზუსტად საკომპოსტე ველების ფართობის (S) გამოთვლა წარმოებს სპეციალური ფორმულის საშუალებით (იხ. ქვეთავი 3.10.).

სრული კომპოსტირების ხანგრძლივობა 5-12 თვეა, რაც დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებსა და კომპოსტირების პროცესის ხანგრძლივობაზე.

ბიოთერმული კამერების კვლევა. უნდა შემოწმდეს შემოსული მყარი ნარჩენების გაუვნებლებისათვის კამერების მოცულობის საკმარისობა, მათში სექციების რაოდენობა, აერატორების, ცხავებისა და სავენტილაციო კოშკების არსებობა.

ბიოთერმული პროცესის ნორმალური მიმდინარეობის უზრუნველყოფისათვის ჩატვირთვის ხანგრძლივობა უნდა იყოს არა უმეტეს 4 დღისა. ჩატვირთვისა და კომპოსტის მიღების პროცესის უწყვეტობას რამდენიმე კამერის მონყობით აღწევენ.

წლის განმავლობაში გადასამუშავებელ ყოველ 1000 მ³ ნარჩენებზე საჭიროა 0,05-0,1 ჰა ფართობის კამერები. კომპოსტირების ვადაა 40 დღე ზაფხულში და 60 დღე – ზამთარში. სდზ დადგენილი სიდიდეა 300 მ.

სახნავი და საასენიზაციო ველების კვლევა. მოწმდება ველების ფაქტობრივი დატვირთვის შესაბამისობა საპროექტო მონაცემებთან. დატვირთვა სახნავ მინდვრებზე შეადგენს 400 ტ/ჰა (5-10 სმ სისქის ფენად განაწილების შემთხვევაში). სახნავ მინდვრებზე უნდა იყოს ატმოსფერული წყლების გამომტანი სისტემა და მათი გამწმენდი დანადგარები, სამეურნეო ეზო, მოედანი სატრანსპორო საშუალებების გასარეცხად, საყოფაცხოვრებო სათავსი. მყარი ნარჩენების გაუვნებლება 1,5-2 წლის განმავლობაში გრძელდება.

კანალიზირებულ დასახლებებში თხევადი უსუფთაობის გაუვნებლებისათვის მათ საასენიზაციო მანქანებით სპეციალურ საღვრელ სადგურებში ღვრიან, საიდანაც საკანალიზაციო კოლექტორის საშუალებით უსუფთაობა გადაედინება საქალაქო გამწმენდ ნაგებო-ბებზე. საღვრელი სადგურის ფართობი შეადგენს 0,2 ჰა-ს 1000 ტ თხევად ნარჩენებზე წლის განმავლობაში.

საღვრელი სადგური უნდა იყოს შემოსაზღვრული 2 მ სიმაღლის ღობითა და 10 მ სიგანის მწვანე ნარგავების ზოლით.

თხევადი ნარჩენები განზავდება წყლით 1:2, 1:3 შეფარდებით, იწმინდება მექანიკური მინარევებისაგან სპეციალურ ცხავებზე და ჩაიშვება საკანალიზაციო ქსელში. სადგურზე ეწყობა გამწოვ-შემწოვი ვენტილაციის სისტემა 15-20 მ სიმაღლის გამწოვი სავენტილაციო მილით.

საღვრელი სადგურისათვის სდზ-ის დადგენილი სიდიდეა 300 მ.

იმ შემთხვევაში, თუ დასახლებაში არ არის კანალიზაციის სისტემა, თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებელყოფისათვის გამოიყენება ნიადაგის მეთოდი, რომელსაც მიეკუთვნება სახნავი და საასენიზაციო ველები.

საასენიზაციო ველებისათვის გამოყოფილი ტერიტორიის ზომა შეადგენს 2-4 ჰა-ს ყოველ 1000 ტ თხევად ნარჩენებზე წელიწადში. სიბინძურის 2 მ³ იტვირთება 10 მ² ფართობზე, რის შემდეგ უბანი გადაიხვნება. მანქანა ირეცხება ჩაღვრის ადგილზევე. საასენიზაციო მინდვრებზე ორგანიზებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების 4-წლიანი თესლბრუნვა (I წელი – არ ითესება; II წელი – ითესება საკვები ბალახი; III წელი – ითესება ცხოველთა საკვები ჭარხალი; IV წელი – ითესება კარტოფილი).

სახნავი ველები სასოფლო-სამეურნეო მიზნით არ გამოიყენება მათი შედარებით დიდი ხვედრითი დატვირთვის გამო: სახნავი მინდვრების დატვირთვა შეადგენს 30და საასენიზაციო მინდვრები შემოსაზღვრული უნდა იყოს 5-10 მ სიგანის მწვანე ნარგავების ზოლით. მათი სდზ დადგენილი სიდიდეა 1000 მ.

მყარი და თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებელყოფის დანადგარების გამოკვლევის დროს უნდა შეფასდეს ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობა, ნარჩენების გაუვნებელყოფის ეფექტურობა,

შემუშავდეს სანიტარიული განმენდის ამ ეტაპის გაუმჯობესების ღონისძიებები.

ნიადაგის სანიტარიულ მდგომარეობას აფასებენ მისი სანიტარიული კვლევისა და ნიადაგის სინჯების ლაბორატორიული ანალიზის საფუძველზე.

საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლებისა და უტილიზაციის დანადგარების მუშაობის ეფექტურობის კრიტერიუმია ნარჩენების გადამუშავების პროდუქტის (კომპოსტის) ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოება. კომპოსტი უვნებლად ითვლება, თუ მასში არ არის პათოგენური მიკროორგანიზმები, ჰელმინთების სიცოცხლისუნარიანი კვერცხები და მისი კოლი-ტიტრი ერთის ტოლია. მომწიფებული კომპოსტი მუქი ყავისფერი ფხვიერი მასაა, უსიამოვნო სუნის გარეშე. მას არ ეტანება ბუზები და მღრღნელები. იგი გამოიყენება სასუქად.

საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გაუვნებლებისა და უტილიზაციის დანადგარების ექსპლუატაცია არ უნდა ახდენდეს არახელსაყრელ გავლენას მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებზე.

ობიექტზე მეთვალყურეობის დროს უნდა გაკონტროლდეს პერსონალის შრომის პირობები და სამედიცინო დახმარების ორგანიზაციის მდგომარეობა, მ.შ. დისპანსერული დაკვირვება, რაც გამოიხატება წელიწადში ერთხელ პერსონალის სამედიცინო შემოწმებასა და ბაქტერიო- და ჰელმინთოლოგიურ მტარებლობაზე გამოკვლევაში.

ნიადაგის მდგომარეობის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლა ხდება შესაბამისი კვლევების საფუძველზე (იხ. ქვეთავი 3.17.).

3.15. ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური კვლევა

ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური კვლევა შემდეგი ეტაპებისაგან შედგება:

- ნიადაგის სინჯის აღება;
- ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევა;
- ნიადაგის სისუფთავის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება.

ნიადაგის კვლევის პროგრამა განისაზღვრება კვლევის მიზნებითა და ამოცანებით ტერიტორიის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობის, ტექნოგენური დატვირთვისა და ხარისხის, მინათსარგებლობის პირობების გათვალისწინებით. ობიექტის შერჩევისას, პირველ რიგში, იკვლევენ მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მოქმედი მაღალი რისკის ტერიტორიების ნიადაგს (პავშვთა სკოლამდელი, სასკოლო და სამკურნალო კულტურებით დაკავებული მიწები, რეკრეაციული ზონები და სხვ.). სინჯის აღება, ტრანსპორტირება, შენახვა, საანალიზოდ მომზადება და ანალიზი ხორციელდება დამტკიცებული ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად. ნიადაგის სინჯის აღება ხდება შემუშავებული პრინციპული სქემის მიხედვით (ცხრილი 3.7.).

ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევის აუცილებელი მოცულობა გამომდინარეობს იმ ამოცანებიდან, რომელთა საფუძველზე უნდა

დადგინდეს დასახლების ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობა. ეს ამოცანებია:

- ნიადაგის დაბინძურების როლი ნაწლავური ინფექციების წარმოშობაში — ნიადაგქვეშა წყლებიდან, მწვანილიდან, უშუალო კონტაქტით (მუშები, ბავშვები და ა.შ.);
- ნიადაგის (საბავშვო და სპორტული მოედნების, ბოსტნების, სარწყავი ველების და ა.შ.) როლი მოსახლეობის გეოჰელმინთებით დაინვაზირებაში;
- დაბინძურების ხარისხი სამრეწველო საწარმოს გარშემო — ქიმიური ნივთიერებებით, პესტიციდებით, კანცეროგენული და რადიაქტიური ნივთიერებებით; მათი როლი ნიადაგის, ზედაპირული და ნიადაგქვეშა წყლების, მცენარეების, ატმოსფერული ჰაერის მეორად გაბინძურებაში;
- ნიადაგის სანიტარიულ დაცვის ღონისძიებათა ეფექტურობის შეფასება;
- მყარი და თხევადი ნარჩენების გაუვნებლების ეფექტურობის შეფასება.

ძალიან ხშირად აუცილებელი ხდება სპეციალური ლაბორატორიული კვლევების ჩატარება შემდეგ საკითხებზე: ნიადაგის, როგორც შუალედური რგოლის როლი ჰელმინთოზების განვითარებაში; ნიადაგში ვეგეტატიური პათოგენური ბაქტერიების, სპოროგენული ბაცილების, ვირუსების სიცოცხლისუნარიანობა; ნიადაგის როლი ბუზების გამრავლებაში, თვით-განწმენდის უნარიანობა, ჰაერშემცველობა, მტვრის წარმოქმნის უნარიანობა, მიკროელემენტების შემცველობა და მათი გავლენა მცენარეებზე, წყალზე; ბაქტერიოლოგიური და ქიმიური გაბინძურების ხანდაზმულობა ნიადაგის ზედაპირზე და სიღრმეში.

სანიტარიული კვლევა უნდა მოიცავდეს ნაკვეთის სანიტარიულ-ტოპოგრაფიულ დახასიათებას (რელიეფი, ნიადაგქვეშა წყლების დგომის დონე და მიმართულება, ნიადაგის სახე, ზომა) და გამწვანების ხარისხს, გაბინძურების წყაროს განლაგებას, ობიექტის სანიტარიულ-ტექნიკურ აღწერას, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს ნიადაგის მდგომარეობაზე, აგრეთვე სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობის დახასიათებას.

კვლევის მოცულობა უნდა შეესაბამებოდეს დასახულ მიზანსა და ამოცანებს. კერძოდ, ახალი დასახლებისათვის, წყალშემკრები მოედნებისა და სხვ. გამოყოფილი ბუნებრივი ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისათვის რეკომენდებულია სრული სანიტარიული ანალიზის ჩატარება შესაბამისი რეკომენდაციების საფუძველზე (ცხრილი 3.9.) ყველა ცალკეულ შემთხვევაში კვლევის მოცულობა იგეგმება მეთოდური დოკუმენტების* შესაბამისად (ცხრილი 3.10.), რაც დამოკიდე-

---

* ა) მეთოდური მითითებები „დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება". მმ 2.1.7.003-02 (სსმ, III, 2003, №16).

ცხრილი 3.9.

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისთვის ნიადაგის სინჯის აღების მეთოდოლოგიური პრინციპები*

ანალიზის ხასიათი	სინჯის აღების სიხშირე	საცდელი ფართობის მდებარეობა	საცდელი ნაკვეთის აუცილებელი რაოდენობა	საცდელი ფართობის ზომა	გაერთიანებული სინჯების რაოდენობა ერთი ნაკვეთიდან	სინჯის აღების სილრმე, სმ	გაერთიანებული სინჯის მასა
სანიტარიულ-ქიმიური	არანაკლებ 1-ჯერ 1 წ-ში	დაბინძურების წყაროდან სხვადასხვა მანძილზე	არანაკლებ ერთი ყოველ საკონტროლო ადგილზე	25 მ²	1, არანაკლებ ხუთი ნერტილიდან, თითოეულიდან 200 გ	შრეობრივად 0—5 5—20	1 კგ
მ.შ. მძიმე ლითონებზე	არანაკლებ 1-ჯერ 3 წ-ში						
ბაქტერიოლოგიური	არანაკლებ 1-ჯერ 1 წ-ში	ადამიანების, ცხოველების შესაძლო ყოფნა ორგანული ნარჩენებით გაბინძურებულ ადგილებში	100 მ²-ზე ერთი ფართობი	25 მ²	10 სამი ნერტილიდან, თითოეულიდან 200-250 გ	შრეობრივად 0-5 5-20	600-750 გ
ჰელმინთოლოგიური	2-3-ჯერ 1 წ-ში	იგივე, რაც ბაქტერიოლოგიური ანალიზისთვის	100 მ²-ზე ერთი ფართობი	25 მ²	4-10 ათი ნერტილიდან, თითოეულიდან 20 გ	შრეობრივად 0-5 5-10	200 გ
ენტომოლოგიური	არანაკლებ 2-ჯერ 1 წ-ში	სხვადასხვა ტიპის სანაგვე, ნაგავსაყრელი, შლამიანი მოედნები	ერთი ობიექტის ირგვლივ 10 ფართობი	0,2X2	1 ათი ფართობიდან	10	1 კგ
ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შეფასება (თვითგაწმენდის დინამიკა)	3 თვის განმავლობაში (ვეგეტაციური პერიოდი) 1 თვეში — კვირაში 1-ჯერ, შემდეგ თვეში — 1-ჯერ	არანაკლებ ერთი - ექსპერიმენტული და ერთი - საკონტროლო ფართობიდან		25 მ²	ერთი, არანაკლებ ხუთი ნერტილიდან, თითოეულიდან 200 გ	0-25	1 კგ

* მეთოდური მითითებები „დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება". მმ 2.1.7.003-02 (სსმ, III, 2003, №16).

ცხრილი 3.10.

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის მაჩვენებლების ნომენკლატურა*

№	მაჩვენებელი	ერთეული	მაჩვენებლის ხასიათი
1.	სანიტარიული რიცხვი	ცილოვანი აზოტის შეფარდება საერთო ორგანულ აზოტთან	სანიტარიულ-ქიმიური
2.	ამონიუმის აზოტი	მგ/კგ	„—„
3.	ნიტრატული აზოტი	„—„	„—„
4.	ქლორიდები	„—„	„—„
5.	pH	ერთეული	„—„
6.	პესტიციდები (ნარჩენი რაოდენობა)	მგ/კგ	„—„
7.	მძიმე ლითონები	„—„	„—„
8.	ნავთობი და ნავთობპროდუქტები	„—„	„—„
9.	აქროლადი ფენოლები	„—„	„—„
10.	გოგირდის ნაერთები	„—„	„—„
11.	დეტერგენტები	„—„	„—„
12.	კანცეროგენული ნივთიერებები	„—„	„—„
13.	დარიშხანი	„—„	„—„
14.	პოლიქლორირებული ბიფენილები	„—„	„—„
15.	ციანიდები	„—„	„—„
16.	რადიაქტიური ნივთიერებები	კი/კგ	„—„
17.	მაკროქიმიური სასუქები		„—„
18.	მიკროქიმიური სასუქები		„—„
19.	ლაქტოზადადებითი ნაწლავის ჩხირები (კოლიფორმები)	ინდექსი	სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური
20.	ენტეროკოკები (ფეკალური სტრეპტოკოკები)	„—„	„—„
21.	პათოგენური მიკროორგანიზმები (ეპიდჩვენების მიხედვით)	„—„	„—„
22.	ჰელმინთების კვერცხები და ლარვები (სიცოცხლისუნარიანი)	ეგზ/კგ	სანიტარიულ-პარაზიტოლოგიური
23.	პათოგენური ნაწლავური უმარტივესების ცისტები	ეგზ/100 გ	„—„
24.	სინანტროპული ბუზების მატლები და ჭუპრები	ეგზ. ნიადაგის 20X20 სმ ფართობზე	სანიტარიულ-ენტომოლოგიური

* მეთოდური მითითებები „დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება". მმ 2.1.7.003-02 (სსმ, III, 2003, №16)

ბულია შემდეგ გარემოებებზე:

- კვლევის მიზანი და ამოცანები;
- მინათსარგებლობის ხასიათი;
- დაბინძურების წყაროების სპეციფიკა, რაც განსაზღვრავს საკვლევი ტერიტორიის დაბინძურების ხასიათს (შედგენილობა და ხარისხი);
- დაბინძურების კომპონენტის პრიორიტეტი, ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების ჰიგიენური რეგლამენტების შესაბამისად და მათი საშიშროების კლასის მიხედვით.*

3.15.1. ნიადაგის სინჯის აღების წესი

ნიადაგის სანიტარიულ-ჰიგიენური მდგომარეობის ობიექტური სურათის მისაღებად დიდი მნიშვნელობა აქვს სინჯის აღების წერტილების სწორად შერჩევას. ნიადაგის სანიტარიული კვლევის საფუძველზე ტერიტორიის სქემატურ გეგმაზე მინიშნებული დაბინძურების წყაროების მიხედვით წარმოებს ტერიტორიის (წერტილების) შერჩევა სინჯების ასაღებად ნორმატიული დოკუმენტის** მოთხოვნათა შესაბამისად. აღნიშნული დოკუმენტი წარმოადგენს ნორმატიულ-მეთოდურ ბაზას დასახლებების ნიადაგის სანიტარიულ-ჰიგიენურ მდგომარეობაზე სანიტარიული კონტროლის განხორციელებისათვის.

შესასწავლ ტერიტორიაზე დაბინძურების 1 წყაროს არსებობის შემთხვევაში შეირჩევა 25 მ^2 ზომის 2 ფართობი, ერთი – უშუალოდ გაბინძურების წყაროსთან ახლოს (საცდელი), ხოლო მეორე – მისგან მოშორებით (საკონტროლო). საკონტროლო ნაკვეთი არ უნდა იყოს გაბინძურებული. საცდელ და საკონტროლო ნაკვეთებს უნდა ჰქონდეთ ერთგვაროვანი ბუნებრივი შემადგენლობა.

დაბინძურების რამდენიმე წყაროს არსებობის შემთხვევაში აუცილებელია გარემოს დამაბინძურებელ ობიექტებთან ახლოს მდებარე საცდელი ნაკვეთების გამოყოფა. იმ შემთხვევაში, თუ გარემოს დაბინძურების წყარო მკვეთრად გამოხატული არ არის, სინჯის ასაღები წერტილები შეირჩევა ტერიტორიის რელიეფის გათვალისწინებით.

თითოეულ საცდელ ნაკვეთზე შეირჩევა 5 წერტილი დიაგონალურად ან „კონვერტისებურად" (1 – ცენტრში, 4 – კუთხეებში). ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისათვის სინჯის აღების მეთოდოლოგიური პრინციპები მოცემულია 3.9. ცხრილში.

---

* მეთოდური მითითებები „დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება". მმ 2.1.7.003-02 (სსმ, III, 2003, №16).

** მეთოდური მითითებები ნიადაგების ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასებაზე". მმ 2.1.7. 004–02 (სსმ, III, 2003, №16).

სინჯის აღების თითოეულ წერტილში შურფით*** ითხრება ნიადაგი 0,3X0,3 მ ზომით 0,2 მ-ის სიღრმემდე. ნიადაგის საშუალი სინჯის მისაღებად აღებულ ნიმუშები შეერევა ერთმანეთს, დაინომრება და დარეგისტრირდება ჟურნალში, სადაც მიეთითება სინჯის ნომერი, აღების ადგილი, ადგილის რელიეფი, ნიადაგის ტიპი, ტერიტორიის მიზნობრივი დანიშნულება, დაბინძურების ხასიათი და სინჯის აღების დრო. გაერთიანებული სინჯის მასა უნდა იყოს არა ნაკლებ 1 კგ.

უშუალოდ სინჯის აღებისთანავე ნიადაგის კვლევა წარმოებს ამონიუმის აზოტზე, ნიტრიტებზე, ნიტრატებზე და სხვ., ან მზადდება გამომშრალი სინჯები ჟანგვადობის, ორგანული ნახშირბადის შემცველობის და სხვ. განსაზღვრისათვის.

3.15.1.1. ნიადაგის სინჯის აღება სანიტარიულ-ქიმიური ანალიზისათვის

ქიმიური ანალიზისათვის აღებული სინჯები უნდა მოთავსდეს ქიმიურად ინერტული მასალისაგან დამზადებულ ჭურჭელში, ხოლო აქროლადი ქიმიური ნივთიერებების ანალიზისათვის აღებული სინჯები უნდა მოთავსდეს მილესილსაცობიან მინის ქილებში.

3.15.1.2. ნიადაგის სინჯის აღება სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური კვლევისათვის

ბაქტერიოლოგიური კვლევისათვის ტერიტორიასა და წერტილებს ირჩევენ იმავე მეთოდით, რომელსაც ფიზიკური და ქიმიური ანალიზისათვის იყენებენ. სინჯების აღებისას დაცული უნდა იქნას სტერილობის პრინციპი (სტერილური ქილები, დანა, შპადელი, ქაღალდი, საცერი). აღებული ნიმუშები თავსდება სტერილურ ჭურჭელში და იგზავნება ლაბორატორიაში, სადაც აღებული სინჯების დამუშავების ყველა ეტაპი ასევე სტერილურ პირობებში უნდა ჩატარდეს. კერძოდ, საშუალო სინჯის მისაღებად ნიადაგის აღებულ ნიმუშს ყრიან სტერილურ, მკვრივ ქაღალდის ფურცელზე.

ზედაპირული სინჯის აღების დროს რეკომენდებულია სინჯის აღება 0,25 მ სიღრმეზე ბურღით, რომელიც ყოველი სინჯის აღების შემდეგ გულმოდგინედ სტერილდება. აღებულ სინჯს ათავსებენ სტერილურ ჭურჭელში და მიაქვთ ლაბორატორიაში. თუ ამის საშუალება არ არის, სინჯი უნდა შევინახოთ 4-5°C ტემპერატურაზე არა უმეტეს 24 საათის განმავლობაში. თუ ნიადაგის სინჯი ერთგვაროვანია, მას ქილაში ათავსებენ და გულმოდგინედ ურევენ. შემდეგ ნიადაგს აფხვიერებენ და ცრიან 3 მმ დიამეტრიან საცერში.

*** შურფი – მიწის ზედაპირიდან გაყვანილი მცირე სიღრმის ვერტიკალური ან დახრილი გვირაბი; იყენებენ სასარგებლო წიაღისეულის საბადოს დასაზვერავად, ვენტილაციისათვის, მაღაროში (შახტში) მასალების ჩასაშვებად, მომუშავეთა ჩასვლა-ამოსვლისათვის და ა.შ.

3.15.1.3. ნიადაგის სინჯის აღება სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური კვლევისათვის

ჰელმინთებისა და მათი ჭუპრების ნიადაგში აღმოჩენა ფეკალური მასებით მის დაბინძურებაზე მიუთითებს.

კვლევის ობიექტებია, ძირითადად, ბავშვთა, სამკურნალო-პროფილაქტიკური, გამაჯანსაღებელი დაწესებულებები, აგრეთვე ყველა ის ტერიტორია, სადაც გაბინძურებულ ნიადაგთან ადამიანთა კონტაქტია შესაძლებელი (ბავშვთა მოედნები, ბაღები, პარკები, ბაღჩები, ორანჟერეები და ა.შ.).

ასეთივე მყარი და თხევადი ნარჩენების გასაუვნებელი დაწესებულებების (საასენიზაციო და სახნავი ველები, გაუმჯობესებული ნაგავსაყრელები, საკომპოსტე ველები, ნაგვის გადამამუშავებელი ქარხნები) მუშაობის ეფექტურობის შეფასებისას.

აღმოჩენილი კვერცხის სახეობა მჭიდროდაა დაკავშირებული სამხარეო პათოლოგიასთან — გარკვეული ტერიტორიისათვის დამახასიათებელია გარკვეული ჰელმინთის (გეოჰელმინთის) გავრცელება. ასეთი რაიონების ჰელმინთების სანიტარიულ მაჩვენებლად ითვლება ასკარიდა, ბენვთავა, ანკილოსტომიდები, ხოლო ისეთი რაიონებისათვის, სადაც არ არის ან იშვიათად გვხვდება გეოჰელმინთები, ფეკალური გაბინძურების მაჩვენებლად ბიოჰელმინთების კვერცხების არსებობას თვლიან: ტენიიდების ონკოსფერას, ბრტყელი ჭიის კვერცხებს და სხვ.

ჰელმინთოლოგიური კვლევისათვის საშუალო სინჯის დამზადებას გარკვეული თავისებურება ახასიათებს: ირჩევენ შესასწავლ ტერიტორიას 50 მ² ფართობით. აქედან იღებენ 10 სინჯს. თითოეული სინჯი უნდა შეიცავდეს 100 გრამამდე ნიადაგს. ვინაიდან კვერცხების სიცოცხლისუნარიანობა დამოკიდებულია ნიადაგის სიღრმეზეც, ამიტომ სინჯს იღებენ ორ ჰორიზონტზე: მიწის ზედაპირზე და 1-3 სმ სიღრმეზე. გაბინძურების ხარისხის შესასწავლად (მაგალითად, საასენიზაციო ველზე და ბოსტნებში) სინჯს იღებენ 20 სმ სიღრმეზეც.

ერთი ნაკვეთიდან აღებულ სინჯებს აერთებენ და ამზადებენ დაახლოებით 1 კგ მასის საშუალო სინჯს. თითოეული საშუალო სინჯიდან იკვლევენ არა ნაკლებ 200 გ ნიადაგს. ჰელმინთოლოგიური კვლევა უნდა ჩატარდეს სინჯის აღებიდან უახლოეს დღეებში. წინააღმდეგ შემთხვევაში ნიადაგის სინჯს ასხამენ იზოტონურ ხსნარზე მომზადებულ ფორმალინის 3% ხსნარს ან 3%-იან ქლორწყალბადმჟავას და ინახავენ ღია ქილებში 18-24°C ტემპერატურაზე; სინჯს ხშირად ურევენ აერაციის გაუმჯობესების ძიზნით.

აღებულ სინჯებს თან უნდა ახლდეს თანმხლები ფურცელი, რომელშიც მიეთითება:

1. *ნაკვეთის ადგილმდებარეობა და მისამართი;*
2. *ფართობის დახასიათება (ზომა, ნიადაგის სახეობა და ტიპი, რელიეფი, გრუნტის წყლების დგომის სიმაღლე);*
3. *ამინდის მდგომარეობა სინჯის აღებისას და წინა 3-5 დღის განმავლობაში;*

4. *კვლევისათვის სინჯის აღების მიზანი (გეგმიური, დასახლებულ პუნქტის მოსახლეობაში ნაწლავური ინფექციებით ავადობის დონის ზრდასთან დაკავშირებით);*
5. *კვლევის აუცილებელი მოცულობა;*
6. *სინჯის აღების თარიღი და საათი;*
7. *სინჯის აღების ადგილზე ჩატარებული კვლევების მონაცემები;*
8. *სინჯის ამღების ვინაობა (გვარი, თანამდებობა) და ხელმოწერა.*

3.15.2. ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევის ჩატარება

ლაბორატორიაში ერთი შესასწავლი ობიექტიდან შესული ნიადაგის ნიმუშებს წონიან, შემდეგ ერთმანეთს ურევენ ფანერზე ან ქაღალდზე, ცრიან 3 მმ ზომის ხვრელების მქონე საცერში. დარჩენილ მასას ისევ წონიან. გაცრილ ნიადაგს კარგად აურევენ და ყრიან თხელ ფენად კვადრატის ფორმით, რომელსაც ყოფენ 4 სამკუთხედად. ორ ურთიერთმოპირდაპირე სამკუთხედიდან ნიადაგს გადაყრიან, ხოლო დარჩენილ მასას ისევ აურევენ, აძლევენ კვადრატის ფორმას და ყოფენ მანამ, სანამ არ დარჩება 0,5-1 კგ მასა, ანუ საშუალო სინჯი. ნიადაგში მიმდინარე მუდმივი ბიოქიმიური პროცესების გამო სინჯის ანალიზი უნდა ჩატარდეს დაუყოვნებლივ, ან მოთავსდეს მაცივარში არა უმეტეს 4-5^{0}C ტემპერატურის პირობებში არა უმეტეს 24 სთ განმავლობაში.

მშრალი სინჯების დამზადებისათვის საშუალო სინჯიდან იღებენ ნიადაგის 100-200 გ, ანაწილებენ თხელ ფენად და აშრობენ კარგად განიავებულ სათავსში. შემდეგ ნიადაგს ცრიან 0,25 მმ დიამეტრის მქონე საცერში და ყრიან ქიმიურად სუფთა მილესილსაცობიან ჭურჭელში.

ასეთი წესით აღებული ნიადაგის სინჯი გამოიყენება მისი ორგანული ნივთიერებებით, პესტიციდებით, აგროქიკატებით, კანცეროგენული ნივთიერებებით და ა.შ. გაბინძურების შესასწავლად.

ნიადაგის სპეციალური კვლევების (ნიადაგში მავნე ნივთიერებების შემცველობის ნორმირება, ნიადაგის ზედაპირზე მავნე ნივთიერებების მიგრაციის შესწავლა და სხვ.) შემთხვევაში შესასწავლ ტერიტორიას ყოფენ 1 კმ^2 ფართობის უბნებად, ატარებენ დიაგონალს და სინჯებს იღებენ არა ნაკლებ 40 წერტილში, ყოველ 35 მ-ში. სინჯის აღების ყველა წერტილს ნომრავენ და სინჯებს აგროვებენ პაკეტებში, კენტ და ლუწნომრებიანს — ცალ-ცალკე. პაკეტები ილუქება და თანმხლები ფურცლით იგზავნება ლაბორატორიაში. ამ გზით მიიღება საშუალო სინჯი, რომლის მასა შეადგენს არა ნაკლებ 2 კგ-ს.

მიკრობიოლოგიური გამოკვლევისათვის სინჯსი იღებენ სტერილურ პირობებში დიაგონალის ყოველი მე-5 წერტილიდან (ე.ი. მე-5, მე-10, მე-15 და ა.შ.).

ატმოსფერული გამონაფრქვევებით ნიადაგის დაბინძურების წყაროებს აღნიშნავენ რუქაზე (მასშტაბი 1:10000). ნიადაგის სინჯებს იღებენ სპეციალურად შედგენილი სქემის მიხედვით – დაბინძურების წყაროს აიღებენ ცენტრად და მისგან 8 რუმბის შესაბამისად ავლებენ რადიუსებს. ამ რადიუსებზე აღინიშნება კონცენტრირებული გარშემო-

წერილობები დაბინძურების წყაროდან 0,2; 0,5; 1,0 კმ დაცილებით. რადიუსებისა და გარშემონერილობების გადაკვეთის წერტილებს ნიადაგის სინჯის აღების წერტილებად ირჩევენ.

გაბინძურების წყაროდან პირქარის მიმართულებით სინჯის აღების მანძილი იზრდება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც აუცილებელია ქიმიური და მიკრობიოლოგიური დაბინძურების ნიადაგის სიღრმეში გავრცელების განსაზღვრა (გრუნტის წყლების დაბინძურების წყაროს დადგენა, ნიადაგის სიღრმეში ქიმიური და ბაქტერიული დაბინძურების მიგრაციის კანონზომიერებების დადგენა და სხვ.), სინჯებს იღებენ ფენობრივად სხვადასხვა სიღრმიდან – 0-0,25 მ, 0,25-0,5 მ და ა.შ., 2 მ სიღრმემდე. ასეთ შემთხვევაში სინჯებს იღებენ შურფით ან სპეციალური ბურღით.

ვინაიდან ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობა ყველაზე თვალსაჩინოდ გრუნტის წყლებზე აისახება, მეტად მნიშვნელოვანია წყლის სინჯების აღება. თუ გრუნტის წყლების სიღრმე არ აღემატება 5 მ-ს, ჭას თხრიან სპეციალური ბურღით ისე, რომ ბურღმა წყალშემცველ ფენას 0,5-0,75 მ-ით გააღწიოს. ამასთან, წყალშემცველი ფენა დაცული უნდა იქნას ნიადაგის ზედაპირული ფენისაგან შესაძლო დაბინძურებისაგან. სინჯებს იღებენ სპეციალური ხელსაწყოებით, რომლებიც უზრუნველყოფს წყლის ხარისხის დაცვას.

ნიადაგის სანიტარიული დაცვის უზრუნველყოფის მიზნით აუცილებელია ჩატარდეს ნიადაგის შემდეგი ლაბორატორიული კვლევები:

1. სანიტარიულ-ფიზიკური (მექანიკური შედგენილობა, საერთო და ჰიგროსკოპული ტენიანობა, ფილტრაციის კოეფიციენტი და სხვ.);
2. სანიტარიულ-ქიმიური (ნიადაგის მიკრო- და მაკროელემენტური შედგენილობა, პესტიციდების არსებობა, ატმოსფერული გამონაფრქვევების ინგრედიენტები და სხვ.);
3. ფიზიკურ-ქიმიური (pH, შთანთქმის მოცულობა და სხვ.);
4. სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური (მიკრობთა რიცხვი, კოლიტიტრი, პათოგენური ბაქტერიები და ვირუსები);
5. სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური;
6. სანიტარიულ-ენტომოლოგიური;
7. რადიომეტრიული.

3.15.2.1. ნიადაგის სანიტარიულ-ფიზიკური კვლევა

ნიადაგის სანიტარიულ-ფიზიკური კვლევა მოიცავს ნიადაგის მექანიკური შედგენილობისა და ფილტრაციის უნარის განსაზღვრას.

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრა ემყარება ნიადაგის შემადგენელი ნაწილაკების სიდიდის მიხედვით დაჯგუფებას. მათი რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით გამოიანგარიშება თითოეული ჯგუფის პროცენტული წილი, რომლის მიხედვითაც ხდება საკვლევი ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის დახასიათება.

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრის საფუძველზე მსჯელობენ მისი ჰაერგამტარობის ხარისხზე. მსხვილმარცვლოვან ნია-

დაგში თვითგაწმენდის პროცესები უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს ნიადაგში არსებული ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვისათვის საჭირო ჟანგბადის საკმაო ნაკადის არსებობის გამო.

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის საორიენტაციო განსაზღვრა წარმოებს სპეციალური (ცნობის) საცრების საშუალებით, რომლებიც ნიადაგის სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებს ატარებს. საცრების კომპლექტში (სხვადასხვა დიამეტრით) გაცრის დამთავრების შემდეგ თითოეული საცრიდან მიღებულ მასა აიწონება და გამოითვლება ნიადაგის ნანილაკების თითოეული ჯგუფის პროცენტული რაოდენობა.

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრის უფრო ზუსტი მექანიკური ანალიზის საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენება სპეციალური მეთოდები.

ნიადაგის ფილტრაციის უნარის განსაზღვრა (იხ. ქვეთავი 3.9.).

3.15.2.2. ნიადაგის სანიტარიულ-ქიმიური კვლევა

ნიადაგის სანიტარიულ-ქიმიური კვლევა გულისხმობს ისეთი მაჩვენებლების განსაზღვრას, როგორიცაა ორგანული ნახშირბადი, ჟანგვადობა, წყალში ხსნადი ნივთიერებების შემცველობა.

ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრის მეთოდი ემყარება არარეაგირებული ქრომმჟავას დაჟანგვასა და კოლორიმეტრიულად განსაზღვრას. ანალიზის ჩატარებისათვის მშრალი ნიადაგიდან, რომელიც დაქუცმაცებულია და გაცრილია 0,25 მმ ნახვრეტებიან საცერში, იღებენ სინჯის 0,1-0,3 გ, ათავსებენ 100 მლ ტევადობის მშრალ კონუსურ კოლბაში, პიპეტით ამატებენ 10 მლ 0,066 მოლი/დმ^3 კალიუმის ბიქრომატის გოგირდმჟავასთან განზავებულ (1:1) ხსნარს. შერევის შემ-დეგ კოლბაში დგამენ პატარა ძაბრს, რომელიც მაცივრის როლს ასრუ-ლებს. ნარევს აცხელებენ ქვიშის აბაზანაზე ადუღებამდე და თანაბარ დუღილს აგრძელებენ 5 წთ განმავლობაში. გაციების შემდეგ ნარევი გადააქვთ 300 მლ ტევადობის კოლბაში, შიგთავსის დონე გამოხდილი წყლით აჰყავთ 150-200 მლ-მდე, უმატებენ 2,5 მლ ფოსფორმჟავას და 5 წვეთ დიფენილამინს. ქრომმჟავას ნაშთს ტიტრავენ 0,2 მოლი/დმ^3 მორის მარილით მუქი ლურჯი შეფერვის მწვანეში გადასვლამდე.

ქრომიანი ნარევის 10 მლ-ისა და მისი ნაშთის გატიტვრაზე დახარჯული მორის მარილის რაოდენობის სხვაობის მიხედვით განსაზღვრავენ დახარჯული ქრომის მჟავას და, შესაბამისად, მორის მარილის რაოდენობას.

ანალიზის შედეგების გამოთვლა წარმოებს ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b) \cdot T \cdot 0{,}0006 \cdot 100}{c} \cdot \frac{100}{100 - p}, \quad \text{სადაც}$$

X – ნახშირბადის პროცენტი აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში;

a – მორის მარილის რაოდენობა, დახარჯული ქრომიანი ნარევის 10 მლ-ის გატიტვრაზე (საკონტროლო რაოდენობა), მლ;

b – დაჟანგვის შემდეგ ქრომმჟავას ნაშთის ტიტრაციაზე დახარჯული მორის მარილის ხსნარის რაოდენობა, მლ;
T – 0,2 მოლი/ლ მორის მარილის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი;
0,0006 - 0,2 მოლი/ლ მორის მარილის ხსნარის 1 მლ შეესაბამება 0,0006 გ ნახშირბადს;
c – ნიადაგის წონაკი;
p – ჰიგროსკოპული წყლის პროცენტი;
100 – 100 გ ნიადაგზე გადათვლის კოეფიციენტი;
$\frac{100}{100-p}$ – აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე გადათვლის კოეფიციენტი.

ნიადაგის ჟანგვადობის გამოთვლა ხდება შემდეგი ფორმულით:

$$X_1 = \frac{(a-b)\cdot T\cdot 0{,}0016\cdot 100}{c}\cdot\frac{100}{100-p},$$ სადაც

X_1- აბსოლუტურად მშრალ 100 გ ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვაზე დახარჯული ჟანგბადის რაოდენობა, მგ;
0,0016 –0,2 მოლი/ლ მორის მარილის 1 მლ შეესაბამება 0,0016 გ ჟანგბადს.

ნიადაგში არსებული *წყალში ხსნადი ნივთიერებების* განსაზღვრისათვის ამზადებენ წყლის სუსპენზიას შეფარდებით 1:5, ხოლო ძლიერ გაბინძურებული ნიადაგიდან (კომპოსტის, ტორფიანი, ლპობის სუნით) - შეფარდებით 1:10. ორივე შემთხვევაში სუსპენზიას 3 წთ განმავლობაში ანჯღრევენ დალექვის გარეშე. იმ შემთხვევაში, როდესაც ვერ ხერხდება ანალიზის იმავე დღეს ჩატარება, ხდება სინჯის კონსერვაცია 0,2 გ ფხვნილისმაგვარი ვერცხლისწყლის ოქსიდის დამატებით. გამონაწვლილები ინახება დახურულ კოლბებში, ბნელ ადგილას.

ნიადაგის სანიტარიულ-ქიმიური გამოკვლევის დროს ასევე განისაზღვრება მასში ამონიუმის აზოტის, აზოტოვანი და აზოტმჟავას მარილების, ქლორიდების შემცველობა სათანადო მეთოდიკის მიხედვით.

3.15.2.3. ნიადაგის სანიტარიულ-მიკრობიოლოგიური კვლევა

სანიტარიულ პრაქტიკაში საზღვრავენ მიკროორგანიზმებს – ნიადაგის ფეკალური დაბინძურების მაჩვენებლებს. მათ მიეკუთვნება E.coli და მისი ნაირსახეობები, ასევე Cl.perfringens, როგორც ადამიანისა და ცხოველთა ნაწლავების მუდმივი ბინადარი. იგი, როგორც წესი, ნიადაგში მუდმივად იმყოფება სპოროვან ფორმაში. ნიადაგში მისი აღმოჩენა მიუთითებს სხვა სპოროვანი ფორმების (ტეტანუსის, აიროვანი განგრენის, ბოტულიზმის სპორების) არსებობაზე.

საშუალო სინჯიდან იღებენ 10 გ ნიადაგს, გადაიტანენ კოლბაში, რომელშიც მოთავსებულია 90 მლ წყალსადენის სტერილური წყალი, რის შედეგადაც მიიღება სინჯის 1:10 განზავება. სინჯს ანჯღრევენ სპეციალურ სანჯღრევ აპარატში 10 წთ-ის განმავლობაში. ნიადაგის

მიღებული სუსპენზიიდან დალექვის გარეშე აკეთებენ თანმიმდევრობით განზავებას.

განზავება შემდეგნაირად წარმოებს: დამზადებული სუსპენზიიდან (პირველადი განზავებით 1:10) სტერილური პიპეტით იღებენ 1 მლ სუსპენზიას და გადააქვთ 9 მლ სტერილურ წყალსადენის წყალში, ღებულობენ 1:100 განზავებას; შემდეგ ამ სინჯარიდან იღებენ 1 მლ და ღებულობენ 1:1000 განზავებას და ა.შ. იმის მიხედვით, თუ რამდენად სუფთაა ნიადაგი, ამზადებენ შესაბამის განზავებას: სუფთა ნიადაგისათვის 1:1000 – 1:10000, დაბინძურებულისათვის კი 1:100000 – 1:1000000-მდე.

მიღებული განზავებები გამოიყენება ნიადაგში შემდეგი მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის: საპროფიტული ბაქტერიების საერთო რიცხვი (მიკრობული რიცხვი), კოლიფორმული და ანაერობული ბაქტერიების რაოდენობა, თერმოფილური და თერმოტოლერანტული მიკროორგანიზმების რაოდენობა.

კოლიფორმული ბაქტერიების რაოდენობის განსაზღვრისათვის უმთავრესად დუღილის მეთოდი გამოიყენება. ნიადაგის დათესვისათვის მიმართავენ ლაქტოზა-ნაღველიან პეპტონიან საკვებ არეს, რომელიც შეიცავს გენციან-ვიოლეტს. ეს უკანასკნელი თრგუნავს გრამ-დადებითი ბაქტერიების განვითარებას და ხელს არ უშლის კოლიფორმული ბაქტერიების ზრდას.

ნიადაგში ანაერობული ბაქტერიების რაოდენობის განსაზღვრისათვის ანარმოებენ ნიადაგის სუსპენზიის დათესვას ვილსონ-ბლერის (რკინა-სულფიტიან) აგარზე.

სუსპენზიის სხვადასხვა განზავების სინჯარებს ათბობენ წყლიან აბაზანაში 80°C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში (არასპოროვანი მიკროფლორის მოსაცილებლად); შემდეგ თითოეული სინჯარიდან 1 მლ რაოდენობის სუსპენზიას ათავსებენ 50°C-მდე გამდნარ ვილსონ-ბლერის აგარში, გულმოდგინედ ანჯღრევენ, ერიდებიან ჰაერის ბუშტების წარმოქნას. სინჯარებს ათავსებენ თერმოსტატში 43°C ტემპერატურაზე. 18-20 სთ-ის შემდეგ აგარის სიღრმეში შავი კოლონიების გამოჩენა მიუთითებს Cl.perfringens-ის არსებობაზე, რაც ნიადაგის როგორც ახალი, ასევე ძველი ფეკალური დაბინძურების მაჩვენებელია. ის ზღვრული განზავება, რომელიც Cl.perfringens-ის ზრდას იძლევა, მისი ტიტრია (ვილსონ-ბლერის აგარზე); სხვა ანაერობების ზრდა კი გვიან ხდება (2-2,5 დღე-ღამის შემდეგ).

3.15.2.4. ნიადაგის სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური კვლევა

ჰელმინთების კვერცხებით ნიადაგის გაბინძურების განსაზღვრა ემყარება მაღალი სიმკვრივის ნაჯერი მარილების ხსნარებში მათი

ფლოტაციის* პრინციპს. ამჟამად მიმართავენ ამ მეთოდის გაუმჯობესებულ ვარიანტს, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ ნატრიუმის ნიტრატის ხსნართან ერთად ნიადაგის ცენტრიფუგირების შემდეგ სინჯარებს დგამენ შტატივში და თითოეულ მათგანს პიპეტით ფრთხილად ამატებენ ნასტრიუმის ნიტრატის ნაჯერ ხსნარს (ამოზნექილი მენისკის ნარმოქმნამდე). შემდეგ სინჯარებს ახურავენ წინასწარ გაუცხიმოვნებულ სასაგნე მინას ისე, რომ იგი უშუალოდ ეხებოდეს ხსნარის ზედაპირს მინის ქვეშ ჰაერის ბუშტუკების წარმოიქმნის გარეშე. გარკვეული დროის შემდეგ ჭიის კვერცხები სასაგნე მინის ქვედა ზედაპირს ეკვრიან. 20 წთ-ის შემდეგ მინას ხსნიან, გადმოაბრუნებენ და იკვლევენ. ამ ოპერაციებს (ცენტრიფუგირებას და მინის საშუალებით ზედა აპკის მოცილებას) არა ნაკლებ 3-ჯერ იმეორებენ.

აღნიშნული მეთოდის უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ სასაგნე მინაზე (ნახევრად გამჭვირვალე ფილტრებთან შედარებით) კარგად ჩანს ასკარიდის და ბენვთავას, აგრეთვე ანკილოსტომების, ტრიქოსტრონგილიდების, მახვილას კვერცხები.

ჰელმინთების კვერცხების ცხოველმყოფელობას განსაზღვრავენ მიკროსკოპის საშუალებით მათი გარეგნული შესახედაობით. დაღუპული კვერცხების ნიშნებია: გარსების მთლიანობის დარღვევა, მათი ჩაზნექვა კვერცხის შიგნით, ცარიელი გარსები, კვერცხებიდან გამოსული მატლები, ჩანასახის შემღვრეული ან ვაკუოლიზებული პლაზმა. თუ დეფორმაცია სუსტადაა გამოხატული, კვერცხების ცხოველმყოფელობა შეიძლება განისაზღვროს მათი კულტივირებით ოპტიმალურ პირობებში.

3.15.2.5. ნიადაგისა და ნარჩენების სანიტარიულ-ენტომოლოგიური კვლევა

დასახლებების ნიადაგის ორგანული ნარჩენებით გაბინძურება განაპირობებს სინანტროპული ბუზების გამრავლებას, რომელთა სახეობრივი შემადგენლობა სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში მერყეობას განიცდის. ყველა კლიმატურ ზონაში ფართოდაა გავრცელებული ოთახის ბუზი, რომელიც (ისე, როგორც ბუზის სხვა ნაირსახეობები) ადამიანის ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევის გადამტანად გვევლინება.

დაფრთიანებული ბუზების რაოდენობივი განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს სანიტარიული დასუფთავებისა და ბუზების საწინააღმდეგო ღონისძიებების ეფექტურობის შესაფასებლად. გარდა ამისა, იგი საშუალებას იძლევა, დადგინდეს ბუზების გამრავლების ადგილები და მათი სახეობრივი შემადგენლობა. ასეთი სამუშაოები გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში სისტემატურად ტარდება.

---

* ფლოტაცია – ნივთიერების ან მასის გამოცალკავების (გამდიდრების) მეთოდი, გასაცალკავებელი მასალების რაიმე სითხეში დასველების უნარის სხვაობის საფუძველზე.

3.15.3. ნიადაგის სისუფთავის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება

ნიადაგის სისუფთავის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება — დასახლების ნიადაგის სანიტარიული დახასიათება დაფუძნებულია ლაბორატორიულ კვლევებზე, რომელიც მოიცავს სანიტარიულ-ქიმიურ, სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიურ, სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიურ, სანიტარიულ-ენტომოლოგიურ მაჩვენებლებს.

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობა წარმოადგენს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური მახასიათებლების ერთობლიობას, რომელიც განსაზღვრავს მისი უსაფრთხოების ხასიათს და ხარისხს ეპიდემიური და ჰიგიენური თვალსაზრისით.

ნიადაგის სისუფთავის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება (ანალიზის შედეგების „წაკითხვა") გულისხმობს ჰიგიენური დასკვნის შედგენას ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ნიადაგის უსაფრთხოების შესახებ სანიტარიული კვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზის მონაცემების საფუძველზე.

ნიადაგის სანიტარიული შეფასების დასკვნის შედგენა მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. კვლევის ამოცანის ფორმულირება;
2. მოცემულ ამოცანასთან კვლევის მოცულობის შესაბამისობის განსაზღვრა;
3. წარმოდგენილი მასალის სისრულის შემოწმება, ნიადაგის სინჯის აღების სქემისა და ანალიზისათვის მისი მომზადების წესის შეფასება;
4. სანიტარიული გამოკვლევის მონაცემების შეფასება:
   ა) სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული გამოკვლევა,
   ბ) ნაკვეთის მდგომარეობაზე მოქმედი ობიექტების სანიტარიულ-ტექნიკური დახასიათება და მისი გამოყენების რეჟიმი,
   გ) სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობა;
5. ლაბორატორიული ანალიზის შედეგების შეფასება:
   ა) სანიტარიულ-ფიზიკური,
   ბ) სანიტარიულ-ქიმიური,
   გ) სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური,
   დ) რადიომეტრიული;
6. ნიადაგის სანიტარიულ მდგომარეობაზე დასკვნის გაცემა.

მოცემული სანიტარიული კვლევის საფუძველზე კეთდება დასკვნა ნიადაგის გაბინძურების წყაროს არსებობაზე, გაბინძურების მიგრაციის გზებზე, მათ ლოკალიზაციაზე და სხვ. ნიადაგის გაბინძურების რაოდენობრივი შეფასება ნარმოებს ლაბორატორიული ანალიზების შედეგების საფუძველზე.

3.15.3.1. ნიადაგის ფიზიკური თვისებების ჰიგიენური შეფასება

ნიადაგის ფიზიკური თვისებებიდან წამყვანია მისი გრანულომეტრიული (მექანიკური) შედგენილობა. მის საფუძველზე ხდება ნიადაგში

ორგანული ნივთიერებების შემცველობის, ფილტრაციის უნარის, ჰაერისა და ტენის გამტარებლობის თვითგანმენდს უნარის, 1 ჰა ნიადაგის დასაშვები დატვირთვის საკითხის გადაწყვეტა და სხვ. ამდენად, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის შესახებ მონაცემების გარეშე მისი ანალიზი არასრულყოფილია.

ნიადაგის მექანიკური ანალიზის საფუძველზე განისაზღვრება ნიადაგის ნაწილაკების დასახელება – მათი კლასიფიკაცია (ცხრილი 3.11.) და ნიადაგის ტიპი (ცხრილი 3.12.).

ცხრილი 3.11.

ნიადაგის ნაწილაკების კლასიფიკაცია

ნაწილაკების დასახელება	ნაწილაკების ზომა, მმ	ნაწილაკების დასახელება	ნაწილაკების ზომა, მმ
ქვები, ხრეში	3-ზე დიდი	მტვერი:	
ქვიშა:		მსხვილი	0,05-0,01
მსხვილი	3-1	საშუალო	0,01-0,005
საშუალო	1-0,25	წვრილი	0,005-0,001
წვრილი	0,25-0,05	ლამი	0,001-ზე ნაკლები

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფიზიკური თიხის (d<0,01 მმ), ფიზიკური ქვიშის (d>0,01 მმ) ან ლამის (d<0,001 მმ) ფრაქციების პროცენტული შედგენილობის განსაზღვრას, რომელთა რაოდენობაზეც დამოკიდებულია ნიადაგის ფიზიკური თვისებები. აღნიშნული ფრაქციების თანაფარდობის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ნიადაგის გაბინძურების ხარისხზე, დავადგინოთ მისი გენეტიკური წარმოშობა და აგრონომიული ღირებულება, შევაფასოთ ტენის გამტარებლობა,ტენშთანთქვადობა, ჰაეროვანი და სითბური რეჟიმი, მთელი რიგი სხვა თვისებები. კერძოდ, 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის მქონე ფრაქციის ზრდა მიუთითებს ნიადაგის ქვიშნარიდან თიხნარში გადასვლაზე. თუ მითითებული ფრაქცია მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი (75-80%), ნიადაგში იქმნება დიდი წინააღმდეგობა ფილტრაციისათვის, უარესდება მისი აერაცია, რთულდება წყლის გაცემა და ა. შ. 0,01 მმ-ზე დიდი ზომის ნაწილაკების ფრაქციის ხვედრითი წილის ზრდა, პირიქით, განაპირობებს კარგ ფილტრაციას, წყლის გაცემას, ნიადაგის აერაციის გაუმჯობესებას, მასში თვითგანმენდის პროცესების ინტენსიურად მიმდინარეობას.

3.15.3.2. ნიადაგის ქიმიური დაბინძურების მაჩვენებლების ჯიგიენური შეფასება

ნიადაგის ქიმიური დაბინძურება არის ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება, რომელიც გამოწვეულია მიწათსარგებლობის ფაქტორების (სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო, კომუნალური) პირდაპირი და არაპირდაპირი მოქმედებით, რაც განაპირობებს მისი ხარისხის დაქ-

ვეითებას და მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის შესაძლო საშიშროების შექმნას.

ნიადაგის ქიმიური დაბინძურების ხარისხის რაოდენობრივი შეფასების საფუძველია მასში არსებული (აღმოჩენილი) ქიმიური ნივთიერებების რაოდენობის განსაზღვრა და ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციასთან შედარება.

ცხრილი 3.12.

ნიადაგის კლასიფიკაცია მექანიკური შედგენილობის მიხედვით

თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა (d<0,01 მმ), %	ქვიშის ნაწილაკების შემცველობა (d>0,01 მმ), %	ნიადაგის სახელწოდება მექანიკური შედგენილობის მიხედვით
80-ზე მეტი	20-ზე ნაკლები	მძიმეთიხნარიანი
80-50	20-50	თიხოვანი
50-40	50-60	მძიმეთიხოვანი
40-30	60-70	საშუალოთიხოვანი
30-10	80-90	ქვიშიანი
10-5	90-95	ქვიშნარიანი
5-ზე ნაკლები	5-ზე მეტი	ფხვიერქვიშიანი

ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაცია (ზდკ) წარმოადგენს ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის ისეთ კომპლექსურ მაჩვენებელს, რომელიც უვნებელია ადამიანისათვის. მისი დასაბუთებისათვის გამოყენებული კრიტერი-უმები ასახავს დამაბინძურებლის გარემოზე, ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტიურობასა და მისი თვითგაწმენდის პროცესებზე მოქმედების შესაძლო გზებს. ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების ზდკ-ის დასაბუთება ემყარება 4 ძირითად მაჩვენებელს, რომელიც ექსპერიმენტულადაა დადგენილი:

- ტრანსლოკაციური — ნივთიერებათა გადასვლა ნიადაგიდან მცენარეში;
  წყალმიგრაციული — ნივთიერებათა გადასვლა ნიადაგიდან გრუნტის წყლებსა და წყაროებში;
- ჰაერმიგრაციული — ნივთიერებათა გადასვლა ნიადაგიდან ატმოსფერულ ჰაერში;
  საერთო-სანიტარიული მაჩვენებელი — დამაბინძურებელი ნივთიერების გავლენა ნიადაგის თვითგაწმენდის უნარსა და მის ბიოლოგიურ აქტიურობაზე.

ამასთან, მოქმედების თითოეული გზა ფასდება რაოდენობრივად, ნივთიერებათა დასაშვები დონის დასაბუთებითა და მავნეობის თითოეული მაჩვენებლის მიხედვით. შემცველობის დადგენილი ნორმიდან უმცირესი ნარმოადგენს მალიმიტირებელს და მიიღება, როგორც ზდკ.

ნიადაგის ქიმიური დაბინძურების შეფასების დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ნიადაგის უშუალო შეფასება შეიძლება მივიღოთ *სანიტარიული რიცხვის* სიდიდის განსაზღვრით და ისიც ჰუმუსით ღარიბ

ნიადაგში. სხვა ქიმიური მაჩვენებლების შეფასება კი ტარდება მათი საკონტროლო ნიადაგის ანალოგიურ მაჩვენებლებთან შედარების გზით.

სანიტარიული რიცხვის გაანგარიშება შემდეგი განტოლებით ხდება:

$$\text{სანიტარიული რიცხვი} = \frac{\text{ჰუმუსის აზოტი}}{\text{ორგანული აზოტი}}.$$

ამ სიდიდის გაანგარიშება ხდება აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის მიმართ.

ნიადაგში აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებების დაშლის პროცესების ქიმიურ მაჩვენებელს წარმოადგენს ამონიუმისა და ნიტრატული აზოტი. ამონიუმის აზოტი, ნიტრატული აზოტი და ქლორიდები ახასიათებს ორგანული ნივთიერებებით ნიადაგის დაბინძურების ხარისხს. ნიადაგის შეაფსება ამ მაჩვენებლით მიზანშეწონილია განხორციელდეს დინამიკაში ან დაუბინძურებელ ნიადაგთან (კონტროლი) შედარების გზით.

ნიადაგის ახალ დაბინძურებაზე მიუთითებს შესასწავლ ნიადაგში ორგანული აზოტის, ნახშირწყალბადებისა და ქლორიდების მომატებული შემცველობა საკონტროლო ნიადაგთან შედარებით. ნიადაგში ორგანული ნახშირბადისა და ორგანული აზოტის მნიშვნელოვანი შემცველობა მასში ამიაკის არარსებობისას ნიადაგის ახალ დაბინძურებასა და მინერალიზაციის პროცესების შეფერხებაზე მიუთითებს. ამიაკის, ნიტრიტებისა და ნიტრატების მომატებული რაოდენობა მიუთითებს ნიადაგის აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებებისაგან თვითგაწმენდის პროცესზე.

თუ ორგანული ნახშირბადისა და ორგანული აზოტის შემცველობა საცდელ ნაკვეთზე არ აღემატება საკონტროლო ნაკვეთის მონაცემებს, ეს საცდელი ნიადაგის სისუფთავის მაჩვენებელია. ასეთ ნიადაგში ნიტრატებისა და ქლორიდების მომატებული რაოდენობით შემცველობა მიუთითებს ნიადაგის ძველ დაბინძურებასა და ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის პროცესის დამთავრებაზე.

ნიადაგის შეფასება პესტიციდების შემცველობაზე წარმოებს თითოეული ნივთიერებისათვის დადგენილი ზდკ-ს მიხედვით*. დღეისათვის დადგენილია 300-ზე მეტი პესტიციდის ნიადაგში შემცველობის ზდკ. ზოგიერთი ფართოდ გავრცელებული პესტიციდის ზდკ მოცემულია 3.13. ცხრილში. თუ გვხვდება ისეთი პესტიციდი, რომლის ზდკ არაა დადგენილი, დასკვნის მიცემის დროს მხედველობაში მიიღება შემდეგი გარემოება: თუ საკვლევი და საკონტროლო ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა ერთნაირია, ამ შემთხვევაში ნიადაგს აფასებენ, როგორც "სუფთას". თუ საკვლევ ნიადაგში მავნე ნივთიერება საკონტროლოს 10-ჯერ აღემატება,

---

* მეთოდური მითითებები „ნიადაგების ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასება". მმ 2.1.7. 004-03 (სსმ, III, 2003, №16).

იგი სუსტად დაბინძურებულად ითვლება, თუ 10-დან 100-ჯერ აღემატება — დაბინძურებულად, ხოლო ძლიერ დაბინძურებულად ითვლება იმ შემთხვევაში, თუ საკვლევ ნიადაგში მათი შემცველობა საკონტროლოს 100-ჯერ და მეტად აღემატება (ცხრილი 3.14).

ცხრილი 3.13.

ზოგიერთი პესტიციდის ნიადაგში შემცველობის ზდკ

პრეპარატის დასახელება	მგ/კგ.	პრეპარატის დასახელება	მგ/კგ
ჰექსაქლორანი	0,1	პრამეტრინი	0,5
ლინდანი (ГХЦГУ)	0,1	ქლოროფოსი	0,5
სევინი	0,05	ქლორამპი	0,05
ფოსფამიდი	0,3	კარბოფოსი	2,0
პოლიქლორკამფენი (ПХК)	0,5	კელტანი	1,0

ნიადაგის ჰაერის ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ნიადაგის სისუფთავის შეფასების კრიტერიუმები მოცემულია 3.15. ცხრილში.

ცხრილი 3.15.

დასახლებებში ნიადაგის სისუფთავის ხარისხის შეფასება ნიადაგის ჰაერის ქიმიური შედგენილობის მიხედვით

ნიადაგის სანიტარიული შეფასება	ნიადაგის ჰაერის შემადგენლობა 1 მ სიღრმეზე 0°C ტემპერატურისა და 760 მმ ატმოსფერული ნნევის დროს (მოცულობითი %)			
	CO_2	O_2	CH_4	H_2O
სუფთა	0,38-0,80	19,75-20,30	-	-
სუსტად დაბინძურებული	1,20-2,80	17,70-19,90	-	-
დაბინძურებული	4,10-6,50	14,20-16,50	-	-
ძლიერ დაბინძურებული	14,50-18,0	1,70-5,50	0,8-5,5	0,3-3,4

მხედველობაში უნდა იქნას ასევე მიღებული ნიადაგში აღმოჩენილი ნივთიერებების ტოქსიკურობის ხარისხი, გრუნტის წყლებში, ჰაერში, მცენარეებში, ცხოველთა რძესა და ხორცში ნივთიერებების მიგრაცია, ნიადაგში და საკონტაქტო გარემოში ნივთიერებების დაგროვების უნარი, ნიადაგის საერთო სანიტარიული შეფასება.

3.15.3.3. ნიადაგის რადიომეტრიული კვლევის შედეგების ჰიგიენური შეფასება

ნიადაგის ბუნებრივი რადიაციის დონის ფონურ სიდიდესთან შედარებით 2-3-ჯერ მომატება ითვლება ავარიულ სიტუაციად*.

* რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები, რუნ-2000, Зნ 2.6.1. 001-01.

ცხრილი 3.14.

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასების მაჩვენებლები
(0-დან 20 სმ სიღრმეზე)

საბაზისო ხარისხი	დაბინძურების ხარისხი	ნიადაგის ქვეშ იმთავრებს ცოცხალი ორგანიზმების 1 კგ-ში	ნიადაგში ჭიების და ბაქტერიების რაოდენობა 0,25 მ² ფართობზე	ნიადაგში ბაქტერიების საერთო რაოდენობა (კომპოსტის ნიმუშის გამოკლებით), ერთეული/გ	ნიადაგში ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) შემცველობა, %	ნიადაგის ეკოლოგიური რეგიონი	ნიადაგის ეკოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით ნიადაგების კლასიფიკაცია	ნიადაგის ეკოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით ნიადაგების კლასიფიკაციის ინდექსი
უსაფრთხო	სუფთა	0	0	>1,0	>0,1	0,98-1	ბუნებრივი ფონი	0,01-0,001
შეღარებით უსაფრთხო	სუსტად დაბინძურებული	10-მდე	1-10	1,0-0,01	0,1-0,001	0,85-0,98	1,5-ჯერ მომატება	0,001-0,00002
საშიში	დაბინძურებული	11-100	11-100	0,01-0,001	0,001-0,001	0,7-0,85	2-ჯერ მომატება	0,00002-0,00001
ძლიერ საშიში	ძლიერ დაბინძურებული	>100	>100	<0,001	<0,0001	<0,7	3-ჯერ მომატება	<0,00001

3.15.3.4. ნიადაგის სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მაჩვენებლების (ნიადაგის ბიოლოგიური დაბინძურების ხარისხის) ჰიგიენური შეფასება

ნიადაგის ბიოლოგიური დაბინძურების ხარისხის შეფასება ხდება სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური, სანიტარიულ-პარაზიტოლოგიური და სანიტარიულ-ენტომოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით.

სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლები. დაბინძურებულ ნიადაგში ნიადაგის მიკრობიოცენოზების (პათოგენური ნაწლავური მიკროფლორის ანტაგონისტების) ჭეშმარიტი წარმომადგენლების შემცირებისა და მათი ბიოლოგიური აქტივობის დაქვეითების ფონზე აღინიშნება პათოგენური ენტერობაქტერიებისა და გეოჰელმინთების მომატება, რომლებიც ნიადაგის ქიმიური დაბინურებისადმი უფრო მეტად გამძლეა, ვიდრე ბუნებრივი ნიადაგის მიკრობიოცენოზის წარმომადგენლები. ეს არის დასახლების ნიადაგის ეპიდემიოლოგიური უსაფრთხოების განსაზღვრის აუცილებლობის ერთ-ერთი მიზეზი. ქიმიური დატვირთვის გადიდებით შეიძლება გაიზარდოს ნიადაგის ეპიდემიური საშიშროება.

სანიტარიულ-პარაზიტოლოგიური მაჩვენებლები. გარემოს ობიექტებიდან ნიადაგი ყველაზე უფრო ხშირად და ინტენსიურად ბინძურდება ნაწლავის პარაზიტული დაავადებების — ჰელმინთოზის, ლამბლიოზის, ამებიაზისა და სხვათა გამომწვევებით. გეოჰელმინთების (ასკარიდების, თავბეწვას, ანკილოსტომიდების, ტოქსიკარის, სტრონგილოიდების) კვერცხებისათვის ნიადაგი წარმოადგენს ბიოლოგიური განვითარების ციკლის გაულის აუცილებელ გარემოს, ასევე ბიოჰელმინთების (ოპისტორხის, ლანცეტის, ტენიიდების და სხვ.) კვერცხებისა და ნაწლავის პათოგენური უმარტივესების (კრიპტოსპორიდების, იზოსპორების, ლამბლიების, ბალანტიდების, დიზენტერიული ამების და სხვ.) ცისტების დროებით ყოფნის ადგილს.

ნიადაგში გეოჰელმინთების კვერცხები სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს 3-დან 10 წლამდე, ხოლო ბიოჰელმინთები — 1 წლამდე, ნაწლავის პათოგენური უმარტივესების ცისტები — რამდენიმე დღიდან 3-6 თვემდე.

გაბინძურებული ნიადაგიდან პარაზიტული დაავადებების გამომწვევი მიკრობები შეიძლება მოხვდეს ადამიანის ხელებზე და ტანსაცმელზე, ბოსტნეულზე, ხილზე, კენკრაზე, მწვანილზე, ზედაპირული წყალმომარაგების წყაროების წყლებში, რაც განაპირობებს ადამიანებისა და ცხოველების დასნებოვნების რისკის გაზრდას.

ჯანმრთელი მოსახლეობისათვის პირდაპირ საშიშროებას წარმოადგენს ნიადაგის დაბინძურება ასკარიდას, თავბეწვას, ტოქსოკარის, ანკილოსტომიდის, სტრონგილოიდოზის ლავრების სიცოცხლისუნარიანი განაყოფიერებული და ინვაზირებული კვერცხებით, აგრეთვე ტენიიდების ონკოსფერებით, ლამბლიების, იზოსპორების, ბალანტიდიების, ამების ცისტებით, კრიპტოსპორიდების

ოოცისტებით, ოპისტორქისების, დიფილობოტრიუმის განაყოფიერებული სიცოცხლისუნარიანი კვერცხებით.

სანიტარიულ-ენტომოლოგიური მაჩვენებლები. ამ ჯგუფში შედის სინანტროპული ბუზების მატლები და ჭუპრები.

სინანტროპულ ბუზებს (ოთახის, სახლის, ხორცის და სხვ.), როგორც ადამიანის ზოგიერთი ინფექციური და ინვაზიური დაავადების გამომწვევების (ნაწლავის პათოგენური უმარტივესების ცისტები, ჰელმინთების კვერცხები და სხვ.) მექანიკურ გადამტანებს, დიდი ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ.

ნიადაგის სანიტარიულ-ენტომოლოგიური შეფასების კრიტერიუმს წარმოადგენს ნიადაგის 20X20 სმ ზომის ფართობზე სინანტროპული ბუზების პრეიმაგნალური ფორმების (მატლები და ჭუპრები) არსებობა ან არარსებობა.

დასახლების ნიადაგში მატლებისა და ჭუპრების არსებობა ნიადაგის არადამაკმაყოფილებელი სანიტარიული მდგომარეობის მაჩვენებელია და სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით ტერიტორიის ცუდ დასუფთავებაზე, საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შეგროვებისა და შენახვის, მათი დროული გატანის არასწორად განხორციელებაზე მიუთითებს.

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ძირითადი ინტეგრალური მაჩვენებლებია: მიკრობთა საერთო რიცხვი, ნიადაგის მიკროორგანიზმების ძირითადი ჯგუფების რიცხვი (ნიადაგის საპროფიტული ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, ნიადაგის მიკრომიცეტები), ნიადაგში აზოტისა და ნახშირწყლების შენაერთების ტრანსფორმაციის ინტენსიურობის მაჩვენებელი (ნიადაგის „სუნთქვა“, სანიტარიული რიცხვი, ნიადაგში აზოტის, ამიაკისა და ნიტრატების დინამიკა, აზოტფიქსაცია, ამინიფიკაცია, ნიტრიფიკაცია და დენიტრიფიკაცია), ნიადაგში მჟავიანობისა და ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის დინამიკა, ფერმენტული სისტემების აქტივობა და სხვა ამჩვენებლები.

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტიურობის კვლევა ტარდება აუცილებლობის შემთხვევაში, მისი სანიტარიული მდგომარეობისა და თვითგანმენდის უნარის ღრმა შეფასების მიზნით.

სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური და სანიტარიულ-ჰელმინთოლოგიური მაჩვენებლები ნიადაგის ფეკალური დაბინძურების პირდაპირ მაჩვენებელს წარმოადგენს (არაპირდაპირ ქიმიურ მაჩვენებლებთან შედარებით), ანუ საშუალებას იძლევა, შეფასდეს ფეკალური დაბინძურების ხარისხი და ხანდაზმულობა. მაგალითად, ბაქტერიების საერთო რიცხვის და არასპოროვანი ბაქტერიების სიმრავლე გაბინძურების სიახლეს გვიჩვენებს; თუ ჭარბობს Cl.perfringens, ეს ნიადაგის ძველ გაბინძურებაზე მიუთითებს. ჰელმინთების კვერცხების დიდი რაოდენობით აღმოჩენა ახალი გაბინძურების მანიშნებელია. ჰელმინთების კვერცხების სიძველე შეიძლება განისაზღვროს ჰელმინთების კვერცხების განვითარების დროით, მათი ნიადაგში სიცოცხლისუნარიანობით. მაგალითად, ასკარიდის კვერცხები სიცოცხლის უნარს ინარჩუნებენ 10

წლის განმავლობაში. სხვა ჰელმინთებისათვის ეს დრო იანგარიშება თვეებში (3-4 თვე) ან დღეებში. მცირე რაოდენობის დეფორმირებული ასკარიდის კვერცხების არსებობა გაბინძურების სიძველეზე მიუთითებს, თუმცა მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ასკარიდის კვერცხების დეფორმირება ყოველთვის არაა გაბინძურების სიძველის მაჩვენებელი, რადგან არასასურველი კლიმატური პირობები ხშირად იწვევს კვერცხების დაღუპვასა და დეფორმაციას.

ოთახის ბუზების გავრცელება დაკავშირებულია სხვადასხვა სახის ნარჩენებთან (საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, ცხოველთა ნაკელი, ადამიანთა ექსკრემენტები) და მიუთითებს ნარჩენების არასწორ შეკრება-გატანაზე. ლურჯი ფერის ბუზების არსებობა არაკანალიზებული საპირფარეშოების არადამაკმაყოფილებელი მოვლის მანიშნებელია.

დასახლებების ნიადაგის დაბინძურების სანიტარიულ-ენტომოლოგიური მაჩვენებლები საშუალებას გვაძლევს შეფასდეს დასახლებების დასუფთავების მდგომარეობა. მაგალითად, ბუზების, მატლების და ჭუპრების არსებობა ნიადაგის დაბინძურებისა და არადამაკმაყოფილებელი დასუფთავების მაჩვენებელია.

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტიურობის მაჩვენებლების მიხედვით ნიადაგი შეიძლება ჩაითვალოს „დაუბინძურებლად" მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლის არა უმეტეს 50%-ითა და ბიოქიმიური მაჩვენებლების არა უმეტეს 25%-ით ცვლილების სემთხვევაში იმ საკონტროლო ნიადაგების ასეთივე მაჩვენებლებთან შედარებით, რომლებიც მიღებულია, როგორც სუფთა, დაუბინძურებელი ნიადაგი*.

ნიადაგის სანიტარიული კვლევისა და ლაბორატორიული ანალიზების (ქიმიური, ბაქტერიოლოგიური, ენტომოლოგიური, რადიომეტრიული მაჩვენებლები) საფუძველზე (ცხრილები 3.14. და 3.15), ხოლო ცალკეულ შემთხვევაში საკონტროლო და საცდელი ნაკვეთების ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის მაჩვენებლების შედარების საფუძველზე, შესაძლებელია შეფასდეს ნიადაგის დაბინძურების ხარისხი და ხანდაზმულობა, დაისახოს ღონისძიებები მისი გაჯანსაღებისათვის და შემდგომი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად.

3.16. დაბინძურებული ნიადაგის მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებსა და ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლა

მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებზე და ჯანმრთელობაზე ნიადაგის ბიოლოგიური დაბინძურების გავლენის შესწავლის მიზნით ტარდება კომპლექსური კვლევები. მისი პროგრამა შემდეგ ეტაპებს მოიცავს:

1. მიწის ნაკვეთის სანიტარიული კვლევა (დანართი 3.1.) ნიადაგის დაბინძურების წყაროების, მ.შ. ნიადაგის პროტოზოული, ბაქტე-

* მეთოდური მითითებები „დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება". მმ 2.1.7.003-02 (სსმ, III, 2003, №16).

რიული, ვირუსული და ჰელმინთური დაბინძურების, ასევე ბიოპრეპარატებით (ანტიბიოტიკები, ტოქსინები, ფერმენტები, ჰორმონები, ამინომჟავები) დაბინძურების გამოვლენის მიზნით.

2. ნიადაგის სინჯის აღება ბიოლოგიური დაბინძურების გამოსაკვლევად, ანალიზის შედეგების შეფასება.
3. მოსახლეობის ანკეტური გამოკითხვა (დანართი 3.2.).
4. მოსახლეობის სამედიცინო კვლევის ორგანიზაცია. შესაბამისი სამედიცინო დაწესებულების მიერ მოსახლეობაში იმ დაავადებების გამოვლენა, რომელთა გადაცემის ფაქტორს ნიადაგი წარმოადგენს. ნიადაგის ფაქტორი სპეციფიკურ როლს ასრულებს ზოგიერთი გეოჰელმინთით (ანკილოსტომიდები, ასკარიდები და ა.შ.) დასნებოვნებაში.

დასახული ამოცანის რეალიზაციის (ნიადაგის დაბინძურებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დადგენის) მიზნით კვლევები სხვადასხვა მიმართულებით ტარდება:

➢ მოსახლეობის ავადობის შესახებ სათანადო მონაცემების მიღება შესაბამისი სამედიცინო დოკუმენტაციის შესწავლის საფუძველზე (ინფექციური საავადმყოფო ან განყოფილება).

➢ ნიადაგის როლის გამოვლენა მოსახლეობის ციმბირის წყლულით, აიროვანი განგრენით და ტეტანუსით ავადობაში. მოსახლეობის ზოგიერთი ჩვევის (მაგალითად, მიწაზე ფეხშიშველი სიარულის) როლი მათ გავრცელებაში.

➢ 14 წლამდე ასაკის ბავშვთა ორგანიზებული კოლექტივების (საბავშვო ბაღი, სკოლა) შერჩევითი სამედიცინო გასინჯვების ჩატარება, მ.შ. ანალიზის ჩატარება ჰელმითების მტარებლობაზე.

➢ მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერებებით (*ექნ*) დაბინძურებული ნიადაგის გავლენის შესწავლის მიზნით შესაბამისი კვლევის ჩატარება, რომელიც რამდენიმე ეტაპს მოიცავს. პირველ ეტაპზე შეისწავლება *ექნ*-ით დაბინძურების ხარისხობრივი (დაბინძურების ფაქტორის არსებობა) და რაოდენობრივი (დაბინძურების ფაქტორის რაოდენობა) მაჩვენებლები. უნდა დადგინდეს ნიადაგში მოხვედრილი *ექნ*-ის სახე, მავნეობის კლასი პესტიციდებისათვის, ხოლო მავნეობის ჯგუფი — დანარჩენი *ექნ*-ისათვის.

ჰიგიენური კლასიფიკაციის საფუძველზე, პესტიციდები 4 ჯგუფად იყოფა: ტოქსიკურობის, აქროლადობის ხარისხის, კუმულაციის და მდგრადობის მიხედვით. I და II ჯგუფის პესტიციდები მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის დიდ საშიშროებას წარმოადგენს.

ნიადაგის დაბინძურების შედეგების ანალიზის გაადვილებისათვის ყველა ქიმიური ნივთიერება ორგანიზმისათვის მათი ტოქსიკურობის ხარისხის მიხედვით, ასევე ნიადაგის თვითგაწმენდაზე მოქმედების და გარემოში მდგრადობის მიხედვით 4 ჯგუფად იყოფა:

I – განსაკუთრებით საშიში;

II – ძლიერ საშიში;

III – ზომიერად საშიში;
IV – მცირედ საშიში.

მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესწავლას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ნიადაგის I ჯგუფის ნივთიერებებით დაბინძურების შემთხვევაში.

ნიადაგის დამაბინძურებელი *ექნ* უნდა განისაზღვროს შესასწავლი ნიადაგის ნაკვეთებიდან ან ტერიტორიებიდან აღებულ ნიმუშებში. დაბინძურების რაოდენობრივი დახასიათება შესაძლებელია ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების აბსოლუტური შემცველობის განსაზღვრით, აგრეთვე ნიადაგის დამუშავებისათვის გამოყენებული პრეპარატების რაოდენობის განსაზღვრით, რაც ისეთი მაჩვენებლების განსაზღვრის საფუძველს იძლევა, როგორიცაა პირობითი დოზები.

პირობითი დოზები 2 ტიპისაა:

ა) პრეპარატის ლოკალიზაციის პირობებში (თუ იგი შეზღუდულად მიგრირებს დასამუშავებელი ტერიტორიის საკონტაქტო გარემოში) პირობითი დოზა გამოიხატება ნივთიერების რაოდენობით კგ-ში 1 ჰა დასამუშავებელ სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიაზე (სახნავი ფართობი, მრავალწლიანი მცენარეების ფართობი);

ბ) პირობითი დოზა იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაძლებელია პრეპარატების გაფანტვა ან მიგრაცია ლანდშაფტის ცალკეულ ერთეულებში (ქარისმიერი ან წყლისმიერი ეროზიით, ნიადაგის ზედაპირული ჩარეცხვით, გარემოსთან კონტაქტში მიგრაციის გზით, ნათესების ავიატრანსპორტით დამუშავების შემთხვევაში და სხვ.) გამოიხატება ერთეულში კგ/ჰა ნიადაგის მთლიან ტერიტორიაზე დაუმუშავებელი ფართობებისა და ტყიანი მასივების ჩათვლით.

პირობითი დოზების ამა თუ იმ ტიპის გამოყენება დამოკიდებულია დასახულ მიზანზე. თუ გამოყენების დონე განიხილება, როგორც ჯანმრთელობაზე მოქმედი ფაქტორი (პროფესიული კონტაქტი ექნ-სთან), მაშინ გამოიყენება პირობითი დოზა დამუშავებულ ტერიტორიაზე ლოკალიზაციისას.

პირობითი დოზას ლანდშაფტის ელემენტებზე პრეპარატების გაფანტვის შესაძლებლობის დროს იყენებენ მოსახლეობის გარკვეული კონტინგენტის ჯანმრთელობაზე ექნ-ით ტერიტორიის გაბინძურების გავლენის შესწავლისათვის. ამ მიზნით ტარდება აგრეთვე მოსახლეობის ანკეტური გამოკითხვა.

გამოკითხვას ექვემდებარება მოსახლეობის ის ნაწილი, რომელიც ცხოვრობს *ექნ*-ის ინტენსიური გამოყენების ტერიტორიებზე, აგრეთვე იმ ზონებში, სადაც მოსალოდნელია ექნ-ით გაბინძურების გავლენა ნიადაგზე (ავტოტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის გზების ახლოს, აეროდრომების განლაგების რაიონში, ნავთობისა და ქიმიური მრეწველობის საწარმოების, სმრეწველო ნარჩენების დამარხვის ადგილებში და სხვ.). საკონტროლოდ არჩევენ ტერიტორიებს, სადაც ნიადაგის ქიმიური გაბინძურების წყაროების გავლენა არ აღინიშნება.

➢მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის ეპიდემიოლოგიური კვლევა, რომელიც მოიცავს იმ ადამიანთა ავადობის მასალების სტატისტიკურ დამუშავებას, რომელთაც კონტაქტი ჰქონდათ *ექნ*-თან. უნდა ჩატარდეს აგრეთვე სპეციალური ლაბორატორიულ-დიაგნოსტიკური კვლევები. კვლევების დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ექნ-ის მიმართ ყველაზე მგრძნობიარე კონტინგენტია 1 წლამდე ასაკის ბავშვები, აგრეთვე ხანდაზმული ადამიანები.

➢ნიადაგის დაბინძურების წყაროების მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის დასაბუთება შესაბამისი გათვლების საფუძველზე.

➢მიღებული შედეგების ანალიზი და სათანადო გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების შემუშავება.

მოცემული სქემით კვლევის ჩატარების საფუძველზე შესაძლებელია მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის გამოვლენა ნიადაგის სანიტარიულ მდგომარეობასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის, რის საფუძველზეც შემუშავდება სათანადო გამაჯანსაღებელ ღონისძიებათა კომპლექსი.

მიწის ნაკვეთის სანიტარიულ-ჰიგიენური კვლევის რუქა

1. მიწის ნაკვეთის მისამართი და ადგილმდებარეობა;
2. გამოკვლევის თარიღი;
3. გაბინძურების წყაროს სახე (ორმო, სარწყავი მინდორი და ა.შ.);
4. გაბინძურების წყაროს ზომა;
5. ნიადაგის სახეობა (ბუნებრივი, ხელოვნურად შექმნილი, ხელოვნური საფარი და ა.შ.);
6. ნიადაგის ტიპი (ქვიშა, თიხა და ა.შ.);
7. რელიეფი;
8. გრუნტის წყლების დგომის დონე;
9. მეტეოროლოგიური პირობები გამოკვლევის დროს;
10. გაბინძურების წყაროს დაწერილებითი დახასიათება (მისი განლაგება წყლის აღების ადგილის, საცხოვრებელი შენობების, სათამაშო მოედნების მიმართ და ა.შ.);
11. ნაკვეთის ზედაპირზე გაბინძურების მიგრაციის შესაძლო გზები;
12. ადამიანის ნიადაგთან პირდაპირი და არაპირდაპირი კონტაქტის არსებობა (წყლის, ჰაერის, მოწეული მცენარეების საშუალებით);
13. ლაბორატორიული ანალიზისათვის ნიადაგის სინჯის აღების ადგილის შერჩევის დასაბუთება.

ნიადაგის ფაქტორის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე გავლენის შესწავლისათვის მოსახლეობის გამოკითხვის ანკეტა

1. მისამართი;
2. გვარი, სახელი, მამის სახელი;
3. დაბადების წელი;
4. თავისი პროფესიული საქმიანობით გაბინძურებულ ნიადაგთან კონტაქტის შესაძლებლობა (გამწმენდი ნაგებობების მომსახურება, მუშაობა ცხოველთა გადანაყრების გატანაზე, მუშაობა სარწყავ ველებზე, მეცხოველეობის ფერმებში და სხვ.);
5. ნიადაგთან კონტაქტის არსებობა (მუშაობა ბაღში, კომპოსტის შეტანა, ორმოების გაწმენდა და ა.შ.);
6. მცხოვრები – ადგილობრივი, ჩამოსული;
7. ნაკელის ან გაუვნებელი სიბინძურის შეტანა ბოსტნებსა და ბაღებში.
8. სამეუნეო ეზოს იზოლირება დასასვენებლად განკუთვნილი ნაკვეთისაგან;
9. დაცილება საცხოვრებელ ნაგებობასა და მინის ნაკვეთს, ბავშვთა სათამაშო მოედანს, ნაკელის შესანახ საცავს, ტუალეტს და ა.შ. შორის;
10. დაცილება სკოლებსა და ბავშვთა სკოლამდელ დაწესებულებებსა და ნაკელის შესანახ საცავს, ტუალეტს და ა.შ. შორის;
11. მინდვრებში, ბაღებში და ბოსტნებში მუშაობის პროცესში ბავშვთა ჩართვა;
12. ნარჩენების გაუვნებლების მდგომარეობა (კომპოსტირება ბიოთერმულ კამერებში, გატანა, ჩაღვრა და ა.შ.);
13. ავადმყოფური მოვლენების სიხშირე და მათი ხასიათი (ტკივილი მუცლის არეში, ღებინება, კუჭ-ნაწლავის აშლილობა და სხვ.);
14. გეოჰელმინთებით (ანკილოსტომიდებით, ასკარიდებით, ბეწვთავათი და ა.შ.), აგრეთვე ტეტანუსით, აიროვანი განგრენით და სხვა ინფექციებით (ქოლერა, მუცლის ტიფი და პარატიფები, სალმონელოზი, დიზენტერია, ამებიაზი, ლამბლიოზი, ლეპტოსპიროზი, ტულარემია, ციმბირის წყლული, ტუბერკულოზი, ენტეროვირუსული ინფექციები და სხვ.) დასნებოვნების მდგომარეობა, რომელთა გამომწვევის გადაცემის ფაქტორი შეიძლება იყოს ნიადაგი.

თარიღი ——————————————— ხელმოწერა
———————————————

შენიშვნა: მოსახლეობის გამოკითხვა წარმოებს იმ საცხოვრებელ რაიონში, რომელიც ნიადაგის გაბინძურების ზონაში (სარწყავი ველების, მეცხოველეობის ფერმების, გამწმენდი ნაგებობების, ნაგავსაყრელების და ა.შ. ახლოს) მდებარეობს.

სიტუაციური ამოცანები

ამოცანა №1

სასურსათო საქონლის ბაზის ასაგებად გამოიყო მიწის 2 ნაკვეთი, რომელთა ნიადაგის ლაბორატორიული გამოკვლევით დადგინდა შემდეგი:

№	მაჩვენებლები	ნაკვეთი 1	ნაკვეთი 2
1.	ნაწლავის ჩხირის ინდექსი	5	6
2.	ენტერობაქტერიების რაოდენობა	10	10
3.	ასკარიდების კვერცხების რაოდენობა 1 კგ ნიადაგში	6	42
4.	ბუზის ჭუპრების რაოდენობა (0,25 მ^2)	0	0
5.	მატლების რაოდენობა (0,25 მ^2)	4-მდე	19-მდე
6.	სანიტარიული რიცხვი	0,85	0,68

1. მიეცით რეკომენდებული მიწის ნაკვეთების შედარებითი სანიტარიული შეფასება;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა გამოყოფილ მიწის ნაკვეთებზე ბაზის მშენებლობის შესაძლებლობის შესახებ.

ამოცანა №2

საბავშვო ბაღის მშენებლობისათვის გამოყოფილი მიწის ნაკვეთის ნიმუშის ნიადაგის ლაბორატორიული გამოკვლევით დადგინდა შემდეგი:

№	მაჩვენებლები	ანალიზის შედეგები
1.	ნაწლავის ჩხირის ინდექსი	6
2.	ენტერობაქტერიების რაოდენობა	7
3.	ასკარიდების კვერცხების რაოდენობა 1 კგ ნიადაგში	0
4.	ბუზის ჭუპრების რაოდენობა (0,25 მ^2)	0
5.	მატლების რაოდენობა (0,25 მ^2)	10-მდე
6.	სანიტარიული რიცხვი	0,98

1. შეაფასეთ მიწის ნაკვეთის სანიტარიული მდგომარეობა;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა გამოყოფილ მიწის ნაკვეთზე საბავშვო ბაღის მშენებლობის შესაძლებლობის შესახებ.

ამოცანა №3

ნიადაგის სანიტარიულ-ჰიგიენური მდგომარეობის შეფასებისათვის დაგეგმილია ნიადაგის სინჯების აღება შემდეგი სქემით: სანიტარიულ-ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური ანალიზისათვის — არანაკლებ 1-ჯერ წელინადში, 5 ნერტილიდან შრეობრივად 5-20 სმ სიღრმეზე. სინჯის მასაა 1 კგ სანიტარიულ-ქიმიური ანალიზისათვის, 600-700 გ — ბაქტერიოლოგიური ანალიზისათვის. ჰელმინთოლოგიური ანალიზისათვის სინჯების აღების სიხშირეა 1-2-ჯერ წელინადში, შრეობრივად 5

წერტილში. გაერთიანებული სინჯის მასაა 200 გ. მძიმე ლითონებზე სინჯების აღება დაგეგმილია 5 წელიწადში ერთხელ.

1. შეაფასეთ სანიტარიულ-ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური ანალიზისათვის დაგეგმილი სინჯების აღების სისწორე;
2. შეაფასეთ ჰელმინთოლოგიური ანალიზისათვის სინჯების აღების შესაბამისობა სათანადო მოთხოვნებთან.

ამოცანა №4

გეგმიურ-ბინობრივი სისტემის ნაცვლად ქალაქში დაინერგა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისაგან დასუფთავების გეგმიურ-უბნობრივი სისტემა. ჩატარდა ერთ-ერთი მიკრორაიონის ნიადაგის ლაბორატორიული ანალიზი ახალი მეთოდის დანერგვამდე და დანერგვიდან 1 წლის შემდეგ. ანალიზის შედეგები:

ნიადაგის სინჯის აღების დრო	ნაწლავის ჩხირის ინდექსი	ენტერობაქტერიების რაოდენობა	1 კგ ნიადაგში ჰელმინთების კვერცხების რაოდენობა	ბუზის ჭუპრების რაოდენობა (0,25 მ²)	მატლების რაოდენობა (0,25 მ²)	სანიტარიული რიცხვი
დასუფთავების გეგმიურ-ბინობრივი სისტემის დროს	12	10	0	0	10	0,99
დასუფთავების გეგმიურ-უბნობრივი სისტემის დროს	2	2	6	0	6	0,87

1. შეაფასეთ ნიადაგის ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები;
2. მიეცით დასუფთავების ორი სისტემის შედარებითი ჰიგიენური დახასიათება.

ამოცანა №5

სკოლის მშენებლობისათვის განსაზღვრული მიწის ნაკვეთის ლაბორატორიული გამოკვლევისას მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

№	მაჩვენებლები	შედეგები
1.	ნაწლავის ჩხირის ინდექსი	1
2.	ენტერობაქტერიების რაოდენობა	5
3.	ასკარიდების კვერცხების რაოდენობა 1 კგ ნიადაგში	80
4.	ბუზის ჭუპრების რაოდენობა (0,25 მ²)	0
5.	მატლების რაოდენობა (0,25 მ²)	90
6.	სანიტარიული რიცხვი	0,65

1. შეაფასეთ მიწის ნაკვეთის სანიტარიული მდგომარეობა;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა შერჩეულ მიწის ნაკვეთზე სკოლის მშენებლობის შესაძლებლობის შესახებ.

ამოცანა №6

საკონსერვო ქარხნის მშენებლობისათვის შემოთავაზებულია მიწის 2 ნაკვეთი. ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევის შედეგად მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

№	მაჩვენებლები	ნაკვეთი 1	ნაკვეთი 2
1.	ნაწლავის ჩხირის ინდექსი	5	100
2.	ენტერობაქტერიების რაოდენობა	1	1000
3.	ასკარიდების კვერცხების რაოდენობა 1 კგ ნიადაგში	0	80
4.	ბუზის ჭუპრების რაოდენობა (0,25 $მ^2$)	0	6
5.	მატლების რაოდენობა (0,25 $მ^2$)	6	30
6.	სანიტარიული რიცხვი	0,99	0,7

1. მიეცით სანიტარიული შეფასება შერჩეული მიწის ნაკვეთების ნიადაგის მდგომარეობას;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა შერჩეულ მიწის ნაკვეთებზე სკოლის მშენებლობის შესაძლებლობის შესახებ.

ამოცანა №7

ქალაქის ერთ-ერთ უბანში განსაზღვრულია ნაგვის პავილიონების მოწყობა. პროექტით განსაზღვრულია მათი დაცილება საცხოვრებელი შენობების შესასვლელიდან 50 მ-ით, ხოლო საბავშვო მოედნებიდან — 10 მ-ით. გათვალისწინებულია საყოფაცხოვრებო ნაგვის დაყოვნება 5 დღე-ღამის, ხოლო საკვების ნარჩენებისა — 3 დღე-ღამის განმავლობაში. დასუფთავების სპეციალური ავტოსატრანსპორტო საწარმო დაშორებულია 50 მ-ით.

1. შეაფასეთ დასუფთავების რეკომენდებული სქემის შესაბამისობა სანიტარიულ მოთხოვნებთან;
2. დასახეთ შესაბამისი ღონისძიებები.

ამოცანა №8

დასახლების წყალმომარაგებისათვის გამოიყენება გრუნტის წყლები. დასახლებას არ გააჩნია საკანალიზაციო სისტემა და თხევადი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების უტილიზაციისათვის იყენებენ საასენიზაციო ველებს. მათი დაცილება დასახლებიდან შეადგენს 500 მ-ს, ხოლო წლიური დატვირთვა — 2000 $მ^3$/ჰა.

1. შეაფასეთ საასენიზაციო ველების სდზ-ის და დატვირთვის სანიტარიულ ნორმებთან შესაბამისობა;
2. დასახეთ შესაბამისი ღონისძიებები.

ამოცანა №9

ჩატარდა ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევა ბაქტერიოლოგიურ მაჩვენებლებზე: ბაქტერიების საერთო რიცხვზე და არასპოროვანი ფორმების რაოდენობაზე. გამოვლინდა მათი მომატება ნორმატიულ მოთხოვნებთან შედარებით.

1. შეაფასეთ ნიადაგის დაბინძურების მდგომარეობა ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით;
2. მიუთითეთ ნიადაგის გაბინძურების სავარაუდო მიზეზი.

ამოცანა №10

საკონსერვო ქარხნის მშენებლობისათვის შემოთავაზებულია მიწის 2 ნაკვეთი. ნიადაგის ლაბორატორიული კვლევის შედეგად მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

№	მაჩვენებლები	ნაკვეთი 1	ნაკვეთი 2
1.	ნაწლავის ჩხირის ინდექსი	10	10
2.	ენტერობაქტერიების რაოდენობა	5	15
3.	ასკარიდების კვერცხების რაოდენობა 1 კგ ნიადაგში	6	40
4.	ბუზის ჭუპრების რაოდენობა (0,25 მ^2)	0	0
5.	მატლების რაოდენობა (0,25 მ^2)	4	9
6.	სანიტარიული რიცხვი	0,85	0,68

1. მიეცით სანიტარიული შეფასება შერჩეული მიწის ნაკვეთების ნიადაგის მდგომარეობას;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა შერჩეულ მიწის ნაკვეთებზე საკონსერვო ქარხნის მშენებლობის შესაძლებლობის შესახებ.

ამოცანა №11

დასახლებისათვის სასაფლაოს ტერიტორიის გამოყოფისათვის წარმოდგენილია პროექტი, რომლის მონაცემების მიხედვით საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობებიდან დაცილება 20 მ-ს შეადგენს. ჰიდროგეოლოგიური კვლევის შედეგების მიხედვით, ნიადაგქვეშა წყლების დგომის დონეა 0,1 მ.

1. შეაფასეთ ნიადაგის ჰიდროგეოლოგიური კვლევის შედეგები;
2. შეაფასეთ საპროექტო მონაცემების შესაბამისობა ჰიგიენურ ნორმატივებთან.

ამოცანა №12

ნიადაგის სანიტარიულ-ჰიგიენური მდგომარეობის შესწავლის მიზნით შერჩეულია 2 ტერიტორია25 მ^2 ფართობით თითოეული: ერთი – საცდელი და მეორე — საკონტროლო. სინჯები აღებულია 5 წერტილში კონვერტისებურად. მიღებული საშუალო სინჯი გამოკვლეულია სანიტარიულ-ქიმიურ მაჩვენებლებზე — ამონიუმის აზოტზე, ნახშირწყალბადებზე და ქლოორიდებზე. მიღებულმა შედეგმა საცდელ ნაკვეთზე, საკონტროლო ნაკვეთთან შედარებით, აჩვენა ჩამოთვლილი ნივთი-

ერებების კონცენტრაციების მომატებული რაოდენობა ამიაკის არარსებობისას.

1. შეაფასეთ კვლევის სქემის სისწორე;
2. მიღებული შედეგების საფუძველზე შეაფასეთ ნიადაგში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესები.

საკონტროლო ტესტები

1. სასუქები, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიოს ნიტრატული მეტპემოგლობინემია და, ასევე, ნიადაგში წარმოქმნას ნიტროზოამინები, შეიცავს:
ა) აზოტს;
ბ) ფოსფორს;
გ) კალიუმს;
დ) ქლორს.

2. ნიადაგში ეგზოგენური ქიმიური ნივთიერების ნორმირებისას ფიტოაკუმულაციური (ტრანსლოკაციური) მახასიათებელია, რომელიც:
ა) დამყარებულია ნივთიერების აორთქლებაზე, წყალხსნარის აორთქლებაზე. უვნებელი კონცენტრაცია ჰაერში მოხვედრისას არ უნდა აღემატებოდეს დადგენილ მდკ-ს;
ბ) ახასიათებს ნივთიერების მიგრაციის პროცესს ზედაპირულ და ნიადაგქვეშა წყლებში. უვნებელი კონცენტრაცია ზედაპირულ და ნიადაგქვეშა წყლებში არ უნდა აღემატებოდეს მის მდკ-ს წყალში;
გ) ახასიათებს ქიმიური ნივთიერების გაელენას ნიადაგის თვითგაწმენდაზე და მის ბიოლოგიურ აქტიობას;
დ) ახასიათებს ნივთიერების უნარს, გადავიდეს ნიადაგიდან მცენარეებში და დაგროვდეს ნაყოფში.

3. მკვეთრად უარესდება პროდუქტების ორგანოლეპტიკური და კვებითი ღირებულება, იქმნება ფლუოროზის განვითარების საშიშროებაც, ნიადაგში ისეთი მინერალური სასუქების დიდი რაოდენობით შეტანისას, რომლებიც შეიცავს:
ა) აზოტს;
ბ) ფოსფორს;
გ) კალიუმს;
დ) ნატრიუმს.

4. ჩამოთვლილთაგან, ნაგვის დაწვის მეთოდის უპირატესობა არ არის:
ა) არ საჭიროებს მიწის მნიშვნელოვან ფართობს;
ბ) გაუვნებელყოფა სწრაფია;
გ) ბოლომდე არ ხდება ორგანული ნაერთების დაშლა.
დ) შეიძლება გამოყენებულ იქნას სითბო, ორთქლი და წიდა.

5. ნიადაგში მინერალური სასუქების ჭარბი რაოდენობით შეტანამ შეიძლება გამოიწვიოს ისეთი ელემენტის დაგროვება, რომლის შედეგად შეიძლება აღინიშნებოდეს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მოქმედების მოშლა. ეს ელემენტია:
ა) ფთორი;
ბ) ფოსფორი;
გ) აზოტი;
დ) კალიუმი.

6. ნიადაგის თვითგაწმენდის პროცესების მიმდინარეობა ძირითადად დამოკიდებულია:
ა) ნიადაგის სტრუქტურაზე და ფიზიკურ თვისებებზე;
ბ) ნიადაგის ქიმიურ შემადგენლობაზე;
გ) ნიადაგის ბაქტერიულ ფლორასა და ფაუნაზე;
დ) ყველა ჩამოთვლილზე.

7. ნიადაგში მომატებულია ნიტრიტები, ნიტრატები და ამონიაკი. შეაფასეთ მისი დაბინძურების ხარისხი:
ა) მიუთითებს ნიადაგის გამაბინძურებელი აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებების სრწყნის პროცესზე;
ბ) მიუთითებს ახალ გაბინძურებაზე;
გ) ადასტურებს ნიადაგის გაბინძურებისა და მინერალიზაციის პროცესების შეფერხებას;
დ) ნიადაგი სუფთაა.

8. მკვეთრად უარესდება პროდუქტების ორგანოლეპტიკური და კვებითი ღირებულება ნიადაგში ისეთი მინერალური სასუქების დიდი რაოდენობით შეტანისას, რომელიც შეიცავს:
ა) აზოტს;
ბ) ფოსფორს;
გ) კალიუმს;
დ) ქლორს.

9. ნაგვის დაწვის უპირატესობაა:
ა) არ საჭიროებს მიწის მნიშვნელოვან ფართობს;
ბ) გაუსნებოვნება სწრაფია;
გ) შეიძლება გამოყენებულ იქნას სითბო, ორთქლი და წიდა;
დ) ყველა ჩამოთვლილი.

10. საცხოვრებელი მასივის ტერიტორიაზე მაგისტრალური ქუჩების ახლოს ნიადაგის ზედა (0-25 სმ) ფენაში აღმოჩენილია ტყვია, რისი მიზეზიც შეიძლება იყოს გამონაფრქვევები:
ა) თბოელექტროსადგურის;
ბ) ავტოტრანსპორტის;
გ) ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის;
დ) მეტალურგიული კომბინატის.

11. მაღალტემპერატურულ რეაქტორებში (1640 გრადუსი) მშრალი ნარჩენების პიროლიზს აქვს შემდეგი უპირატესობა:
ა) არ საჭიროებს წინასწარ მომზადებას და მიმდინარეობს ჟანგბადის დეფიციტის დროსაც;
ბ) პრაქტიკულად იშლება ყველა რთული ორგანული შენაერთი საწვავ აირამდე, ნავთობის მაგვარ ბეთამდე დაწიდამდე;
გ) არ გამოყოფს ნარჩენებს გარემოში;

დ) ყველა სწორია.

12. მყარი ნარჩენების გაუვნებლების მეთოდებიდან ნაგვის დაწვისათვის დამახასიათებელია:
ა) საკმაოდ პერსპექტიულია, იშლება თითქმის ყველა რთული ორგანული ნაერთები საწვავ გამამდე, ნავთობმაგვარ პროდუქტებამდე და წიდამდე, არ აქვს გამონაყოფები ატმოსფერულ ჰაერში;
ბ) იშლება ყველა ორგანული და ცუდი სუნის მქონე აიროვანი ნაერთები, არ თხოულობს მიწის მნიშვნელოვან ნაკვეთს, შეიძლება განლაგდეს საცხოვრებელი კვარტალიდან 300 მეტრზეც, შეიძლება გამოყენებული იქნეს სითბო, ორთქლი, შლაკი (წიდა);
გ) მეთოდი გამოიყენება 80%-ში მკვრივი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისთვის, უფრო მეტად საშლვარგარეთ. იცავს გარემოს დაბინძურებისაგან და ხდება მიწის ნაკვეთების ეკონომიური გამოყენება;
დ) მარილმჟავას ან გოგირდმჟავას თანაარსებობის პირობებში მაღალი ტემპერატურისას მიიღება ეთილის სპირტი, ვიტამინები და სხვა, ეკონომიურად და პიგიენურად ყველაზე გამართლებულია.

13. ნიადაგის დამაბინძურებლები, რომლებიც საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის პირდაპირი კონტაქტით ან ეკოლოგიური ჯაჭვით:
ა) ქიმიური ნივთიერებები;
ბ) ბიოლოგიური ორგანიზმები;
გ) ბაქტერიების, ვირუსების, ჰელმინთების, უმარტივესების ცხოველმყოფელობის პროდუქტები;
დ) ყველა ჩამოთვლილი.

14. მყარი ნარჩენების ბიოთერმული მეთოდებით გაუვნებლების ტემპერატურის აწევის ფაზისათვის დამახასიათებელია:
ა) მეზოფილური ბაქტერიების მონაწილეობით რთული ორგანული ნივთიერებები – ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები იშლება ამინომჟავებად, შაქრდოვანად, შაქრმჟავად, მონოსაქარიდებად, ცხიმოვან მჟავებად. ტემპერატურის აწევა ხდება 40-45^{0}C-მდე, რაც გამოწვეულია მეზოფილების გავლენით;
ბ) ახასიათებს ტემპერატურის დაცემა, კვლავ ვითარდება მეზოფილების განსაკუთრებული სახეობა, რომელიც შლის ძნელად შლად ნივთიერებებს (ლიგნინებს). მიიღება რთული ორგანული ნივთიერება - ჰუმუსი;
გ) ხასიათდება მუდმივი მაღალი ტემპერატურით და დაჩქარებული მეთოდების გამოყენებისას 30-60 დღემდე გრძელდება, ხოლო ბიოკამერებში - 1 წელი. თერმოფილების რაოდენობა იზრდება, ხოლო როდესაც ტემპერატურა 75^{0}C-მდე მიაღწევს, მათი რაოდენობა მცირდება და იღუპება;
დ) 40-45 გრადუსიდან 70 გრადუსამდე ტემპერატურაზე 30-60 დღის განმავლობაში დაჩქარებული მეთოდით ბიოკამერებში და 1 წლამდე კომპოსტებში თერმოფილების მოქმედებით ხდება ორგანული ნივთიერებების დაშლა. ხელოვნურად დაჩქარებული მეთოდებით ეს ფაზა შეიძლება იყოს 1 დღე-

ღამიდან 3-4 კვირამდე, ბუნებრივ პირობებში – 2-3 თვემდე, ნადგურდება მიკროორგანიზმები, ჰელმინთებისა და ბუზების კვერცხები.

15. გაუვნებლების ბიოთერმული მეთოდის სტაციონარული ტემპერატურის ფაზისათვის დამახასიათებელია:
ა) მეზოფილების მოქმედებით რთული ორგანული ნივთიერებები - ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები ბიოთერმულ დანადგარში ან ნიადაგში 40-45 გრადუს ტემპერატურამე იშლება ამინომჟავებად, შარდოვანად, შარდმჟავად, მონოსაქარიდებად და ცხიმოვან მჟავებად;
ბ) 40-45 გრადუსიდან 70 გრადუსამდე ტემპერატურამე 30-60 დღის განმავლობაში დაჩქარებული მეთოდით ბიოკამერებში და 1 წლამდე კომპოსტებში თერმოფილების მოქმედებით ხდება ორგანული ნივთიერებების დაშლა. ხელოვნურად დაჩქარებული მეთო-დებით ეს ფაზა შეიძლება იყოს 1 დღეღამიდან 3-4 კვირამდე, ბუნებრივ პირობებში 2-3 თვემდე, ნადგურდება მიკროორგანიზმები, ჰელმინთებისა და ბუზების კვერცხები;
გ) ტემპერატურის დაცემა, მეზოფილური ბაქტერიების ახალი სახის წარმოქმნა, ჰუმუსის წარმოქმნა, ნიტრიფიკაცია, ძნელად დასაშლელი ნაერთების მინერალიზაცია;
დ) ხასიათდება მუდმივი მაღალი ტემპერატურით და დაჩქარებული მეთოდების გამოყენებისას 30-60 დღემდე გრძელდება, ხოლო ბიოკამერებში - 1 წელი. თერმოფილების რაოდენობა იმრდება, ხოლო როდესაც ტემპერატურა 75°C-მდე მიაღწევს, მათი რაოდენობა მცირდება და იღუპება.

16. ფოსფატების ჭარბი რაოდენობით ნიადაგში შეტანა იწვევს ამ უკანასკნელში და გრუნტის წყლებში გარკვეული მიკროელემენტის მომატებას, რამაც შეიძლება მოახდინოს გავლენა ცოსახლეობის ჯანმრთელობაზე:
ა) ფთორი;
ბ) ნიკელი;
გ) მოლიბდენი;
დ) ტყვია.

17. ნიადაგში ტეტანუსის ჩხირის, აეთვისებიანი შეშუპების ჩხირების, აიროვანი განგრენის, ბოტულიზმისა და ციმბირის წყლულის გამომწვევების სპორების სიცოცხლის ხანგრძლივობა შეადგენს:
ა) 20-25 წელს;
ბ) 7-15 დღეს;
გ) 4-57 დღეს;
დ) 40-170 დღეს.

18. ჰიდროსფეროს და ნიადაგის დამაბინძურებელ დეტერგენტებს (მედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებს) ახასიათებთ ქვემოთ ჩამოთვლილი თვისებები:
ა) ბიოქიმიური პროცესებისადმი მდგრადობა; წყალსატევების მედაპირზე ქაფის წარმოქმნა;
ბ) ნიადაგის ფენებში თავისუფალი გაელის უნარი;

გ) ტოქსიკურობა წყლის ბიოცენოზისა და თბილსისხლიანი ცხოველების მიმართ;
დ) ყველა ჩამოთვლილი.

19. ბიოთერმული მეთოდებით ნარჩენების გაუვნებელყოფის პროცესზე უარყოფით გაელენას ახდენს:
ა) აერაცია;
ბ) ტენიანობა 30-70%;
გ) ადვილად ლპობადი ორგანული ნივთიერებების არანაკლებ 30% შემცველობა;
დ) თერმოფილური ორგანიზმებით დაბალი მოთესვიანობა.

20. ნიადაგში მომატებული ორგანული ნახშირბადის და ორგანული აზოტის შემცველობა, ამიაკის არარსებობისას, მიუთითებს:
ა) ნიადაგის გამაბინძურებელი აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებების ხრწნის პროცესებზე;
ბ) ნიადაგის ახალ გაბინძურებაზე;
გ) ნიადაგის დაბინძურებაზე და მინერალიზაციის პროცესების შეფერხებაზე;
დ) ნიადაგის სისუფთავეზე.

21. მყარი ნარჩენების გაუვნებელყოფის მეთოდი, რომელიც არ თხოულობს მიწის მნიშვნელოვან ნაკვეთს, შეიძლება განლაგდეს საცხოვრებელი ზონიდან 300 მეტრზე, რომლის დროსაც იშლება ყველა ორგანული და ცუდი სუნის მქონე აიროვანი ნაერთები და შეიძლება გამოვიყენოთ წარმოქმნილი სითბო, ორთქლი და წიდა, არის:
ა) პიროლიზი;
ბ) ჰიდროლიზური მეთოდი;
გ) ნაგვის დაწვა;
დ) გაუმჯობესებული საყრელი.

22. მყარი ნარჩენების გაუვნებელყოფის მეთოდი ყველაზე მეტად გამართლებული ეკონომიურად და ჰიგიენურად, რომლის დროს მარილმჟავას ან გოგირდმჟავას თანაარსებობის პირობებში მაღალი ტემპერატურისას მიიღება ეთილის სპირტი, ვიტამინები და სხვ., არის:
ა) პიროლიზი;
ბ) ჰიდროლიზური მეთოდი;
ე) ნაგვის დაწვა;
დ) გაუმჯობესებული საყრელი.

23. მყარი ნარჩენების გაუვნებელყოფის მეთოდი, რომელიც ხორციელდება მაღალტემპერატურულ რეაქტორებში (1640^{0}C ტემპერატურაზე), წარმოებს ყველა რთული ორგანული ნივთიერებების დამლა და მიიღება საწვავი აირი და ნავთობის მაგვარი ზეთები:
ა) ნაგვის დაწვა;
ბ) პიროლიზი;

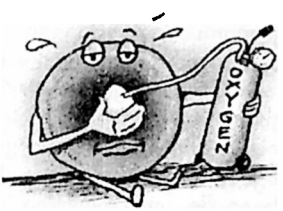
გ) პიდრიოლიზური მეთოდი;
დ) გამჯობესებული საყრელი.

24. ნიადაგში ქიმიური ელემენტების ხელოვნური დაგროვებით (რომელიც დაკავშირებულია სახალხო მეურნეობის ქიმიზაციასთან, მრეწველობის განვითარებასთან, სამრეწველო საწარმოების და ტრანსპორტის გამონაფრქვევებთან) შეიძლება ჩამოყალიბდეს:
ა) სასნავი ფენა;
ბ) კულტურული ფენა;
გ) ტექნოქიმიური პრეციპიტები;
დ) ბიოგეოქიმიური პროვინციები.

25. საასენიზაციო ველების პროექტის ექსპერტიზის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს:
ა) დაგვირთვის შესაბამისობა ნიადაგის ფილტრაციის უნართან;
ბ) სადრენაჟო წყლების შეგროვების და გაწმენდის სამეურნეო ეზოს მიწყობისა და დამსხვრეული სათავსების მოწყობის შესაძლებლობა;
გ) სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების შერჩევა თესლბრუნვის გათვალისწინებით;
დ) ყველა სწორია.

თავი 4. ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენა

ატმოსფერო ადამიანის საარსებო გარემოს ერთ-ერთ ძირითადი ელემენტია. ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობის უზრუნველყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერული ჰაერის ნორმალური ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების არსებობას, მასში ჟანგბადის ნორმალური რაოდენობით შემცველობას (სურ. 4.1.). ურბანიზაციის თანამედროვე ეპოქაში ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე გავლენას ახდენს მთელი რიგი ფაქტორები. საკმარისია აღინიშნოს, რომ ურბანიზაციისა და მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის შედეგად, უკანასკნელი 100 წლის განმავლობაში ატმოსფერულ ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობა 30%-ზე მეტად გაიზარდა. ჟანგბადის ცვლაში მონაწილეობის გარდა, ცნობილია ადამიანის ორგანიზმზე ატმოსფერული ჰაერის მოქმედების მრავალი სახე. როგორც ფიზიკური მოვლენა, იგი მოქმედებს მისი წნევის, ტემპერატურის, ტენიანობის, მოძრაობის სიჩქარის, ელექტრული მდგომარეობის საშუალებით. კიდევ უფრო დიდია მისი ქიმიურ შედგენილობის როლი.



სურ. 4.1. ჟანგბადი – სიცოცხლის არსებობის პირობა

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სულ უფრო მზარდი მასშტაბები აქტუალურს ხდის ატმოსფერული ჰაერის დაცვის პრობლემას.

ატმოსფერული ჰაერის დაცვა ღონისძიებათა სისტემაა, რომლის მიზანია ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის გაუმჯობესება და ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე, აგრეთვე გარემოზე უარყოფითი მოქმედების თავიდა ნ აცილება.

4.1. ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენური მნიშვნელობა

ატმოსფერო* წარმოადგენს დედამიწის აიროვან გარსს, აირთა ბუნებრივ ნარევს, რომელსაც ჰაერი ეწოდება. იგი დედამიწასთან ერთად ბრუნავს. დედამიწის ზედაპირზე მშრალი ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობაში შედის 78,1% აზოტი, 21% ჟანგბადი, 0,03% ნახშირ-ბადის დიოქსიდი (ნახშირმჟავა აირი), სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერება (წყალბადი, აზოტის შენაერთები, მეთანი, გოგირდის დიოქსიდი, ამიაკი და

* ბერძნ atmos - – ორთქლი და ··· სფერო.

სხვ.), აგრეთვე ინერტული აირები (არგონი, ნეონი, ჰელიუმი, კრიპტონი, ქსენონი და სხვ).

ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს მისი შემადგენელი აირების ფიზიკურ ნარევს და არა ქიმიურ შენაერთს. ამის გამო, ჰაერის პრაქტიკულად მუდმივი პროცენტული შედგენილობის დროს, გეოგრაფიული სიმაღლის ზრდის დროს, ატმოსფეროს სიმკვრივის ცვლილების პარალელურად, მათი კონცენტრაცია და პარციალური წნევა იცვლება.

ჰაერის მასების განუწყვეტელი ტურბულენტური დინებები განაპირობებს მისი შემადგენლობის მუდმივობას დედამიწის მიწისზედა ფენაში.

სიმაღლის მატებასთან ერთად დედამიწის ატმოსფეროში ჰაერის წნევა და სიმკვრივე თანდათან მცირდება. ამის მიხედვით ატმოს-ფეროში გამოიყოფა რამდენიმე ზონა. უშუალოდ დედამიწას ეკვრის *ტროპოსფერო*, რომელიც 9-10 კმ სიმაღლემდე ვრცელდება; მასში განთავსებულია ატმოსფერული ჰაერის მთელი მასის 90%. ამ ზონაში მიმდინარე ბუნებრივი მოვლენები ამინდის ხასიათს განაპირობებს. ტროპოსფეროს მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია წყალი ორთქლის, აეროზოლისა და ყინულის სახით. ტროპოსფეროში ხდება ჰაერის დიდი მოცულობის მასების გადაადგილება როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით. ამ მოვლენის გამომწვევი მიზეზია დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა ადგილზე და მსოფლიო ოკეანეში ტემპერატურათა სხვაობა. მისთვის დამახასიათებელია ტურბულენტუ-რობა, რაც გამოწვეულია დედამიწის უსწორმასწორო ზედაპირთან ჰაე-რის მასების კონტაქტით. ჰაერის მასების ასეთი გადაადგილებების შედე-გად ხდება ტროპოსფერული ჰაერის შერევა, მისი შემადგენლობის გასაშუალება, აგრეთვე, ზოგიერთ შემთხვევაში, ლოკალური დაბინძურე-ბების დიდ მანძილზე გადატანა.

ტროპოსფეროს ზემოთ განლაგებულია *სტრატოსფერო*, რომელიც 50-55 კმ-მდე ვრცელდება. ტროპოსფეროსთან შედარებით, სტრატოს-ფეროში ჰაერის სიმკვრივე გაცილებით ნაკლებია. ჰაერის ამ ფენაში ხდება დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისათვის მეტად მნიშვნელოვანი პროცესი: მზის მოკლეტალღოვანი ულტრაიისფერი გამოსხივების მოქმედების შედეგად სტრატოსფეროს ჟანგბადი (O_2) გარდაიქმნება ოზონად (O_3). ოზონი ახდენს მზის მოკლეტალღოვანი ულტრაიისფერი სხივების შთანთქმას, რომელიც დამღუპველია დედამიწის ცხოვრების თანამედროვე ფორმებისათვის. ამის გამო ატმოსფეროს ამ ფენას (სტრატოს-ფეროს) *ოზონის ეკრანი* ეწოდება.

დედამიწის ზედაპირიდან 50-55 კმ-სა და 80-85 კმ-ს შორის ზონას *მეზოსფერო* ეწოდება, რომლის ფარგლებშიც ჰაერის ტემპერატურა, სტრატოსფეროსთან შედარებით, ნაკლებია. მეზოსფეროს ზემოთ (80-85 კმ-სა და 900-1000 კმ-ს შორის) განლაგებულია *თერმოსფერო*, სადაც ტემპერატურის სიდიდე ისევ იზრდება. ამ ორ ზონას (მეზოსფეროს და თერმოსფეროს) ერთად უწოდებენ *ჟონოსფეროს*, რადგან ამ ზონებში, მზის ულტრაიისფერი, რენტგენისა და კოსმოსური გამოსხივების

გავლენით ჰაერის აირების მოლეკულები იონურ მდგომარეობაშია. იონოსფეროს საშუალებით მუშაობს თანამედროვე რადიოკავშირის ზოგიერთი სახეობა. სხვადასხვა კოსმოსური მოვლენით გამოწვეული იონოსფეროს გააქტიურება აისახება დედამიწის გეომაგნიტურ ველზე (გეომაგნიტური ქარიშხლის სახით), რომელიც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმის მდგომარეობაზე.

თერმოსფეროს ზემოთ *ეგზოსფეროა*, რომელიც თანდათან პლანეტათშორის სივრცეში გადადის. მას ჰიგიენური მნიშვნელობა, პრაქტიკულად, არ აქვს.

ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობა არსებით გავლენას ახდენს ადამიანზე — მის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.

ატმოსფერულმა ჰაერმა, თავისი ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით, უნდა უზრუნველყოს ადამიანის არსებობა ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირება ორგანიზმის კომპენსატორული მექანიზმების დაძაბვის გარეშე.

ჰაერის საშუალო მოლეკულური მასაა 28,9644. ატმოსფეროს ჰაერის მასა $5,15 \cdot 10^{15}$ ტ-ს შეადგენს. ატმოსფეროს ჰაერის ყველა აიროვანი კომპონენტი დინამიკური წონასწორობის მდგომარეობაშია და წარმოებს მუდმივი აიროვანი ცვლა ბუნებრივი გარემოს სხვა ელემენტებთან — წყალთან და ნიადაგთან. აირთა წრიულ ბრუნვაზე დიდ გავლენას ახდენს *ბიოსფერო**. მის ხასიათზე მნიშვნელოვანია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგების გავლენა — სათბობის წვის შედეგად გამოყოფილი აირები, ტყეების გაჩეხვის შედეგად ჟანგბადის გამოყოფის შემცირება, ფიტოპლანქტონის ცხოველმყოფელობის შემცირება მსოფლიო ოკეანის ზედაპირის სულ უფრო მზარდი დაბინძურების შედეგად და ა.შ. ამ მოვლენების გამო ატმოსფერული ჰაერში ნახშირმჟავა აირის შემცველობა იზრდება.

ჰაერის მუდმივი კომპონენტებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა *ჟანგბადს* აქვს. ბუნებაში მუდმივად მიმდინარეობს ჟანგბადის მოხმარებისა და აღდგენის პროცესები. მისი მოხმარება ხდება ადამიანისა და ცხოველთა სამყაროს სუნთქვის, წვისა და დაჟანგვის პროცესების დროს. ჟანგბადის ნორმალური შემცველობის აღდგენის მნიშვნელოვანი პროცესია ფოტოსინთეზი, რომლის საწყისი ნივთიერებებია ნახშირბადის დიოქსიდი და წყალი.

---

* დედამიწის გარსი, რომლის სტრუქტურა და ენერგეტიკა არსებითად ცოცხალი ორგანიზმების წარსული ან/და თანამედროვე მოქმედებით არის გაპირობებული. მოიცავს ატმოსფეროს ნაწილს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს ზედა ფენას, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ნივთიერებათა და ენერგიის მიგრაციის რთული გეოქიმიური ციკლებით (ქსე, ტ. 2, გვ. 393).

ფოტოსინთეზი ჟანგვა-აღდგენითი პროცესია, რომლის დროსაც წყალი იშლება ჟანგბადის გამოთავისუფლებით და წყალბადის გაცემით ნახშირბადის დიოქსიდის აღსადგენად. პლანეტის ჟანგბადის აღდგენაში ძირითად როლს ასრულებს ოკეანეების ფიტოპლანქტონი, აგრეთვე დედამიწის მცენარეული საფარი. მისი მარაგი $1,5 \cdot 10^{15}$ ტ-ს შეადგენს და მთლიანად ბიოგენური წარმოშობისაა.

ნახშირბადის დიოქსიდის წარმოქმნისათვის ჟანგბადის მოხმარების ტემპების ზრდის გამო იბადება კითხვა — ხომ არ ამოიწურება დედამიწის ზედაპირზე ჟანგბადის მარაგი და, ამის შედეგად, საფრთხე რომ არ შეექმნება სიცოცხლის არსებობას დედამიწაზე.

დადგენილია, რომ ჟანგბადის წლიური ანთროპოგენური მოხმარება შეადგენს ატმოსფეროში მისი მარაგის მხოლოდ 0,0019%-ს. ადამიანის მიერ ჟანგბადის მოხმარების დღევანდელი ტემპების შენარჩუნებისას საჭიროა 600 წელზე მეტი, რომ მისი მარაგი ატმოსფეროში 1%-ით შემცირდეს. დედამიწის წიაღში დაზვერილი სათბობის მარაგის სრულად დაწვის შემთხვევაშიც კი ჟანგბადის მოხმარება იქნება მისი მარაგის არაუმეტეს 2%. აქედან გამომდინარე, ნათელია, რომ ჟანგბადის ანთროპოგენური ხარჯვა რაიმე სერიოზულ გავლენას ვერ მოახდენს მის მარაგზე და, შესაბამისად, ადამიანის ცხოვრების პირობებსა და ჯანმრთელობაზე.

ატმოსფერული ჰაერი და მასში შემავალი ჟანგბადი დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის განმაპირობებელი ფაქტორია. იგი მონაწილეობს ორგანიზმის ნივთიერებათა ცვლაში, რომელსაც მიეწოდება სუნთქვის შედეგად. სუნთქვა რთული ბიოლოგიური პროცესია, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის მიერ გარემოდან ჟანგბადის მიღებას და ნახშირბადისა და წყლის (ორთქლის სახით) გამოყოფას. სუნთქვის პრო-ცესი სამი ფაზისაგან შედგება — გარეგანი სუნთქვა, ჰაერის აირების სისხლით ტრანსპორტირება, ქსოვილოვანი (შინაგანი) სუნთქვა.

ფილტვებში მოხვედრილი ჰაერის შემადგენლობაში არსებული ჟანგბადი სისხლით მიიტანება ქსოვილებამდე და უჯრედებამდე, სადაც გამოიყენება ბიოლოგიური დაჟანგვის პროცესებში. წარმოქმნილი ნახშირბადის დიოქსიდი ქსოვილებიდან და უჯრედებიდან სისხლის საშუალებით ტრანსპორტირდება ფილტვებში და ამოსუნთქულ ჰაერთან ერთად გამოიყოფა გარემოში.

ჩასუნთქული ატმოსფერული ჰაერი, სასუნთქ გზებში გავლის შედეგად, თავისუფლდება მტვრის მინარევებისაგან და თბება სხეულის ტემპერატურამდე. ალვეოლებში ხდება მისი შერევა იქ არსებულ ჰაერთან, რის შედეგადაც მასში აირების შემცველობა იცვლება, ხოლო ტენიანობა 100%-მდე იზრდება. ნორმალურად, ადამიანის ალვეოლურ ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობაა 5-6%, ჟანგბადის — 13,5-15%, ხოლო აზოტის — დაახლოებით 80%.

ამოსუნთქული ჰაერი ნარმოადგენს ალვეოლური და სასუნთქ გზებში არსებული ატმოსფერული ჰაერის ნარევს. იგი შეიცავს 15-18% ჟანგბადს და 2,5-5,5% ნახშირბადის დიოქსიდს.

ადამიანი დღე-ღამის განმავლობაში მოსვენებულ მდგომარეობაში მოიხმარს 340 ლ ჟანგბადს, ხოლო ზომიერი ფიზიკური დატვირთვის (სიარულის) დროს — 3660 ლ-ს.

ფილტვის ვენტილაციის* მოცულობა მნიშვნელოვნად იცვლება სხვადასხვა ფაქტორის გავლენით. მათგან წამყვანია ფიზიკური დატვირთვა (მუშაობის სიმძიმე) და ორგანიზმის გავარჯიშებულობა. მძიმე ფიზიკური მუშაობის დროს გაუვარჯიშებელ პირებში ფილტვის ვენტილაციის სიდიდეა 50-70ლ/წთ, ხოლო გავარჯიშებულ პირებში 100-150 ლ/წთ-მდე აღწევს. ასეთი განსხვავება განპირობებულია იმით, რომ პირველ ჯგუფში ფილტვის ვენტილაცია იზრდება სუნთქვის სიხშირის გაზრდის ხარჯზე, ხოლო გავარჯიშებულებში — სუნთქვის სიღრმის გაზრდის ხარჯზე (დანვრილებით იხ. შრომის ჰიგიენაში).

ატმოსფერულ ჰაერში *აზოტის* არსებობა (დაახლოებით 77-80%) განპირობებულია დედამიწისა და ბიოსფეროს ხანგრძლივი ევოლუციური პროცესების შედეგად. მასთან დაკავშირებულია დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობა, რამდენადაც იგი შედის ცილებისა და აზოტოვანი ნივთიერებების შედგენილობაში. დედამიწაზე არსებული სიცოცხლის ყველა ფორმა ადაპტირებულია მისი შემცველობის ამ სიდიდისადმი. მისი რაოდენობის ცვლილების შემთხვევაში ადამიანის ორგანიზმში შესაძლებელია ფილტვის ქსოვილის მორფოლოგიური ცვლილებების განვითარება. ამრიგად, ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის თითქოს „ინერტული" აზოტის შემცველობა ჰაერში აუცილებელი პირობაა ორგანიზმსა და საარსებო გარემოს შორის წონასწორობის შენარჩუნებისათვის.

ნახშირბადის დიოქსიდი (ნახშირმჟავა აირი, CO_2) ბუნებრივი ჟანგვითი პროცესების პროდუქტია (კონკრეტულ შემთხვევაში — ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ნორმალური მეტაბოლიტი). იგი წარმოადგენს ორგანული ნივთიერებების ნახშირბადის წყაროს. ნახშირბადის დიოქსიდი ატმოსფეროში გამოიყოფა ორგანული ნივთიერებების სუნთქვის, დუღილის, ლპობის და დაჟანგვის პროცესების დროს, სანავაის წვის დროს.

ატმოსფერო შეიცავს დაახლოებით $2{,}3 \cdot 10^{12}$ ტ ნახშირბადის დიოქსიდს. მისი მოხმარება ხდება მცენარეების მიერ ფოტოსინთეზის პროცესის დროს. ატმოსფეროსი ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობის მძლავრი რეგულატორია მსოფლიო ოკეანე. დაახლოებით $1 \cdot 10^{11}$ ტ CO_2 მუდმივად იმყოფება ატმოსფეროსა და ოკეანეს შორის ცვლის პროცესში.

კლინიკურ პრაქტიკაში CO_2 გამოიყენება, როგორც სუნთქვის ცენტრის სტიმულატორი (ჟანგბადთან ნარევი 5%-ის მოცულობით). ჰიგიენურ პრაქტიკაში მისი კონცენტრაციის მომატება ჩაკეტილ

---

* ფილტვის ვენტილაცია — სუნთქვის დროს ფილტვებში არსებული ჰაერის ნაწილის შეცვლა ატმოსფერული ჰაერით.

სივრცეში (საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობები, სამრეწველო სანარმოების სათავსები) წარმოადგენს ჰაერის სისუფთავის სანიტარიულ მაჩვენებელს. ეს გარემოება განპირობებულია იმით, რომ ადამიანის სუნთქვის დროს ჰაერში CO_2-თან ერთად გამოიყოფა აიროვანი ტოქსიკური მეტაბოლიტები, რომლებიც უარყოფით გავლენას ახდენს სათავსში მყოფი ადამიანის თვითგრძნობასა და ჯანმრ-თელობაზე.

ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობაში არსებული სხვა მუდმივი კომპონენტებიდან აღსანიშნავია ოზონი (O_3). ითვლებოდა, რომ ოზონი წარმოადგენს ატმოსფეროს ბუნებრივ შემადგენელს და ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში აღმოჩნდება სტრატოსფეროდან შემოსვლის შედეგად. იქ კი იგი მუდმივად წარმოიქმნება ჟანგბადის დისოციაციის გამო ულტრაიისფერი სხივების მოქმედების შედეგად. დიდი ჟანგვითი უნარის გამო, ჰაერში ოზონის არსებობა ითვლებოდა მისი სისუფთავის მაჩვენებლად. დღეისათვის დადგენილია, რომ ოზონი ფოტოქიმიური რეაქციების შუალედური პროდუქტია, ამიტომ თანამედროვე ქალაქების ჰაერში მისი აღმოჩენა ასეთი რეაქციების პროდუქტებით ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებელია.

ჩამოთვლილი აირების გარდა, ატმოსფერული ჰაერი ცვლადი კონცენტრაციებით შეიცავს შეწონილ ნივთიერებებს, რომლებიც წარმოდგენილია თხევადი და მყარი აეროზოლების სახით. ატმოსფერულ ჰაერში მათი არსებობა განპირობებულია ბუნებრივი წარმოშობით, ადამიანის საქმიანობით, აგრეთვე ატმოსფეროში მიმდინარე ურთიერთზემოქმედების რეაქციებით.

ასეთი ხასიათისდამაბინძურებლებიდან კოსმოსური მტვრის როლი უმნიშვნელოა (დაახლოებით 0,0001%). კოსმოსური მტვერი მყარი ნივთიერებების ნანილაკებია ვარსკვლავთშორის და პლანეტათშორის სივრცეში. იგი შეიცავს ლითონის მინარევებს და ნანილობრივ გრაფიტს. მისი მასა ვარსკვლავთშორისი ნივთიერებების მასის დაახლოებით 1%-ს უდრის.

ვულკანური მტვერი (ფერფლი) წარმოადგენს მაგმის ბუნებრივი დაქუცმაცების პროდუქტს. იგი ძირითადად შედგება 2 მმ-ზე მცირე ზომის მტვრისა და ქვიშის ნარევისაგან. დამახასიათებელია უცხო ქანების მინარევები. ნანილაკების ზომის, ამოფრქვევის ძალისა და ქარის შესაბამისად, იგი ილექება ამოფრქვევის ადგილიდან მნიშვნელოვნად დაცილებულ ადგილებში. ვულკანური მტვრით ჰაერის დაბინძურების ინტენსიურიურობა ამოფრქვევის ძალაზეა დამოკიდებული. მაგალითად, კრაკატაუს ვულკანის (ინდონეზია) ამოფრქვევის შემდეგ უწვრილესმა ვულკანურმა ნანილაკებმა დედამიწას გარს ორჯერ შემოუარა.

ატმოსფეროს დაბინძურების პროცესში უფრო მეტ როლს ასრულებს მიწისზედა მტვერი — ნიადაგის, მცენარეების, ტყის ხანძრების, ზღვის. მიწისზედა მტვრის შედგენილობა ძლიერ განსხვავებულია და მასზე გავლენას ახდენს წლის პერიოდი, მცენარეების არსებობა და მათი სახეობა, ქარების ინტენსიურობა. ცნობილია წითელი წვიმები აფრიკის უდაბნოს ქვიშის ამტვერებისა და დიდ მანძილზე

(ევროპამდე) გადატანის გამო. მცენარული მტვერის (ყვავილების ნაწილაკების, სოკოებისა და სხვა მცენარეების სპორების) წარმოქმნა დაკავშირებულია წლის პერიოდთან.

უფრო დიდ როლს ასრულებს სამრეწველო გამონაფრქვევები. სამრეწველო მტვერი ხასიათდება თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობის მრავალფეროვნებით, რაც მის ბიოლოგიურ მოქმედებას და ჰიგიენურ მნიშვნელობას განსაზღვრავს.

ატმოსფერული ჰაერის არამუდმივ შემადგენელ ნაწილს მიეკუთვნება სხვადასხვა აირი და ორთქლი, რომელიც, როგორც შეწონილი ნივთიერებები, წარმოიქმნება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ბუნებრივი პროცესების შედეგად. მათი წარმოქმნა განპირობებულია, აგრეთვე, ატმოსფეროში სხვადასხვა შენაერთის ურთიერთზემოქმედების რეაქციებით. მათი ხარისხობრივი შემადგენლობა და კონცენტრაციები მნიშვნელოვან ფარგლებში მერყეობს.

ატმოსფერული ჰაერის ზოგიერთი კომპონენტი ბუნებრივი წარმოშობის გზით უფრო მეტი რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე სამრეწველო საქმიანობის შედეგად (ცხრილი 4.1.).

ცხრილი 4.1.

თანაფარდობა ატმოსფერული ჰაერის შემადგენელი ბუნებრივი და სამრეწველო წარმოშობის კომპონენტებს შორის (ტ/წელ.)

№	კომპონენტი	ბუნებრივი წარმოშობის	სამრეწველო წარმოშობის
1.	ოზონი	$2 \cdot 10^9$	უმნიშვნელო
2.	ნახშირბადის დიოქსიდი	$7 \cdot 10^{10}$	$1{,}5 \cdot 10^{10}$
3.	ნახშირბადის მონოოქსიდი	—	$2 \cdot 10^8$
4.	ოგირდის დიოქსიდი	$1{,}42 \cdot 10^8$	$7{,}3 \cdot 10^7$
5.	აზოტის შენაერთები	$1{,}4 \cdot 10^9$	$1{,}5 \cdot 10^7$
6.	შეწონილი ნივთიერებები	$770\text{-}2200 \cdot 10^6$	$960\text{-}2615 \cdot 10^6$

მაღალი დონის სამეურნეო საქმიანობის ტერიტორიებზე (ურბანული ტერიტორიები, მეგაპოლისები, მსხვილი სამრეწველო ცენტრები) ატმოსფეროს დედამინისზედა ფენაში მუდმივად გვხვდება ტექნოგენური (სამრეწველო) წარმოშობის ქიმიური ნივთიერებები. მართალია, ატმოსფერული ჰაერის საერთო მასასთან შედარებით მათი რაოდენობა უმნიშვნელოა, მაგრამ მათ ახასიათებთ დიდი ბიოლოგიური აქტიურობა; ამასთან ერთად, მათი კონცენტრირება ლოკალურ ტერიტორიებზე ხდება, მოსახლეობის დიდი სიჭიდროვით, რაც მნიშვნელოვან ჰიგიენურ პრობლემას ქმნის. სწორედ ტექნოგენური წყაროებიდან გამოყოფილი ნივთიერებები განაპირობებს, ძირითადად, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებას.

ქალაქების ატმოსფერულ ჰაერში შეწონილი ნივთიერებების არსებობა იწვევს კლიმატის ელემენტების ცვლილებებს, რაც ირიბ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.

ატმოსფეროს აიროვანი დამაბინძურებლების რეაქციების უმეტესობა თერმულ ან ფოტოქიმიურ დაჟანგვასთანაა დაკავშირებული.

ატმოსფეროს დაბინძურების პრობლემა მჭიდროდაა დაკავშირებული ფოტოქიმიურ გარდაქმნებთან. ატმოსფეროს დამაბინძურებლების ფოტოქიმიური გარდაქმნების ძირითადი ნაწილი ბიომელეკულურ ტიპს მიეკუთვნება. ატმოსფეროს ზედა ფენებში, დედამიწის ზედაპირიდან 30 კმ-ზე ზემოთ, ფოტოქიმიური რეაქციები მიმდინარეობს 290 ნმ-ზე მოკლე ტალღის მქონე მზის გამოსხივების მოქმედებით. ამ დროს ხდება ბიოსფეროში მოხვედრილი ყველა ორგანული და არაორგანული ნივთიერების დაშლა. რთული მოლეკულების დაშლის შედეგად ნარმოქმნილი ნახშირბადის დიოქსიდი, წყალი, ჟანგბადი, აზოტი და სხვ. ბრუნდება ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში.

ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში, სადაც ულტრაიისფერი გამოსხივების სპექტრი 290 ნმ-დან იწყება, პირველადი ფოტოქიმიური რეაქციები ვითარდება იმ ნივთიერებებთან, რომელთა შთანთქმის სპექტრული ზოლი აღნიშნულ სიდიდეს შეესაბამება. ფოტოქიმიური ნისლის ნარმოქმნის დროს მნიშვნელოვანი პირველადი რეაქციაა მზის რადიაციის ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით (400 ნმ ტალღის სიგრძით) აზოტის დიოქსიდის დაშლა აზოტის ოქსიდისა და ატომური ჟანგბადის წარმოქმნით:

$$NO_2 \rightarrow NO + O.$$

ეს პირველადი რეაქცია განმეორებითი მეორადი რეაქციების, თავისუფალი რადიკალებისა და ოზონის წარმოქმნის, პოლიმერიზაციის საწყისი რგოლია. შემდგომ, ნახშირწყალბადების დაჟანგვის დროს, წარმოიქმნება კარბონილის ჯგუფის შემცველი ნივთიერებები (ალდეჰიდები, კეტონები). ფოტოქიმიური დაშლის საბოლოო პროდუქტებია ნახშირბადის მონოოქსიდი და დიოქსიდი, აგრეთვე ორგანული აეროზოლები. ნახშირწყალბადებისა და აზოტის ოქსიდების ერთდროული დაჟანგვის შედეგად საბოლოოდ წარმოიქმნება პეროქსიაცილნიტრატები (პან) და პეროქსიბენზოილნიტრატები (პბნ), რომელიც ძლიერი ტოქსიკური მოქმედებით ხასიათდება. პან-ისათვის დამახასიათებელია ძლიერი ცრემლდენი მოქმედება, მცენარეულობის დაზიანება და რეზინის დაშლა, რაც მათი მცირე კონცენტრაციების (0,2-2,5 მგ/მ^3) დროსაც კი ვლინდება.

თანამედროვე ქალაქების ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში ფოტოქიმიური გარდაქმნების უმთავრესი მიზეზია ორგანული ნივთიერებებით (ძირითადად, ნავთობპროდუქტებით) და აზოტის ოქსიდებით ჰაერის დაბინძურების მაღალი დონე, მოლეკულურ ჟანგბადთან მათი შეკავშირების შედეგად. დამჟანგველების (ოქსიდანტების) ჯამური რაოდენობა, რომელიც წარმოიქმნება ატმოსფერულ ჰაერში ფოტოქიმიური გარდაქმნების შედეგად, ჰიგიენურ მაჩვენებლად გამოიყენება (ნახშირწყალბადებით ჰაერის დაბინძურების ხარისხის დახასიათებისთვის).

დღე-ღამის განმავლობაში ადამიანის ფილტვებში 10 000 ლ ჰაერი გაივლის, რომელიც შეიძლება შეიცავდეს სხვადასხვა ბუნებისა და

წარმოშობის შეწონილ ნივთიერებებს, ორგანულ და არაორგანულ აიროვან მინარევებს, მიკროორგანიზმებს. მათი მოქმედებით შესაძლებელია ორგანიზმში მთელი რიგი დარღვევების განვითარება, დაავადებების ჩათვლით. ჰაერში არსებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების მიმართ ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარს მნიშვნელოვნად განაპირობებს იმუნური სისტემის მდგომარეობა.

ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ნივთიერებები ორგანიზმში ძირითადად ინჰალაციური გზით ხვდება. ფილტვებში, კერძოდ, ალვეოლებში, ისინი მჭიდრო კონტაქტში შედის ალვეოლურ ჰაერთან და სისხლთან, რის შედეგადაც ეს ნივთიერებები არტერიულ სისხლში გადადის. ამ პროცესის ინტენსიურობა მთელ რიგ ფაქტორებზეა დამოკიდებული — ნივთიერების ხსნადობა, ჰაერის ნაკადის სიჩქარე და ტურბულენტობა, ჰაერი-ქსოვილის საზღვრისა და თვით ქსოვილის დიფუზური გამტარობა, ქსოვილის მოცულობა, რომელსაც ნივთიერების შთანთქმის უნარი აქვს, სითხის ცვლის სიჩქარე ქსოვილებს შორის და ა.შ.

ნივთიერების ტოქსიკური თვისებების გამოვლენისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მისთვის დამახასიათებელ ზეთი/წყლის სივრცეში განაწილების კოეფიციენტს. ცნობილია, რომ დიდი კოეფიციენტის მქონე ნივთიერებების ჰაერში მომატებული კონცენტრაციებით არსებობისას საკმაოდ სწრაფად ხდება სისხლის, ქსოვილის და უჯრედების გაჯერება. მათ მიეკუთვნება ბენზინი, ფრეონი, ბენზოლი და სხვ. ამის გამო სწრაფად ვითარდება ორგანიზმის ინტოქსიკაცია მძიმე ფორმებით. მცირე განაწილების კოეფიციენტის მქონე ნივთიერებებით ორგანიზმის/სისხლის გაჯერება შედარებით ნელი ტემპით ხდება, რის გამოც ინტოქსიკაციის განვითარება შენელებულია. ამ ჯგუფში შედის ეთილის სპირტი, აცეტონი, ეთილენგლიკოლი და სხვ. ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ნივთიერების ტოქსიკური საშიშროების შეფასებისას მხედველობაშია მისაღები კანის გზით მათი შეწოვის შესაძლებლობა.

დიდი მნიშვნელობა აქვს შესუნთქულ ატმოსფერულ ჰაერთან ერთად ორგანიზმში მოხვედრილი ნივთიერების შემდგომ გარდაქმნას. ზოგიერთ მათგანს ამა თუ იმ შინაგან ორგანოში ან ქსოვილში დაგროვების (დეპონირების) უნარი აქვს (ვერცხლისწყალი, ტყვია, სტრონციუმი და სხვ.). შესაძლებელია, აგრეთვე, ფერმენტების მოქმედებით მათი გარდაქმნა (ბიოტრანსფორმაცია). ამის შედეგად, უმეტეს შემთხვევაში, წარმოიქმ-ნება ნაკლებად ტოქსიკური ნივთიერებები, რომლებიც ორგანიზმიდან ადვილად გამოიყოფა. ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელია უფრო ტოქსიკური შენაერთების წარმოქმნაც.

ამრიგად, ატმოსფერულ ჰაერთან ერთად ორგანიზმში მოხვედრილ ქიმიურ ნივთიერებებს დიდი სამედიცინო, კერძოდ ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს.

4.2. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის საკანონმდებლო რეგულირება

ატმოსფერული ჰაერის დაცვა რეგულირდება საქართველოს კანონმდებლობით, რომელიც მოიცავს საქართველოს კონსტიტუციას, საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულებებსა და შეთანხმებებს, „გარემოს დაცვის შესახებ", „ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ", „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ" საქართველოს კანონებს, სხვა საკანონმდებლო და კანონქვემდებარე აქტებს.

საქართველოს კანონის „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ"* რეგულირების სფეროა საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის დაცვა მავნე ანთროპოგენური ზემოქმედებისაგან.

ამ კანონის ძირითადი *მიზნებია*:

- ხელი შეუწყოს გარემოს დაცვის სფეროში საქართველოს კონსტიტუციით დადგენილი ადამიანის ძირითადი უფლებების — ცხოვრობდეს ჯანმრთელობისათვის უვნებელ გარემოში და სარგებლობდეს ბუნებრივი და კულტურული გარემოთი — უზრუნველყოფას;
- უზრუნველყოს გარემოს ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტის — ატმოსფერული ჰაერის დაცვა საზოგადოების ეკოლოგიური და ეკონომიკური ინტერესების შესაბამისად და ახლანდელი და მომავალი თაობების ინტერესების გათვალისწინებით;
- სამართლებრივად უზრუნველყოს ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სფეროში საერთო გლობალური და რეგიონული პრობლემების გადაჭრა.

ამ კანონის ძირითადი *ამოცანებია*:

- უზრუნველყოს ატმოსფერული ჰაერის ადამიანის ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოსათვის უსაფრთხო მდგომარეობის მიღწევა, შენარჩუნება და გაუმჯობესება;
  სამართლებრივად უზრუნველყოს ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების გაფრქვევათა რეგულირება;
- ხელი შეუწყოს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის საზოგადოებისათვის ხელმისაწვდომობის პრინციპის უზრუნველყოფას;
  ხელი შეუწყოს ევროკავშირის კანონმდებლობით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის სფეროში დადგენილი სამართლებრივი ნორმების საქართველოს ტერიტორიაზე ეტაპობრივ ამოქმედებას.

ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სფეროში მოქმედებს კანონქვემდებარე აქტები, რომლებიც არეგულირებს პრაქტიკულ საქმიანობას ამ სფეროში. მათ მიეკუთვნება სანიტარიული წესები და ნორმები, ჰიგიენური ნორმატივები, მეთოდური მითითებები და ა.შ. (იხ. დანართი 1)

---

* დამტკიცებულია საქართველოს პრეზიდენტის №2116-IIს ბრძანებულებით, 22.06.1999.

4.3. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემა

მეცნიერთა აზრით, თავდაპირველად დედამიწის ატმოსფეროს შემადგენლობა ვულკანური ამონაფრქვევების იდენტური იყო, რომელიც ძირითადად წყლის ორთქლს, ნახშირბადის დიოქსიდს და აზოტს შეიცავდა. დროთა განმავლობაში წვიმის მიერ ატმოსფეროდან გამოლექილი CO_2 დაილექა მსოფლიო ოკეანის ფსკერზე კარბონატების სახით. ევოლუციის პროცესში მცენარეებმა (მ.შ. წყალმცენარეებმა) ფოტოსინთეზის უნარი შეიძინეს, რომლის საფუძველია მზის ენერგიის საშუალებით ნახშირმჟავა აირიდან ნახშირბადის ასიმილაცია. ორგანული ნივთიერებების დამოუკიდებელი სინთეზისათვის მზის ენერგიისა და ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყენების შედეგად მოხდა ჟანგბადის ატმოსფეროში გამოყოფა და თანდათანობით დაგროვება. აქედან იწყება დედამინის ცხოვრების ახალი ერა — *აერობული* სიცოცხლის ერა. თანდათან ჩამოყალიბდა მყარი წონასწორობა მცენარეების მიერ ნახშირბადის დიოქსიდის მოხმარებასა და მათ მიერ ჟანგბადის გამოყოფას, ატმოსფეროში მათ შემცველობას შორის. ეს წონასწორობა ბუნებაში დიდხანს არსებობდა, სანამ ადამიანმა არ დაიწყო საწვავის სულ უფრო მზარდი გამოყენება (ქვანახშირის, შემდგომ კი ნავთობის, ბუნებრივი აირის და ფიქალის), რომელიც, ფაქტიურად, წარმოადგენს მცენარეების ნახშირბადის ნამარხს. მათი გამოყენების სიჩქარე მნიშვნელოვნად აღემატებოდა დაგროვებას. ამასთან ერთად, მათი გამოყენება (წვა) ხდებოდა შეზღუდულ ტერიტორიაზე (დასახლებაში), მოსახლეობისა და საწვავის დიდი კონცენტრაციით. ეს იწვევდა ჩამოყალიბებული ეკოლოგიური წონასწორობის ლოკალურ დარღვევას და არახელსაყრელად მოქმედებდა მოსახლეობის ცხოვრების პირობებზე. დაბინძურებული ატმოსფეროს მქონე ქალაქის ტიპური მაგალითი მრავალი ასეული წლის მანძილზე იყო ლონდონი. 1273 წ გამოიცა სამეფო ბრძანება, რომელიც კრძალავდა ღუმელებში ნახშირის წვას. დაახლოებით 300 წლის შემდეგ დედოფალ ელისაბედ I-ის მიერ აიკრძალა ლონდონში საწვავად ნახშირის გამოყენება პარლამენტის სხდომების დროს. ამ პერიოდს მიეკუთვნება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემის ფორმირება.

XIX-XX სს მიჯნაზე ევროპასა და აშშ-ში ინდუსტრიალიზაციის ფართოდ განვითარება დაკავშირებული იყო მრეწველობის სხვადასხვა დარგის ფართოდ განვითარებასთან, რომელთა გამონაფრქვევები არსებით გავლენას ახდენდა ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე არა მხოლოდ ლოკალურ ტერიტორიაზე (ინდუსტრიულ ზონაში), არამედ გლობალურ დონეზეც.

ამრიგად, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემა ინდუსტრიაციზაციის ეპოქაში მჭიდროდაა დაკავშირებული სამრეწველო წარმოების განვითარებასთან და მასთან დაკავშირებულ მოსახლეობის კონცენტრაციასთან.

პრობლემის აქტუალობის გამო, ევროპის მთელ რიგ ქვეყნებში (ინგლისი, ბელგია და სხვ.) დაიწყო ატმოსფერული ჰაერის სანიტარული დაცვის საკითხების რეგულირება საკანონმდებლო დონეზე.

მრეწველობის განვითარების ინტენსიფიკაციის კვალობაზე ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენისა და მისი სანიტარიული დაცვის პრობლემა სულ უფრო მწვავე ხდებოდა. ამ მიმართულებით მსოფლიოს მასშტაბით მთელი რიგი ღონისძიებები გატარდა, მაგრამ პრობლემის გადაჭრამდე ჯერ კიდევ ბევრი სამუშაოა შესასრულებელი.

ადამიანის საქმიანობის შედეგად ატმოსფერული ჰაერის სულ უფრო მზარდი დაბინძურება აღინიშნება ტერმინით „ატმოსფერულ ჰაერზე მავნე ანთროპოგენური ზემოქმედება". იგი არის ადამიანის საქმიანობით გამოწვეული ატმოსფერულ ჰაერზე ნებისმიერი ზემოქმედება, რომელიც ახდენს ან რომელმაც შეიძლება მოახდინოს უარყოფითი ზეგავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბუნებრივ გარემოზე. მისი სახეებია:

- ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურება;
- ატმოსფერულ ჰაერზე რადიაციული ზემოქმედება;
- ატმოსფერული ჰაერის მიკროორგანიზმებითა და მიკრობული წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით დაბინძურება;
- ატმოსფერულ ჰაერზე ხმაურის, ვიბრაციის, ელექტრომაგნიტური ველებისა და სხვა სახის ფიზიკური ზემოქმედება*.

ანთროპოგენური/ტექნოგენური დამაბინძურებელი ნივთიერებების მასა არ აღემატება პლანეტის ატმოსფერული ჰაერის მთელი მასის (დაახლოებით 5 000 ტრლნ ტ) 0,0001%-ს. თუმცა შედარებით „მცირე" ეს დამაბინძურებლები მეტად აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს, თუ გავითვალისწინებთ, რომ მთელი ამ გამონაფრქვევების მასის შემადგენლობაში არსებული გოგირდის დიოქსიდის, აზოტის ოქსიდებისა და ნახშირწყალბადების 94-97% მოდის პლანეტის ჩრდილოეთ ნახევარსფეროზე, სადაც დედამიწის მოსახლეობის უმეტესი ნაწილი ცხოვრობს, ხოლო მსხვილი ქალაქის 1 კმ^2 ფართობზე, წლის განმავლობაში, ილექება 50 ტ გოგირდის დიოქსიდი.

4.3.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება, თავისი სპეციფიკის გამო, გლობალურ ხასიათს ატარებს, რაც ამ საკითხთან დაკავშირებული მთელი რიგი პრობლემების გამოყოფის შესაძლებლობას იძლევა.

• *დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის ტრანსსასაზღვრო (ტრანსკონტინენტური) გავრცელების პრობლემა*, როდესაც დაბინძუ-

* საქართველოს კანონი „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ", მუხლი 11.

რების წყარო საკმაოდ დაცილებულია (სხვა სახელმწიფოს ტერიტორიით).

ბუნებრივი წარმოშობის (ვულკანური მტვერი, სტეპების მტვრიანი ქარიშხალი და სხვ.) დამაბინძურებლების გავრცელება ატმოსფერული ნაკადების მოძრაობასთან ერთად კაცობრიობისათვის დიდი ხანია ცნობილია. თუმცა ტრანსსასაზღვრო გავრცელების პრობლემამ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ატმოსფერული ჰაერის ანთროპოგენური (ტექნოგენური) დაბინძურების მკვეთრად გაზრდის გამო შეიძინა. გაეროს ევროპის ეკონომიკური კომისიის ფარგლებში 1979 წელს მიიღეს კონვენცია „ევროპაში დამაბინძურებელი ნივთიერებების გადატანის დაკვირვებისა და შეფასების ერთობლივი პროგრამა“. კონვენცია ითვალისწინებს მასში მონაწილე 49 ევროპული ქვეყნის ტერიტორიაზე ჰაერში დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციების, მოცულობისა და გამოლექვის ინტენსიურობის დაკვირვებასა და შეფასებას.

ატმოსფერული ჰაერის ანთროპოგენური დაბინძურების ძირითადი კომპონენტებია ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, პოლიქლორირებული ბიფენილები, დიოქსინები, ფურანები, გოგირდისა და აზოტის ოქსიდები და სხვ.

საქართველოს კანონში „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“ განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ატმოსფერული ჰაერის ტრანსსასაზღვრო დაბინძურებისაგან დაცვას (მუხლი 55).

•*მჟავე წვიმების განვითარების პრობლემა.* მისი წარმოქმნა დაკავშირებულია ატმოსფერული ჰაერის ტექნოგენური დამაბინძურებლების ტრანსკონტინენტურ გავრცელებასთან. ცნობილია, რომ 5% გოგირდის შემცველი 10 ტ ქვანახშირის დაწვისას დაახლოებით 1 ტ გოგირდის დიოქსიდი წარმოიქმნება. გარდა ამისა, ქვანახშირისა და მაზუთის წვისას ატმოსფეროში გამოიყოფა აზოტის ოქსიდებიც. გოგირდის დიოქსიდი და აზოტის ოქსიდები ატმოსფეროში სწრაფად შედის ქიმიურ რეაქციაში. გოგირდის დიოქსიდი იჟანგება გოგირდის ტრიოქსიდამდე, იხსნება ატმოსფერული ტენის წვეთებში და წარმოქმნის გოგირდმჟავას. აზოტის ოქსიდი აზოტის დიოქსიდამდე იჟანგება; ატმოსფერულ ტენთან ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება აზოტმჟავა. აღნიშნული მჟავები და მათი მარილები განაპირობებს მჟავე წვიმების წარმოქმნას. ასეთი წვიმის წყლის აქტიური რეაქცია (pH) 2,6-3,6-მდე მცირდება. მჟავე წვიმების შედეგად დაზიანდა ევროპის წყლისდაცვითი ფუნქციის მქონე ტყეების საერთო ფართობის 1/3-ზე მეტი. მჟავე წვიმები მნიშვნელოვნად ამცირებს მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსავლიანობას. ეს გარემოება ადამიანის ცხოვრების პირობებზე მათი არაპირდაპირი გავლენის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს.

მჟავე წვიმები აგრესიულია კირქვისა და ბეტონის მიმართ; აქედან გამომდინარე, მათი მოქმედებით ზიანდება სამშენებლო ნაგებობები, არქიტექტურისა და ისტორიის ძეგლები. ატმოსფერული ჰაერის ასეთი

დაბინძურების მიმართ მეტად მგრძნობიარეა მარმარილოს ნაკეთობები: მჟავე წვიმების მოქმედების შედეგად მარმარილოს შემადგენელი ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტი — კალციტი, გარდაიქმნება თაბაშირად, რომელიც ნალექის მოქმედების მიმართ გაცილებით ნაკლებად გამძლეა.

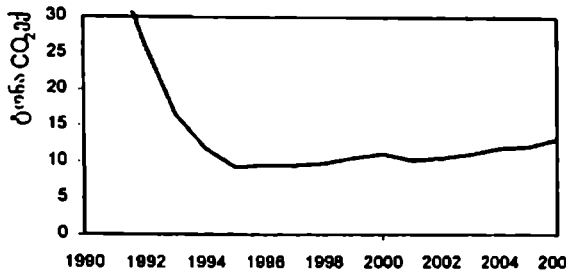
ადამიანის ჯანმრთელობაზე მჟავე წვიმების მოქმედება შეიძლება გამოვლინდეს ასეთი ნალექებით სასმელი წყალმომარაგების მიზნით გამოყენებული წყლის ობიექტების დაბინძურების შემთხვევაში. მჟავე წვიმების მოქმედების შედეგად ნიადაგში, წყალსა და ფსკერის ნალექში არსებული მძიმე მეტალების მოძრაობის ზრდის გამო ხდება მცენარეებისა და თევზის გზით მათი მოხვედრა კვებით ჯაჭვში. ეს გარემოება წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე მჟავე წვიმების პირდაპირ გავლენას.

•*სათბურის ეფექტის პრობლემა.* მისი განვითარების საფუძველია ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება სათბურის აირებით. მათ მიეკუთვნება ნახშირბადის დიოქსიდი, აზოტის ოქსიდები, ქლორფთორნახშირწყალბადები, პერფთორნახშირწყალბადები, აგრეთვე გოგირდის ჰექსაფთორიდი — ალუმინის გამოდნობის თანმხლები პროდუქტი და ერთ-ერთი ძლიერი ტოქსიკური შენაერთი.

ქლორფთორნახშირწყალბადები დიდი ხნის განმავლობაში გამოიყენება მაცივრებში, კონდიციონერებში და სხვა ანალოგიურ დანადგარებში, როგორც სიცივის აგენტი. ეს შენაერთები ქიმიურად ინერტულია, არ ახასიათებს აფეთქების საშიშროება, არ იწვის. მათი მოხვედრა ატმოსფეროში შესაძლებელია მათი საწარმოო გამოყენების დროს, დანადგარების ჰერმეტულობის დარღვევის დროს და ა.შ.

სათბურის ეფექტის განვითარებას განაპირობებს სათბურის აირების მიერ მზის ინფრაწითელი სპექტრის ინტენსიური შთანთქმა. ამის გამო მათი ატმოსფეროში დაგროვების შემთხვევაში ეს ნივთიერებები აკავებს ინფრაწითელ (სითბურ) გამოსხივებას, თუმცა თავისუფლად ატარებს მზის გამოსხივების სპექტრის სხვა სხივებს. ამ პროცესის შედეგად მიწისზედა ფენის ჰაერის ტემპერატურა იზრდება.

სათბურის აირების წლიური გამოფრქვევა (ემისია) საქართველოში 1992-1996 წლებში შემცირების ტენდენციითი ხასიათდებოდა (სურ. 4.2.). 1990 წელს საქართველოში სათბურის აირების ემისიები შეადგენდა დახლოებით 48 მლნ ტონა ნახშირბადის დიოქსიდის ეკვივალენტს (CO_2-ეკ), მსოფლიო ემისიების (30,2 მლრდ ტონა CO_2-ეკ) 0,16%-ს, 2006 წელს კი დაახლოებით 13 მილიონ ტონა CO_2-ეკ-ს, მსოფლიო ემისიების (38.6 მილიარდი ტონა CO_2-ეკ) 0,03%-ს. 1990 წელს ერთ სულ მოსახლის წილად მოსული ემისიებით (8.85 ტონა CO_2-ეკ) საქართველო იყო 57-ე ადგილზე (მსოფლიოს საშუალო მაჩვენებელი იყო 5,78 ტონა CO_2-ეკ), 2006 წელს კი (2,81 ტონა CO_2-ეკ) – 115-ე ადგილზე (მსოფლიოს საშუალო მაჩვენებელი იყო 5,,84 ტონა CO_2-ექ). 1996 წლიდან, ეკონომიკის სექტორის გააქტიურების პარალელურად, სათბურის აირების ემისია იზრდება საშუალოდ წელიწადში 6-7%-ით.



სურ. 4.2. საქართველოში სათბურის აირების ემისიები 1990-2006 წლებში

სათბურის ეფექტი ვლინდება კლიმატის ცვლილებით და ტროპიკული ნოტიო ტყეების განადგურებით.

✓კლიმატის ცვლილება განპირობებულია იმით, რომ სათბურის აირების ატმოსფეროში არსებობის შემთხვევაში დედამიწაზე მოღწეული მზის ენერგია მათ მიერ შთაინთქმება და მხოლოდ ნაწილი აირეკლება გარემოში. ამასთან ერთად, დედამიწიდან გამოსხივებული გრძელტალღოვანი ინფრანითელი გამოსხივება შთაინთქმება ნახშირბადის დიოქსიდითა და სხვა სათბურის აირებით, რის გამოც ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურა იზრდება. ამ ეფექტის ინტენსიურობა დამოკიდებულია ამ აირებით ატმოსფეროს დაბინძურების სიდიდეზე. უკანასკნელ პერიოდში ნახშირბადის დიოქსიდისა და სხვა აირების გლობალური გამოყოფა მნიშვნელოვნად გაიზარდა. კერძოდ, უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე ატმოსფერულ ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაცია 1/3-ით გაიზარდა, აზოტის ოქსიდების — 8%-ით, მეთანის — 2-ჯერ. ოკეანის ფიტოპლანქტონს და დედამიწის ზედაპირის მცენარეებს შეუძლიათ სამრეწველო ნარმოშობის ნახშირბადის დიოქსიდის მხოლოდ 44%-ის შთანთქმა, მისი დანარჩენი ნაწილი ატმოსფეროს ჰაერს ერევა. სათბურის ეფექტის მქონე სხვა აირები (მეთანი, ქლორფთორნახშირწყალბადები) ინფრაწითელ გამოსხივებას ნახშირბადის დიოქსიდთან შედარებით 50-100-ჯერ ინტენსიურად შთანთქავს. ამის გამო, მართალია, მათი ჯამური გამოყოფა ატმოსფერულ ჰაერში გაცილებით ნაკლებია ნახშირბადის დიოქსიდთან შედარებით, მაგრამ მათი მოქმედება დედამიწის ტემპერატურულ რეჟიმზე დაახლოებით იდენტურია.

ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობის ზრდასთან ერთად ატმოსფეროს ჰაერში მტვრის კონცენტრაციაც იზრდება. იგი მზის რადიაციისათვის გარკვეული ეკრანის როლს ასრულებს, რის გამოც იცვლება დედამიწის ალბედო*, ე.ი. ხდება მზის რადიაციის უკან, კოსმოსისკენ დაბრუნება. ამრიგად, ატმოსფეროს დამაბინძურებელი სხვადასხვა

* ალბედო (ლათ. albedo<albus - თეთრი)— რაიმე სხეულის ზედაპირიდან არეკლილი სხივური ნაკადის ფარდობა მასზე დაცემულ სხივურ ნაკადთან.

კომპონენტი განსხვავებულ გავლენას ახდენს დედამიწის ზედაპირზე მზის რადიაციის მოღწევის ინტენსიურობაზე.

საქართველოში კლიმატის ცვლილების პირველი ნიშნები XX ს 60-იანი წლებიდან შეიმჩნევა და მკვეთრად გამძაფრდა საუკუნის ბოლოსთვის. უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მატებამ დასავლეთ საქართველოს ცალკეულ რაიონებში 0,7°C-ს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ცალკეულ რაიონებში 0,6°C-ს მიაღწია.

დღეისათვის არსებული პროგნოზით, სათბობის მოხმარების არსებული ტემპის შენარჩუნების პირობებში, მოსალოდნელია ატმოსფეროში სათბურის აირების კონცენტრაციების ზრდა, რაც მაქსიმუმს XXII ს მეორე ნახევარში მიაღწევს.

სათბურის ეფექტის შეფასებისათვის ძირითადი ერთეულია ნახშირბადის დიოქსიდის ტონა-ეკვივალენტი. სხვა აირების შემცველობის გადაანგარიშება ხდება შესაბამისი კოეფიციენტების საშუალებით.

სათბურის ეფექტთან დაკავშირებულია პლანეტის საშუალო წლიური ტემპერატურის მომატება და კლიმატის დათბობა, რომლის შედეგები შეიძლება სხვადასხვაგვარად გამოვლინდეს და ბოლომდე ცხადი არ არის. ამჟამად დედამიწის ატმოსფეროში სათბურის აირების საშუალო შემცველობა პირობით ერთეულში 336 ppm*-ს შეადგენს. არსებობს მოსაზრება, მისი 400-500 ppm-მდე გაზრდისას პლანეტის ზედაპირის ტემპერატურა 1-1,5°C-ით გაიზრდება, ხოლო 600-700 ppm-ის დროს — 4-5°C-ით. ამ პროგნოზის გამართლების შემთხვევაში მოსალოდნელია ბიოსფეროში კოლოსალური ცვლილებების განვითარება: პოლარული ყინულების დნობა, ზღვის სანაპირო ტერიტორიების დატბორვა, წყლის ბალანსის შეცვლა, რაც, საბოლოოდ, არასასურველად აისახება მოსახლეობის ცხოვრების პირობებზე.

საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მიერ კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციისათვის 1997-1999 წლებში მომზადებული საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების თანახმად, კლიმატის ცვლილების (გლობალური დათბობის) შედეგად ყველაზე მეტად საქართველოს სამი რეგიონი დაზარალდება: დედოფლისწყარო, ლენტეხი და შავი ზღვის სანაპირო. კლიმატის ცვლილების რეგიონული მოდელის გამოყენებით ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ 2050 წლისათვის შავი ზღვის სანაპირო ზონაში, ფოთის მიდამოებში, მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის მომატება 1,20 გრადუსით, ნალექთა 8-10%-იანი კლების ფონზე. ამ ცვლილებებმა კი, შესაძლოა, გავლენა იქონიოს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე.

---

* ppm (One part per million, 10^{-6}) — მილიონის ერთი მემილიონედი ნაწილი (1%=10,000 ppm).

✓ტროპიკული ნოტიო ტყეების განადგურება. ეს მოვლენა აფრიკაში, სამხრეთ ამერიკასა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში დაკავშირებულია მოსახლეობის სწრაფ ზრდასთან და ტყით ბარბაროსული სარგებლობასთან. ეს გარემოება, აგრეთვე წყლის ზედაპირის ნავთობპროდუქტებით დაბინძურების გამო მსოფლიო ოკეანის ფიტოპლანქტონის პროდუქტიულობის შემცირება მნიშვნელოვნად ამცირებს ატმოსფეროდან ნახშირბადის დიოქსიდის გაწოვის ბუნებრივი გზის ეფექტურობას.

სათბურის ეფექტის პრობლემის გლობალური მნიშვნელობის გამო, 1992 წელს გაეროს საერთაშორისო კონფერენციაზე რიო-დე-ჟანეიროში მიიღეს ჩარჩო კონვენცია კლიმატის ცვლილების შესახებ, რომელიც ძალაში 1994 წელს შევიდა. მას დღეისათვის მიერთებულია 200 სახელმწიფო. კონვენცია ითვალისწინებს სათბურის აირების ანთროპოგენური გამოფრქვევის ზრდის შეჩერებას, მათი წილის შემცირებას და მიწისზედა ეკოსისტემების მიერ მათი შთანთქმის ინტენსიურობის გაზრდის სპეციალური ღონისძებების გატარებას.

1997 წელს, ჩარჩო კონვენციის შემდგომი გაფართოების თვალსაზრისით, 150 ქვეყნის წარმომადგენლის მიერ მიღებული იყო ე.წ. კიოტოს ოქმი, რომელმაც დააფიქსირა ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნებისა და გარდამავალი ეკონომიკის ქვეყნების კონკრეტული ვალდებულებები — შემცირდეს სათბურის აირების გამოფრქვევა. ოქმი აღიარებს, რომ ამ ვალდებულებების შესრულება ხელს შეუწყობს პლანეტის მასშტაბით კლიმატური პარამეტრების სტაბილიზაციას.

1998 წელს მიღებული ორჰუსის კონვენცია ითვალისწინებს გარემოსდაცვით სფეროში ინფორმაციისა და გადაწყვეტილებების მიღებაში მონაწილეობისა და მართლმსაჯულების მისანვდომობის საკითხებს. ეს კონვენცია საქართველოში ძალაში შევიდა 2001 წლის 30 ოქტომბერს.

• *სტრატოსფეროს ოზონის ეკრანზე ქლორფთორნახშირწყალბადების ზემოქმედების პრობლემა.* იგი დაკავშირებულია ატმოსფერული ჰაერის ტექნოგენურ დაბინძურებასთან. ამ ზემოქმედების შედეგია. ე.წ. „ოზონის ხვრელის“ წარმოქმნა.

დედამიწის ატმოსფეროს არსებობის მრავალი საუკუნის განმავლობაში ჩამოყალიბდა სტრატოსფეროში ჟანგბადისა და ოზონის დინამიკური წონასწორობა, ხოლო დედამიწაზე ამჟამად არსებული სიცოცხლის ფორმები ადაპტირებულია ულტრაიისფერი გამოსხივების იმ სპექტრისადმი, რომელიც, ოზონის შრის გავლის შემდეგ, დედამიწის ზედაპირზე აღაწევს.

„ოზონის ხვრელის“ ზონა სამხრეთ ნახევარსფეროში პერიოდულად 10 მლნ კმ^2-მდე აღწევს, რაც ევროპის ფართობს შეესაბამება. ნაკლები მასშტაბის მსგავსი მოვლენები აღინიშნება ჩრდილოეთ ამერიკისა და სკანდინავიის ნახევარკუნძულის ზემოთ.

„ოზონის ხვრელის“ წარმოქმნის ერთ-ერთი მიზეზია ატმოსფეროს დაბინძურება ქლორფთორნახშირწყალბადებით. ატმოსფერულ ჰაერში

ეს შენაერთები მასთან რეაქციაში არ შედის, შემდეგ აღწევს სტრატოსფერომდე, სადაც მოკლეტალღოვანი ულტრაიისფერი სხივებით დაშლის შედეგად გამოთავისუფლებული ქლორის ატომები რეაქციაში შედის ოზონთან. ამის შემდეგ ოზონი იშლება. ამრიგად, სტრატოსფეროში ჟანგბადისა და ოზონის მრავალსაუკუნოვანი დინამიკური წონასწორობა ირღვევა. სტრატოსფეროს ოზონის შრის დაშლას ხელს უწყობს, აგრეთვე, ავიაციისა და კოსმოსური აპარატების ტურბორეაქტიული ძრავების სანუავის წვისას წარმოქმნილი აზოტის ოქსიდები. ოზონის ეკრანის დარღვევის შედეგად დედამინის ზედაპირზე ულტრაიისფერი გამოსხივების მოკლეტალღოვანი სპექტრი აღწევს. ეს მოვლენა ხელს უწყობს პლანეტის ბიოსფეროში სხვადასხვა ნეგატიური ეფექტის განვითარებას, ხოლო ადამიანის პოპულაციაში მოსალოდნელია ონკოლოგიური დაავადებების დონის ზრდა.

ოზონის ეკრანის პრობლემის გლობალური ხასიათის გათვალისწინებით, 1985 წელს ქ. ვენაში დაიდო ოზონის შრის შენარჩუნებისადმი მიძღვნილი პირველი საერთაშორისო კონვენცია. მოგვიანებით მონრეალში ხელი მოეწერა ოქმს, რომელიც მონაწილე ქვეყნებს ავალდებულებდა ღონისძიებების მიღებას ფრეონების გამოყენებისა და ატმოსფეროში გაფრქვევის შესამცირებლად. ამ გადაწყვეტილებების რეალიზაციის შედეგად 1996 წლისათვის ფრეონების გამოფრქვევა ატმოსფეროში 6,3-ჯერ შემცირდა (1 მლნ ტ-ზე მეტიდან 160 ათას ტ-მდე).

რამდენადაც ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებასთან დაკავშირებული ზემოაღნიშნული პრობლემები გლობალური ხასიათისაა, მათი გადაწყვეტა შესაძლებელი საკანონმდებლო ღონისძიებებით საერთაშორისო დონეზე, ხოლო კონკრეტული ღონისძიებების შემუშავება უნდა განხორციელდეს დიპლომატიური მეთოდებით.

ატმოსფერული ჰაერის ტექნოგენურ დაბინძურებასთან დაკავშირებული ჩამოთვლილი გლობალური პრობლემები, პირდაპირ ან ირიბად, გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე. ამასთან ერთად, თავისი მასშტაბურობისა და განვითარების მექანიზმების გამო, ისინი კლიმატოლოგიური და ეკოლოგიური კვლევების საგანს მიეკუთვნება.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროებისა და მათი სიმძლავრეების ზრდა კონკრეტულ დასახლებაში იწვევს ადამიანის საარსებო გარემოს არასასურველ ცვლილებებს, რაც მნიშვნელოვან ჰიგიენურ პრობლემას წარმ(ადგენს. პრობლემის აქტუალობის გამო, გარემოს ჰიგიენაში გამოიყო მისი ცალკე მიმართულება — ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენა.

ამრიგად, ატმოსფერული ჰაერის სანიტარული დაცვა მრავალპროფილური პრობლემაა და სხვადასხვა დარგის სპეციალისტთა კოორდინირებულ მოქმედებას მოითხოვს საერთაშორისო და ადგილობრივ დონეზე.

4.3.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პიგიენური პრობლემები

ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს მნიშვნელოვან კომპონენტს, ადამიანის, მცენარეებისა და ცხოველების საარსებო გარემოს განუყოფელ ნაწილს. ჰაერის ქიმიურმა შედგენილობამ უნდა უზრუნველყოს ადამიანის ცხოველმყოფელობა ორგანიზმის კომპენსატორული ფიზიოლოგიური მექანიზმების დაძაბვის გარეშე. თეორიულად დასაშვებია (და შესაძლებელია) სიცოცხლის არსებობისათვის აუცილებელი კომპონენტების — წყლისა და საკვების, მიღებისაგან გარკვეული დროის განმავლობაში თავშეკავება, ხოლო ჰაერთან მიმართებაში ეს შეუძლებელია, რამდენადაც სუნთქვის შეკავება სიცოცხლესთან შეუთავსებელი მოვლენაა.

ადამიანი ყოველთვის იყო შეხებაში ატმოსფეროს ამა თუ იმ დამაბინძურებელ აგენტთან (კოსმოსური და ვულკანური მტვერი, ზღვის წყლის კონდენსატები, მცენარეებისა და ნიადაგის მტვერი და სხვ.). მათ მიმართ ადამიანის ორგანიზმს გარკვეული იმუნიტეტი გამოუმუშავდა. ეს პრობლემა განსაკუთრებით გამწვავდა ინდუსტრიალიზაციისა და ურბანიზაციის შედეგად, როდესაც მკვეთრად გაიზარდა სამრეწველო საწარმოების მიერ მთელი რიგი ნივთიერებების გამოფრქვევის ინტენსიურობა; ზოგიერთი მათგანი სრულიად ახალია, რომელთა მოქმედების მიმართ ადამიანის ორგანიზმს დაცვითი მექანიზმი გამომუშავებული არ აქვს. მათ მიეკუთვნება პოლიქლორირებული ბიფენილები, დიოქსინები, რომელთაგან ზოგიერთს სუპერტოქსიკანტებს უწოდებენ. ატმოსფეროში გამოყოფილი ბევრი ქიმიური შენაერთი ხასიათდება კანცეროგენული, მუტაგენური, ებრიოტოქსიკური, გონადოტოქსიკური, ტერატოგენური და სხვ. ეფექტებით.

განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ორგანიზმში ქიმიური ნივთიერებების მოხვედრის აეროგენული (ინჰალაციური) გზა, რამდენადაც ამ შემთხვევაში ჰაერში არსებული ქიმიური ნივთიერებები სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში, ცენტრალურ ნერვულ სისტემასა და სხვა ორგანოებში ხვდება, ღვიძლის ბარიერის გავლის გარეშე. დადგენილია, რომ უშუალოდ ფილტვებში მოხვედრილი ნივთიერების ტოქსიკური ეფექტი 80-100-ჯერ მეტადაა გამოვლენილი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან შეჭრასთან შედარებით.

ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების იდენტიფიკაცია ადამიანის გრძნობათა ორგანოების მიერ შეუძლებელია მათი ორგანოლეპტიკური თვისებების გამო (სუნის, გემოს, ფერის, გამაღიზიანებელი თვისებების არარსებობა). ამის გამო, ატმოსფერულ ჰაერში მათი არსებობის დროული გამოვლენა ვერ ხერხდება, რაც მოსახლეობის ჯანმრთელობის და ცხოვრების სანიტარიული პირობების დარღვევის მიზეზი ხდება.

დიდ ურბანულ დასახლებებში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება წლის განმავლობაში ნისლიანი დღეების რაოდენობის გაზრდისა და მზის ციალის ხანგრძლივობის შემცირების მიზეზი ხდება. ნისლი

აუარესებს ცხოვრების პირობებს: უარესდება მხედველობა, ირღვევა საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოება, იზრდება საგზაო ტრავმიზმის დონე. ჰაერის დაბალი ტემპერატურის დროს ძლიერდება ადამიანის სხეულის გაცივების (ჰიპოთერმიის) შესაძლებლობა, ირღვევა სითბური კომფორტი, ითრგუნება განწყობა და თვითგრძნობა, ქვეითდება საერთო აქტიურობა.

ატმოსფერულ ჰაერში მტვრისა და მურის შემცველობის ზრდა იწვევს საცხოვრებლის დაბინძურებას. ამ დროს მხედველობაშია არა მხოლოდ ჰაერის ხარისხის გაუარესება, არამედ მთელი საცხოვრებლის შიდა სივრცისა. ფანჯრის მინებზე მათი დალექვით მცირდება მინების გამჭვირვალობა, რაც აუარესებს სათავსის ბუნებრივ განათებას.

ყველა ეს ფაქტორი ამცირებს წლის განმავლობაში მზის ციალის ხანგრძლივობას. ამის შედეგად მცირდება დედამიწის ზედაპირზე ინფრაწითელი და, განსაკუთრებით, ულტრაიისფერი სხივების მოღწევა, რის შედეგადაც ქვეითდება ადამიანის ორგანიზმის კომპენსატორულ-შეგუებითი მექანიზმის აქტიურობა, რაც დაავადებების განვითარების ხელშემწყობი ფაქტორია. ამასთან ერთად, მხედველობაშია მისაღები ორგანიზმის უარყოფითი ფსიქოემოციური განწყობის განვითარება, თვითგრძნობის გაუარესება, რაც, საბოლოოდ, ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე აიხასება.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება უარყოფითად მოქმედებს მცენარეულობაზე, რომელთა დაცვითი როლი ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლების მიმართ ცნობილია. ასევე, მნიშვნელოვანია მცენარეული საფარის როლი გარკვეული ლოკალური ტერიტორიის (საცხოვრებელი განაშენიანების) მიკროკლიმატის ფორმირებაში. მცენარეულობის ზოგიერთი წარმომადგენლის მგრძნობელობა ატმოსფეროს ზოგიერთი დამაბინძურებლის მიმართ ადამიანის მგრძნობელობაზე მეტია. ამ გარემოების გათვალისწინებით შესაძლებელია მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვა ტექნოგენური დაბინძურების უარყოფითი მოქმედებისაგან.

4.4. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროები

ატმოსფერული ჰაერის ქიმიური შედგენილობა დედამიწის ევოლუციის პროცესში ჩამოყალიბდა. ამ პროცესში წამყვან როლს ასრულებდა მასში აიროვანი ნივთიერებებისა და აეროზოლების ბუნებრივი წყაროები. ეს გავლენა დღესაც გრძელდება. ამასთან ერთად, ბუნებაზე ანთროპოგენური ზემოქმედების სულ უფრო მზარდი მასშტაბები მის შემადგენლობაზე არსებით გავლენას ახდენს.

4.4.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ბუნებრივი წყაროები

ატმოსფერული ჰაერის ფორმირებისა და დაბინძურების ძირითადი ბუნებრივი წყაროებია ვულკანების ამოფრქვევა, კოსმოსური მტვრის

დალექვა, ზღვის მარილების მიგრაცია, ნიადაგის გამოქარვა და ამტვერება, ტყისა და ტორფის ხანძრები და სხვ.

პლანეტაზე ვულკანური აქტიურობის შედეგად წლის განმავლობაში ატმოსფეროში გამოიყოფა 80 მლნ ტ-მდე აეროზოლი ფერფლის სახით, რომელიც ვერტიკალურად დიდ მანძილზე ადის და წყაროდან საკმაოდ დიდ მანძილზე ვრცელდება. ცნობილია ვულკანური ფერფლის გლობალური გავრცელების მრავალი მაგალითი. 1973 წელს ინდონეზიაში, კრაკატაუს ვულკანის ამოფრქვევის შედეგად წარმოქმნილმა ფერფლმა დედამიწას გარშემო 2-ჯერ შემოუარა.

ვულკანური ფერფლის აეროზოლის შემადგენლობა მეტად რთულია. მასში (მოცულობის მიხედვით) შედის: წყალი (67,88%-მდე), ნახშირბადის დიოქსიდი (12,71%), ნახშირბადის მონოოქსიდი (0,67%), წყალბადი (0,75%), აზოტი (7,65%), გოგირდის დიოქსიდი (7,03%), გოგირდი (1,04%), ქლორი (0,41%). ვულკანურ ფერფლში აღმოჩენილია, აგრეთვე, კანცეროგენული თვისებების მქონე ზოგიერთი პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები, კერძოდ, ბენზ(ა)პირენი. ვულკანური აქტიურობის შედეგად ატმოსფეროში წლის განმავლობაში გამოიყოფა დაახლოებით 120 კგ ბენზ(ა)პირენი. მისი ძლიერ დაბალი ზდკ-ის გათვალისწინებით, ასეთი რაოდენობით გამოყოფაც კი ჰიგიენური თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია.

ბენზ(ა)პირენის, აგრეთვე გოგირდის დიოქსიდისა და ტყვიის გლობალური გამოფრქვევების დაახლოებით 10% ბუნებრივი წყაროების ხარჯზე ფორმირდება.

ატმოსფეროში სხვადასხვა გენეზის აეროზოლების მოხვედრის სხვა ბუნებრივი წყაროებია ზღვის მარილების გავრცელება (700 მლნ ტ-მდე წელიწადში), ნიადაგის გამოქარვა (300 მლნ ტ-მდე), ტყისა და ტორფის ხანძრები (200 მლნ ტ-მდე), ქვიშის ქარიშხლები და სხვ. მათი რაოდენობა არაა მუდმივი. თუმცა, ზოგიერთი მათგანის გაელენა ატმოსფეროს ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე მნიშვნელოვანია. მაგალითად, კამჩატკაზე ამოფრქვეული ვულკანის ფერფლი ატმოსფეროში 45 კმ სიმაღლემდე ავიდა და მისი ნანილაკების არსებობა ლონდონის ჰაერში დაფიქსირდა.

ატმოსფეროში, ასევე, შესაძლებელია აეროპლანქტონის აღმოჩენა. იგი წარმოადგენს ბიოლოგიური ბუნების ნაწილაკებს 0,01-დან 50-1200 მკმ-მდე ზომით. აეროპლანქტონის შემადგენლობაში შედის ბაქტერიები, ვირუსები, ობის სოკოს სპორები, საფუარის სოკოები, აქტინომიცეტები, უმარტივესთა ცისტები და სხვ. ატმოსფეროში ისინი ნიადაგიდან ხვდება, არ მრავლდება და ატმოსფეროს ფაქტორების მოქმედებით იღუპება ან სხვა ტერიტორიაზე ილექება. აეროპლანქტონის შემადგენლობა და მისი სახეობრივი მრავალფეროვნება სხვადასხვა კლიმატური ზონის ატმოსფერულ ჰაერში და წლის სხვადასხვა პერიოდში მეტად განსხვავებულია. ჰაერი აეროპლანქტონით განსაკუთრებით მდიდარია წლის თბილ პერიოდში, სამხრეთ რაიონებში, ნიადაგის თავისუ-ფალი ზედაპირის მქონე ტერიტორიებზე, ძლიერი ქარების დროს. ზაფხულის

პერიოდში მსხვილი ქალაქის ატმოსფერულ ჰაერში ბაქტერიების შემცველობა 8-10-ჯერ მეტია ზამთრის პერიოდთან შედარებით. აეროპლანქტონის ზოგიერთ სახეს შეუძლია იცოცხლოს ატმოსფერულ ჰაერში გარკვეული დროის განმავლობაში. ამიტომ ჰაერის დინებების მიერ მათი ატანა შესაძლებელია 5-7 კმ სიმაღლემდე და დიდი მანძილზე გავრცელება (ასეული და ათასეული კილომეტრი).

ჰიგიენური თვალსაზრისით, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მეტად მნიშვნელოვანი წყაროა მცენარეები ყვავილობის პერიოდში. ერთი მცენარიდან შესაძლებელია ატმოსფეროში მტვრის ნაწილაკების რამდენიმე მილიონამდე გრანულის გავრცელება, რომელიც შედარებით მცირე ზომისაა — 10-15 მკმ-მდე. მცირე კუთრი წონის გამო, ისინი ატმოსფერულ ჰაერში შეწონილ მდგომარეობაში საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში რჩება. ეს გარემოება ხელს უწყობს ყვავილის მტვრის ღრუბლის წარმოქმნას, რომელიც 10 კმ და მეტ სიმაღლემდე აღწევს და 600 კმ-მდე მანძილზე ვრცელდება. მათი გავრცელება სეზონური ხასიათისაა (ზაფხულის პერიოდში); ჰაერის დაბინძურების ინტენსიურობა დამოკიდებულია კონკრეტულ ტერიტორიაზე არსებული მცენარეების სახეებზე. მათი გავრცელების პერიოდში მგრძნობიარე პირებს შეიძლება განუვითარდეთ ალერგიული ხასიათის სიმპტომოკომპლექსი, რასაც პოლინოზი* ეწოდება. ეს პათოლოგია აღენიშნება მოსახლეობის დაახლოებით 3-4%-ს და ზრდის ტენდენციით ხასიათდება, რაც გამოწვეულია ატმოსფერული ჰაერის სულ უფრო მზარდი ტექნოგენური დაბინძურების შედეგად ადამიანის ორგანიზმის სენსიბილიზაციის ზრდით.

4.4.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ტექნოგენური წყაროები

ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების სახეებია:

- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებებათა გაფრქვევა დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან;
- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებებათა გაფრქვევა დაბინძურების მობილური წყაროებიდან;
- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებებათა გაფრქვევა დაბინძურების დისპერსიული წყაროებიდან;
- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებებათა გაფრქვევა დაბინძურების მცირე მასშტაბის წყაროებიდან**

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ძირითადი ტექნოგენური წყაროებია სათბობის ნვა საყოფაცხოვრებო საწარმოო პირობებში, თბოენერგეტიკა, სამრეწველო საწარმოები, სატრანსპორტო კომპლექსი, აგროსამრენველო კომპლექსი.

---

* ლათ. pollen — მცენარეული მტვრის ნაწილაკი.

** საქართველოს კანონი „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ", მუხლი 23.

წარმოების მოცულობისა და სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობისა და სამრეწველო მშენებლობის მასშტაბების ზრდა მკვეთრად ზრდის სელიტებური ტერიტორიის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შესაძლებლობას და, შესაბამისად, მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე არახელსაყრელი გავლენის რისკს.

საქართველოში ატმოსფერულ ჰაერში ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორიდან ქიმიური ნივთიერებების გამოფრქვევის წლიური მოცულობა (ნახშირბადის დიოქსიდის ჩათვლით) დაახლოებით 13279415 ტ-ს შეადგენს (ცხრილი 4.2.). მთელი გაფრქვევების ძირითადი მასა ენერგეტიკაზე (79,03%) და ავტოტრანსპორტზე (16,00%) მოდის.

ცხრილი 4.2.

ატმოსფეროში ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორიდან გაფრქვეული მავნე ნივთიერებების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

დამაბინძურებელ ნივთიერებათა გაფრქვევა ეკონომიკის სექტორის წყაროებიდან	ატმოსფერული ჰაერის წლიურ გაფრქვევათა მახასიათებლები (მრიცხველში – ტ/წელინადში, მნიშვნელში — %)	
	ნახშირბადის დიოქსიდის გარეშე	ნახშირბადის დიოქსიდის ჩათვლით
ავტოტრანსპორტი	245858/44,44	2124463/16,00
ენერგეტიკა	134305/24,28	10494644/79,03
მრენველობა	21335/3,86	508570/3,83
სოფლის მეურნეობა	151738/27,43	151738/1,14
სულ	553236/100	13279415/100

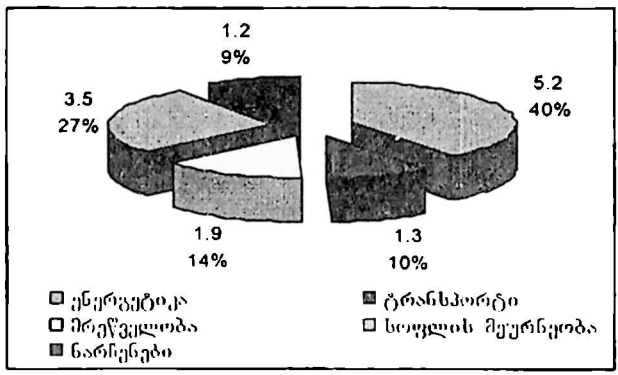
ეკონომიკის ცალკეული სექტორის წილი საერთო ემისიებში არათანაბარია: ენერგეტიკისა და სოფლის მეურნეობის წილია 40 და 27%, შესაბამისად (სურ. 4.3.). ეკონომიკის სექტორის წილი სათბურის აირების ემისიებში 2006 წლისათვის 1990 წელთან შედარებით დაახლოებით 3,7-ჯერ შემცირდა. ამ გარემოების მიზეზია დროის ამ მონაკვეთში ქვეყნის სანარმოო პოტენციალის შემცირება. უკანასკნელ წლებში აღინიშნება ემისიების ზრდის ტენდენცია.

ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორიდან ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა საერთო გაფრქვევებში წამყვანია ნახშირბადის მონოოქსიდი (39%), მეთანი (21,6%), ნახშირწყალბადები (20,5%), მყარი ნაწილაკები – არაორგანული მტვერი (6,3%), ამიაკი და აზოტის ოქსიდები (5% თითოეული).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ერთ-ერთი მთავარი მაჩვენებლის — ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ინდექსის (ადი) მიხედვით ატმოსფერული ჰაერის მდგრადი დაბინძურების ქალაქებს მიეკუთვნება თბილისი (ადი - 14,6), ქუთაისი (23,8), ზესტაფონი (12,9), რუსთავი (9,04) და კასპი (8,9).

ამდენად, დღევანდელ პირობებში, დასახლებებში, განსაკუთრებით კი სამრეწველო ცენტრებში, ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობა, გარ-

კვეულწილად, ადამიანის საქმიანობის მასშტაბებს ასახავს. აქედან გამომდინარე, დასახლებების ატმოსფერული ჰაერის ნორმალური მდგომარეობის უზრუნველყოფა გარემოს ჰიგიენის აქტუალური პრობლემაა.



სურ. 4.3. სათბურის აირების ემისიები ეკონომიკის სექტორებიდან (ზედა რიცხვი -- ემისია, მლნ ტ CO_2-ექ, ქვედა რიცხვი -- პროცენტული წილი მთლიან ემისიებში).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი ტექნოგენური წყაროებია სათბობის სხვადასხვა სახის გამოყენება საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო პირობებში.

4.4.2.1. სათბობის წვის პროდუქტები

მათ მიერ ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხი დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე. მათგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სათბობის სახე და მისი წვის ტიპი. ძირითადად გამოიყენება მყარი (ნახშირი, შეშა), თხევადი (მაზუთი) და აიროვანი (ბუნებრივი ან თანმხლები აირი) სათბობი.

მყარი მინერალური სათბობის წვის შედეგად წარმოიქმნება სრული და არასრული წვის პროდუქტები. სრული წვის პროდუქტებია ნახშირბადის დიოქსიდი, წყლის ორთქლი, აზოტისა და გოგირდის ოქსიდები; არასრული წვის პროდუქტებია ნახშირბადის მონოოქსიდი, ფისოვანი ნივთიერებები, მური. სათბობში შემავალი მინერალური ნივთიერებებიდან მიიღება წიდა და ნაცარი.

მაზუთის წვის შედეგად გამოიყოფა ნახშირწყალბადების რიგის არასრული წვის მთელი რიგი პროდუქტები, აგრეთვე ნახშირბადის მონოოქსიდი, აზოტისა და გოგირდის ოქსიდები და სხვ. უნდა აღინიშნოს, რომ მაზუთის წვის შედეგად წარმოქმნილი ძირითადი მავნეობაა გოგირდის ოქსიდების გამოფრქვევა. გოგირდის შემცველობის მიხედვით განარჩევენ ნახშირწყალბადების, მ.შ. მაზუთის სხვადასხვა ხარისხს.

ჰიგიენური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია სათბობად ბუნებრივი აირის გამოყენება, თუმცა მისი წვისას გამოიყოფა აზოტის ოქსიდები და მცირე რაოდენობით — ნახშირწყალბადები.

სათბობის სითბური ენერგიის რაციონალური გამოყენება და მიღებული სითბოს თვითღირებულების შემცირება შესაძლებელია სათბობის წვის პროცესის ინტენსიფიკაციის შედეგად. მისი განხორციელება თბოელექტროცენტრალებისა და თბოელექტროსადგურების საშუალებით ხდება.

4.4.2.2. თბოენერგეტიკა

თბოელექტროსადგურებში გამოიყენება მინერალური საწვავი — ქვანახშირი, მაზუთი, ბუნებრივი აირი. მინერალური საწვავის წვის პროდუქტებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხასიათი დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: სათბობის სახე, მისი წვის პირობები, გამწმენდი ნაგებობების არსებობა და მათი ეფექტურობა, გაფრქვევის პირობები (მილის სიმაღლე, აირების გაფრქვევის სიჩქარე, მათი ტემპერატურა და სხვ.). არსებით როლს ასრულებს ადგილის რელიეფი და მეტეოროლოგიური პირობები.

თბოენერგეტიკის ობიექტებზე სათბობის წვის შედეგად წარმოქმნილი კვამლის ძირითადი მინერალური კომპონენტია ნაცარი. მისი რაოდენობა დამოკიდებულია სათბობის ნაცრიანობასა და წვის ტიპზე.

ატმოსფეროში გამოყოფილი ნახშირწყალბადოვანი საწვავის არასრული წვის ძირითადი პროდუქტებია ნახშირბადის ოქსიდები, გოგირდის შენაერთები; მინერალური მინარევებია სილიკატები, სულფატები და სულფიდები, კარბონატები, მეტალების ოქსიდები, ტუტე მეტალთა ქლორიდები. ნავთობპროდუქტების წვის დროს ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ნივთიერებების წილი შეადგენს საწვავის მასის 46%-ს, ხოლო ბუნებრივი აირის წვის დროს — მხოლოდ 7,5%-ს. გოგირდის განსაკუთრებით მაღალი შემცველობაა მაზუთში.

ქვანახშირის წვის დროს, აიროვანი გამონაფრქვევების გარდა, წარმოიქმნება ნაცარი. სხვადასხვა ხარისხის ნახშირში მისი შემცველობა 6-40%-ის ფარგლებში მერყეობს. წვის დროს ნაცარი ორ ნაწილად იყოფა: ერთი ნაწილი ილექება ღუმელში, მეორე კი გამოფრქვეულ აირებთან ერთად ვრცელდება ატმოსფეროში. ამ უკანასკნელის რაოდენობა დამოკიდებულია ღუმელში წვის მეთოდზე და შეადგენს ნაცრის საერთო მასის 10-30-დან 60-90%-მდე. გამოფრქვეული ნაცრის 95%-ს შეადგენს 5 მკმ-მდე ზომის უწვრილესი მყარი მინერალური ნაწილები. ნაცრის მინერალურ ნაწილში შედის 42,5-49% სილიციუმის დიოქსიდი, 23,9-37,9% ალუმინის სილიკატები, 9,8-16,4% რკინის შენაერთები, აგრეთვე კალციუმი, მაგნიუმი და სხვ. ამასთან ერთად, ნაცარში აღმოჩენილია კანცეროგენული ბუნების ზოგიერთი მეტალი (ქრომი, ნიკელი, ბერილიუმი), აგრეთვე რადიონუკლიდები, მ.შ. განსაკუთრებული კანცეროგენული α-გამოსხივების შემცველი ნივთიერებები. ჰიგიენური მნიშვნელობით განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ნაცარში სილიციუმის დიოქ-

სიდის არსებობა, რომელსაც სასუნთქი სისტემის პათოლოგიის გამოწვევა შეუძლია.

ნაცრის ნაწილაკების ჰაერში არსებობის ხანგრძლივობასა და ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედებას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მტვრის ნაწილაკების ზომები — დისპერსიულობა: რაც მცირეა ნაწილაკების ზომები, მით მეტხანს შეყოვნდება ჰაერში, მით უფრო დიდ მანძილზე გადაიტანება ჰაერის მასების მიერ და მით უფრო ღრმად შეაღწევს ადამიანის სუნთქვის ორგანოებში (ალვეოლებამდე). ნაცრის ამ კომპონენტის გარკვეული ნაწილი ილექება ნიადაგის ზედაპირზე. ერთვება ეკოლოგიურ ჯაჭვში და ამ გზით ხვდება ადამიანის ორგანიზმში (საკვებისა და სასმელი წყლის საშუალებით).

თბოელექტროსადგურებიდან წარმოქმნილი ატმოსფეროს აეროვანი დამაბინძურებლებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გოგირდის ოქსიდები. მის ინტენსიურობას განაპირობებს საწვავ ნედლეულში (ქვანახშირსა და მაზუთში) გოგირდის შემცველობის დონე. ნედლეულში არსებული გოგირდის მთლიანი მასა წვის დროს გარდაიქმნება გოგირდის დიოქსიდად.

ნახშირწყალბადოვანი სათბობის არასრული წვის შედეგად წარმოიქმნება პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები. მ.შ. ბენზ(ა)პირენი. მისი წარმოქმნა ხდება საწვავის 700-800^{0}C ტემპერატურაზე წვისას ჰაერის ნაკლებობის პირობებში. მაისი დიდი ნაწილის სორბცია ნაცრის ნაწილაკებზე ხდება.

4.4.2.3. სამრეწველო სანარმოები

სამრეწველო სექტორი ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მძლავრი წყაროა. მთლიანად მრეწველობის სექტორიდან წლის განმავლობაში გამოიყოფა 21335 ტონა მავნე ნივთიერებები, ხოლო მტვერი — 17946 ტ. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროებია ნავთობმომპოვებელი, ნავთობგადამამუშავებელი და ნავთობქიმიური მრეწველობა, შავი და ფერადი მეტალურგია, სამთომომპოვებელი მრეწველობა, მანქანათმშენებლობა, საშენ მასალათა მრეწველობა.

ქვეყანაში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაში წამყვანი ადგილი უკავია შემდეგ საწარმოებს:

- სს ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა (34,9%),
- სს საქცემენტი (18,9%),
- შპს ბათუმის ნავთობტერმინალი (16,5%).

•ნავთობმომპოვებელი, ნავთობგადამამუშავებელი და ნავთობქიმიური მრეწველობის საწარმოები ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა. მრეწველობის სტაციონარული წყაროების ყველა გამონაფრქვევის 20% სწორედ ამ დარგის საწარმოების წილად მოდის.

ნავთობმომპოვებელი საწარმოების მიერ ჰაერის დაბინძურების ხასიათი დამოკიდებულია ნავთობის თვისებებსა და შედგენილობაზე. ნავთობი წარმოადგენს აეროვანი, თხევადი და მყარი ნახშირწყალ-

ბადების ნარევს. მათი საბადოების ზედა ფენები შეიცავს გოგირდწყალბადს. მისი ქიმიური აგრესიულობის გამო იგი საწარმოო აღჭურვილობის კოროზიის მიზეზია. ატმოსფერულ ჰაერში ნახშირწყალბადებისა და გოგირდწყალბადის ერთობლივი (კომბინირებული) არსებობა მეტად არასასურველი ფაქტორია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის, რამდენადაც მათი ქიმიური უარყოფითი მოქმედება უფრო მკვეთრად ვლინდება (სინერგიზმი).

ნავთობის მოპოვების დროს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ინტენსიურობა დამოკიდებულია ნავთობის აორთქლების უნარზე. ნავთობის დაკარგვა ყველაზე მეტად გამოხატულია მისი შენახვის დროს — რეზერვუარებიდან აორთქლების გზით. აქედან გამომდინარე, რეზერვუარები აღჭურვილი უნდა იყოს ნავთობის აორთქლებადი ფრაქციის დამჭერი აღჭურვილობით. მათი არარსებობის შემთხვევაში მოსალოდნელია ნავთობპროდუქტებით ატმოსფერული ჰაერის მნიშვნელოვანი დაბინძურება.

ნავთობისა და ბუნებრივი აირების ჭაბურღილების ბურღვის დროს, ჭაბურღილების მიწისქვეშა რემონტისას, ატმოსფერულ ჰაერში გამოიყოფა დიზელის მძლავრი დანადგარების გამონაბოლქვი აირები.

ნავთობის გადამუშავება ორი ძირითადი მიმართულებით ხდება — მინერალური ზეთების მიღება და ძრავის საწვავის მიღება. გარდა ამისა, თანამედროვე ნავთობგადამამუშავებელ საწარმოებში არსებობს დანადგარები ნავთობპროდუქტების გადასამუშავებლად სინთეზური კაუჩუკის, ცხიმოვანი მჟავების, სინთეზური ზეთების, დეემულგატორების და სხვ. პროდუქტების მისაღებად.

ნავთობის გადამუშავების შედეგად ატმოსფეროში გამოიყოფა გოგირდის დიოქსიდი, ნახშირწყალბადები, გოგირდწყალბადები, ნახშირბადის მონოოქსიდი, აზოტის ოქსიდები. მათ გარდა, გამოიყოფა ფენოლი, ბენზოლი, მთელი რიგი სხვა ნაერთები. მათგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბენზ(ა)პირენი, რომლის გამოყოფას ხელს უწყობს ტექნოლოგიაში მაღალი ტემპერატურის გამოყენება, განსაკუთრებით ნახშირწყალბადოვანი ნედლეულის პიროლიზის დროს, აგრეთვე ღუმელებში სათბობის წვის დროს.

ნახშირწყალბადების ატმოსფეროში გამოყოფის ძირითადი წყაროებია ნავთობის, ნავთობპროდუქტებისა და ნავთობქიმიური სინთეზის პროდუქტების შესანახი რეზერვუარები. მათგან აირების გამოფრქვევა ხდება სპეციალური „სასუნთქი" ღია სარქველების საშუალებით. ატმოსფერული ჰაერის ნავთობპროდუქტებით დაბინძურების წყაროებს მიეკუთვნება, აგრეთვე, ჩამდინარე წყლების გაწმენდის დანადგარების ღია ზედაპირები. მათი ზედაპირებიდან, გოგირდის შემცველი ნედლეულის გადამუშავებისას, 1 სთ-ის განმავლობაში შესაძლებელია 50700 გ ნახშირწყალბადებისა და 26,7 გ გოგირდწყალბადის გამოყოფა.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სამრეწველო დანადგარებში არსებული აღჭურვილობის, არმატურისა და კომპრესორების შეერთებების არაჰერმენტულობა; ამ

გზით დანაკარგი შეიძლება 20%-მდე აღნევდეს. მნიშვნელოვანია, აგრეთვე, გამონაფრქვევები (საწვავი აირები, ორთქლი და სხვ.).

გაფრქვევის ხასიათზე არსებით გავლენას ახდენს ქიმიური ტექნოლოგიის თავისებურებები: პროცესების პერიოდულობა, მაღალი ტემპერატურისა და წნევის გამოყენება, აგრეთვე აირგაწმენდის მეთოდების დაბალი ეფექტურობა.

ამ დარგის საწარმოების ძირითადად ღია ატმოსფეროში განლაგებისა და საწარმოო აღჭურვილობის განსხვავებული სიმაღლის გამო, დიდია არაორგანიზებული გამოფრქვევების ხვედრითი წილი, რის გამოც გაძნელებულია მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი ეფექტური სისტემების მოწყობა, რაც საწარმოების ირგვლივ საკმაოდ დიდი ტერიტორიების დაბინძურების შესაძლებლობას ქმნის.

• შავი და ფერადი მეტალურგიის მრეწველობა. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი ტექნოგენური წყაროა შავი და ფერადი მეტალურგიის საწარმოები.

✓შავი მეტალურგიის საწარმოების ატმოსფეროში გამონაფრქვევების ძირითადი კომპონენტებია ქვანახშირის მტვერი, სილიციუმის დიოქსიდის შემცველი მტვერი, ნახშირბადის ოქსიდი, გოგირდის დიოქსიდი, აზოტის ოქსიდები.

შავი მეტალურგიის ტექნოლოგიის პირველ ეტაპზე — თუჯის მიღებისას, აგლომერატის აღდგენითი დნობა ხდება 1000-1200^{0}C-ზე ან 1800^{0}C-ზე. საწვავად გამოიყენება საწარმოს შემადგენლობაში არსებული კოქსქიმიურ ქარხანაში მიღებული კოქსი. კოქსქიმიური ქარხანა ატმოსფეროში ნახშირის მტვრის, ამიაკის, ფენოლის, ნაფტალინის, ნახშირბადის მონოოქსიდის, გოგირდის აიროვანი შენაერთების გამოყოფის წყაროს წარმოადგენს. თუჯის დნობის პროცესში გამოყოფილი დომენის აირი შეიცავს მტვერს (6 გ/მ^3-მდე), ნახშირბადის ოქსიდს (28-45%), გოგირდის დიოქსიდს და სხვ. კომპონენტებს. დომენის აირს მაღალი თბოშემცველობა (850-1100 კკალ/მ^3) აქვს; ამის გამო მისი 80% ისევ გამოიყენება ტექნოლოგიურ პროცესებში ღუმელების გასახურებლად, ხოლო 20% გამოიფრქვევა ატმოსფეროში.

თუჯიდან ფოლადის მიღება ხდება მარტენის ღუმელში ან კონვერტორში რკინის აღდგენით 1700-1800^{0}C ტემპერატურაზე და მასში არსებული გოგირდის, ფოსფორის, მანგანუმისა და ნახშირბადის ოქსიდების მინარევების მოცილებით. მათი ოქსიდები აიროვან მდგომარეობაში ან კონდენსაციის აეროზოლების სახით შედის ატმოსფერულ გამონაფრქვევებში.

რკინის პირდაპირი აღდგენის თანამედროვე მეთოდის გამოყენებისას ხდება გამდიდრებული რკინის მადნისგან ჟანგბადის მოცილება აღმდგენი აირის საშუალებით. იგი წარმოადგენს წყალბადის და ნახშირბადის მონოოქსიდის ნარევს, რომელიც წარმოიქმნება მაღალი ტემპერატურის პირობებში ბუნებრივი აირისა (CH_4) და წყლის ორთქლის ურთიერთმოქმედებით ნიკელის კატალიზატორის არსებობისას.

ამრიგად, ამ მეთოდის გამოყენებისას ატმოსფერულ ჰაერში პრაქტიკულად შესაძლებელია მხოლოდ ბუნებრივი აირის გამოყოფა, ისიც სანარმოო აღჭურვილობის ჰერმეტულობის დარღვევის შემთხვევაში.

ლეგირებული (გერმ. legieren — შედნობა) ფოლადის მიღებისათვის ნაწარმის გახურება ხდება რკალურ ან ინდუქციურ ღუმელებში, საწვავის გამოყენების გარეშე. ლეგირებულ დანამატებად გამოიყენება ქრომი, ვანადიუმი, მანგანუმი, ვოლფრამი, ნიკელი, ტიტანი და სხვ. მეტალები. გახურების პროცესის დროს გამოიყოფა ცხელი აირები, რომელშიც შედის ნახშირბადის ოქსიდები (23-86%) და აზოტის ოქსიდები, აგრეთვე მეტალების ოქსიდების კონდენსაციის აეროზოლები.

საგლინავ წარმოებაში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროებია საწვავად გამოყენებული ბუნებრივი, კოქსის ან დომენის აირები, მაზუთი. ამიტომ საგლინავი წარმოების გამონაფრქვევში მნიშვნელოვანია გოგირდის დიოქსიდის შემცველობა. გარდა ამისა, მასში შედის მეტალის მტვრის დიდი რაოდენობა, აგრეთვე გოგირდისა და მარილის მჟავების ორთქლი, რომელიც მეტალის დამუშავებისათვის გამოიყენება.

✓ფერადი მეტალის მიღების პროცესის პირველი ეტაპია მადნის გამდიდრება, რომლის ძირითადი მეთოდია ფლოტაცია. მას წინ უძღვის მადნის დაქუცმაცება, რასაც თან ახლავს მტვრის გამოყოფა სილიციუმის დიოქსიდისა და ფერადი მეტალის სხვადასხვა შენაერთის მაღალი შემცველობით (გადასამუშავებელი მადნის სახის მიხედვით).

ფერადი მეტალების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესი დაკავშირებულია აირების დიდი რაოდენობის წარმოქმნასთან, რომელიც ძირითადად შეიცავს მეტალების კონდენსაციის აეროზოლებს, ნახშირბადისა და გოგირდის დიოქ-სიდებს. გოგირდის დიოქსიდის წილად მოდის გამოფრქვევათა 80%-მდე; ნახშირბადის დიოქსიდის წილია დაახლოებით 10%, ხოლო მყარი ნივთიერებებისა — 7%.

ფერადი მეტალების წარმოებისას, მათი ოქსიდების აეროზოლების გარდა, ატმოსფერული ჰაერი ბინძურდება ფთორწყალბადმჟავით, ალუმინის ოქსიდის მტვრით, ფისოვანი ნივთიერებებით, კანცეროგენული ბენზ(ა)პირენით.

ფერადი მეტალურგიის საწარმოების ირგვლივ, საკმაოდ დიდ ტერიტორიაზე, წარმოიქმნება ტექნოგენური ბიოგეოქიმიური პროვინციები, სადაც ნიადაგში, წყალსა და მცენარეებში ფერადი მეტალების მაღალი შემცველობა ვლინდება.

• სამთომომპოვებელი მრეწველობა. მრეწველობის ეს დარგი მოიცავს ქვანახშირისა და სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებას ღია და დახურული წესით, მოპოვებული მადნის ტრანსპორტირებას და გამდიდრებას საგლომერაციო და გამამდიდრებელ ფაბრიკებში. ყველა ეს პროცესი, ტექნიკის მუშაობის შედეგად, ხასიათდება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებით მტვრით, აგრეთვე ტოქსიკური აირებით. შესაბამისი ღონისძიებების გატარების შედეგად შესაძლებელია

გამოფრქვევების შემცირება: მტვრის — 59,9%-ით, აზოტის ოქსიდების — 5,6%-ით, ნახშირბადის ოქსიდის — 4,4%-ით, გოგირდის დიოქსიდის — 2,9%-ით.

• **მანქანათმშენებლობის მრეწველობა.** ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების განსაკუთრებით მძლავრი წყაროებია სამსხმელო და თერმული საამქროები. შახტური ღუმელის კოქსით გახურებისას 1 ტ თუჯის სხმულის წარმოებისას გამოიყოფა 150-330 კგ ნახშირბადის ოქსიდი, 1,5 კგ გოგირდის დიოქსიდი, 25-60 კგ მტვერი, აგრეთვე აზოტის ოქსიდები, ფენოლი, ამიაკი და სხვ. ინდუქციური ღუმელებიდან გაცილებით ნაკლები დამაბინძურებლები გამოიყოფა. 1 ტ ნადნობის წარმოებისას მათი რაოდენობაა:150-200 კგ ნახშირბადის ოქსიდი, 1,3-7 კგ გოგირდის დიოქსიდი, 15-20 კგ მტვერი. ორივე შემთხვევაში გამოფრქვეულ აირში გოგირდის დიოქსიდის შემცველობა დამოკიდებულია ნედლეულისა და საწვავის შემადგენლობაში გოგირდის შემცველობაზე.

საყალიბე ნარევიდან, გამდნარი მეტალის მაღალი ტემპერატურის დროს, გამოიყოფა ბენზოლი, ფენოლი, ფორმალდეჰიდი, მეთანი და სხვ.

თერმულ საამქროებში მავნე ნივთიერებების გამოყოფა დაკავშირებულია გამახურებელ ღუმელებთან, რომლებიც თხევად და აიროვან საწვავზე მუშაობენ და რომელთა გამონაფრქვევები პრაქტიკულად არ იწმინდება.

სამჭედლო-საწნეხ და გალვანურ საამქროებში გამოიყოფა მჟავებისა და აეროზოლების ორთქლი.

სამღებრო საამქროებში ზედაპირის მექანიკური წესით დაფარვისას გამოიყოფა გამხსნელების ორთქლი (8-18%) და საღებავის პიგმენტების აეროზოლი (1-7%). ღებვის პნევმატური წესის გამოყენებისას საღებავების 15-40% იკარგება. მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოიყოფა ნაწარმის შრობის დროს.

დარგის საწარმოების გამონაფრქვევებში შედის, აგრეთვე, შედუღების აეროზოლი, სხვადასხვა მტვერი და ოქსიდები, ნახშირწყალბადები, მწვავე ნატრი, ამიაკი, ზეთების ორთქლი და სხვა.

• **საშენ მასალათა მრეწველობა და სამშენებლო წარმოება.** ეს დარგი მოიცავს რკინაბეტონის ნაწარმის, აგურის, სახურავისა და ჰიდროსაიზოლაციო მასალების, არამადნეული საშენი მასალების (ცემენტის, ღორღის, კირქვის, სამშენებლო თაბაშირისა და სხვ.) წარმოებას.

ცემენტისა და თაბაშირის საწარმოებიდან გამოიყოფა მტვრისა და სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერების მნიშვნელოვანი რაოდენობა მტვრისა და აირის დამჭერი მოწყობილობების არაეფექტურობის გამო ნედლეულის დაფქვის, შლამის გამოწვის, კლინკერის დაფქვის, დასატვირთ-სატრანსპორტო ოპერაციების დროს.

ასფალტ-ბეტონის ქარხნებში მტვრის გამოყოფა დაკავშირებულია ამტვერებადი მასალების (ქვიშის, ხრეშის, ღორღის და მინერალური ფხვნილების) ბითუმთან შერევის ტექნოლოგიურ პროცესთან.

აგურის ქარხნებიდან ატმოსფეროში გამოიყოფა მტვერი ნედლეულის დამუშავებისა და ნაწარმის ღუმელებში გამონვის დროს, ნახშირბადის მონოოქსიდი — სათბობის ნვისა და ნაწარმის გამოწვის დროს და სხვ.

სამშენებლო ნარმოებაში ხის ნაწარმის მდგრადობის გაზრდის მიზნით ხდება მათი გაჟღენთვა 100°C ტემპერატურაზე, რომლის დროსაც ატმოსფეროში გამოიყოფა ნაფტალინი, აცენაფტენი, ფენოლი, ანტრაცენი და სხვ.

მრავალფეროვნების მიუხედავად, საშენ მასალათა მრეწველობის საწარმოებს საერთო, განმასხვავებელი თავისებურებები ახასიათებს, რომელთაც დიდი ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს:

➢ ამ საწარმოების ნედლეული ფხვიერი მასალებია. მათი მიწოდება, შენახვა და გამოყენება დაკავშირებულია სხვადასხვა შედგენილობის მტვრით ატმოსფრული ჰაერის დაბინძურებასთან. გამონაფრქვევების რაოდენობა განისაზღვრება საწარმოს ორგანიზაციის (ტექნიკური და ტექნოლოგიური აღჭურვის) დონით;

➢ ნედლეულისა და საბოლოო პროდუქციის დიდი მოცულობა მნიშვნელოვან სატრანსპორტო გადაზიდვებს განაპირობებს. ამის გამო, ძირითად საწარმოო გამოფრქვევებთან ერთად, მნიშვნელოვანია სატრანსპორტო საშუალებების გამონაბოლქვი აირები;

➢ ამ საწარმოებში, როგორც წესი, ხდება ნედლეულის შრობა და გამოწვა, რაც საწვავის წვას საჭიროებს. ეს გარემოება გათვალისწინებული უნდა იყოს ჯამური გამოფრქვევების შეფასების დროს;

➢ ბუნებრივი მასალები ყოველთვის შეიცავს სხვადასხვა მინარევს (ფთორი, დარიშხანი, ტყვია, ვერცხლისწყალი და სხვ.), რომლებიც შრობისა და გამოწვის დროს გადადის გამონაფრქვევის შემადგენლობაში. ასეთი მინარევები შედარებით მცირე მოცულობისაა. ამის მიუხედავად, ისინი გარკვეულ როლს ასრულებს ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოზე გავლენის თვალსაზრისით. მაგალითად, კირქვის გამოწვისას, დღეღამეში 1000 ტ-ის წარმადობის დროს, გარემოში გამოიფრქვევა სხვადასხვა ელემენტის გარკვეული რაოდენობა (ცხრილი 4.3.), რაც ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი ფაქტორია.

ცხრილი 4.3.

კირქვის გამოწვის ღუმელის (დღეღამეში 1000 ტ-ის წარმადობის დროს) მიერ ატმოსფერულ ჰაერში გამოფრქვეული ელემენტების რაოდენობა

№	ელემენტი	შემცველობა, %	გამონაფრქვევი, კგ/დღ-ღ
1.	რკინა	0,07	700
2.	დარიშხანი	0,0001	1
3.	ტყვია	0,0015	10
4.	ვერცხლისწყალი	0,000007	70

ამრიგად, მრეწველობის სხვადასხვა დარგის საწარმოები ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს. მტვრისა და აირების დაჭერის ეფექტური საშუალებების

არარაციონალურად გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია ატმოსფეროში მათი დიდი რაოდენობით გამოყოფა, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.

4.4.2.4. სატრანსპორტო კომპლექსი

თანამედროვე სატრანსპორტო კომპლექსი (საავტომობილო, სამდინარო, საზღვაო, საჰაერო, სარკინიგზო ტრანსპორტი, საგზაო მეურნეობა) ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წყაროა.

ქვეყანაში გაფრქვეული დამაბინძურებლების უდიდესი წილი სატრანსპორტო სექტორზე მოდის: ნახშირბადის მონოოქსიდის გაფრქვევათა 87%, აზოტის ოქსიდების 70%, გოგირდის დიოქსიდის 50%, აქროლადი ორგანული ნაერთების 40% სწორედ სატრანსპორტო საშუალებებიდან ხვდება ატმოსფერულ ჰაერში.

➢ **საავტომობილო ტრანსპორტი.** ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაში მნიშვნელოვანია საავტომობილო ტრანსპორტის როლი (სურ. 4.4.): მისი წილი ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაში 85-90%-მდე აღწევს.



სურ. 4.4. ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი — ატმოსფეროს დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყარო

ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვში იდენტიფიცირებულია 200-ზე მეტი სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერება, მ.შ. საწვავის არასრული წვის პროდუქტები (ნახშირბადის მონოოქსიდი, ალდეჰიდები, კეტონები, ნახშირწყალბადები, მ.შ. კანცეროგენული ბენზ(ა)პირენი, წყალბადი, ზეჟანგური ნაერთები, მური); აზოტის ჟანგბადთან თერმული რეაქციის პროდუქტები (აზოტის ოქსიდები); საწვავის შემადგენლობაში არსებული ნივთიერებები (ტყვიის ნაერთები, გოგირდის დიოქსიდი და სხვ.).

საწვავის არასრული წვის პროდუქტის — ნახშირბადის მონოოქსიდის გაფრქვევის წლიური რაოდენობა 178473 ტ-ს შეადგენს, (მ.შ. 147048 ტ — ბენზინზე მომუშავე ძრავებიდან და 31425 ტ — დიზელის საწვავზე მომუშავე ძრავებიდან). მნიშვნელოვანია სხვა კომპონენტების გამოფრქვევის მოცულობაც (ცხრილი 4.4.)

ცხრილი 4.4.

ავტოტრანსპორტის ძრავების მიერ გამოფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა რაოდენობა, ტ/წელინადში

ძრავის ტიპი	ნახშირბადის მონოოქსიდი	აზოტის ოქსიდები	გოგირდის ოქსიდები	ნახშირწყალბადები	მური	ბენზ(ა)პირენი	ნახშირბადის დიოქსიდი
ბენზინზე	147048	8355	668	26736	201	0,0769	1072114
დიზელის საწვავზე	31425	8799	5028	13827	3771	0,0779	806491
სულ ავტოტრანსპორტიდან	178473	17154	5696	40563	3972	0,1548	1878605

0,1 ლ/კმ ბენზინის ხარჯვის დროს, თითოეული ავტომობილის მიერ გამოიყოფა 40-60 გრამამდე ტყვია, რომლის 20% კონცენტრირდება უშუალოდ სატრანსპორტო საშუალების ირგვლივ, დანარჩენი კი ჰაერში იფანტება; ამასთანავე, ერთი ლ ბენზინის დაწვისას გამოიყოფა 750 გ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე ნივთიერებები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამ მონაცემებში არ შედის ავტოტრანსპორტის მიერ ბუნებრივი საწვავი აირის (გათხევადებული აირი, შეკუმშული აირი) მოხმარების შედეგად წარმოქმნილი გაფრქვევები; ამასთან ერთად, აღსანიშნავია, რომ ავტოტრანსპორტის მიერ ბუნებრივი საწვავი აირის მოხმარება შეადგენს ავტოტრანსპორტის მიერ მოხმარებული საწვავის საერთო რაოდენობის დაახლოებით 1,7%-ს.

გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა და შედგენილობა დამოკიდებულია ძრავების სახეზე, მათი მუშაობის რეჟიმზე, ტექნიკურ მდგომარეობაზე, ქუჩის საფარის ხარისხზე, მეტეოროლოგიურ პირობებზე. ქალაქის პირობებში შიგაწვის ძრავის მუშაობის თავისებურებაა ცვლადი დატვირთვა. ნახშირბადის მონოოქსიდის ყველაზე დიდი კონცენტრაცია (2-ჯერ მეტი) ფიქსირდება ძრავის ფუჭი სვლის რეჟიმზე და სრული დატვირთვით მუშაობისას.

ბენზინის ოქტანური რიცხვის გაზრდის მიზნით მას ემატება სხვადასხვა ანტიდეტონაციური დანამატი. დიდი ხნის განმავლობაში ამ მიზნით გამოიყენებოდა ძლიერ ტოქსიკური ტეტრაეთილტყვია. იგი ძრავში წვის დროს წარმოქმნის არაორგანულ შენაერთებს, რომელიც გამონაბოლქვ აირებთან ერთად გარემოში გამოიყოფა. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ 1 კგ ეთილირებული ბენზინის წვისას ფუჭი სვლის დროს ატმოსფეროში გამოიყოფა 0,3 გ ტყვია, 15 კმ/სთ სიჩქარისას — 0,87 გ, ხოლო 40 კმ/სთ სიჩქარისას — 0,9 გ. საქართველოს კანონმდებლობით, მისი გამოყენება ამჟამად აკრძალულია. მის მაგივრად გამოიყენება ნაკლებად ტოქსიკური სხვა ნაერთები.

შიგაწვის და დიზელის ძრავების გამონაბოლქვი აირები ქიმიური შემადგენლობით ერთმანეთისაგან განსხვავდება (ცხრილი 4.5.). დიზელის ძრავის მუშაობისას ნაკლებია ნახშირბადის მონოოქსიდისა და დაუნჯავი ნახშირწყალბადების გამოყოფა. ამასთან ერთად, გამონაბოლქვში ჭარბი ჰაერის შემცველობის გამო, მეტია აზოტის ოქსიდების

შემცველობა. ამ დროს მეტია მასში კვამლის შემცველობაც. შავი კვამლი წარმოადგენს საწვავის არასრული წვის პროდუქტს და შედგება 0,1-0,3 მკმ ზომის ნახშირბადის ნაწილაკებისაგან. თეთრი კვამლი წარმოიქმნება აორთქლებული საწვავის ნაწილაკებისა და წყლის წვეთებისაგან და გამოიფრქვევა ძრავის ფუჭი სვლის რეჟიმზე მუშაობის დროს. მის შემადგენლობაშია გამაღიზიანებელი მოქმედების მქონე ალდეჰიდები. ცისფერი კვამლი წარმოიქმნება გამონაბოლქვი აირების ჰაერში გაცივების დროს. ის თხევადი ნახშირწყალბადების წვეთებისაგან შედგება. დიზელის ძრავის გამონაბოლქვი აირები შეიცავს აგრეთვე ბენზ(ა)პირენს და სხვა კანცეროგენულ პოლიციკლურ არო-მატულ ნახშირწყალბადებს, თუმცა, მათი კონცენტრაცია ნაკლებია ბენზინის ძრავის გამონაბოლქვ აირებთან შედარებით — 10 მკგ/მ^3 და 10-20 მკგ/მ^3, შესაბამისად. ზოგადად, გამონაბოლქვი აირების საერთო რაოდენობა დიზელის საწვავის გამოყენების დროს დაახლოებით 9-10-ჯერ ნაკლებია ბენზინთან შედარებით.

ცხრილი 4.5.

1 კგ საწვავის წვის დროს წარმოქმნილი ტოქსიკური კომპონენტების რაოდენობა (მგ)

№	კომპონენტები	ბენზინი	დიზელის საწვავი
1.	ნახშირბადის მონოოქსიდი	465,59	20,81
2.	ნახშირწყალბადები	23,28	4,16
3.	აზოტის ოქსიდები	15,83	18,01
4.	გოგირდის დიოქსიდი	1,86	7,80
5.	ალდეჰიდები	0,93	0,78
6.	მური	1,0	5,0
7.	ტყვია	0,5	—
8.	ს უ ლ	509,99	51,56

საავტომობილო ტრანსპორტის, როგორც ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროს, დახასიათების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სატრანსპორტო ნაკადის ფორმირების ხასიათს, რომელიც ქალაქში იმპულსურია. ხშირი დამუხრუჭებისა და, შემდგომ, სიჩქარის მატების გამო, ტოქსიკური აირების გამოყოფა იზრდება. დიდი მნიშვნელობა აქვს სატრანსპორტო ნაკადის ინტენსიურობასა და სიმჭიდროვეს. ნაკადის მცირე სიმჭიდროვის დროს (10 ავტ/კმ) შესაძლებელია მოძრაობა თავისუფალი სიჩქარით, ჯგუფური მოძრაობისას (11-30 ავტ/კმ) მოძრაობის სიჩქარის შემცირების გამო იზრდება საწვავის ხარჯი. კოლონის სახით მოძრაობისას (31-100 ავტ/კმ) სიჩქარე მკვეთრად მცირდება, რაც კიდევ უფრო ზრდის საწვავის ხარჯს. ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიურობის ზრდის შესაბამისად იზრდება ატმოსფერულ ჰაერში ტოქსიკური აირების გამოფრქვევაც (ცხრილი 4.6.).

ცხრილი 4.6.

ჰაერის დაბინძურების კავშირი საავტომობილი ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიურობაზე

№	ავტომობილების რაოდენობა (1 სთ-ში)	კონცენტრაცია, მგ/მ³			
		CO	ნახშირწყალბადები	NO_2	აკროლეინი
1.	1000-მდე	10,6	1,66	0,036	კვალი
2.	1000-3000	13,2	2,07	0,114	0,025
3.	3000-ზე მეტი	15,6	2,41	0,120	0,04

საწვავის ხარჯი დამოკიდებულია სხვა გარემოებებზეც: ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარე, სატრანსპორტო ნაკადების მდგომარეობა, საგზაო მოძრაობის რეგულირების რეჟიმი. საავტომობილო ნაკადის ერთნაირი ინტენსიურობით მოძრაობისას განიერ ქუჩებზე მავნე ნივთიერებების კონცენტრაცია 30%-ით ნაკლებია ვიწრო ქუჩებთან შედარებით.

➢ **საავიაციო ტრანსპორტი.** ავიაციაში სამი ტიპის ძრავა გამოიყენება: დგუშიანი, აირტურბინული და რეაქტიული. ისინი სხვადასხვა სახის საწვავს მოიხმარს, რომელთა წვის პროცესი განსხვავებულია. საავიაციო ტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები შეიცავს ნახშირბადის მონოოქსიდს, აზოტის ოქსიდებს, გოგირდის დიოქსიდს, ნახშირწყალბადებს. მნიშვნელოვანია, აგრეთვე, პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადების გამოფრქვევა; აირტურბინული ძრავის ჩვეულებრივ რეჟიმში მუშაობისას 1 წთ-ში გამოიყოფა 2-4 მგ ბენზ(ა)პირენი, ხოლო მაქსიმალურ სიმაღლეზე აფრენის რეჟიმის დროს — 40 მგ-მდე.

საავიაციო ტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები აფრენისა და დაფრენის დროს ხვდება ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში, ტექნიკური მომსახურების ზონაში, ასაფრენ-დასაფრენ ბილიკზე და სხვ. საავიაციო ტრანსპორტის თავისებურებაა გამონაბოლქვებით ჰაერის არა მარტო მიწისზედა ფენის, არამედ მისი უფრო ზედა ფენების დაბინძურება. სტრატოსფეროს დაბინძურების შედეგად შესაძლებელია ისეთი არასასურველი ეფექტების განვითარება, როგორიცაა რადიაციული ბალანსის შეცვლა, ნალექების წარმოქმნის გაძლიერება, სტრატოსფეროს ქვედა ფენაში ნახშირბადის მონოოქსიდისა და დიოქსიდის, აზოტის ოქსიდების შემცველობის მომატება. ამ ფენების გარემოზე გავლენა ეკოლოგებისა და მეტეოროლოგების კომპენტენციაა, თუმცა ბევრი მათგანი გარკვეულ გავლენას ახდენს ცხოვრების პირობებზე, რაც ჰიგიენისტების ყურადღების სფეროში ხვდება.

➢ **სარკინიგზო ტრანსპორტი.** იგი ატმოსფეროს დაბინძურების ერთ-ერთი წყაროა. თბომავლების დიზელის ძრავების გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა და მასში ტოქსიკური კომპონენტების შემცველობა დამოკიდებულია ძრავის მუშაობის რეჟიმზე, საწვავში გოგირდის შემცველობაზე.

➢ **საწყლოსნო ტრანსპორტი.** მის საწვავად გამოიყენება მაზუთი, რომელშიც მაღალია გოგირდის შემცველობა. გამონაბოლქვის რაოდე-

ნობა და დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაცია დამოკიდებულია სანვავის სახეზე და ძრავის მუშაობის რეჟიმზე.

➢საგზაო მეურნეობა. იგი მოიცავს სამუშაოთა ფართო სპექტრს, რომელიც ითვალისწინებს მასალების მოპოვებას და გადამუშავებას საგზაო მშენებლობისათვის, თვით საგზაო მშენებლობას. ამ პროცესების დროს გარემოში გამოიყოფა ნახშირწყალბადების შემცველი აეროზოლები (ასფალტის ნარმოებისა და გამოყენების დროს, საგზაო ტექნიკის მუშაობის შედეგად), მინერალური მტვერი და სხვ.

ჰიგიენური თვალსაზრისით, განსაკუთრებით არასასურველ მდგომარეობას ქმნის ასფალტბეტონის ქარხნები. მათი მზა პროდუქცია ცხელი სახით გამოიყენება, რის გამოც საჭიროა მათი განთავსება დასახლების ტერიტორიაზე ან მასთან ახლოს. ეს გარემოება მნიშვნელოვნად განაპირობებს დასახლების ტერიტორიის ატმოსფეროს დაბინძურებას ნახშირწყალბადების აქროლადი ფრაქციების აეროზოლებით.

4.4.2.5. აგროსამრეწველო კომპლექსი

ატმოსფერული ჰაერის დგაბინძურება შესაძლებელია როგორც მემცენარეობის, ისე მეცხოველეობის წარმოებაში.

➢მემცენარეობა. სოფლის მეურნეობის ეს სფერო მჭიდროდაა დაკავშირებული სხვადასხვა სახის შხამ-ქიმიკატების გამოყენებასთან, მ.შ. წამყვანია პესტიციდები. მათი გამოყენების დროს ხდება ქიმიური ნივთიერებების გავრცელება გარემოს ყველა ობიექტში, მ.შ. ჰაერში.

ატმოსფერული ჰაერის პესტიციდებით დაბინძურების დონეზე დიდ გავლენას ახდენს მეტეოროლოგიური პირობები: ჰაერის მაღალი ტემპერატურის დროს ფოსფორორგანული ნივთიერებების შემცველობა ჰაერში შეიძლება 6-10-ჯერ მეტი იყოს ზომიერ ტემპერატურასან შედარებით.

პესტიციდების გარემოში გავრცელების მანძილი დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დამუშვების წესზე. აეროზოლური გენერატორის გამოყენებისას შესაძლებელია ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება პესტიციდის გამოყენების ადგილიდან 5 კმ-ის დაცილებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერული ჰაერის მეორად დაბინძურებას — ნიადაგისა და მცენარეების ზედაპირიდან მათი აორთქლების შედეგად.

ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლების სიჩქარის მიხედვით პესტიციდები 4 ჯგუფად იყოფა. 1 ჰა დამუშავებული ფართობიდან 1 წლის განმავლობაში I ჯგუფის პრეპარატები აორთქლდება 0,1 კგ რაოდენობით, II ჯგუფის — 0,2-0,3 კგ, III ჯგუფის — 3-6,5 კგ, IV ჯგუფის — 7-14 კგ.

მარცვლეულის დამუშავების დროს ჰაერში გამოიყოფა ვარცხლისწყლის შემცველი შენაერთები, რომელთა აღმოჩენა შესაძლებელია დამუშავების ადგილიდან 600 მ-ის დაცილებით.

გარემოს დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა შხამ-ქიმიკატების საწყობები. მათი აღმოჩენა შესაძლებელია საწყობებიდან 500-900 მ-ის დაცილებით. კერძოდ, არაორგანული პრეპარატები 500 მ-მდე ვრცელდება, ქლორორგანული ნივთიერებები — 600 მ-მდე, ხოლო ფოსფორორგანული შენაერთები — 900 მ-მდე. ამასთან ერთად, მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ და ჰიგიენურ პრობლემას წარმოადგენს ვადაგასული შხამ-ქიმიკატების დაყოვნება საწყობებში, საიდანაც დროთა განმავლობაში ხვდება ეკოლოგიური სისტემის ყველა ელემენტში. მათი განადგურებისა და გადამუშავების საკითხის გადაწყვეტისას დიდი მნიშვნელობა აქვს სათანადო ტექნოლოგიური პროცესების ჰიგიენურ შეფასებას გარემოს და, კერძოდ, ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების თავიდან აცილების თვალსაზრისით.

➢მეცხოველეობა. მეცხოველეობის ობიექტების სამრეწველო საფუძვლებზე გადასვლის შედეგად აქტუალური გახდა მისი ნარჩენებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაცვა. მეცხოველეობის ნარჩენების (ორგანული აზოტური შენაერთების) გახრწნის შედეგად წარმოიქმნება ამიაკი, ხოლო გოგირდის შემცველი ორგანული ცილოვანი ნივთიერების დაშლის შედეგად — გოგირდწყალბადი. მათი გამოყოფა საქართველოს მეცხოველეობის კომპლექსებიდან საშუალოდ წლის განმავლობაში შეადგენს 27259,1 და 731,9 ტ-ს, შესაბამისად. მეთანის წლიური გამოყოფა 119688,1 ტ-ის ფარგლებშია. ორგანული დუღილის ფერმენტულ პროცესებს თან ახლავს ალდეჰიდების, სპირტების, რთული ეთერების, ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნა. ჰაერში არასასურველი სუნის წარმოქმნას განაპირობებს პეპტონები, ამინომჟავები, ტრიეთილამინი, გოგირდწყალბადი, მერკაპტანები, ფენოლი, ინდოლი, სკატოლი. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ინტენსიურობა და დამაბინძურებლების გავრცელება დამოკიდებულია ცხოველებისა და ფრინველების რაოდენობაზე, მათი შენახვის პირობებზე, კომპლექსებისა და ფერმების სათავსებისა და ტერიტორიების სანიტარიულ მდგომარეობაზე, მყარი და თხევადი ნარჩენების შეგროვების, შენახვისა და გამოყენების თავისებურებებზე. მაგალითად, ამიაკი ზდკ-ს დონეზე ვრცელდება გამოყოფის წყაროდან 4-5 კმ-მდე მანძილზე.

მეცხოველეობის საწარმოების თავისებურებაა ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შესაძლებლობა მიკროორგანიზმებით. ამ დროს შესაძლებელია ჰაერში აღმოჩნდეს სპოროვანი და პიგმენტური კოლონიები, თერმოფილები, სოკოები და აქტინომიცეტები. მეღორეობის კომპლექსიდან მიკრობული გაბინძურება 2000 მ მანძილზე ვრცელდება.

მსხვილფეხა პირუტყვის კომპლექსის ტერიტორიაზე 1 $მ^3$ ჰაერში აღმოჩნდება 50-20 000 მიკრობი, 100 მ-ის დაცილებით დაახლოებით 800 მიკრობი, 500 მ — 650, 1000 მ — 400, 1500 მ — 150, ხოლო 2500 მ-ის დაცილებით მათი რაოდენობა 25-100-მდე მცირდება.

ამრიგად, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროები მრავალფეროვნებით ხასიათდება, ხოლო გამონაფრქვევები მრავალკომპონენტიანია, რაც განაპირობებს დასახლებების ჰაეროვანი გარემოს

ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუარესებას. ატმოსფერული ჰაერის ტექნოგენური დაბინძურების შედეგად შესაძლებელია დამაბინძურებლების მოხვედრა ეკოლოგიური ჯაჭვის ყველა ელემენტში, რაც ადამიანის საარსებო გარემოს გაბინძურებას ინვევს, ეს კი მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებსა და ჯანმრთელობაზე.

4.5. ტექნოგენური დამაბინძურებლების ატმოსფეროში გავრცელების კანონზომიერებები

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება იწყება სხვადასხვა წყაროდან ტექნიკური მინარევების ჰაერში მოხვედრის ფაქტიდან. გამონაფრქვევების ატმოსფეროში მოხვედრის გზები და წესები განისაზღვრება ტექნოლოგიური პროცესების თავისებურებებით.

4.5.1. ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაფრქვევების დახასიათება

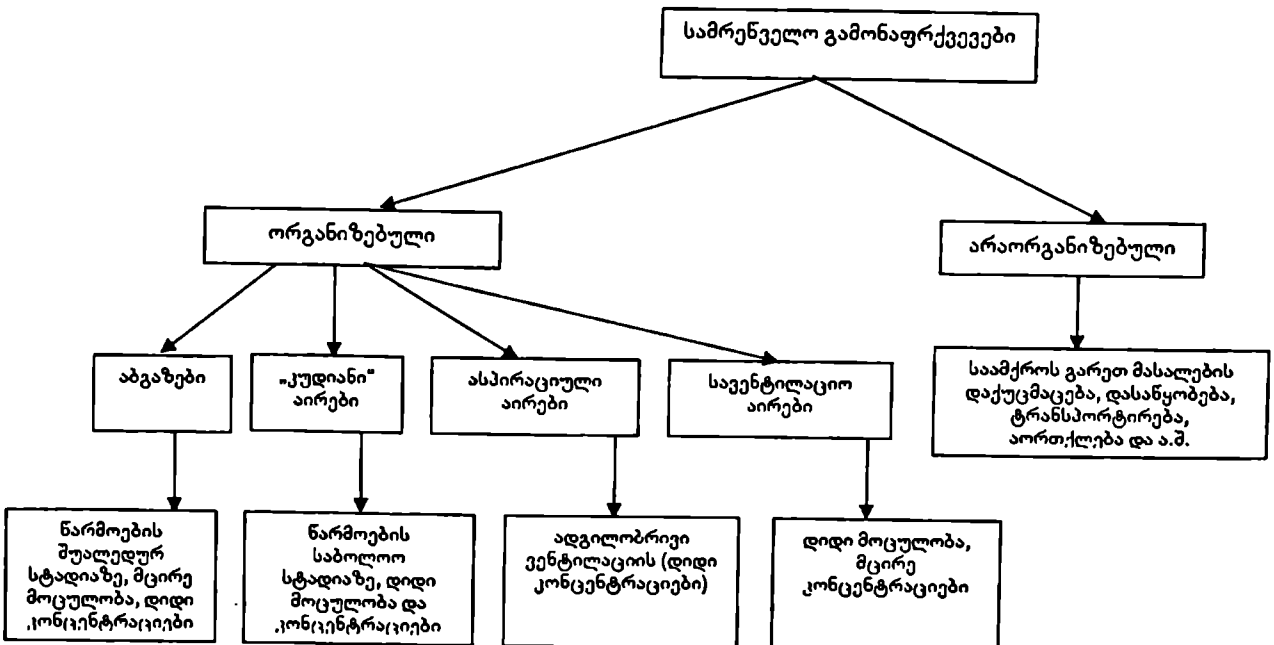
ტექნოლოგიური პროცესის ხასიათის მიხედვით, სამრეწველო გამონაფრქვევები ორ ჯგუფად იყოფა (სურ. 4.5.):

- ორგანიზებული — გაფრქვევა საკვამლე ან სავენტილაციო მილებით ან სხვა მოწყობილობებით (ნავთობის რეზერვუარის სასუნთქი სარქველებით); გაფრქვევა, როგორც წესი, კონცენტრირებული ნაკადის სახით ხდება;
- არაორგანიზებული — დასამუშავებელი ნივთიერების ამტვერება ან აორთქლება დიდი ზედაპირებიდან (ფხვიერი მასალის სანყობები, მოპოვებული ნავთობის მინისქვეშა რეზერვუარები, შლამისა და აირების შესანახი სხვადასხვა რეზერვუარი და ა.შ.).

➢ *ორგანიზებულ გამონაფრქვევებს* შორის გამოიყოფა „კუდიანი" აირები, აბგაზები, ასპირაციული და სავენტილაციო სისტემების აირები.

„კუდიანი" აირები ტექნოლოგიური პროცესის დასკვნით ეტაპზე წარმოიქმნება, ხასიათდება შედარებით დიდი კონცენტრაციებით და დამაბინძურებლების მნიშვნელოვანი აბსოლუტური მასით. მათი ტიპური მაგალითია საქვაბეებისა და თბოელექტროსადგურების კვამლის აირები.

აბგაზები წარმოიქმნება ტექნოლოგიური პროცესის შუალედურ სტადიებზე და გამოიფრქვევა დახურულ აპარატებში წნევის გათანაბრების, აგრეთვე აპარატურის გათავისუფლების ან ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევისას აირებისაგან გათავისუფლების მიზნით. მათთვის დამახასიათებელია გაფრქვევის პერიოდულობა, შედარებით მცირე



სურ. 4.5. ატმოსფეროს სამრეწველო დამაბინძურებლები

მოცულობა დიდი კონცენტრაციის პირობებში. აბგაზების გამოყოფა ხდება შედარებით დაბალი მრავალრიცხოვანი მილების საშუალებით.

ასპირაციული სისტემის აირები ფორმირდება ადგილობრივი გამწოვი საწარმოო ვენტილაციის სისტემების მუშაობის შედეგად; უშუალოდ მტვრისა და აირების წარმოქმნის ადგილებიდან მათი გაწოვის დროს. მათთვის დამახასიათებელია დაბინძურების მაღალი კონცენტრაცია და რთული, მრავალკომპონენტიანი შემადგენლობა, რამდენადაც საწარმოო ვენტილაციის სისტემაში გაერთიანებულია რამდენიმე ადგილობრივი გამწოვი მოწყობილობა. ასპირაციული სისტემებიდან აირების გაფრქვევა საშუალო სიმაღლის მილების საშუალებით ხდება.

საევენტილაციო სისტემის აირები წარმოიქმნება ზოგადი ცვლის გამწოვი ვენტილაციის სისტემის მუშაობის შედეგად. მათთვის დამახასიათებელია დიდი აბსოლუტური მოცულობა გამაბინძურებლების შედარებით მცირე კონცენტრაციის დროს. მათი დამუშავება (გაწმენდა) ატმოსფეროში გაფრქვევამდე შედარებით რთულია. ცხელი საამქროებიდან ჰაერის გაწოვა საამქროს ჭერში განლაგებული სააერაციო ფონარის საშუალებით ხდება. სააერაციო ფონრებს დიდი ფართობი აქვთ, ამიტომ მათგან გაფრქვეული ჰაერის ხასიათი უახლოვდება არაორგანიზებულ გაფრქვევას, თუმცა გაფრქვეული დაბინძურებული ჰაერის მოცულობის მიახლოებითი გაანგარიშება შესაძლებელია საამქროს შემომწოვი საევენტილაციო სისტემის სიმძლავრის გათვალისწინებით.

ორგანიზებული გამონაფრქვევები იყოფა ცხელ და ცივ გამონაფრქვევებად.

ცხელი გამონაფრქვევები დამახასიათებელია მრეწველობისა და ტრანსპორტისათვის. მათ მიეკუთვნება„კუდიანი" აირები და აბგაზები. მეტალურგიული საწარმოების გამონაფრქვევების ტემპერატურა 200-1200^{0}C-ის, თბოელექტროსადგურების — 100-200^{0}C-ის, ნავთობგადამამუშავებელი საწარმოების — 300-400 და 180-540^{0}C-ის (დანადგარისა და ტექნოლოგიის შესაბამისად), ქიმიური მრეწველობის საწარმოების — 30-50^{0}C-ის ფარგლებშია.

ცივ გამონაფრქვევებს მიეკუთვნება ასპირაციული და საევენტილაციო სისტემების აირები.

➢ *არაორგანიზებულ გამონაფრქვევებს* მიეკუთვნება დასამუშავებელი ნივთიერების ამტვერება ან აორთქლება დიდი ზედაპირებიდან (ფხვიერი მასალის საწყობები, მოპოვებული ნავთობის მინისქვეშა რეზერვუარები, შლამისა და აირების შესანახი სხვადასხვა რეზერვუარი, სამუშაოების შესრულება ღია ატმოსფეროში და ა.შ.

გამონაფრქვევების კომპონენტები, აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით, არის აიროვანი, ორთქლისებური და მტვრისებური. იგი აეროზოლს წარმოადგენს ნაწილაკების ზომის (დისპერსიულობის) სხვადასხვა ხარისხით. ჰიგიენური თვალსაზრისით საინტერესოა სხვადასხვა წარმოშობის სამრეწველო აეროზოლების დალექვის სიჩქარის კავშირი ნაწილა-

კების ზომებთან (ცხრილი 4.7.). აეროზოლის ეს ორი მაჩვენებელი პრაქტიკულად საინტერესოა იმდენად, რამდენადაც ისინი განსაზღვრავს ნაწილაკების შეკავების ხარისხს გამწმენდ ნაგებობებში, ატმოსფერულ ჰაერში შენონილ მდგომარეობაში ყოფნის ხანგრძლივობას, აგრეთვე ორგანიზმზე ზემოქმედების ხასიათს (სასუნთქ გზებში შეჭრის სიღრმე, ალვეოლის კედლების მექანიკური დაზიანება, სისხლში შენოვის სიჩქარე, ფაგოციტოზის ინტენსიურობა და ა.შ.).

ცხრილი 4.7.

აეროზოლების გრავიტაციული დალექვის სიჩქარე მათი ზომების მიხედვით

№	აეროზოლის სახე	აეროზოლის ზომა, მკმ	სიჩქარე, მ/წმ
1.	ქვანახშირის მტვერი	40-200	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{1}$
2.	ფლოტაციური გამონაფრქვევების მტვერი	25-200	$3 \cdot 10^{-2} - 12 \cdot 10^{-1}$
3.	ქვანახშირის წვის ნაცარი	10-70	$7 \cdot 10^{-3} - 27 \cdot 10^{-2}$
4.	ცემენტის მტვერი	1-200	$7 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{1}$
5.	თუთიის მტვერი	1,5-20	$1,5 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-2}$
6.	ქიმიური პროცესების აეროზოლები	0,5-5	$2 \cdot 10^{-5} - 18 \cdot 10^{-4}$
7.	მაგნიუმის ოქსიდის კვამლი	0,01-0,3	$13 \cdot 10^{-8} - 14 \cdot 10^{-7}$

სამრეწველო საწარმოს მილიდან გამოფრქვევის შემდეგ, აირების გავრცელებაზე გავლენას ახდენს ატმოსფეროში მათი გაფანტვის კანონზომიერებები. ეს პროცესი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ადგილის ბუნებრივ პირობებზე, პირველ რიგში, მეტეოროლოგიურ პირობებზე.

4.5.2. ატმოსფეროში ტექნოგენური გამონაფრქვევების გაფანტვაზე მეტეოროლოგიური პირობების გავლენა

გამონაფრქვევების განზავება ატმოსფეროში რთული ფიზიკური პროცესია, რომელიც, ძირითადად, მეტეოროლოგიური პირობებით განისაზღვრება. ატმოსფეროს დაბინძურებული ქვედა ფენის შერევა შედარებით სუფთა ზედა ფენებთან ძლიერ ნელა მიმდინარეობს. დამაბინძურებლების განზავებას განსაზღვრავს ატმოსფერული ჰაერის ნაკადების ტურბულენტურობა*. ჰაერის ნაკადების ტურბულენტურობის მიზე-

---

* *ტურბულენტურობა* (ლათ. turbulentus – მშფოთვარე, მოუწესრიგებელი) — მოვლენა, რომელიც შეიმჩნევა სითხეებისა და აირების დინებისას და მისი არსია ასეთი დინებისას სხვადასხვა ზომის უამრავი გრიგალის წარმოქმნა, რის შედეგადაც დინების ჰიდროდინამიკური და თერმოდინამიკური მახასიათებლები (სიჩქარე, წნევა, ტემპერატურე, სიმკვრივე) ქაოსურ ფლუქტუაციებს განიცდის და ამიტომ არარეგულარულად იცვლება წერტილიდან წერტილამდე დროის მიხედვით. იგი აღიძვრება ლამინარული დინების არამდგრადობის გამო. *ტურბულენტური დინება* — სითხის ან აირის დინების ისეთი ფორმა, რომლის დროსაც მათი ელემენტები ქაოსურად, არასტაციონარულად მოძრაობს რთულ

ზებია: 1. ჰაერის მასების შეხება დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორო რელიეფთან; 2. ტემპერატურული ინვერსია.

სწორედ ჰაერის ნაკადების ტურბულენტურობა განაპირობებს ჰაერის ფენების სხვადასხვა მიმართულებით გადაადგილებას და დამაბინძურებლების საწყისი კონცენტრაციების თანდათან შემცირებას. ტურბულენტურობის ერთ-ერთი მიზეზია *ჰაერის მასების შეხება დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორო რელიეფთან*, რასაც მექანიკური ტურბულენტურობა ენოდება. მისი ინტენსიურობა განისაზღვრება ქარის სიჩქარით — ჰაერის მასების ჰორიზონტალური გადაადგილების ინტენსიურობით.

კვამლის ნაკადი (გამოფრქვევის ჩირაღდანი), მილიდან გამოსვლის შემდეგ, მიემართება ზემოთ, შემდგომ ნელ-ნელა გადაიხრება ქარის მიმართულებით, ხოლო ბოლოს მიიღებს ჰორიზონტალურ მდგომარეობას. კვამლის აირების მაღალი ტემპერატურა, გარკვეული სიმაღლის მიღწევის შემდეგ, უთანაბრდება ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურას და მასში განზავდება.

გამონაფრქვევის ჩირაღდანი, რომელიც ქარის მიმართულებით ვრცელდება, თანდათან ფართოვდება, ქვემოთ ეშვება და მიწის ზედაპირს ეხება. ნაკადის განივკვეთის სიდიდე მისი გავრცელების თითოეულ წერტილში განისაზღვრება მისი გახსნის კუთხით, რომელიც მერყეობს 10-60°C-ის ფარგლებში, ქარის სიჩქარის შესაბამისად.

გამოფრქვევის წყაროდან დაცილების შესაბამისად, ჩირაღდანის განივი კვეთის ფართობი იზრდება მანძილის კვადრატის პროპორციულად. ამის შესაბამისად, დაბინძურების კონცენტრაცია მცირდება მანძილის კვადრატის პროპორციულად. რეალურ პირობებში ეს კანონზომიერებები სრულად ვერ ვლინდება: მიწასთან მიახლოებისას დაბინძურების ნაკადის ჩირაღდანი დეფორმირდება; გარდა ამისა, პროცესზე გავლენას ახდენს ე.წ. მეორადი დაბინძურება — გამონაფრქვევებიდან ადრე გამოლექილი ნანილის ხარჯზე, რის გამოც ჰაერის მიწისზედა ფენაში (რაც ჰიგიენურად ყველაზე მნიშვნელოვანია) დაბინძურების კონცენტრაცია გაანგარიშებულზე მეტი აღმოჩნდება.

მაღალი ცხელი გამოფრქვევის ორგანიზებული წერტილოვანი წყაროს (მაგალითად, თბოელექტროსადგურის ან მეტალურგიული კომბინატის მილის) ირგვლივ ჰაერის მიწისზედა ფენაში რამდენიმე ზონა გამოიყოფა: არაორგანიზებული დაბინძურების ზონა (წყაროდან 1000 მ-მდე), ჩირაღდნის გადაფარვის ზონა (მილის ათმაგ სიმაღლემდე), კვამლიანობის ზონა (მილის 10-დან 40-ჯერად სიმაღლემდე).

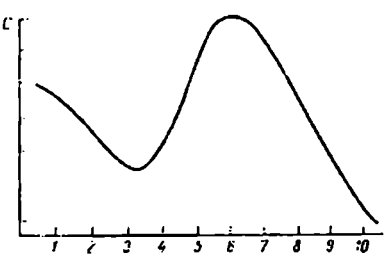
დედამიწის ზედაპირზე ქარის სიჩქარე დიდ ფარგლებში მერყეობს, რაც მთელ რიგ ფაქტორებზეა დამოკიდებული. ჩვეულებრივად, მისი სიჩქარე 5-10 მ/წმ-ის ფარგლებშია, თუმცა ზოგჯერ 50 მ/წმ და მეტსაც აღნევს. ქარის სიჩქარე არსებით გავლენას ახდენს ატმოსფეროში

ტრაექტორიებზე, რაც სითხის ან აირის შრების ინტენსიურ შერევას იწვევს (ქსე, ტ. 10, გვ. 77).

დამაბინძურებლების გაფანტვის სიჩქარეზე და, შესაბამისად ჰაერში მათ კონცენტრაციებზე.

განსხვავებული მეტეოროლოგიური პირობების დროს გამონაფრქვევების ატმოსფეროში განზავების კვლევის საფუძველზე განისაზღვრება ე.ნ. *ქარის საშიში სიჩქარეები*, რომლის დროსაც ატმოსფერული ჰაერის მიწისზედა ფენაში დამაბინძურებლების ყველაზე დიდი კონცენტრაციები გროვდება. მისი სიდიდე დამოკიდებულია გამოფრქვეული მასის ტემპერატურაზე და მილის სიმაღლეზე. ცხელი გამონაფრქვევების მძლავრი წყაროებისათვის (თბოელექტროსადგური, მეტალურგიული კომბინატი და ა.შ.) ქარის საშიში სიჩქარეა 2-7 მ/წმ-ის ფარგლებში. მცირე სიმძლავრის წყაროებისათვის სუსტად გამთბარი გამონაფრქვევებით (საავენტილაციო სისტემების აირები) მისი სიდიდეა 0,5-1,0 მ/წმ.

თანამედროვე სამრეწველო ქალაქში აღინიშნება მაღალი ცხელი და დაბალი ცივი გამოფრქვევების რთული კომბინაცია. ამის გამო პრაქტიკულად აღინიშნება კონცენტრაციის მომატები ორი პიკი — ქარის სიჩქარისას 2 მ/წმ-მდე და დაახლოებით 6 მ/წმ-ის დროს (სურ. 4.6.). ეს გარემოება გათვალისწინებული უნდა იყოს გამოფრქვევის წყაროების სანიტარიული მონიტორინგის (ლაბორატორიული კონტროლისათვის დაკვირვების ადგილების შერჩევის) დროს.



სურ. 4.6. სამრეწველო ქალაქის ჰაერის დაბინძურების დონის დამოკიდებულება ქარის სიჩქარეზე.
V - ქარის სიჩქარე; C - დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია ჰაერში.

კონკრეტულ ადგილზე ქარის მიმართულება ხშირად იცვლება. მაგრამ მასში გამოიყოფა ძირითადი მიმართულებები — ე.ნ. გაბატონებული ქარების მიმართულება. ეს ფაქტორი გათვალის-წინებული უნდა იყოს კონკრეტული საწარმოსათვის ტერიტორიის შერჩევის დროს და დასახლების ტერიტორიის ფუნქციური ზონირებისას. ქარების საშიში (მკვეთრად მომატებული) სიჩქარეების პროგნოზირების დროს რეკომენდებულია ღონისძიებების მიღება ატმოსფეროში ტექნოლოგიური გამოფრქვევების შესამცირებლად.

ჰაერის ნაკადების ტურბულენტობის მეორე მიზეზია *ატმოსფეროს ვერტიკალურ სიბრტყეში ჰაერის ტემპერატურის არათანაბარი განაწი-*

ლება, რაც კონვექციური ნაკადების განვითარებას იწვევს (*თერმული ტურბულენტურობა*). ატმოსფერო თერმოდინამიკური სისტემაა, რომელშიც ჰაერის ნებისმიერი მასა ზემოთ ასვლისას ცივდება და მოცულობაში მცირდება, ქვემოთ ჩამოსვლისას კი თბება და მოცულობაში იმატებს. ამ პროცესს *ატმოსფეროს ტემპერატურული სტრატიფიკაცია* ეწოდება.

ატმოსფეროს მიწისზედა ფენის ჰაერის ტემპერატურა, ძირითადად, მიწის ზედაპირის ტემპერატურით განისაზღვრება. ატმოსფეროში ყოველ 100 მ-ზე ასვლისას ჰაერის ტემპერატურა თითქმის 1^0C–ით მცირდება. სიმაღლის მიხედვით ჰაერის ტემპერატურის ასეთ განაწილებას *ვერტიკალური ტემპერატურული გრადიენტი* ეწოდება.

მზიან ამინდში მიწის ზედაპირის ინტენსიური ინსოლაციის შედეგად მიწის ზედაპირისა და მისი მიმდებარე ჰაერის გათბობა ხდება, რაც ჰაერის ვერტიკალურად გადაადგილებას იწვევს. მზის ჩასვლის შემდეგ მიწის ზედაპირი სწრაფად ცივდება. სუსტი ქარის შედეგად გაცივებული ჰაერის მიწისზედა ფენა შეიძლება გარკვეულ მანძილზე (მიწის ზედაპირიდან რამდენიმე ასეულ მეტრამდე) გავრცელდეს. ამის შედეგად, ჩვეულებრივი კანონზომიერების ნაცვლად, ჰაერის მიწისზედა ფენა რამდენადმე დაბალი ტემპერატურის მქონე იქნება, ვიდრე მის ზემოთ, ვერტიკალურ სიბრტყეში. შესაბამისად, მიწისზედა ფენის ზემოთ არსებული ჰაერის მასის ტემპერატურა უფრო მაღალი იქნება. ნორმალური ვერტიკალური ტემპერატურული გრადიენტის ასეთი დარღვევას *ტემპერატურული ინვერსია* ეწოდება. თბილი ჰაერის მასის (ტემპერატურული ინვერსიის) ზემოთ ვერტიკალური ტემპერატურული გრადიენტის გავრცელება ისევ ჩვეული რეჟიმით ხდება — სიმაღლის ზრდასთან ერთად ჰაერის ტემპერატურა მცირდება.

მზის ამოსვლის შემდეგ ტემპერატურული ინვერსია თანდათან ირღვევა, რამდენადაც მიწის ზედაპირი და მისი მიმდებარე ჰაერის მასა მზის სხივების მოქმედებით თბება. ზამთრის პერიოდში ტემპერატურული ინვერსიის შენარჩუნება შესაძლებელია რამდენიმე დღის მანძილზე.

ხანგრძლივი და მყარი ინვერსია ვითარდება შტილის* დროს, რომელსაც თან ახლავს ძლიერი ნისლი. ამ დროს მზის სითბო შთაინთქმება ნისლში არსებული წყლის ნაწილაკების მიერ, ხოლო მათგან ქვედა მიმართულებით არეკლილი სითბოს შედარებით მცირე ნაწილი მიწის ზედაპირამდე ვერ აღწევს. ასეთივე მოვლენა ვითარდება დაბალი ღრუბლიანობის დროს, რაც ხელს უშლის ატმოსფეროში ჰაერის ტურბულენტურ ცვლას და ხანგრძლივი ინვერსიების მიზეზია.

ინვერსიის გაძლიერება შესაძლებელია ადგილის რელიეფის თავისებურებებითაც. მაგალითად, დაბლობ ადგილებში ჰაერის მინისახლო

---

* შტილი — ჰაერის პრაქტიკულად უძრავი მდგომარეობა — როდესაც კვამლი ვერტიკალურად ადის.

ფენის გაცივება მეტად გამოხატულია, რამდენადაც გაცივებული ჰაერი შეიძლება ჩამოვიდეს შემაღლებული ადგილების ფერდობებიდან, რითაც „სიცივის ტბა"ყალიბდება.

დაბინძურებული ჰაერის გამომფრქვევი მილის სიმაღლის მიხედვით, ინვერსიის დროს გაბინძურებული ჰაერი შეიძლება დაგროვდეს მინისზედა სივრცის ჰაერში ან გაიფანტოს ატმოსფერული ჰაერის ინვერსიის ზედა ფენაში.

მინისზედა ინვერსიების შედეგად რთულდება დაბინძურებული ჰაერის ატმოსფეროში გაფანტვის პროცესი. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ინვერსიის შედეგად ჰაერის ქვედა ფენაში მისი ტემპერატურა ნაკლებია, სიმკვრივე კი მეტი. მინისზედა ცივი ჰაერი ვერ ერევა უფრო ზემოთ განთავსებულ თბილ ჰაერს. ამის გამო გამონაფრქვევების კონცენტრირება ხდება მინისზედა ნაწილში, ჰაერის თბილი ფენის ქვემოთ.

ტემპერატურული სტრატიფიკაციის თავისებურებები მხოლოდ ინვერსიით არ შემოიფარგლება. ზოგიერთ შემთხვევაში, სიმაღლის ზრდის შესაბამისად, ჰაერის ტემპერატურა შეიძლება არ შეიცვალოს. ამ დროს ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ნულის ტოლია, რასაც იზოთერმია ეწოდება. ატმოსფეროს ასეთ მდგომარეობას *არამყარი* ეწოდება.

იმ შემთხვევაში, თუ ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მ-ზე 1°C-ზე მეტია, ჰაერის მასების ვერტიკალურად მოძრაობისას ზემოთ ან ქვემოთ მათი და გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა იზრდება; ამის გამო იქმნება ჰაერის აღმავალი ან დაღმავალი ნაკადები. ატმოსფეროს ასეთ მდგომარეობას *კონვექციური* ეწოდება.

ატმოსფეროს არამყარი და კონვექციური მდგომარეობის დროს ჰაერის ნაკადების მიერ დაბინძურება დიდ მანძილზე აიტანება. ამ დროს მილის ზემოთ იქმნება კვამლის გრიგალისებური ნაკადები, რაც მნიშვნელოვანი ტემპერატურული გრადიენტის დროს ძლიერდება. ასეთი პირობები ხელს უწყობს დაბინძურების ინტენსიურ განზავებას ჰაერის მასაში.

ამრიგად, ქარების სიჩქარე და მიმართულება, აგრეთვე ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი მნიშვნელოვანი მეტეოროლოგიური ფაქტორებია, რომლებიც ატმოსფერული ჰაერის სამრენველო (ტექნოგენური) დამაბინძურებლების განზავების პირობებს განსაზღვრავს. ეს ფაქტორები აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული დიდი ორგანიზებული გამონაფრქვევების მქონე სამრეწველო საწარმოს განთავსების ადგილის, დასახლების სელიტებური ზონისადმი მისი მიმართების, საკვამლე და საევენტილაციო მილების სიმაღლის საკითხების გადაწყვეტის დროს.

სამრენველო დამაბინძურებლების გაფანტვის პირობებზე არსებით გავლენას ახდენს ატმოსფერული წნევის სიდიდე: წნევის გაზრდისას გაფანტვის პირობები უარესდება და დასახლების ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლების კონცენტრაცია იზრდება.

ჰაერის ტენიანობის გაზრდისას უარესდება ატმოსფეროს დამაბინძურებლების გაფანტვის პირობები: ატმოსფერული ტენი კონდენსირდება ჰაერში არსებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების აეროზოლების ნაწილაკებზე, რითაც მათი წონა იზრდება, ხოლო გამონაფრქვევის აიროვანი კომპონენტები მასში იხსნება. ყველა ეს გარემოება ხელს უწყობს დაბინძურების ლოკალიზაციას. ატმოსფერული ნალექების (განსაკუთრებით, წვიმის) დროს ჰაერში არსებული დამაბინძურებელი ნივთიერებები გამოილექება მიწის ზედაპირზე და ჰაერში მათი კონცენტრაცია მცირდება; თუმცა მიწისზედა ფენაში მათი შემცველობა იზრდება, რაც, როგორც ცნობილია, ეკოლოგიური და ჰიგიენური პრობლემაა.

4.5.3. გამოფრქვევის პირობების გავლენა დამაბინძურებლების განზავებაზე ატმოსფეროში

დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაცია გამოფრქვევის წყაროს მიმდებარე ატმოსფეროში, სხვა თანაბარი პირობების არსებობისას, დამოკიდებულია გამომფრქვევი მილის სიმაღლეზე: რაც მაღალია მილი, მით მეტია კვამლის ჩირაღდნის განივი ზომები მიწაზე დაშვების ზონაში; ეს ზონა კი უფრო დაცილებულია წყაროდან და, ამის შესაბამისად, ნივთიერებების კონცენტრაცია ჩირაღდანში და ჰაერის მიწისზედა ფენაში ნაკლებია. ამასთან ერთად, მაღალი გამოფრქვევის ადგილზე ქარის სიჩქარე მეტია, რის შედეგადაც უფრო ინტენსიურია ჰაერის მასების შერევა და დამაბინძურებლების ატმოსფეროში გაფანტვა.

მილის დაბალი სიმაღლის დროს ჩირაღდნის ღერძი, დამაბინძურებლების დიდი კონცენტრაციით, უფრო ახლოსაა ჰაერის მიწისზედა ფენასთან, რაც ხელს უწყობს შედარებით მცირე ტერიტორიაზე უფრო მაღალი კონცენტრაციის შექმნას.

მილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად უმჯობესდება დამაბინძურებლების განზავების პირობები და, შესაბამისად, ჩირაღდანში მათი კონცენტრაცია მცირდება. ამასთან ერთად, მხედველობაშია მისაღები, რომ ჰაერის დამაბინძურებლების საერთო მასა იგივე რჩება, ხოლო მათი გავრცელების მანძილი იზრდება. აქედან ნათელია, რომ ამ შემთხვევაში იზრდება მოსახლეობის რაოდენობა, რომელიც მოცემული წყაროდან გამოფრქვეული ნივთიერებების მოქმედების ზონაშია. ამგვარად, მილის სიმაღლის ზრდა მხოლოდ გარკვეული ზომით აუმჯობესებს უშუალოდ გაბინძურების წყაროს მახლობლად მცხოვრები მოსახლეობის ცხოვრების პირობებს. ზოგადად, გამომფრქვევი მილის სიმაღლის ზრდას ატმოსფერული ჰაერის დაცვის პრობლემის გადაჭრისას გადამწყვეტი მნიშვნელობა არ აქვს, განსაკუთრებით მჭიდრო განაშენიანების დასახლებებში. ამ შემთხვევაში იგი წარმოადგენს პალიატიურ, დროებით ღონისძიებას კარდინალური ხასიათის ტექნოლოგიური ან დაგეგმარებითი ღონისძიებების რეალიზაციამდე.

გამონაფრქვევის აირჰაეროვანი ნაკადის ფორმირებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გამონაფრქვევის ტემპერატურას. რაც მეტია მისი ტემპერატურა, მით უფრო მაღლა ადის ჩირაღდანი მილის ზემოთ,

განსაკუთრებით, სუსტი ქარისა და ტემპერატურული ინვერსიის დროს. მაგალითად, ქარის 5 მ/წმ სიჩქარისას და გამოფრქვეული აირების 100-200°C ტემპერატურისას აირებისა და გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურათა 1°C სხვაობისას გამოფრქვევის სიმაღლე 1,5 მ-ით იმატებს. ამ მოვლენას გამოფრქვევის წყაროს ეფექტურ სიმაღლეს უწოდებენ.

დადგენილია, რომ ადამიანის სუნთქვის ზონაში ჰაერის მინისზედა ფენის მაქსიმალური გაბინძურების ზონა მაღალი და ცხელი გამოფრქვევის დროს იმყოფება მილის 10-40-ჯერადი სიმაღლის შესაბამის მანძილზე, ხოლო ცივი და დაბალი გამოფრქვევის დროს — 5-20-ჯერადი სიმაღლის შესაბამის მანძილზე.

დამაბინძურებლების გაფანტვის პირობებზე გავლენას ახდენს მილიდან აირების გამოსვლის სიჩქარე: რაც მეტია მილიდან გამოსვლისას აირების სიჩქარე, ქარის სიჩქარესთან შედარებით, მით მაღალია გამოფრქვევის ჩირაღდანი. ამის შესაბამისად, იზრდება გამოფრქვევის წყაროს ეფექტური სიმაღლე და უმჯობესდება დამაბინძურებლების გაფანტვის პირობები. ძლიერი ქარის დროს აირჰაეროვანი მასის ტემპერატურას და მილიდან მისი გამოსვლის სიჩქარეს, გაფანტვის პირობების ფორმირებისათვის არსებითი მნიშვნელობა არ აქვს.

დამაბინძურებლების გაფანტვაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს *ადგილის რელიეფი.* დაბინძურების წყაროს შემაღლებულ ადგილზე არსებობა ზრდის გამოფრქვევის ეფექტურ სიმაღლეს, რაც ხელს უწყობს გაფანტვის აქტივაციას. ამასთან ერთად, იზრდება დამაბინძურებლების გავრცელების მანძილი, რითაც, განსაზღვრული სანიტარიული სიტუაციის დროს, მოსახლეობის დიდი რაოდენობა შეიძლება მოხვდეს მოცემული წყაროს არახელსაყრელი გავლენის ზონაში. დაბინძურების წყაროს განთავსება გაბატონებული ქარების მიმართულებით ხელს უწყობს გაფანტვას, ხოლო ქარპირა მიმართულებით — პირიქით, აძნელებს ამ პროცესს.

გაფანტვის პირობებზე თავისებურ გავლენას ახდენს დასახლების განაშენიანების ტიპი, რითაც ხდება ქარის ბუნებრივი რეჟიმის ტრანსფორმაცია. იგი ნარმოადგენს ადგილის რელიეფის ტექნოგენურ ანალოგს. გარდა ამისა, როგორც წესი, ქალაქში ჰაერის ტემპერატურა უფრო მაღალია, რაც ხელს უწყობს ჰაერის ვერტიკალური, კონვექციური ნაკადების გაძლიერებას. ქალაქის ტერიტორიაზე, ზედაპირის უსწორმასწორობის გამო, ქარის სიჩქარე მცირდება, მაგრამ, ამასთან ერთად, მისი ტურბულენტურობა იზრდება. ასეთ ტერიტორიაზე, ატმოსფეროს მყარი სტრატიფიკაციის პირობებშიც კი, ქარის ნაკადი უფრო ძლიერი ხდება. შენობების და სხვა ნაგებობების ეკრანის თვისებების გამო ქარი ხშირად იცვლის მიმართულებას. კერძოდ, შეიძლება წარმოიქმნას ე.წ. ჰაერის ნაკადის არხული ეფექტი, როდესაც ჰაერის ნაკადი მიმართულია ქუჩების, როგორც არხების, გასწვრივ. ამის შედეგად ქალაქის ტერიტორიაზე იქმნება დაბინძურების გაფანტვის უკეთესი პირობები, მაგრამ, ამასთანავე, ხდება დამაბინძურებლების გადატანა სხვადასხვა მიკრორაიონში. აღნიშნულ დამაბინძურებლებს შორის წამყვანია საქალაქო

ტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები. აღწერილი სიტუაცია მეტად ტიპურია ქ. თბილისისათვის, სადაც ჰაერის მასები, ქალაქის ქუჩების გასწვრივ, ძირითადად მოძრაობს მდ. მტკვრის ხეობის მიმართულებით, რომელსაც ერთვის ფერდობებზე განლაგებული მიკრორაიონებიდან ჩამოდენილი განივი ჰაერის მასები.

აღნიშნულიდან ნათელია, რომ მსხვილი დასახლების (ქალაქის) ბუნებრივი ფაქტორების მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლისას წამყვანია ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის შესწავლა. თუმცა, ცალკეული დამაბინძურებლის და მისი წყაროს როლის დადგენა საკმაოდ რთული ამოცანაა.

ატმოსფერულ ჰაერში დამაბინძურებლების გაფანტვის განმაპირობებელი ყველა ჩემოთვლილი ბუნებრივი და ტექნოგენური ფაქტორი გავლენას ახდენს დამაბინძურებლების კონცენტრაციაზე საკონტროლო ტერიტორიების ჰაერში (დასახლების სელიტებური ზონები, სარეკრეაციო ტერიტორიები, საკურორტო ადგილები და ა.შ.). თუმცა, საკონტროლო ტერიტორიის ჰაერში დამაბინძურებლების კონცენტრაციაზე გავლენის წამყვანი ფაქტორია გამოფრქვევის სიდიდე (სიმძლავრე). იგი შეიძლება გამოისახოს გაფრქვევის მიხედვით — ტ/სთ, კგ/სთ ან წარმოებული პროდუქციის მიხედვით — კგ/ტ. გამოფრქვევის სიდიდე წარმოებული პროდუქციის მიხედვით (კგ/ტ) შეიძლება იყოს სხვადასხვა, ერთპროფილიან საწარმოებშიც კი. ეს გარემოება განპირობებულია წარმოების ექსპლუატაციის რეჟიმით, გამონაფრქვევების გაწმენდის სისტემის არსებობითა და მათი მუშაობის ეფექტურობით და ა.შ.

განარჩევენ გამონაფრქვევების რაოდენობის მერყეობას — სადღეღამისოს (რაც დამოკიდებულია საწარმოს მუშაობის ცვლიანობაზე) და სეზონურს (რაც დამოკიდებულია საწარმოს მუშობის ინტენსიურობაზე — გამთბობი ქვაბები, ან სეზონურობაზე — ჩაის პირველადი გადამუშავების ფაბრიკები).

თანამედროვე მსხვილი ქალაქების პირობებში დაბინძურების კონცენტრირება ძირითადად ხდება ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში 1-2 კმ-ის სიმაღლემდე, ხოლო საშუალო ქალაქებში — რამდენიმე ასეული მ-ის სიმაღლემდე. გარდა ამისა, აღინიშნება მაქსიმალური კონცენტრაციების რამდენიმე სარტყლის ვერტიკალური გავრცელება სხვადასხვა სიმაღლეზე განხორციელებული გამოფრქვევებისა და ტემპერატურული გრადიენტის გავლენის შედეგად. დაბინძურების წყაროდან დაცილების კვალობაზე ატმოსფერულ ჰაერში გამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციები შედარებით სწრაფად მცირდება. თუმცა, მსხვილი სამრეწველო ცენტრების გამონაფრქვევების გავლენა ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე ვლინდება წყაროდან 50-100 კმ-ის დაცილებითაც კი. ეს გარემოება მხედველობაშია მისაღები იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთმანეთის მეზობლად განლაგებულია რამდენიმე სამრეწველო საწარმო ან სამრეწველო ცენტრი. ამ დროს შესაძლებელია კონკრეტულ წერტილში დამაბინძურებლების ურთიერთზედდება სხვადასხვა წყაროდან, რაც გავლენას ახდენს ატმოსფერული ჰაერის მდგომა-

რეობაზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე დაბინძურების წყაროდან საკმაოდ დიდი მანძილით დაცილებისას.

ამრიგად, ატმოსფერულ ჰაერში ტექნოგენური დაბინძურების კომპონენტების გავრცელებაზე ერთდროულად გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორისა და მათი სხვადასხვა კომბინაციით შერწყმის დიდი რაოდენობა, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს თითოეული მათგანის წილის შეფასებას და რომელიმე ფაქტორის შეცვლისას სანიტარიული სიტუაციის პროგნოზირებას. ამასთან ერთად, სანიტარიული პრაქტიკა გაფანტვის ცალკეული ფაქტორის პრიორიტეტის საორიენტაციო განსაზღვრის შესაძლებლობას იძლევა გამონაფრქვევის ხასიათის მიხედვით (ცხრილი 4.8.).

ცხრილი 4.8.

ქალაქის განაშენიანების პირობებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების გაფანტვის პირობებზე და მიწისზედა კონცენტრაციებზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორები

გამოფრქვევის დახასიათება სიმაღლის მიხედვით	ძირითადი ფაქტორები დაბინძურების ზონაში		
	ერთეული წყაროებიდან	გაფანტული წყაროებიდან	მრავალი დაცილებული წყაროდან
დაბალი წყაროები ფიქსირებული მოქმედების რადიუსით 200-300 მ	ქარის მიმართულება, მიწისზედა ფენაში ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია, მეზორელიეფი, განაშენიანების ხასიათი, მაგისტრალების ვენტილაცია	ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია, მაგისტრალების ვენტილაცია, განაშენიანების ხასიათი	დიდი სიმძლავრის ეპიზოდური ატმოსფერული მოვლენები (გრიგალი და სხვ.)
საშუალო და მაღალი წყაროები ფიქსირებული მოქმედების რადიუსით 2-2,5 კმ	ქარის მიმართულება, მიწისზედა ფენაში ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია (მიწისზედა და დაბალი ინვერსიები), მეზორელიეფი, განაშენიანების ხასიათი,	ქარის სიჩქარე, ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია, მეზორელიეფი, განაშენიანების ხასიათი	ქარის მიმართულება, ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია
მაღალი წყაროები ფიქსირებული მოქმედების რადიუსით 10-25 კმ	ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია (ზედა ინვერსიები)	ქარის სიჩქარე, ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია	ქარის მიმართულება, ატმოსფეროს სტრატიფიკაცია, ჰაერის მასების საერთო გადაადგილება

ასეთი ანალიზის საფუძველზე, გარკვეულწილად, შესაძლებელია გავაკეთოთ პროგნოზი ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული მდგომარეობის შესაძლო ცვლილების შესახებ.

4.5.4. დამაბინძურებლების ტრანსფორმაცია ატმოსფერულ ჰაერში

ატმოსფეროში მოხვედრისას, ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლების კომპონენტები მრავალგვარი ფიზიკური და ქიმიური პროცესების შედეგად, ცვლილებებს განიცდის.

სამრეწველო დამაბინძურებლების სახით ატმოსფეროში ხვდება სხვადასხვა ზომის ნაწილაკები, რომელიც ჰაერში შეწონილ მდგომარეობაშია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. მას აეროზოლი ეწოდება. *აეროზოლი* წარმოადგენს დისპერსიულ სისტემას, სადაც დისპერსიული გარემოა ჰაერი, ხოლო დისპერსიული ფაზა — მყარი, თხევადი ან აირისებრი ნაწილაკები. შეწონილი ნაწილაკების თვისებებიდან აეროზოლის სიმყარისათვის (ჰაერში არსებობის ხანგრძლივობის თვალსაზრისით) მნიშვნელობა აქვს მათ გრანულომეტრიულ შემადგენლობას (დისპერსიულობას) და მოცულობით სიმკვრივეს. ატმოსფეროში არსებული ნაწილაკების 20% ჰაერიდან გამოიყოფა ფლოკულაციის შედეგად და ატმოსფერული ნალექების საშუალებით. სედიმენტაციას განიცდის 20 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკები, რომლებიც გამონაფრქვევებიდან გამოიყოფა გამწმენდ ნაგებობებში და, ამის შედეგად, ნაკლებად მონაწილეობს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პროცესში. დაახლოებით 0,1 მკმ ზომის ნაწილაკები, ბროუნის მოძრაობის პრინციპით, ფაქტიურად მუდმივად იმყოფება ჰაერში. ნაწილაკების ჰაერიდან გამოლექვის (სედიმენტაციის) სიჩქარე მეტად განსხვავებულია ნაწილაკების ზომების (დისპერსიულობის) მიხედვით (ცხრილი 4.7.).

ქიმიური ნივთიერებების აიროვანი და ორთქლისმაგვარი აეროზოლების ატმოსფერულ ჰაერში ყოფნის დრო მნიშვნელოვან ფარგლებში მერყეობს — 0,5-2 დღე-ღამიდან რამდენიმე წლამდე (!). ყველაზე მეტად გავრცელებული ატმოსფეროს ტექნოგენური გამაბინძურებლები — გოგირდის დიოქსიდი, აზოტის ოქსიდები ატმოსფეროში რჩება 2-11 დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო ნახშირბადის მონოოქსიდი — 0,2-0,5 წელი. ზოგიერთი ნახშირწყალბადის ჰაერში „სიცოცხლის" ხანგრძლივობა 12-15 წლამდეა.

ატმოსფერულ ჰაერში ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების ხანგრძლივად არსებობის ფაქტიდან გამომდინარე, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ატმოსფეროს თვითგაწმენდის პროცესში განვითარებული ქიმიური რეაქციების ხასიათს.

სხვადასხვა წყაროდან ატმოსფეროში მოხვედრილი მრავალგვარი ქიმიური ნივთიერება ერთმანეთთან და ჰაერთან რეაქციაში შედის, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ახალი (ხშირად უფრო მეტად ტოქსიკური) ქიმიური შენაერთები. მათი გარდაქმნის პროცესი შემდეგი რეაქციების სახით მიმდინარეობს: ფოტოსინთეზი, დაჟანგვა, პოლიმერიზაცია, კატა-

ლიზი, კონდენსაცია. კერძოდ, გოგირდის დიოქსიდის დაჟანგვის შედეგად წარმოიქმნება სულფატები; ნახშირწყალბადების დიდი ნაწილი ატმოსფერულ ჰაერში აიროვანი მდგომარეობიდან ნაწილაკებად ტრანსფორმირდება და ა.შ.

ჰიგიენის თვალსაზრისით, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქალაქების ატმოსფეროში ფოტოდიოქსიდანტების, ე.წ. ფოტოქიმიური სმოგის* წარმოქმნა. ეს პროცესი მიმდინარეობს ქალაქის დაბინძურებულ ჰაერზე მზის ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით, რომელიც წარმოადგენს ჯაჭვური ქიმიური რეაქციის კატალიზატორს.

ფოტოქიმიური სმოგის წარმოქმნისათვის აუცილებელია, რომ ულტრაიისფერი გამოსხივების კვანტის (hν) მოქმედებით, თანამედროვე ქალაქის ჰაერში მუდმივად არსებული აზოტის დიოქსიდი გარდაიქმნას აზოტის ოქსიდად, რომლის დროსაც გამოთავისუფლდება ჟანგბადის ატომი:

$$NO_2 + h\nu = NO + O.$$

ატომური ჟანგბადი (O) რეაქციაში შედის ჰაერის ჟანგბადთან (O_2) და წარმოიქმნება ოზონი (O_3). წარმოქმნილი ოზონის ნაწილი იხარჯება აზოტის ოქსიდის დაჟანგვაზე:

$$NO + O_3 = NO_2 + O_2.$$

რეგენირირებული აზოტის დიოქსიდი, შესაძლებელია, ისევ დაიშალოს ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით, რითაც რეაქციის ჯაჭვი გაგრძელდება.

დანარჩენი ოზონი და ატომური ჟანგბადის ნაწილი ურთიერთმოქმედებს ნახშირწყალბადებთან და სხვა ორგანულ შენაერთებთან:

$$RH + O = R + OH.$$

ამ დროს წარმოქმნილი თავისუფალი რადიკალების (R) ნაწილი თანმიმდევრობით რეაგირებს მოლეკულურ ჟანგბადთან და ისევ ხდება ოზონის რეგენერაცია:

$$R + O_2 = RO_2;$$
$$RO_2 + O_2 = RO + O_3.$$

ამ რეაქციების საბოლოო პროდუქტებია თავისუფალი რადიკალები (R) და სხვა ორგანული შენაერთები, რომელთაც მაღალი რეაქციული თვისებები აქვთ და, ამის გამო, მიიღეს სახელწოდება — ფოქოოქსიდანტები. აზოტის ოქსიდებთან მათი ურთიერთმოქმედებისას წარმოიქმნება სხვა ფოტოოქსიდანტები — ტოქსიკური ნივთიერებები, რომლებიც, ამავე დროს, გამაღიზიანებელი თვისებებით ხასიათდება. კერძოდ, წარმოიქმნება ისეთი მაღალტოქსიკური ზეჟანგური შენაერთები, როგორიცაა პეროქსიაცეტილნიტრატი (პან) და პეროქსიბენზოილნიტრატი (პბნ):

$$RO_2 + NO_2 = \text{პან}; \qquad RO_2 + NO = \text{პბნ}.$$

---

* ლათ. smog, smoke — კვამლი და fog — ნისლი

მათი მწვავე მოქმედებისათვის დამახასიათებელია მხედველობისა და ყნოსვის ორგანოების, ზემო სასუნთქი გზების ლორწოვანი გარსების გაღიზიანება. მათი მსხვილი მოლეკულები წარმოადგენს ატმოსფერული ტენის კონდენსაციის ბირთვებს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ნისლი და მცირდება გზებზე ხილვადობა. პეროქსიდები ტოქსიკურია ქალაქის მწვანე ნარგავებისთვისაც.

ორგანული ნივთიერებებითა და აზოტის ოქსიდებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მაღალი დონის დროს ფოტოქიმიური ნისლის (სმოგის) წარმოქმნის ხელშემწყობი პირობებია მზის ჭარბი რადიაცია, ტემპერატურული ინვერსიები და ქარის დაბალი სიჩქარე.

ქალაქის ჰაერში ფოტოოქსიდანტების კონცენტრაციები მნიშვნელოვნად მერყეობს, მაგრამ გარკვეულ კანონზომიერებებს ექვემდებარება. როგორც წესი, ღამის დაბალი კონცენტრაციის შემდეგ ადრე დილით მისი მნიშვნელოვანი ზრდა აღინიშნება, რაც მთელი მზის ციალის განმავლობაში გრძელდება; შემდეგ კი კონცენტრაცია ისევ მცირდება. კონცენტრაციის პიკი, ჩვეულებრივ, შუადღისას აღინიშნება.

სამრეწველო გამონაფრქვევებთან ერთად ატმოსფეროში მოხვედრილი ბევრი ქიმიური ნივთიერება ურთიერთმოქმედებს ნისლის, ღრუბლისა და ნალექის წვეთებთან. წყალში ამ ნივთიერებების გახსნისას შესაძლებელია ახალი ნივთიერებების წარმოქმნა, ზოგჯერ უფრო ტოქსიკურისაც. ამის გამო დიდი ინტენსიურობისა და ხანგრძლივი ნისლი მიეკუთვნება ამინდის ანომალურ მოვლენებს, რაც ატმოსფერული ჰაერის საშიშ დაბინძურებას იწვევს.

4.5.4.1. დამაბინძურებლების ატმოსფეროში გაფანტვისა და მათი მინის ზედა კონცენტრაციების გაანგარიშების მეთოდები

გაფანტვის პირობებში იგულისხმება გამონაფრქვევებში არსებული ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციების გაანგარიშება გამომფრქვევი წყაროსაგან ნებისმიერ მანძილზე.

ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციების გაანგარიშებისათვის აუცილებელია ზღვრულად დასაშვები გამონაფრქვევების სიდიდის დადგენა, მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი აღჭურვილობის მახასიათებლების გათვალისწინება. გამომომფრქვევი მილის სიმაღლის რეგულირებით (რითაც შესაძლებელია გაფანტვის ოპტიმალური პირობების უზრუნველყოფა), აგრეთვე სანიტარიული დაცვის ზონის (სდზ) რეკომენდებული სიდიდის დაცვით შესაძლებელია მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე გამონაფრქვევების უარყოფითი გავლენის თავიდან აცილება.

ზღვრულად დასაშვები გამოფრქვევების (ზდგ) სიდიდის გამოთ-ვლა საკმაოდ რთულია და წარმოებს ფორმულით:

$$\text{ზდგ} = \frac{\text{ზდკ} \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}, \text{ სადაც}$$

H – მილის სიმაღლე, მ;

V_1 – აიროვანი ნარევის მოცულობა, $მ^3/წმ$;

ΔT – ტემპერატურათა სხვაობა გამომავალ აირსა და ატმოსფერულ ჰაერს შორის;

A – მავნე ნივთიერებების ჰორიზონტალური და ვერტიკალური გაფანტვის კოეფიციენტი;

F – უთანაბრობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებების დალექვის სიჩქარეს. აირებისა და წვრილდისპერსიული მტვრისათვის F=1, თუ გაწმენდის ეფექტი (მქკ)=90%; თუ მქკ=75%, F=3; თუ მქკ=80-90%, F=2,5;

m, n – კოეფიციენტები, რომლებიც გამოფრქვევის წყაროდან აიროვანი ნარევის გამოსვლის პირობებს ითვალისწინებს. კოეფიციენტების სიდიდეების გამოთვლა სპეციალური გრაფიკების საშუალებით ნარმოებს.

გაფანტვის პირობების გაანგარიშების ძირითადი ეტაპია გამონაფრქვევების საშიშროების ხარისხის განსაზღვრა. გამონაფრქვევების საშიშროების ხარისხი შეფასდება მაქსიმალური მიწისზედა კონცენტრაციით (C_3), რომელიც ჰაერის მიწისზედა ფენაში გაფანტვის ყველაზე ცუდი პირობების დროს იქმნება, რამდენადაც ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სანიტარიულ ღონისძიებათა კომპლექსის შემუშავების ამოსავალი პრინციპია, რომ C_3 უნდა იყოს უზრუნველყოფილი მხოლოდ სდზ-ის ფარგლებში, ხოლო სდზ-ის საზღვარზე დამაბინძურებელი მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციები მათ ზდკ-ზე ნაკლები უნდა იყოს. კურორტებისათვის და ქალაქებისათვის 200000-ზე მეტი მცხოვრებით დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციები არ უნდა აღემატებოდეს მათი ზდკ-ის 0,8 ნაწილს.

სამრეწველო საწარმოების გამონაფრქვევების ატმოსფეროში გაფანტვის პირობების გაანგარიშების დროს ხელმძღვანელობენ სათანადო ნორმატიული დოკუმენტით — „ატმოსფეროში საწარმოების გამონაფრქვევებში არსებული მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციების გაანგარიშების მეთოდიკა" (1986). მისი გამოყენებით სათანადო გაანგარიშების ჩატარება შესაძლებელია როგორც მოქმედი, ისე რეკონსტრუირებული საწარმოების ყველა სახის გამონაფრქვევებისათვის მათი შედგენილობის, ტემპერატურის, საწარმოების განლაგების ადგილის მიუხედავად. მეთოდიკის საფუძველზე საწარმოო გამონაფრქვევების მიწისზედა კონცენტრაციები განისაზღვრება დედამიწის ზედაპირზე 2 მეტრის ფენაში, აგრეთვე კონცენტრაციების ვერტიკალური განაწილება. მეთოდიკა საშუალებას იძლევა, ჩატარდეს ცალკეული წყაროს ან წყაროთა ჯგუფის ცხელი და ცივი გამონაფრქვევების გაფანტვის პირობების გაანგარიშება ნივთიერებების მავნე მოქმედების შეჯამებული ეფექტის, ადგილის რელიეფისა და ფონური კონცენტრაციების გათვალისწინებით.

დამაბინძურებელი ნივთიერებების ატმოსფერულ ჰაერში გამოფრქვევის პირობები და კანონზომიერებები საფუძველად დაედო დასახლების სელიტებური ზონის ტერიტორიაზე დაბინძურების მიწისზედა კონცენტრაციებისა და ატმოსფეროში დამაბინძურებლების გამოფანტვის პროგნოზის გაანგარიშებითი მეთოდების შემუშავებას. მათი გამოყენება

ხდება სამრეწველო საწარმოებისათვის ტერიტორიის შერჩევისა და მისი დაპროექტების დროს, საწარმოს სანიტარიული დაცვის ზონის ზომებისა და კონფიგურაციის განსაზღვრის დროს, სამრეწველო გამონაფრქვევების ნორმირების დროს და ა.შ.

თანამედრვე კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით, სპეციალური პროგრამების საფუძველზე, აღნიშნული მეთოდიკებით, სპეციალური გაანგარიშებების საფუძველზე, შესაძლებელია დადგინდეს გამონაფრქვევის ცალკეული კომპონენტის მიწისზედა კონცენტრაციის სიდიდე და მათი ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი შერწყმა (ე.წ. სუმაციის ჯგუფი), გამონაფრქვევების ტექნიკური მახასიათებლების ცოდნისა და მოცემული ტერიტორიის მეტეოროლოგიური ფაქტორების დაკვირვების მონაცემების არსებობისას.

მეთოდიკა ითვალისწინებს იმ ნივთიერებების ფონურ კონცენტრაციას, რომლისთვისაც ხდება გაანგარიშება. ფონურ კონცენტრაციად ითვლება ის დონე, რომელიც დაკვირვებების თვიურ/წლიურ რიგში შემთხვევათა 5%-ში აღემატება საშუალო სიდიდეს. იმ შემთხვევაში თუ ფონური კონცენტრაცია აღემატება ნივთიერების ზდკ-ს ატმოსფერულ ჰაერში, დაუშვებელია ამ ტერიტორიაზე გამონაფრქვევის მქონე დამატებით ობიექტის განთავსება; აუცილებლობის შემთხვევაში არსებულ ობიექტზე უნდა გატარდეს გამოფრქვევის შემცირების ღონისძიებები.

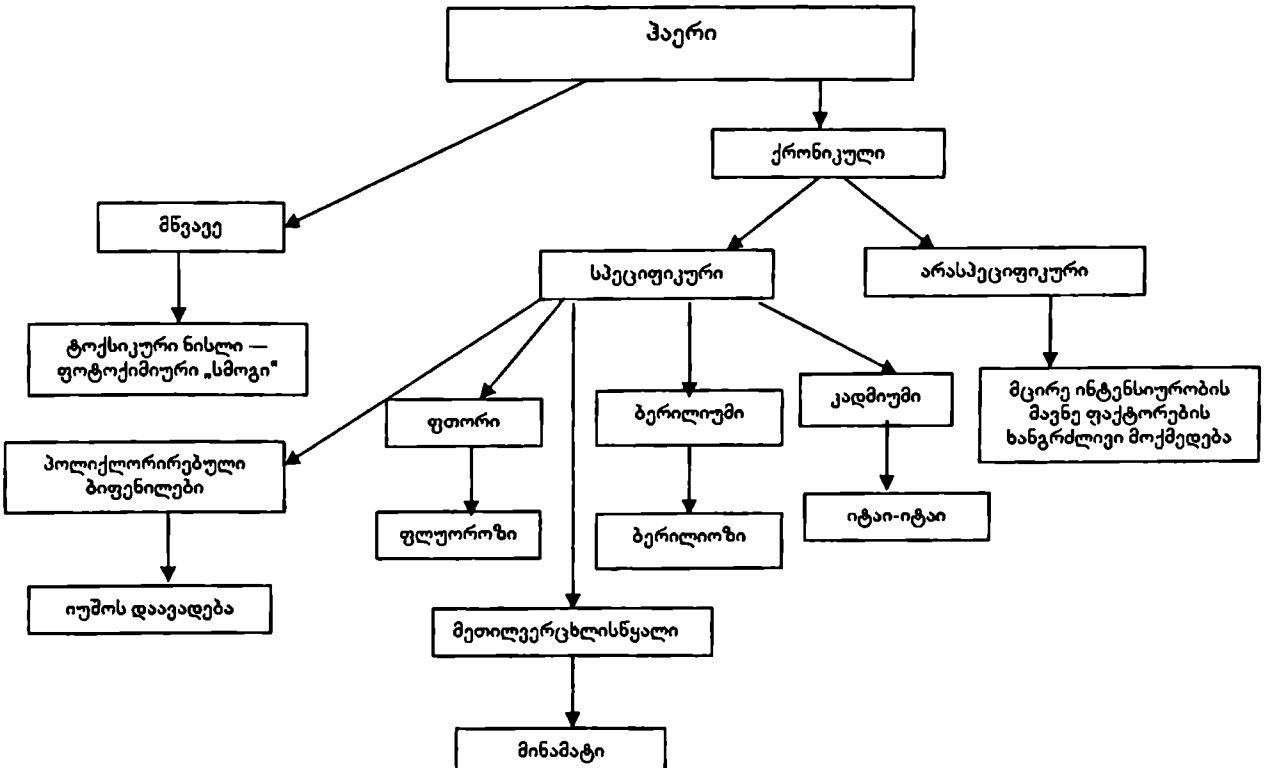
იმ შემთხვევაში, თუ ატმოსფერულ ჰაერში ნივთიერების მიწისზედა კონცენტრაციებისადმი დაკვირვება არ ტარდება, ფონური კონცენტრაციის დადგენის საფუძველია გაანგარიშების ჩატარება ზემოაღნიშნული მეთოდიკის საფუძველზე, გამონაფრქვევების ინვენტარიზაციის საფუძველზე.

4.6. ატმოსფერული ჰაერის შედგენილობის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე

ატმოსფერული ჰაერის შედგენილობის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე რთული და მრავალმხრივი მოვლენაა (სურ. 4.7.).

ადამიანის არსებობის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა ჰაერი. მას ჰაერის გარეშე არსებობა არ შეუძლია 5 წთ-ზე მეტ ხანს. ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობის შენარჩუნებისათვის აუცილებელი კვების თხევადი და მყარი პროდუქტების სადღეღამისო რაოდენობა დაახლოებით 1,5-1,7 კგ-ს შეადგენს; ამდენივე რაოდენობის (დაახლოებით 1,5 კგ — 12 მ^3) ჰაერია საჭირო ადამიანის ორგანიზმისათვის.

ტოქსიკური ნივთიერების შესუნთქულ ჰაერთან ერთად ორგანიზმში მოხვედრის (ინტოქსიკაცია ინჰალაციური გზით) თავისებურებაა ის გარემოება, ორგანიზმში შეჭრილი შხამი კონტაქტში შედის ფილტვების ალვეოლების ლორწოვანი გარსის საკმაოდ დიდ ფართობთან, რაც შხამის შეწოვის კარგ პირობებს ქმნის. გარდა ამისა,



სურ. 4.7. დაბინძურებული ჰაერის გავლენა ჯანმრთელობაზე

ალვეოლების კედლების აგებულება ხელს უწყობს შხამების ადვილად მოხვედრას სისხლში, მათი რაიმე გარდაქმნის გარეშე. გარკვეულ დაცვით როლს ასრულებს ზემო სასუნთქი გზების ცილიარული აპარატი და ალვეოლური სეკრეტის რეოლოგიური თვისებები, თუმცა მათი დამცველი თვისებები ვლინდება შესუნთქულ ჰაერში არსებული მხოლოდ მყარი ნაწილაკებისა და მათზე ადსორბირებული ზოგიერთი აირის მიმართ. შედარებისათვის გავიხსენოთ, რომ ორგანიზმში პერორარულად მოხვედრილი შხამი გაივლის კუჭის მჟავე რეაქციის, თორმეტგოჯა და წვრილი ნაწლავების ტუტე რეაქციის ბარიერებს; მნიშვნელოვანია ღვიძლის ბარიერული ფუნქცია. შხამების გაუსნებოვნება ხდება დაჟანგვის, აღდგენის, მეთილირების, აცეტილირების, ჰიდროლიზის ფერმენტული პროცესების, აგრეთვე ზოგიერთ ნივთიერებასთან (გლუკურონმჟავა, ძმარმჟავა, გოგირდმჟავა, გლიცინი, ტაურინი და სხვ.) კონიუგაციის შედეგად. მხოლოდ ამ პროცესების შემდეგ სახეშეცვლილი შხამი აღწევს უჯრედს, ქსოვილს ან ორგანოს.

ინჰალაციური გზით ტოქსიკური ნივთიერებების ორგანიზმში შეჭრისას საკმაოდ ხშირია უშუალოდ ფილტვის ქსოვილის დაზიანება, რაც სხვადასხვა სახით ვლინდება (ფიბროზი, გრანულომატოზი). ეს ცვლილებები შხამების ისეთი დოზების მოქმედებისას ვლინდება, რომლის დროსაც ჯერ კიდევ არ აღინიშნება რეზორბციული მოქმედება.

მნიშვნელობა აქვს შხამის ინჰალაციური გზით ფაქტიურად განუწყვეტელ მოხვედრას სუნთქვის ორგანოებში, მაშინ, როდესაც პერორალური გზით მოხვედრისას (სასმელი წყლით, საკვებით და ა.შ.) დამახასიათებელია პერიოდული, წყვეტილი მოქმედება.

4.6.1. ატმოსფეროს დამაბინძურებლების ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედების სახეები

დაბინძურებული ჰაერის ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის პირველი დამტკიცებული ფაქტი იყო ბელგიაში, მდ. მაასის ხეობაში განვითარებული მოვლენა: 1930 წლის 1 დეკემბერს ანტიციკლონური ამინდი ხასიათდებოდა ტემპერატურული ინვერსიით, რამაც ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში სამრეწველო გამონაფრქვევების დაგროვება გამოიწვია. ასეთი ამინდის მე-3 დღეს გამოვლინდა მოსახლეობის დაავადების მასიური შემთხვევები, რაც სამ დღეს გაგრძელდა. მე-6 დღეს ამინდი შეიცვალა, კერძოდ, გაიზარდა ქარის სიჩქარე, რამაც დაგროვებული დამაბინძურებლების გაფანტვა გამოიწვია. შესაბამისად, შემცირდა სამედიცინო დაწესებულებებში მოსახლეობის ჰოსპიტალიზაცია. საბოლოოდ, დაავადება განუვითარდა რამდენიმე ასეულ ადამიანს 63 ლეტალური გამოსავლით. სათანადო ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ აღწერილი შემთხვევის განვითარების მიზეზი იყო სამრეწველო საწარმოების გამონაფრქვევებში შემავალი ტოქსიკური ნივთიერებები, რომელთა ატმოსფეროში გაფანტვა არ მოხდა არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობების გამო. ეს იყო დაბინძურებული ატმოსფერული

ჰაერის ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის პირველი დადასტურებული ფაქტი.

ჯანმო-ს მონაცემებით, ადამიანის ორგანიზმზე დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის ზეგავლენის შედარებით გავრცელებულ შედეგებს მიეკუთვნება:

- ფილტვის ფუნქციის დაქვეითება;
- ასთმური შეტევები;
- რესპირაციული სიმპტომები;
- აქტივობის შეზღუდვა;
- სამკურნალწამლო საშუალებების გამოყენების მასშტაბების გაფართოება;
- სტაციონარული მკურნალობის მაჩვენებლების ზრდა;
- გადაუდებელი სამედიცინო დახმარებისათვის მიმართვიანობის მაჩვენებლების ზრდა;
- რესპირაციული დაავადებების განვითარება;
- ნაადრევი სიკვდილობის მაჩვენებლის ზრდა.

ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლების ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედების გამოვლენა დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე — გამონაფრქვევების რაოდენობა და ხასიათი, ატმოსფეროში გაფანტვის პირობები, მისი კომპონენტების ბიოლოგიური მოქმედების თავისებურებები. ამ ფაქტორების კომპლექსის მიხედვით, განარჩევენ მწვავე და ქრონიკულ რეზორბციულ მოქმედებას, აგრეთვე რეფლექტორულ და გამაღიზიანებელ მოქმედებას.

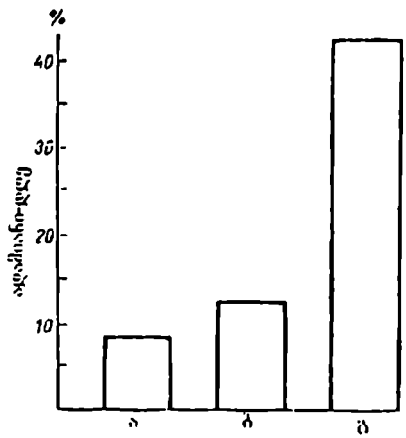
მწვავე მოქმედება დასახლების პირობებში გამოვლინდება მხოლოდ განსაკუთრებულ სიტუაციებში, რაც დაკავშირებულია მკვეთრად არასასურველ კლიმატურ პირობებთან, ან ავარიასთან საწარმოში, რომელიც ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროა.

ატმოსფეროს დამაბინძურებლების მწვავე მოქმედების ტიპური მაგალითია ტოქსიკური ნისლის შემთხვევები. მისთვის დამახასიათებელია არასასურველი მეტეოროლოგიური პირობების დროს განვითარება, რასაც თან ახლავს ატმოსფეროში ტოქსიკური აირების (განსაკუთრებით, გოგირდის ოქსიდებისა და შეწონილი ნივთიერებების) კონცენტრაციების მკვეთრი მატება.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მოსახლეობაზე მწვავე მოქმედების ერთ-ერთი სახეა ალერგიული დაავადებების მკვეთრი ზრდა ბიოლოგიური პროდუქტების მოქმედების შედეგად (ცილოვანი ნივთიერებების მტვერი, საფუარი, ობის სოკო და მათი ცხოველმყოფელობის პროდუქტები). დადგენილია პირდაპირი კავშირი გოგირდის დიოქსიდით ატმოსფეროს დაბინძურების კონცენტრაციასა და ბრონქული ასთმის გამწვავებებს შორის (სურ. 4.8.).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მწვავე მოქმედებას მოსახლეობაზე შეიძლება თან ახლდეს ქრონიკული დაავადებების გამწვავებით გამოწვეული ავადობისა და სიკვდილიანობის დონის ზრდა, ქრონიკული

დაავადებების (გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემების, ალერგიული დაავადებების) გამწვავების გამო სამედიცინო დაწესებულებებში მიმართვიანობის ზრდა; ასევე, შეიძლება გამოვლინდეს ორგანიზმში არასპეციფიკური ხასიათის ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ძვრები. ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი კომპონენტები ამ შემთხვევაში ასრულებს არა ეტიოლოგიურ, არამედ მაპროვოცირებელ როლს, რადგან ასეთი მოვლენები შეიძლება გამოვლინდეს სუფთა ატმოსფერული ჰაერის სუნთქვის შემთხვევაში, თუმცა შედარებით ნაკლები ინტენსიურობით. ცნობილია არაერთი შემთხვევა, როდესაც ატმოსფე-რული ჰაერის მკვეთრი დაბინძურების შედეგად მნიშვნელოვნად ირღვევა მოსახლეობის უმრავლესობის ჯანმრთელობის მდგომარეობა, ლეტალური გამოსავლის ზრდასთან ერთად.



სურ. 4.8. გოგირდის დიოქსიდით ატმოსფეროს დაბინძურების კონცენტრაციაზე ბრონქული ასთმის გამწვავებების დამოკიდებულება. ვერტიკალურად — დაავადების შემთხვევათა რაოდენობა (ადამიანი-დღე); ჰორიზონტალურად — დამაბინძურებლის კონცენტრაცია: ა — 15 მგ/მ^3-მდე; ბ — 0,15-0,35 მგ/მ^3; გ — 0,35 მგ/მ^3-ზე მეტი.

მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის მწვავე დარღვევის გამოვლენის ხანგრძლივობა შეესაბამება დამაბინძურებელი ნივთიერებების შემცველობის მკვეთრ მატებას ატმოსფერულ ჰაერში; თუმცა, პირობების შეცვლის შემდეგაც, რამდენიმე დღის განმავლობაში, ამ ზემოქმედების შედეგი ისევ ვლინდება.

ქრონიკული რეზორბციული მოქმედება აღინიშნება შედარებით უფრო ხშირად, რადგან დაკავშირებულია ქალაქების ატმოსფერულ ჰაერში პრაქტიკულად მუდმივად არსებული დამაბინძურებელი აგენტების შედარებით დაბალ კონცენტრაციებში მოქმედებასთან.

განარჩევენ ტოქსიკური ნივთიერებების ქრონიკული ზემოქმედების ორ გამოვლინებას — ქრონიკულ სპეციფიკურს და ქრონიკულ არასპეციფიკურს.

ქრონიკული სპეციფიკური მოქმედება ვლინდება მაშინ, როდესაც დამაბინძურებელი ნივთიერების რომელიმე კომპონენტი არის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დარღვევის ეტიოლოგიური ფაქტორი.

ქრონიკული არასპეციფიკური მოქმედების დროს დამაბინძურებელი აგენტი არის მაპროვოცირებელი ფაქტორი — რისკის ფაქტორი, რომლის მოქმედების შედეგად მწვავდება ან ვითარდება ისეთი დაავადება, რომლისთვისაც დადგენილია სხვა ეტიოლოგიური ფაქტორი. ამავე ჯგუფს მიეკუთვნება მოსახლეობის საერთო ავადობის ზრდა, სამედიცინო დაწესებულებებში მიმართვიანობის ზრდა და ა.შ.

➢ ქრონიკულ სპეციფიკურ მოქმედებას მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ატმოსფეროს არც ისე ბევრი ტექნოგენური დამაბინძურებელი ახდენს. ამ ჯგუფში შედის ბერილიუმი, ფთორი, კადმიუმი, მეთილვერცხლისწყალი, აზბესტი, პოლიქლორირებული ბიფენილები, მანგანუმი, დარიშხანისა და ტყვიის შენაერთები, კანცეროგენული ნივთიერებები, ნაცარი და სხვ.

ალუმინისა და სუპერფოსფატების ქარხნების გამონაფრქვევი აირების მოქმედების ზონაში მცხოვრებ მოსახლეობას შორის ვლინდება ფლუორიზის მომატებული დონე. ამ საწარმოების ნედლეული (ბოქსიტი, ნეფელინი, აპატიტი) შეიცავს ფთორს, რაც საწარმოო გამონაფრქვევებთან ერთად ვრცელდება ატმოსფეროში და გავლენას ახდენს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. ამ ზონაში მცხოვრები ბავშვების 93%-ს ფლუორიზი დაუდგინდა.

ცემენტისა და ცეცხლგამძლე ნაწარმის ქარხნების გამონაფრქვევების გავლენის ზონაში ვლინდება ფილტვების დაავადებების მომატებული დონე, რაც მტვერში სილიციუმის დიოქსიდის (SiO_2) შემცველობასთანაა დაკავშირებული.

დამტკიცებულია ავთვისებიანი სიმსივნეების განვითარების შესაძლებლობა კანცეროგენული ზან-ით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემთხვევაში. ზან-ის ჯგუფის ნივთიერებებიდან განსაკუთრებით ცნობილი და გავრცელებულია ბენზ(ა)პირენი.

ექსპერიმენტული კვლევებით დადგენილია მთელი რიგი ნივთიერებების ზემოქმედების ხასიათი. მაგალითად, ექსპერიმენტულად ცნობილია ნახშირბადის მონოოქსიდით (CO) ორგანიზმის ინტოქსიკაციის ორი პათოგენეტიკური მექანიზმი: ერთი მათგანია ცუდად დისოცირებადი ჰემოგლობინის დერივატის — კარბოქსიჰემოგლობინის წამოქმნა სისხლში, რაც ქსოვილების ანოქსიას და, საბოლოოდ, მწვავე ინტოქსიკაციის განვითარებას იწვევს. მეორე პათოგენეტიკური მექანიზმია ნახშირბადის მონოოქსიდის ქრონიკული უჯრედშიდა დამთრგუნველი მოქმედება სუნთქვითი ჯაჭვის ფერმენტებზე. ეს მექანიზმი ვითარდება ატმოსფერულ ჰაერთან ერთად CO-ს შედარებით მცირე კონცენტრა-

ციებით ხანგრძლივი ინჰალაციის შემთხვევაში, რაც არ იწვევს სისხლში კარბოქსიჰემოგლობინის არსებითი რაოდენობით დაგროვებას. ექსპერიმენტულ ცხოველებს თანდათან უვითარდებათ სუნთქვითი ჯაჭვის ბლოკადის დამახასიათებელი უნივერსალური გამოვლინებები — ქსოვილოვანი ჰიპოქსია, მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის დარღვევა, უჯრედოვანი მემბრანების დარღვევაც კი. გოგირდის დიოქსიდით ინტოქსიკაციისას ექსპერიმენტში აღინიშნება კრებსის ციკლის დარღვევა პიროყურძნის მჟავას წარმოქმნის ეტაპზე, რაც ნახშირწყლოვანი, ცილოვანი და ლიპიდური ცვლის მრავალფეროვან ცვლილებას იწვევს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ექსპერიმენტში გამოვლენილი ცვლილებები ყოველთვის ვერ თავსდება ცნობილი ნოზოლოგიური ფორმების ფარგლებში და ფუნქციური ხასიათის დარღვევებს წარმოადგენს. ადამიანის ორგანიზმში განვითარებული ანალოგიური ცვლილებების გამოვლენა პრაქტიკულად შეუძლებელია, რადგან რეალურ პირობებში ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედებს საარსებო გარემოს მრავალკომპონენტიანი ფაქტორი. ამის მიუხედავად, ასეთი კვლევების შედეგები უნდა გავითვალისწინოთ მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ატმოსფეროს დამაბინძურებლების როლის შეფასების დროს.

➢ ქრონიკული არასპეციფიკური მოქმედება ვლინდება სხვადასხვა ხასიათის დარღვევების განვითარების სახით. ადამიანის ჯანმრთელობაზე ატმოსფეროს დამაბინძურებლების არასპეციფიკურ მოქმედებას სხვადასხვა მექანიზმით ხსნიან. ერთ-ერთი შეხედულებით, ინჰალაციური გზით სისხლში მოხვედრილი ტოქსიკური ნივთიერებები ჰაპტენების როლს ასრულებს და უკავშირდება რა ორგანიზმის ცილებს, აუტოანტიგენებს წარმოქმნის. ასეთ აუტოანტიგენებზე სპეციფიკური იმუნური პასუხის გამომუშავების პროცესში ვითარდება პათოლოგიური დარღვევები იმუნოდეფიციტის ან იმუნური სისტემის აქტიურობის გაზრდის სახით. ამის საფუძველზე შეიძლება განვითარდეს დაავადების სხვადასხვა ნოზოლოგიური ფორმა, რომელიც ეტიოლოგიურად პირდაპირ არაა დაკავშირებული დამაბინძურებლების მოქმედებასთან, აგრეთვე ფიზიკური განვითარების დარღვევები. კერძოდ, დადგენილია ბავშვების ფიზიკური განვითარების დარღვევა დასახლების ტერიტორიაზე დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოქმედების შედეგად.

ატმოსფერული დამაბინძურებლების ორგანიზმზე მოქმედების მეორე, უჯრედულ მექანიზმს ხსნიან იმუნური სისტემის, აგრეთვე ჰუმორული და უჯრედული არასპეციფიკური ფაქტორების დარღვევით. ჰუმორული ფაქტორების დარღვევა ვლინდება მიკრობებისათვის კანისა და ლორწოვანი გარსების გამტარობის შემცირებით, კანის ბაქტერიციდულობის შემცირებით, ნაწლავურ მიკროფლორაში ჰემოლიზური ბაქტერიების გაჩენით, ლიზოციმის, პროპერდინის და ინტერფერონის გამომუშავების დარღვევით და სხვ. იმუნური სისტემის არასპეციფიკური უჯრედული ფაქტორების დარღვევებია ფაგოციტოზის დათრგუნვა, NK-

უჯრედების* რაოდენობის შემცირება, რომელიც ორგანიზმში სიმსივნის საწინააღმდეგო როლს ასრულებს.

კორელაციური ანალიზით დადგენილია საშუალო დონის კავშირის არსებობა ბავშვებს შორის ბრონქოექტაზიური დაავადების, გრიპის, ანგინისა და ანემიის მაღალ დონესა და ისეთი ატმოსფერული ჰაერის მოქმედებას შორის, რომელიც დაბინძურებულია გოგირდის დიოქსიდითა და მურის შემცველი მტვრით. ნავთობგადამამუშავებელი საწარმოს გამონაფრქვევების მოქმედების ზონაში, რომელიც ზან-ს შეიცავს, დადგენილია ბრონქული ასთმის გამწვავების შემთხვევების მომატება (კორელაციის კოეფიციენტი, r=0,52-0,61); უფრო მკვეთრია ეს გავლენა ბავშვთა კონტიგენტზე (r=0,42-0,98). კორელაციის მაღალი დონე მიუთითებს, რომ ამ ორ მოვლენას შორის არსებობს სარწმუნო მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი.

➢ რეფლექტორული და გამაღიზიანებელი მოქმედება. დაბინძურებული ჰაერის მოქმედების შედეგად, რეფლექტორული ზონების გაღიზიანების გამო, ვითარდება სხვადასხვა რეფლექტორული რეაქცია. იგი ვლინდება ხველის, გულის რევის, თავის ტკივილის სახით, რომელთა გამოხატულების ხარისხი კორელირდება ჰაერის დაბინძურების დონესთან.

ცნობილია რეფლექტორული რეაქციების გავლენა სუნთქვის რეგულაციზე, გულ-სისხლძარღვთა და სხვა სისტემების ფუნქციონირებაზე. ცხვირის ლორწოვანის ირიტატიული რეცეპტორების გაღიზიანება იწვევს ბრონქებისა და ყიის შევიწროებას, ბრადიკარდიას, გულის სისტოლური მოცულობის შემცირებას. ხახის რეფლექსი განაპირობებს დიაფრაგმის და გარეთა ნეკნთაშორისი კუნთების შეკუმშვას. ხორხის და სასულეს გაღიზიანებისას ვითარდება ხველის რეფლექსი, ბრონქების გლუვი კუნთების შეკუმშვა; ბრონქებისა და ბრონქიოლების რეცეპტორრების გაღიზიანება იწვევს ჰიპერპნოეს, ბრონქოკონს-ტრიქციას, ხორხის კუნთების შეკუმშვას.

თანამედროვე პირობებში ადამიანი მუდმივად იმყოფება ქიმიური ფაქტორის რთული კომპლექსის გარემოცვაში, ანტროპოგენური წარმოშობის მავნე ფაქტორების კომპლექსის, მ.შ. კანცეროგენულის, მოქმედების ქვეშ, რაც შეიძლება ონკოლოგიური დაავადებების განვითარების მიზეზი გახდეს. ჯანმო-ს ექსპერტების მონაცემებით, XX ს-ის ბოლოს მსოფლიოში ავთვისებიანი სიმსივნეებით ყოველწლიურად იღუპებოდა 6,8 მლნ ადამიანი და დიაგნოსტირდებოდა კიბოს 10 მლნ-ზე მეტი ახალი შემთხვევა, ხოლო XXI ს-ის დასაწყისისათვის პროგნოზირდებოდა 11 მლნ-ზე მეტი შემთხვევა. აღნიშნული პათოლოგიის განვითარებაში წამყვანი ფაქტორია გარემოს ჰაერის დაბინძურება. ამასთან ერთად,

---

* NK-უჯრედები (ინგლ. natural killer) — მარცვლოვანი ლიმფოციტები დამახასიათებელი მორფოლოგიით; ასრულებს ციტოტოქსიკურ ფუნქციას: ანადგურებს ვირუსით დაინფიცირებულ და სიმსივნურ საკუთარ უჯრედებს.

მნიშვნე-ლოვანი როლი აქვს ცხოვრების წესს, კერძოდ, თამბაქოს ნევის ჩვევას.

დამტკიცებულია სარწმუნო კავშირი დასახლების ატმოსფერული ჰაერის ქიმიური კანცეროგენების კომპლექსით დაბინძურებასა და ფილტვის კიბოს სიხშირეს შორის. ამდენად, პრიორიტეტულია ფილტვის კიბოს პირველადი პროფილაქტიკის გზები. ამასთან, მნიშვნელოვანია შემცირდეს ორგანიზმის აეროგენული კანცეროგენული დატვირთვა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება ბენზ(ა)პირენითა და ნიტროზოამინებით (ნიტროზოდიმეთილამინით და ნიტროზოდიეთილამინით).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ტყვიის შემცველობის პრობლემა. მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ტყვიის მოქმედების შედარებით მგრძნობიარე ჯგუფია ადრეული ასაკის ბავშვთა კონტინგენტი და მათი ნერვული სისტემა. საქართველოს პარლამენტის მიერ 1999 წლის 22 ივლისის დადგენილებით ტყვიაშემცველი საწვავის გამოყენების აკრძალვის მიუხედავად, ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის კონცენტრაციები საკმაოდ მაღალია დიდ ქალაქებსა და საავტომობილო მაგისტრალების მიმდებარე ტერიტორიებზე. თბილისის ინტენსიური მოძრაობის ქუჩების ჰაერში ტყვიის შემცველობა მნიშვნელოვნად მეტია ქალაქის განაპირა უბნების ჰაერთან შედარებით და ზდკ-ს 1,5-1,7-ჯერ აღემატება; ამის შესაბამისად, ანალოგიური განსხვავებაა ამ უბნებში მცხოვრებთა სისხლში ტყვიის შემცველობის მონაცემებს შორის.

მსხვილ სამრეწველო ქალაქში ატმოსფერული ჰაერის მნიშვნელოვანი დაბინძურების გამო, სხვა დაავადებებთან შედარებით, მკვეთრად იზრდება ალერგიული დაავადებების დონე, განსაკუთრებით ბავშვებს შორის. მრავალფაქტორიანი კორელაციური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ალერგიული დაავადებების განვითარებაში წამყვანია მტვრისა და ნახშირბადის მონოოქსიდის (r=10,4%), აგრეთვე მტვრისა და გოგირდის დიოქსიდის (r=5%) შერწყმული მოქმედება.

გრძნობათა ორგანოებისა და სასუნთქი გზების გამაღიზიანებელი ქიმიური ნივთიერებების მოქმედებით განვითარებული რეფლექტორული რეაქციების გამოვლენას დიდი ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის ორგანიზმზე მოქმედების პირველადი რეაქცია, ჯანმრთელობისათვის უფრო არასასურველი რეზორბციული მოქმედების ინდიკატორია.

4.6.2. დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შეფასების პრინციპები

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დადგენა ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენის მთავარი ამოცანაა. ასეთი კავშირის გამოვლენა წარმოადგენს დასაბუთებული გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების

შემუშავების საფუძველს, რის შედეგადაც მიიღწევა ატმოსფერულ ჰაერში ტოქსიკური ნივთიერებების გაფრქვევის შემცირება. ეს კი გარემოს და, შესაბამისად, მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუმჯობესების წინაპირობაა.

დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის შეფასებისათვის სარწმუნო მონაცემების მიღებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სათანადო მაჩვენებლების რაციონალურად შერჩევას.

დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე გავლენის შეფასებისათვის გამოყენებული მაჩვენებლები უნდა შეირჩეს გამაბინძურებლების ფიზიკური, ქიმიური და სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით. პრაქტიკამ აჩვენა, რომ დემოგრაფიული მაჩვენებლებიდან ყველაზე ინფორმატიულია (აღრიცხვის სრულყოფის გამო) სიკვდილობის მაჩვენებელი. ამასთან ერთად, აუცილებელია მისი დიფერენცირება გამომწვევი მიზეზების მიხედვით (მაგალითად, არაინფექციური დაავადებებით — გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემების, ავთვისებიანი სიმსივნეებით და სხვ.). გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორების მოქმედების მიმართ ბავშვთა კონტიგენტის მომატებული მგრძნობელობის გამო ფართოდ გამოიყენება პერიტალური და ბავშვთა სიკვდილიანობის, განვითარების თანდაყოლილი ანომალიებითა და სიმახინჯეებით მშობიარობის, თვითნებური აბორტების რაოდენობის მაჩვენებლები.

ფიზიკური განვითარების მაჩვენებლების შესწავლა აუცილებელია მოზარდი ორგანიზმის ჯანმრთელობაზე დაბინძურებული ჰაერის გავლენის შეფასებისათვის.

სანიტარიულ-სტატისტიკური მაჩვენებლებიდან ფართოდ გამოიყენება ავადობის სხვადასხვა მაჩვენებელი: შრომის უნარის დროებით დაკარგვით, ჰოსპიტალიზაციით, ცალკეული ნოზოლოგიური ფორმებით და ა.შ. ნაკლებად ინფორმატიულია ავადობის მაჩვენებელი მიმართვიანობის მიხედვით, თუმცა მისი საშუალებით შესაძლებელია, საორიენტაციოდ, წარმოდგენის შექმნა მოვლენაზე; იგი გამოიყენება მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის სკრინინგისათვის, გაღრმავებული კვლევის დაგეგმვის დროს.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დადგენისათვის ინფორმატიულია მოზარდი თაობის ჯანმრ.ელობის მდგომარეობის გაღრმავებული სამედიცინო გასინჯვების მონაცემები. ამ მიზნით ხდება სპეციალური პროგრამის შემუშავება, რისთვისაც წინასწარ შეისწავლება დასახლების ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობა (ატმოსფეროში გამოფრქვევების წყაროები და მათი მახასიათებლები, მათი გაფანტვის თავისებურებები, დამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციები დასახლების სხვადასხვა რაიონში და ა.შ.). გაღრმავებულ სამედიცინო გასინჯვებში მონაწილეობენ სხვადასხვა სპეციალობის ექიმები, ანთრო-

პოლოგი, გენეტიკოსი, იმუნოლოგი და სხვ. გასინჯვები ტარდება კვლევის ლაბორატორიული და ინსტრუმენტული მეთოდების გამოყენებით.

სარწმუნო მონაცემების მისაღებად მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს კვლევის რაიონის მეთოდურად სწორად შერჩევას. მისი შერჩევა ხდება კვლევის მიზნის საფუძველზე. ბუნებრივია, ძირითად, დაკვირვების, რაიონად შეირჩევა ის ტერიტორია, სადაც ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება მაღალია და, შესაბამისად, მოსალოდნელია მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის ცვლილებები. შესადარებლად შეირჩევა საკონტროლო რაიონი, სადაც ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხი გაცილებით დაბალია (ზდკ-ის ქვემოთ) — ატმოსფერული ჰაერი პრაქტიკულად სუფთაა. ადამიანის საარსებო გარემოს სხვა არსებითი ფაქტორები (წყალმომარაგება, ნიადაგი, სოციალური ფაქტორები) ამ ორ რაიონში იდენტური უნდა იყოს. ამით უზრუნველყოფილი იქნება შესაძლებლობა, მიღებული განსხვავება ამ ორი რაიონის მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის მაჩვენებლებში დავუკავშიროთ ატმოსფერული ჰაერის ხარისხობრივ მდგომარეობას. მიღებული შედეგების სარწმუნოობის გაზრდის მიზნით, მიზანშეწონილია დაკვირვებისათვის მესამე რაიონის შერჩევაც, რომელშიც ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი კომპონენტები საცდელი რაიონის იდენტური იქნება, თუმცა ზდკ-ის დონეზე (მეორე საკონტროლო ჯგუფი). კვლევის ასეთი დაგეგმვა საშუალებას მოგვცემს შევაფასოთ ატმოსფეროს დამაბინძურებლების გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. მეორეს მხრივ, იგი საშუალებას იძლევა რეალურად შეფასდეს ქიმიური დამაბინძურებლების ზდკ-ის ეფექტურობა (რამდენად უზრუნველყოფს მათი დაცვა მოსახლეობის ჯანმრთელობის შენარჩუნებას).

დაკვირვებისათვის შერჩეულ რაიონებში უნდა ჩატარდეს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის შესახებ არსებული მასალის ანალიზი 5 წლის პერიოდისათვის. ამისთვის შესაძლებელია სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგის მონაცემთა ბაზის გამოყენება. დამაბინძურებლების ორგანიზმზე მოქმედების შეფასების დროს, ინჰალაციურ გზასთან ერთად, გათვალისწინებული უნდა იყოს ორგანიზმში მათი მოხვედრის შესაძლებლობა სხვა გზებითაც (სასმელი წყალი, კვების პროდუქტები), აგრეთვე დამაბინძურებელი ნივთიერებების სხვადასხვა გარემოს შორის გადასვლა.

ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე დაკვირვების ორგანიზაცია შეიძლება იყოს მთლიანი ან ამორჩევითი. მთლიანი დაკვირვება უფრო ობიექტურია და სარწმუნოობის მაღალი ხარისხით ხასიათდება, მაგრამ მისი განხორციელება საჭიროებს მნიშვნელოვან მატერიალურ ხარჯებს და დიდ დროს, რის გამოც ის იშვიათად, განსაკუთრებულ შემთხვევაში გამოიყენება.

უფრო ხშირად გამოიყენება დაკვირვების ამორჩევითი მეთოდი. ამორჩევითი ერთობლიობის (დაკვირვების ჯგუფის) ფორმირება ხდება დაკვირვების რაიონის შერჩევის შემდეგ. შერჩეული კონტიგენტი, თავისი ხარისხობრივი მახასიათებლებით, დაკვირვების რაიონის მთელი მოსახ-

ლეობის (გენერალური ერთობლიობის) მაქსიმალურად იდენტური (რეპრეზენტატიული) უნდა იყოს. მისი მიღწევა შესაძლებელია ბიოსტატისტიკის სხვადასხვა მეთოდისა და კრიტერიუმის გამოყენებით (ტიპოლოგიური ამორჩევა, შემთხვევითი, მექანიკური, ბუდობრივი შერჩევა, მიმზნობრივი შერჩევა, კოჰორტული მეთოდი და ა.შ.). დაკვირვებისათვის უფრო ხშირად გამოიყენება სასკოლო ასაკის ბავშვები. ეს განპირობებულია მთელი რიგი ობიექტური და სუბიექტური მიზეზებით. ობიექტური მიზეზებია: საწარმოო ფაქტორების გავლენის არარსებობა, მავნე ჩვევების ნაკლები დონე, გარემოს ფაქტორების მოქმედების მიმართ მოზარდი ორგანიზმის მეტი მგრძნობელობა. სუბიექტური მიზეზებია: ქანქარისებური მიგრაციის არარსებობა, კონტიგენტის ორგანიზებულობა (განაწილება კლასებისა და სკოლების მიხედვით).

დაკვირვების მოცულობა თითოეულ ჯგუფში განისაზღვრება ბიოსტატისტიკური10 ანალიზის მეთოდებით და დამოკიდებულია შედეგების მოსალოდნელი გადახრების დასაშვებ სიდიდეზე. დაკვირვებათა აუცილებელი რიცხვის განსაზღვრა ხდება სპეციალური ფორმულის საშუალებით (იხ. ბიოსტატისტიკა).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისა და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მისი გავლენის შონაცემების შეპირისპირება ხდება ბიოსტატისტიკური ანალიზის სხვადასხვა მეთოდით (კორელაციური, რეგრესიული, დისპერსიული და სხვ.). სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე კეთდება დასკვნა შესწავლილ მოვლენებს შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის არსებობის ან არარსებობის შესახებ.

4.7. დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის ექსპერიმენტული შესწავლისა და შეფასების მეთოდები

ქვეყნის ინდუსტრიალიზაციის პარალელურად, აქტუალური პრობლემა გახდა სამრეწველო დაბინძურებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაცვა. დღის წესრიგში დადგა ჰაერის სისუფთავის კრიტერიუმების შემუშავება. სირთულეს წარმოადგენდა ჰიგიენური კრიტერიუმის არარსებობა, თუ როგორი შედგენილობის ჰაერი ჩაითვლებოდა სუფთად. ამ თვალსაზრისით 3 პოზიცია განიხილებოდა.

- ჰაერის სისუფთავის კრიტერიუმად მოწოდებული იყო ბუნებრივ პირობებში არსებული ჰაერის შემადგენლობა. მაგრამ ინტენსიური ინდუსტრიალიზაციისა და ურბანიზაციის პირობებში ასეთი ტერიტორიები პრაქტიკულად არ არსებობს; ადამიანის საარსებო გარემო სახეშეცვლილია მისი სამეურნეო საქმიანობის შედეგად.
- მოწოდებული იყო ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაფრქვევების შეზღუდვა პრაქტიკულად მისაღწევ დონემდე, რასაც განაპირობებდა ტექნიკის განვითარების დონე. მაგრამ გამონაფრქვევების შემცირების ტექნიკურად მისაღწევი დონე არ უკავშირდება მავნე ნივთიერებების მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გავლენის ხასიათს. გარდა

ამისა, ასეთი მიდგომით შესაძლებელია ჰაერის გაბინძურების შემდგომი შემცირების ღონისძიებების გატარების შეფერხება.

• მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის მიზნით ატმოსფერული ჰაერის დაცვის დროს მხედველობაში მიიღება ამა თუ იმ დამაბინძურებლის ადამიანის ორგანიზმზე, მის ფუნქციურ მდგომარეობაზე, აგრეთვე მისი ცხოვრების პირობებზე გავლენის შეფასება. ამასთან ერთად, ჰიგიენურად დასაბუთებული ატმოსფერულ ჰაერში დამაბინძურებლის შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის სიდიდე არ უკავშირდება ტექნიკურად მიღწევად სიდიდეს, რადგან ეს გარემოება არ განაპირობებს ამ სიდიდის ჰიგიენურ მნიშვნელობას.

4.7.1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ჰიგიენური ნორმირების მეთოდოლოგია, პრინციპები და მეთოდები

ატმოსფერული ჰაერის სისუფთავის კრიტერიუმების შეფასების მესამე პოზიცია დაედო საფუძვლად ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ჰიგიენური ნორმირების პრინციპების ჩამოყალიბებას. მისი ძირითადი დებულებებია:

• დასაშვებად ჩაითვლება ატმოსფერულ ჰაერში ქიმიური ნივთიერების ისეთი კონცენტრაცია, რომელიც არ ახდენს პირდაპირ ან ირიბ მავნე და არასასურველ მოქმედებას ორგანიზმზე, არ აქვეითებს მის მუშაობისუნარიანობას, არ ახდენს გავლენას ადამიანის თვითგრძნობასა და განწყობაზე;

• ატმოსფერულ ჰაერში მინარევების სახით არსებული ნივთიერებისადმი ორგანიზმის მიჩვევა (ადაპტაცია) განიხილება როგორც არასასურველი ფაქტორი და იმ კონცენტრაციის დაუშვებ-ლობა, რომლის დროსაც ხდება ადაპტაცია;

• დაუშვებლად ითვლება დამაბინძურებელი ნივთიერებების ისეთი კონცენტრაციები, რომელიც გავლენას ახდენს მცენარეულ საფარზე, ადგილის კლიმატზე, ატმოსფეროს გამჭირვალობაზე და მოსახლეობის ცხოვრების პირობებზე.

აღნიშული დებულებები დაედო საფუძვლად ატმოსფერულ ჰაერში ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის ჰიგიენურ რეგლამენტაციას.

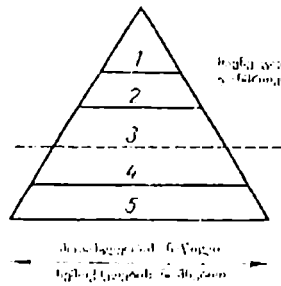
ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხის შეფასების საფუძველია მასში არსებული ქიმიური ნივთიერებების ჯანმრთე-ლობისათვის უსაფრთხო დონის — ზღვრულად დასაშვები კონცენტრა-ციის უზრუნველყოფა.

ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერების ზდკ არის ნივთიერების ის კონცენტრაცია, რომელიც მთელი სიცოცხლის მანძილზე მოქმედებისას არ ახდენს პირდაპირ ან ირიბ არასასურველ გავლენას ახლანდელ ან მომავალ თაობებზე, არ აქვეითებს ადამიანის მუშაობისუნარიანობას, არ აუარესებს მის თვითგრძნობას და ცხოვრების სანიტარიულ-საყოფაცხოვრებო პირობებს.

ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების ჰიგიენური ნორმირების მეთოდოლოგიის შემდგომი საკითხი იყო მისი შედგენილობის იმ

დასაშვები ცვლილებების დადგენა, რომელიც მავნე გაელენას არ მოახდენდა ჯანმრთელობაზე. ადამიანის ცხოვრების ყველა მხარის ინტენსიური ქიმიზაციის პირობებში ამ საკითხის გადაწყვეტა არც ისე მარტივი იყო. ხშირად პრაქტიკაში ინერგებოდა ისეთი ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც დედამიწის ბიოტისათვის, ადამიანის პოპულაციის ჩათვლით, თავისი ევოლუციის მანძილზე უცხო იყო და, ბუნებრივია, არ ჰქონდა გამომუშავებული მათგან დაცვის ბუნებრივი მექანიზმები. ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელი იყო ძველი გამოცდილების გამოყენება (ანალოგიის პრინციპით). შეუძლებელი იყო ასეთი ნივთი-ერებების პრაქტიკაში გამოყენება, რადგან ამ შემთხვევაში ადამიანის ორგანიზმი გარკვეული რისკის ქვეშ აღმოჩნდებოდა. ამ პრობლემიდან გამოსავალი გახდა ნივთიერების ჰიგიენური ნორმირება ლაბორატორიულ ცხოველებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე. ანალოგიური გამოცდილება მედიცინაში უკვე იყო: ექსპერიმენტული კვლევა სამკურნალწამლო საშუალებების შემუშვების დროს, კრიმინალური ხასი-ათის მწვავე ინტოქსიკაციების შესწავლა, ქიმიური იარაღისაგან დაცვის ღონისძიებების ძიება და ა.შ. მაგრამ აღნიშნულ კვლევებში დაკვირვება ხდება საკვლევი ნივთიერების შედარებით ხანმოკლე პერიოდის განმავლობაში მოქმედებისას; ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემთხვევაში კი მის გავლენას მოსახ-ლეობა მთელი სიცოცხლის მანძილზე განიცდის.

როგორც ცნობილია, ნებისმიერი მავნე ფაქტორის მოქმედების დროს ორგანიზმის ბიოლოგიური პასუხი შესაძლებელია იყოს სიკვდილი, ავადმყოფობა, ავადმყოფობის ფიზიოლოგიური ნიშნები, გაურკვეველი ბიოლოგიური მნიშვნელობის ფუნქციური ძვრები, ორგანოებსა და ქსოვილებში დამაბინძურებლების ან მათი მეტაბოლიზმის პროდუქტების დაგროვება. ორგანიზმის ბიოლოგიური პასუხის სპექტრი სამკუთხედის სახითაა წარმოდგენილი (სურ. 4.9.). ატმოსფერული დამაბინძურებლების უვნებელი დონეების დადგენის დროს განარჩევენ 3 ზონას: I ზონა – ფაქტორის მოქმედების ეფექტის არარსებობა — ქვეზღურბლოვანი დონე (ნიშნული 5); III ზონა — ტოქსიკური მოქმედების ზონა, როდესაც ორგანიზმში ვლინდება დამაბინძურებლის მოქმედებით განვითარებული ავადმყოფობის ფიზიოლოგიური ნიშნები — ავადმყოფობა ან მისი ნიშნები (ნიშნული 3). ამ ორ ზონას შორის განთავსებულია II ზონა — ორგანიზმში გაურკვეველი ბიოლოგიური მნიშვნელობის ფუნქციური ძვრები (ნიშნული 4). ითვლება, რომ ასეთი ხასიათის ძვრების განვითარება დაკავშირებულია ორგანიზმის დაცვით-შეგუებით რეაქციებთან და გვიჩვენებს ბიოლოგიური ოპტიმუმისაგან გარემოს მდგომარეობის გადახრას. აქედან გამომდინარე, II ზონა წარმოადგენს პრემორბიდული მდგომარეობის ზონას და ატმოსფეროს დამაბინძურებლის ზდკ უნდა დადგინდეს I ზონის დონეზე — ფაქტორის ბიოლოგიური მოქმედების ეფექტის არარსებობის დონეზე.



სურ. 4.9. დამაბინძურებლის მოქმედებაზე ორგანიზმის ბიოლოგიური პასუხის სპექტრი.
1 – სიკვდილიანობა; 2 – ავადობა; 3 - ავადმყოფობის ფიზიოლოგიური ნიშნები; 4 - გაურკვეველი ბიოლოგიური მნიშვნელობის ფუნქციური ძვრები; 5 - ორგანოებსა და ქსოვილებში დამაბინძურებლების ან მათი მეტაბოლიზმის პროდუქტების დაგროვება.

ამ პრინციპების გათვალისწინებით შედგა ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდური სქემა ატმოსფერული ჰაერის სამრეწველო დამაბინძურებლების ჰიგიენური ნორმირების მიზნით.

ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზდკ-ის ექსპერიმენტული დასაბუთების მეთოდების შერჩევისას ითვალისწინებენ ბიოლოგიური ეფექტის ზღვრული მოქმედების პრინციპს და მავნეობის მალიმიტირებელ ნიშანს.

ზდკ-ის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების რაოდენობრივი შეფასება. ზდკ-ის საშუალებით ხდება ჰაერის დაცვითი ღონისძიებების აუცილებლობისა და მათი მოცულობის დასაბუთება, აგრეთვე მათი ჰიგიენური ეფექტურობის შეფასება.

4.7.1.1. სამრეწველო გამონაფრქვევებით ატმოსფერულ ჰაერში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერების ზდკ-ის ექსპერიმენტული დასაბუთება

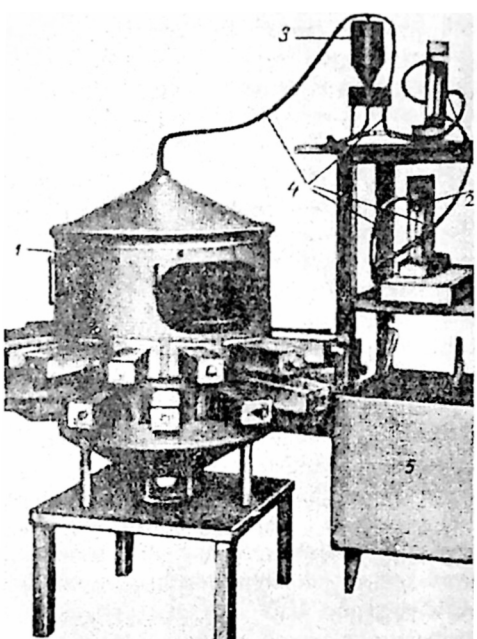
ეს სამუშაო ექსპერიმენტული ხასიათისაა და ორ ეტაპად მიმდინარეობს.

პირველ ეტაპზე ნივთიერების რეზორბციული მოქმედების დროს ხდება ზღურბლოვანი და უმოქმედო კონცენტრაციების დადგენა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინჰალაციური გზით შეყვანის შემდეგ. ეს კვლევა ტარდება ლაბორატორიულ ცხოველებზე ხანგრძლივი (ქრონიკული) სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის პირობებში. ეს ეტაპი ყველაზე შრომატევადია.

ქრონიკულ ექსპერიმენტში გამოსაყენებელი კონცენტრაციების დიაპაზონის განსაზღვრისათვის ტარდება საორიენტაციო, ე.წ. მწვავე ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტები, რომლის დროსაც ადგენენ ტოქსიკური მოქმედების პარამეტრებს ქიმიური ნივთიერების ერთჯერადი ინჰალაციური გზით შეყვანისას, ხოლო გამაღიზიანებელი თვისე-

ბების მქონე ნივთიერებებისათვის გამოიყენება სინჯები კანსა და თვალის ლორწოვან გარსზე. საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენება ქვემწვავე ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტი (3-4 კვირის ხანგრძლივობით) ინტოქსიკაციის კლინიკური სურათის შესწავლისა და ნივთიერების კუმულაციური თვისებების შესწავლის მიზნით.

მწვავე ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტებისათვის გამოიყენება ორი სახის ლაბორატორიული ცხოველები: თეთრი თაგვები (სხეულის მასით 18-22 გ) და თეთრი ვირთაგვები (სხეულის მასით 180-240 გ). თითოეულ საცდელ ჯგუფში უნდა იყოს არანაკლებ 6 ერთგვაროვანი (მასითა და სქესით) ცხოველი. საკვლევი ნივთიერების განსაზღვრული კონცენტრაციის შესწავლისათვის გამოიყენება ერთი ექსპერიმენტული ჯგუფი. ერთ ექსპერიმენტში შეისწავლება 5-6 კონცენტრაცია, რომელიც იზრდება არითმეტიკული ან გეომეტრიული პროგრესიით. ცხოველების ორგანიზმში საკვლევი ნივთიერების შეყვანისათვის სხვადასხვა კონსტრუქციის საინჰალაციო კამერა გამოიყენება (სურ. 4.10.) ექსპერიმენტის დროს საკვლევ ცხოველებს აფიქსირებენ კამერის სპეციალურ



1 — კამერის კორპუსი;
2 — რეომეტრები, რომლებიც ჰაერის მიწოდების სიჩქარეს არეგულირებს;
3 — გამამტვერებელი, რომლიდანაც კამერაში აეროზოლი მიეწოდება;
4 — რეზინის მილები, რომლებიც გამამტვერებელს რეომეტრებთან და კამერის კორპუსთან აკავშირებს;
5 — შემწოვი ვენტილაციის გამანაწილებელი მონყობილობა, რომლიდანაც სისტემაში ჰაერი მიეწოდება.

სურ. 4.10. საინჰალაციო კამერა

უჯრედებში, რითაც უზრუნველყოფილია მათი სუნთქვა საკვლევი ნივთიერების შემცველი ჰაერით და გამოირიცხება მისი სორბცია კანითა და ბეწვით. ორგანიზმში შხამის ინჰალაციური გზით შეყვანა ხდება დინამიკური მეთოდით — მთელი ექსპერიმენტის განმავლობაში, მუდმივი ჰაერცვლის პირობებში, უზრუნველყოფილია ნივთიერების საკვლევი კონცენტრაციის მუდმივობა. ექსპოზიციის დრო თეთრი თაგვებისათვის 2 სთ-ია, ხოლო თეთრი ვირთაგვებისათვის — 4 სთ. ასეთი რეჟიმით ერთჯერადი მოქმედების შემდეგ ცხოველები შეიძლება სხვადასხვა დროს დაიღუპოს. ამიტომ მათზე დაკვირვება გრძელდება ექსპერიმენტიდან 2-4 კვირის განმავლობაში. დაკვირვების დროს ფიქსირდება შემდეგი მაჩვენებლები ექსპერიმენტის თითოეული ჯგუფისათვის: ცხოველების დაღუპვის დრო, დახასიათება, ცხოველების ქცევა, ინტოქსიკაციის სიმპტომები და კლინიკური სურათი.

ექსპერიმენტის შედეგების საფუძველზე ადგენენ მწვავე ტოქსიკურობის პარამეტრებს — საშუალო კონცენტრაციას, რომელიც იწვევს საცდელი ცხოველების 50%-ის დაღუპვის (CL_{50}), აგრეთვე ცხოველების დაღუპვის საშუალო დროს (ET_{50}) და ნივთიერების კონცენტრაციისაგან ლეტალური ეფექტის დამოკიდებულების დახრის კუთხის ტანგენსს, რომლებიც ნივთიერების კუმულაციურ თვისებებს ახასიათებს. ჰიგიენური ნორმირების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ნივთიერების ხანგრძლივი (ქრონიკული) მოქმედების დროს ზღურბლოვანი და ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაციები CL_{50}-ის 1/1000 — 1/10000 ნაწილის დიაპაზონშია.

ქრონიკული სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტი ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ნივთიერების ტოქსიკურობისა და საშიშროების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შეფასების შესაძლებლობას იძლევა. ამ დროს შესაძლებელია, აგრეთვე, დადგინდეს მათი გავლენა ორგანიზმზე იმ კონცენტრაციებში, რომელიც რეალურად გვხვდება დასახლების ატმოსფერულ ჰაერში, გამოვლინდეს ამა თუ იმ ორგანოს და ორგანოთა სისტემის ამორჩევითი დაზიანების შესაძლებლობა, გაირჩეს ქრონიკული ინტოქსიკაციის პროცესში ჭეშმარიტი ადაპტაცია და კომპენსაცია. კვლევის ამ ეტაპის ძირითადი ამოცანაა შესასწავლი ნივთიერების ზღურბლოვანი კონცენტრაციის დადგენა, რომელიც იწვევს ორგანიზმის ფუნქციების ინტეგრალური და სპეციფიკური მაჩვენებლების ბიოლოგიურად მნიშვნელოვან მინიმალურ ცვლილებებს ინტოქსიკაციის ინჰალაციური გზის დროს, აგრეთვე უმოქმედო (ქვეზღურბლოვანი) კონცენტრაციის დადგენა, რომლის დროსაც რაიმე ცვლილება არ ვლინდება. ქრონიკული სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტის შედეგები საშუალო სადღეღამისო ზდკ-ის ($ზდკ_{ად}$) დადგენის საფუძველია.

დასახლების ატმოსფერულ ჰაერში ნივთიერების $ზდკ_{ად}$ არის ის კონცენტრაცია, რომელიც მთელი სიცოცხლის განმავლობაში მოქმედებისას არ ახდენს პირდაპირ ან ირიბ გავლენას ადამიანების

ახლანდელი და მომავალი თაობების ჯანმრთელობაზე, არ იწვევს მუშაობისუნარიანობის დაქვეითებას, არ აუარესებს თვითგრძნობას და ცხოვრების საყოფაცხოვრებო პირობებს.

საცდელი ცხოველების ორგანიზმში საკვლევი ნივთიერების ინჰალაციური გზით შეყვანა ხდება საინჰალაციო კამერების საშუალებით, რომელშიც ისინი მუდმივად იმყოფება მთელი ექსპერიმენტის განმავლობაში (3-5 თვის მანძილზე). მაგალითად, თეთრი ვირთაგვების სრული სადღეღამისო ექსპოზიციის ხანგრძლივობა 3 თვეა, რაც მათი სიცოცხლის 10-15%-ს შეესაბამება. კამერაში მუდმივად მიეწოდება საკვლევი ნივთიერების საჭირო კონცენტრაცია. როგორც წესი, შეისწავლება ნივთიერების 3-5 კონცენტრაცია, რომელიც საორიენტაციოდ იმყოფება დიაპაზონში უმოქმედო (ქვეზღურბლოვანი) კონცენტრაციიდან გამოხატული ტოქსიკური ეფექტის გამომწვევ კონცენტრაციამდე.

სარწმუნო შედეგების მიღებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ექსპერიმენტული ცხოველების სახეობის სწორად შერჩევას. ისინი ექსპერიმენტულ და საკონტროლო ჯგუფებად იყოფა, რომლებიც ძირითადი მაჩვენებლების მიხედვით იდენტურია (მასა, სქესი, ასაკი და ა.შ.). უფრო ხშირად გამოიყენება თეთრი თაგვები და ვირთაგვები, კურდღლები, ზღვის გოჭები. ცალკეულ ჯგუფში ცხოველების აუცილებელ რაოდენობას სხვადასხვა მაჩვენებლის გათვალისწინებით ადგენენ: ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შესასწავლი მაჩვენებელი, სტატისტიკურად სარწმუნო შედეგების მიღების აუცილებლობა და ა.შ.

ქრონიკულ ექსპერიმენტში ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასებისათვის შესასწავლ მაჩვენებლებსა და ტესტებს არჩევენ მწვავე და ქვემწვავე ექსპერიმენტების საფუძველზე, აგრეთვე შესასწავლი ნივთიერების (ან მისი ანალოგის) ტოქსიკოდინამიკის შესახებ ლიტერატურის მონაცემების გამოყენებით. შერჩეული მაჩვენებლები და ტესტები უნდა ასახავდეს ორგანიზმის რეაგირებას სხვადასხვა დონეზე: ორგანიზმის, სისტემის, ორგანოს, ქსოვილის, უჯრედის, სუბუჯრედულ ან ბიომოლეკულარულ დონეზე.

სპეციფიკური მაჩვენებლები ცალკეული ორგანოსა და ფუნქციის მდგომარეობის შესახებ მსჯელობის შესაძლებლობას იძლევა; მათი საშუალებით შესაძლებელია, აგრეთვე, გამოვლინდეს შესასწავლი ნივთიერების მოქმედების მექანიზმი და ტოქსიკური ეფექტის ადრეული ნიშნები. ინტეგრალური (არასპეციფიკური) მაჩვენებლების გამოყენება უპირატესად მთელი ორგანიზმის მდგომარეობის შესახებ მსჯელობის შესაძლებლობას იძლევა. ითვლება, რომ ინტეგრალური მაჩვენებლები ჰიგიენური თვალსაზრისით უფრო მნიშვნელოვანია.

ნივთიერების ზდკ-ის დასაბუთების დროს აუცილებელია მისი მოქმედების სპეციფიკური (ალერგიული, ემბრიოტროპული, გონადოტროპული, მუტაგენური, კანცეროგენული) ეფექტების გათვალისწინება.

ქრონიკული ექსპერიმენტის დროს ლაბორატორიული ცხოველების მდგომარეობის პირველი კვლევა ხდება ექსპერიმენტის დაწყებიდან 1-2

კვირის შემდეგ, მეორე კვლევა — ექსპერიმენტის პირველი თვის ბოლოს. შემდგომში დაკვირვებები ხდება წინა დაკვირვების შედეგების მიხედვით, მაგრამ არანაკლებ თვეში ერთხელ.

იმ ნივთიერებებისათვის, რომლებიც სუნის გამოყოფით ან გამაღიზიანებელი მოქმედებით ხასიათდება, რეზორბციული მოქმედების შესწავლის გარდა, ტარდება კვლევის მეორე ეტაპი. იგი ტარდება მოხალისეებზე, ნივთიერების ხანმოკლე მოქმედების პირობებში, ინჰალაციური გზით ორგანიზმში მოხვედრისას სუნის მიხედვით ან გამაღიზიანებელი (რეფლექტორული) მოქმედებით ზღურბლოვანი და ქვეზღურბლოვანი კონცენტრაციების განსაზღვრის მიზნით.

ნივთიერების რეფლექტორული მოქმედება არის ქიმიური ნივთიერების შესუნთქვაზე ზემო სასუნთქი გზების რეცეპტორების პასუხი — სუნის შეგრძნება, ლორწოვანი გარსის გაღიზიანება, სუნთქვის შეკავება და სხვ.

მოხალისეების მონაწილეობა ექსპერიმენტში დაიშვება მათი ჯანმრთელობის უსაფრთხოების გარანტიით. კვლევა ტარდება 20-30 მოხალისის მონაწილეობით 18-55 წლის (ქალები) და 18-60 წლის (მამაკაცები) ასაკში, ცდის ჩატარებამდე ჯანმრთელობის მდგომარეობაში რაიმე გადახრის გარეშე. სპეციალური დანადგარის საშუალებით სუნთქვის ზონაში მიეწოდება საკვლევი ნივთიერების ზუსტად განსაზღვრული კონცენტრაცია. ყნოსვის შეგრძნების ზღურბლის განსაზღვრა ხდება მოხალისის სუბიექტური შეფასების საფუძველზე — სუნის არსებობის ან არარსებობის შესახებ პრინციპით „დიახ" ან „არა". შეისწავლება არანაკლებ 4-5 კონცენტრაცია, რომელთაგან თითოეული არანაკლებ 3-ჯერ მიეწოდება. სუბიექტური შეფასების მეტი დამაჯერებლობისათვის ერთდროულად რეგისტრირდება რეფლექტორული რეაქციები ენცეფალოგრაფიის და ქრონოლეფლექსომეტრიის საშუალებით, თვალის სიბნელისადმი ადაპტაციის დროის განსაზღვრით და ა.შ.

მიღებული შედეგების ანალიზის დროს განსაზღვრავენ ცალკეული მოხალისის დადებით და უარყოფით პასუხებს, დადებითი და უარყოფითი პასუხების ჯამს და მათ პროცენტულ სიდიდეებს კვლევის მთელი ჯგუფისათვის.

კვლევის მეორე ეტაპის შედეგები საფუძველია ატმოსფერულ ჰაერში ნივთიერების მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრაციის ($ზდკ_{მ}$) დასაბუთებისათვის, რომელიც ახასიათებს მის ერთჯერად, ერთმომენტიან მოქმედებას ადამიანის ორგანიზმზე.

დასახლების ატმოსფერულ ჰაერში ქიმიური ნივთიერების ზდკ მ ისეთი მაქსიმალური კონცენტრაციაა, რომელიც ხანმოკლე (20-30 წთ-ის განმავლობაში) მოქმედებისას ადამიანზე არ იწვევს სუნის შეგრძებას და არ ახდენს გამაღიზიანებელ (რეფლექტორულ) მოქმედებას ზემო სასუნთქ გ ზებზე.

კვლევის საფუძველზე თითოეული ნივთიერებისათვის ადგენენ მავნეობის მალიმიტირებულ მაჩვენებელს — იმ მაჩვენებელს, რომელიც ხასიათდება ზღურბლოვანი კონცენტრაციის ყველაზე დაბალი სიდიდით.

გამოყოფენ შემდეგ მალიმიტირებელ მაჩვენებლებს: რეზორბციული, რეფლექტორული, რეფლექტორულ-რეზორბციული, სანიტარიულ-ჰიგიენური. ეს უკანასკნელი მაჩვენებელი შემოღებულია იმის გამო, რომ ზოგიერთმა ნივთიერებამ, რომელიც დიდი კონცენტრაციების დროს არ ხასიათდება რეზორბციული და რეფლექტორული მოქმედებით, ატმოსფეროდან გამოლექვის დროს გარემოს ობიექტებს შეიძლება მისცეს არაბუნებრივი ფერი, დააბინძუროს ადამიანის ტანსაცმელი, გარემოს საგნები. შეიძლება მათ არ ახასიათებდეთ უარყოფითი მოქმედება, მაგრამ იწვევს ფსიქოლოგიურ დისკომფორტს, საშიშროებისა და განგაშის შეგრძნებას, ე.ი. ახდენს უარყოფით გავლენას ცხოვრების პირობებზე. ამ შემთხვევაში მხედველობაშია, ძირითადად, საღებავები, აგრეთვე ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება, რომელიც რაიმე მიზეზით (სანარმოო გამონაფრქვევებთან ერთად) ხვდება ატმოსფეროში და შემდეგ გამოილექება. მათთვის ზდკ უნდა დადგინდეს ისეთ დონეზე, რომ გამოირიცხოს ზემოაღნიშნული არასასურველი შედეგები. მავნეობის რეფლექტორულ-რეზორბციული მაჩვენებელი დგინდება იმ ნივთიერებისათვის, რომლის რეზორბციული და გამაღიზიანებელი მოქმედების ზღურბლოვანი კონცენტრაციების აბსოლუტური სიდიდეები ერთმანეთს ემთხვევა.

ატმოსფერულ ჰაერში ქიმიური ნივთიერების ზდკ-ის დასაბუთების დროს უნდა განისაზღვროს მისი ტოქსიკოლოგიური საშიშროების კლასი ინჰალაციური ზემოქმედების დროს, რაც გულისხმობს ბიოლოგიური ეფექტის ინტენსიურობის გაძლიერებას ნორმატივის (ზდკ-ის) ამა თუ იმ ჯერადობით გაზრდისას.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ სხვადასხვა ნივთიერების ზდკ-ის თანაბარი ჯერადობით მომატებისას მათი მოქმედების ბიოლოგიური ეფექტები არსებითად განსხვავებულია. მაგალითად, ბიოლოგიური ეფექტი დაახლოებით ერთნაირი იქნება პირველი კლასის ნივთიერების ზდკ-ის 1,5-ჯერ მომატებისას, მეორე კლასის ნივთიერების — 2,1-ჯერ, მესამე კლასის ნივთიერების — 2,6-ჯერ, ხოლო მეოთხე კლასის ნივთიერების — 3,0-ჯერ მომატებისას (ცხრილი 4.9.). ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ნივთიერებების საშიშროების კლასიფიკაცია დაფუძნებულია ტოქსიკომეტრიის სხვადასხვა პარამეტრზე. სპეციალური გაანგარიშებების საფუძველზე განისაზღვრება ნივთიერების საშიშროების ინტეგრალური მაჩვენებელი, რომლის მნიშვნელობა 0-დან 1-მდეა. ამ ფარგლებში კოეფიციენტის მნიშვნელობის გაზრდა ნივთიერების საშიშროების ზრდაზე მიუთითებს. ინტეგრალური მაჩვენებელი 0,72-ზე მეტი შეესაბამება ნივთიერების საშიშროების პირველ კლასს, 0,72-0,55-ის ფარგლებში — მეორე კლასს, 0,55-0,38-ის ფარგლებში — მესამე კლასს, ხოლო 0,38-ზე ნაკლები — მეოთხე კლასს. პირველი კლასის ნივთიერებები ითვლება განსაკუთრებით საშიშად, მეორე კლასის — ძლიერ

საშიშად, მესამე კლასის — ზომიერად საშიშად, მეოთხე კლასის — უმნიშვნელოდ საშიშად*.

საშიშროების პირველი კლასს მიეკუთვნება ბენზ(ა)პირენი, პროპილენის ოქსიდი, ტყვია და მისი შენაერთები, ექვსვალენტოვანი ქრომი და სხვ.; საშიშროების მეორე კლასს — აზოტის დიოქსიდი, გოგირდმჟავა, ფენოლი, ქლორი, ფორმალდეჰიდი; მესამე კლასს — გოგირდის დიოქსიდი, ჰეპტანი, ქსილოლი, პროპილენი, არაორგანული მტვერი თავისუფალი სილიციუმის დიოქსიდის 20-70% შემცველობით, H-ბუთილის სპირტი, ტოლუოლი, ეთილენი, ეთილენის ოქსიდი; მეოთხე კლასს — ამიაკი, ბუთილაცეტატი, ბუთილენი, ქლორიანი მეთილენი, ნახშირბადის მონოოქსიდი და სხვ.

ცხრილი 4.9.

საშიშროების სხვადასხვა კლასის ნივთიერებების ზდკ-ის გადამეტების იზოეფექტური ჯერადობა

1 კლასი	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი
1	1	1	1
1,1	1,2	1,25	1,3
1,2	1,4	1,6	1,7
1,3	1,6	1,8	2,0
1,4	1,9	2,2	2,5
1,5	2,1	2,6	3,0
1,6	2,4	3,0	3,5
1,7	2,6	3,4	4,0
1,8	3,0	4,0	5,0
1,9	3,3	4,6	5,8
2,0	3,6	5,2	6,6
2,1	4,0	5,8	7,5
2,2	4,4	6,5	8,5
2,,3	4,8	7,2	9,7
2,4	5,0	8,0	11,0
2,5	5,5	8,6	12,5

დასახლების ატმოსფერულ ჰაერში, როგორც წესი, შესაძლებელია ერთდროულად რამდენიმე დამაბინძურებლის არსებობა. აქედან გამომდინარე, ატმოსფერული ჰაერის ჰიგიენის მნიშვნელოვანი პრობლემაა ატმოსფერულ ჰაერში რამდენიმე ნივთიერების არსებობისას მათი კომბინირებული მოქმედების თავისებურებების შესწავლა.

ატმოსფეროს დამაბინძურებლების მოქმედებაზე ორგანიზმის საპასუხო რეაქცია შეიძლება სხვადასხვა ტიპის მიხედვით განვითარდეს:

➢ ეფექტის გაძლიერება (სინერგიზმი) — თითოეული ნივთიერების მოქმედებით განვითარებული რეაქციის გაძლიერება;

---

* დებულება საშიში ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიკაციის შესახებ. დებ. 1.2. 005-03 (ს სმ, III, №33, 2003).

➢ ეფექტის შემცირება (ანტაგონიზმი) — საბოლოო ეფექტი ნაკლებია ნარევის თითოეული ინგრედიეტის მოქმედებით განვითარებულ ეფექტზე;

➢ დამოუკიდებელი მოქმედება — საპასუხო რეაქციის ეფექტი შეესაბამება ცალკეული ნივთიერების ან მათგან წამყვანის მოქმედების ეფექტს.

სინერგიზმი შეიძლება გამოვლინდეს უბრალო სუმაციით — თითოეული ინგრედიენტის მიერ გამოწვეული ეფექტის შეჯამებით. ზოგჯერ ეფექტი უფრო მეტადაა გამოვლენილი, ვიდრე უბრალო სუმაცია. სინერგიზმის ასეთ სახეს *პოტენცირება* ეწოდება.

კომბინირებული მოქმედების შეფასება სირთულე იმითაა განპირობებული, რომ მომქმედი კონცენტრაციების სხვადასხვა დონის შემთხვევაში ორგანიზმის საპასუხო რეაქცია შეიძლება განსხვავებული ტიპით მიმდინარეობდეს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობაში ერთდროულად რეგისტრირდება სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერების არსებობა, ერთმიმართულებიანი (ადიტიური) მოქმედების ნივთიერებებისათვის მათი კონცენტრაციების შეფარდებათა ჯამი შესაბამის ზდკ-სთან არ უნდა აღემატებოდეს 1-ს:

$$C_1/\text{ზდკ}_1 + C_2/\text{ზდკ}_2 + C_3/\text{ზდკ}_3 + \ldots C_n/\text{ზდკ}_n < 1,$$ სადაც

C_1, C_2, C_3,... C_n —ატმოსფერულ ჰაერში ნივთიერებების ფაქტიური კონცენტრაციები;

ზდკ$_1$, ზდკ$_2$, ზდკ$_3$,... ზდკ$_n$, — ამავე ნივთიერებების ზდკ.

ასეთ მიდგომას საფუძვლად უდევს ბიოლოგიური მოქმედების ეფექტის სუმაციის პრინციპი — ჰაერის ჯამური დაბინძურება, ბიოლოგიური ეფექტის ტიპის გათვალისწინებით, არ აღემატება დასაშვებს.

ატმოსფეროს დამაბინძურებლების კომბინირებული მოქმედების ხასიათის შეფასება ხდება ზემოთ მოყვანილი ფორმულით, მაგრამ საბოლოო შეფასება ხდება 1–ზე ნაკლები სიდიდით, რაც დამოკიდებულია პოტენცირების ხარისხზე. მაგალითად, ფთორის შენაერთების კომბინირებული მოქმედების შეფასებისათვის გამოიყენება კოეფიციენტი 0,8.

4.7.1.2. ატმოსფერულ ჰაერში ნივთიერების ზემოქმედების საორიენტაციო უსაფრთხო დონე

ზდკ-ის დადგენის სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტული კვლევის გამოცდილება შესაძლებლობას იძლევა შემუშავდეს ნივთიერების ზემოქმედების საორიენტაციო უსაფრთხო დონე (ზსუდ).

ზსუდ ატმოსფერულ ჰაერში გამაბინძურებელი ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები შემცველობის დროებითი ჰიგიენური ნორმატივია.

ზსუდ-ის დადგენა ხდება გაანგარიშებითი მეთოდით ქიმიური ნივთიერების ტოქსიკომეტრიის პარამეტრების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთან კორელაციურ-რეგრესიული დამოკიდებულების საფუძველზე ან

საკვლევი ნივთიერების ანალოგიურ ნივთიერებასთან ექსტრაპოლაციისა და ინტერპოლაციის გზით. ამასთან ერთად, აუცილებელია მწვავე ტოქსიკურობის პარამეტრების ექსპერიმენტული განსაზღვრა. ზსუდ მოქმედებს შეზღუდული დროის განმავლობაში (3 წლამდე), რომლის შემდეგ ის უნდა შეიცვალოს ზდკ-ით.

ზსუდ გამოიყენება ახალი ნივთიერების დანერგვის საწყის ეტაპზე, როდესაც საჭიროა მოკლე დროში ამ ნივთიერების ადამიანის ორგანიზმისათვის საშიშროების შეფასება, გარემოსდაცვითი ღონისძიებების შემუშავება და ა.შ.

ზოგიერთი ნივთიერებისათვის დასაშვებია მხოლოდ ზსუდ-ის დასაბუთება, შემდგომში ზდკ-ის შემუშავების გარეშე. ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნება საცდელ წარმოებაში მიღებული პროდუქცია ან 1 წლის განმავლობაში წარმოების 10 ტ-ზე ნაკლები წარმადობისას; ზომიერად ან უმნიშვნელოდ საშიში (საშიშროების მე-3 და მე-4 კლასის) მცირე კუმულაციური თვისებების მქონე ნივთიერებები; ნივთიერებები, რომელთაც არ აქვთ სპეციფიკური (ალერგიული, მუტაგენური, ნეიტროტოქსიკური და ა.შ.) მოქმედება.

შესაბამისი სპეციალისტების (ჰიგიენისტების) მიერ შემუშავებული ზდკ და ზსუდ, სათანადო წესით განხილვის შემდეგ, მტკიცდება საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანებით, ტარდება ოფიციალურ რეგისტრაციაში და ქვეყნდება საქართველოს იუსტიციის სამინისტროს ოფიციალურ ორგანოში, რის შემდეგაც ის იძენს ნორმატიული აქტის* სტატუსს, რომლის მოთხოვნების შესრულება სავალდებულოა ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე ფიზიკური და იურიდიული პირების მიერ.

4.7.2. დასახლების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასების მეთოდები

სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერიმენტების საფუძველზე დასაბუთებული და, შემდგომ, დამტკიცებული ჰიგიენური ნორმატივები (ზდკ და ზსუდ) ასახავს ატმოსფერული ჰაერის თითოეული დამაბინძურებელი ქიმიური ნივთიერების უსაფრთხო დონეს, რაც პრაქტიკული დაკვირვებებით დამტკიცებულია. ჰიგიენური ნორმატივების საფუძველზე ხდება მთელი რიგი პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტა, მ.შ. პროფილაქტიკური ღონისძიებების შემუშავება და მათი რეალიზაციის პრიორიტეტების დადგენა. ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ ატმოსფერულის ჰაერის მრავალკომპონენტიანი დაბინძურების შემთხვევაში შეუძლებელია მისი რეალური მდგომარეობის (დაბინძურების

---

* სამუშაო ზონის ჰაერში მავნე ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ). სწდან 2.2.5.008-03. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №346/ნ, 25.12.2003 (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, ნაწილი III, №2, 2004).

საშიშროების ხარისხის) განსაზღვრა მხოლოდ ცალკეული ნივთიერების ზდკ-ის მიხედვით. თანამედროვე დასახლებების პირობებში ატმოსფერული ჰაერის მრავალკომპონენტიანი დაბინძურების ინტეგრალური შეფასებისათვის სხვადასხვა მეთოდი გამოიყენება.

ატმოსფერულ ჰაერში რამდენიმე ნივთიერების ერთდროულად არსებობისას მათი ტოქსიკური ეფექტის უბრალო სუმაცია ხდება მხოლოდ მათი ზდკ-ის გადაუჭარბებლობის შემთხვევაში. ზდკ-ის დონის ერთნაირი ხარისხით გადაჭარბების შემთხვევაში ბიოლოგიური ეფექტის გამოვლენის ხარისხი საშიშროების სხვადასხვა კლასის ნივთიერებისათვის განსხვავებულია (ცხრილი 4.9.). ამიტომ ატმოსფერული ჰაერის მრავალკომპონენტიანი გაბინძურების ინტეგრალური შეფასებისათვის რეკომენდებულია საშიშროების 1,2,4, კლასის ნივთიერებების ზდკ-ის გადაჭარბების ეფექტური ჯერადობის დაყვანა საშიშროების 3 კლასის ნივთიერების ზდკ-ის გადაჭარბების ჯერადობამდე. ამ მიზნით საშიშროების 1,2,4, კლასის ნივთიერებების კონცენტრაციების შეფარდებას შესაბამის ზდკ-სთან ამრავლებენ კოეფიციენტებზე: 1,7; 1,3; 0,9, შესაბამისად. 3 კლასის ნივთიერებისათვის შესწორების კოეფიციენტი საჭირო არ არის.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების კომპლექსური (ინტეგრალური) მაჩვენებელი (მაჩვენებელი K) გამოითვლება ფორმულით:

$K=\Sigma\cdot(C_1/ზდკ_1)x1,7+\Sigma\cdot(C_2/ზდკ_2)x1,3+\Sigma\cdot(C_3/ზდკ_3)x1+...\Sigma\cdot(C_n/ზდკ_n)x0,9$, სადაც

C_1, C_2, C_3,C_n — საშიშროების 1,2,3,4 კლასის ნივთიერებების ფაქტიური კონცენტრაციები ატმოსფერულ ჰაერში;

$ზდკ_1$, $ზდკ_2$, $ზდკ_3$, $ზდკ_n$ — მათი შესაბამისი ზდკ.

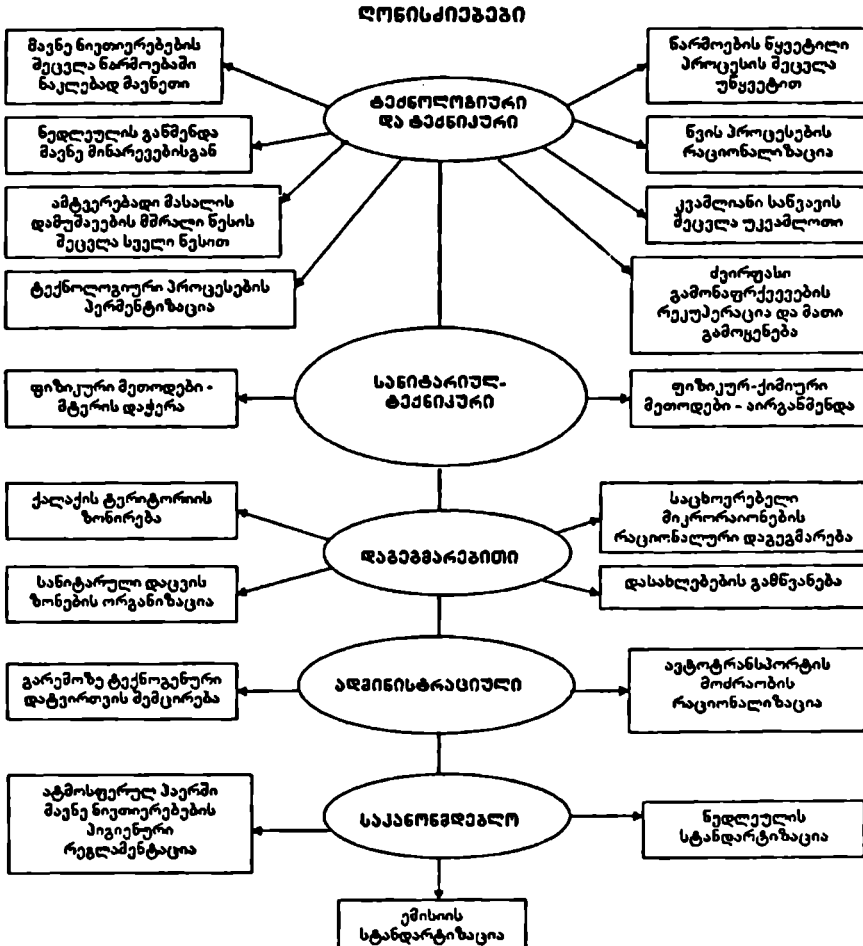
კვლევის ამოცანის შესაბამისად, ფორმულაში შეჰყავთ ყველა ტექნოგენური გამაბინძურებლის კომპონენტების პარამეტრები, ან მოცემული სანიტარიული სიტუაციისათვის სპეციფიკური პარამეტრები. K მაჩვენებელი ფართოდ გამოიყენება სანიტარიულ პრაქტიკაში. ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამსახურში ანალოგიურ მაჩვენებელს დასახლების *ატმოსფეროს დაბინძურების კომპლექსური ინდექსი* (ადი) ენოდება.

4.8. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ღონისძიებები

ატმოსფერული ჰაერის დაცვა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის პრობლემაა. იგი მოითხოვს კომპლექსურობას და მრავალი, ერთმანეთთან დაკავშირებული მომენტებისაგან შედგება (სურ. 4.11.).

ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სფეროში საქართველოს სახელმწიფო ხელისუფლების უმაღლეს ორგანოთა კომპეტენციას განეკუთვნება:

- გარემოს მონიტორინგის (გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვების სისტემის) ორგანიზება;
- ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკისა და სტრატეგიის შემუშავება და განხორციელება;



სურ.4.11. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ღონისძიებათა სისტემა

- გარემოს დაბინძურების ინტეგრირებული კონტროლის სისტემის ორგანიზება;
- საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი სხვა ფუნქციების შესრულება*.

* საქართველოს კანონი „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ", მუხლი 8.

ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სფეროში, გრძელვადიანი (20-წლიანი) მიზნიდან გამომდინარე (ცხრილი 3), ძირითადი მოკლევადიანი მიზნებია:

- **საავტომობილო გაფრქვევების ეტაპობრივი შემცირება.** ეს შესაძლებელია გამონაბოლქვის რეგულირების საკანონმდებლო ნორმატიული ბაზის გაუმჯობესებით და სათანადო მექანიზმების განხორციელებით საერთაშორისო პრაქტიკის და ადგილობრივ თავისებურებათა გათვალისწინებით.
- **სამრეწველო გაფრქვევების შემცირება,** საწარმოთათვის ახალი, მოწინავე, ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიების დანერგვის ხელშეწყობის და გარემოზე ზემოქმედების ნებართვით განსაზღვრული მოთხოვნების შესრულების რეგულარული კონტროლის უზრუნველყოფის გზით.
- **მონიტორინგის არსებული ქსელის სრულყოფა** და მისი ეტაპობრივი **ავტომატიზაცია,** რაც შესაძლებელს გახდის ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის და მასზე ზემოქმედების ძირითადი ფაქტორების რეალურ შეფასებას.

ატმოსფერული ჰაერის ნორმალური სანიტარიული მდგომარეობის უზრუნველყოფის ღონისძიებები შესაძლებელია პირობითად 2 ჯგუფად იყოფა:

I. ღონისძიებები ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ობიექტების ექსპლუატაციაში გაშვებამდე;

II. ღონისძიებები ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ობიექტების ექსპლუატაციაში გაშვების შემდეგ.

I. ღონისძიებათა პირველი ჯგუფის *მიზანია* ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ობიექტების მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის პროცესშივე უზრუნველყოს ისეთი მდგომარეობა, რომელიც თავიდან აგვაცილებს ატმოსფეროს გაბინძურებას აღნიშნული ობიექტების დასახლებაში არარაციონალური განლაგების, ტექნოლოგიური პროცე-სების არასრულყოფილებისა და ატმოსფეროში გამონაფრქვევების არასაკმარისი გაწმენდის მიზეზით.

აღნიშნული ჯგუფის ღონისძიებათა *ამოცანებია*:

- სამრეწველო საწარმოების გამონაფრქვევებით დაბინძურებისაგან დასახლების ატმოსფერული ჰაერის დაცვის დაგეგმარებითი ღონისძიებების შეფასება;
- სამრეწველო საწარმოების მშენებლობისათვის მიწის ნაკვეთის შერჩევაში მონაწილეობის მიღება;
- ატმოსფეროში მტვრისა და აირების გამომყოფი სამრეწველო საწარმოების მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა;
- მტვრისა და აირების დამჭერი დანადგარების სანიტარიული ექსპერტიზა;

- მტვერდამჭერი, აირგამწმენდი და სარეკუპერაციო დანადგარების (აღჭურვილობის) მშენებლობის პროცესის სისტემატური კონტროლი და მათი ექსპულატაციაში მიღების პროცესში მონაწილეობა.

II. ღონისძიებების მეორე ჯგუფის *მიზანია* დასახლებების ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული მდგომარეობის ჰიგიენური კონტროლის ორგანიზაცია, რომელიც ითვალისწინებს შემდეგ ძირითად *ამოცანებს*:

1. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების გამომწვევი ყველა მოქმედი წყაროს (სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოები, თბოელექტროსადგურები და სხვ.) აღრიცხვა, პასპორტიზაცია და სანიტარიული კვლევა;
2. სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების აირგამწმენდი, მტვერდამჭერი და სარეკუპერაციო დანადგარების აღრიცხვა და პასპორტიზაცია, მათი ექსპლუატაციის კონტროლი და მუშაობის ეფექტურობის შეფასება;
3. სხვადასხვა წყაროს (სამრეწველო და სასოფლო სამეურნეო საწარმოები, თბოელექტროსადგურები, საავტომობილო ტრანს-პორტი) გამონაფრქვევებით ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების ხასიათისა და ხარისხის შესწავლა;
4. დასახლებებში ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული მდგომარეობის კონტროლი;
5. სხვადასხვა წყაროს ატმოსფერული გამონაფრქვევების მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე გავლენის შესწავლა;
6. ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების შემცირების ღონისძიებების შემუშავება, მათი შესრულების კონტროლი და ეფექტურობის შეფასება.

ადამიანის ორგანიზმში არასასურველი ქიმიური ნივთიერებები ხვდება როგორც ატმოსფერული ჰაერის გზით, ისე საკვებთან და სასმელ წყალთან ერთად. მაგრამ ამ ორ გზას შორის არსებითი განსხვავებაა: საკვებისა და სასმელი წყლის მიღების შემთხვევაში ადამიანს, გარკვეულ ფარგლებში, შეუძლია აკონტროლოს მათი უსაფრთხოების ხარისხი და ამ გზით თავიდან აიცილოს ორგანიზმში არასასურველი ნივთიერებების მოხვედრა. ეს მომენტი ატმოსფერული ჰაერის შემთხვევაში სრულიად გამორიცხულია, რადგან ადამიანი სუნთქავს იმ ჰაერით, რომელიც მოცემულ მომენტში მოცემულ ტერიტორიაზეა, მას არ შეუძლია მისი შედგენილობის კორექცია. აქედან ცხადია, რომ ატმოსფერული ჰაერის სისუფთავის (ნორმალური შედგენილობის) უზრუნველყოფას, ტექნოგენური დაბინძურებისაგან დაცვას სამედიცინო მნიშვნელობასთან ერთად, დიდი სოციალური მნიშვნელობაც აქვს. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვით უზრუნველყოფილი იქნება როგორც მოსახლეობის ჯანმრთელობის, ისე გარემოს სისუფთავის დაცვა. ეს უკანასკნელი, ფართო გაგებით, მოიცავს მცენარეულ და ცხოველურ სამყაროს და

ანთროპოგენურ ობიექტებს — სხვადასხვა შენობებსა და ნაგებობებს (ადამიანის საარსებო გარემოს ხელოვნურ ობიექტებს).

4.8.1. დასახლებების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის ღონისძიებათა სისტემა

ატმოსფერული ჰაერის დაცვა არის ღონისძიებათა სისტემა, რომელსაც ახორციელებს ქვეყნის სახელმწიფო მმართველობის ორგანოები, ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოები, იურიდიული და ფიზიკური პირები ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის გაუმჯობესებისა და ადამიანის ჯანმრთელობასა და ცხოვრების პირობებზე, გარემოზე მისი მავნე გავლენის თავიდან აცილების მიზნით.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის პრობლემის კარდინალური გადაწყვეტის გზაა ნივთიერებებისა და ენერგიის ტექნოლოგიური წრიული ბრუნვის ციკლის სრული გამიჯვნა ყველა ბუნებრივი ციკლისაგან. არსებულ სიტუაციაში პრობლემის ამ გზით გადაწყვეტა არარეალურია. რეალურია ღონისძიებათა ისეთი სისტემის შექმნა, რომელიც მიმართულია *ატმოსფერულ ჰაერზე ზემოქმედების მინიმალიზებისაკენ*. იგი ითვალისწინებს როგორც ადამიანის ჯანმრთელობისა და სასურველი გარემოს შენარჩუნების აუცილებლობას, ისე ეკონომიკურ ასპექტებს.

ღონისძიებათა სისტემაში წამყვანია *ტექნოლოგიური და ტექნიკური* ღონისძიებები. მათი დანერგვით შესაძლებელია ატმოსფერული ჰაერის სისუფთავის რადიკალური გაუმჯობესება, თუმცა ტექნოლოგიური ციკლიდან საწარმოო გამონაფრქვევების სრული შეწყვეტა, პრაქტიკულად, დღევანდელ ეტაპზე, არარეალურია. ამიტომ, ტექნოლოგიურ და ტექნიკურ ღონისძიებებთან ერთად, რომელთა დანიშნულებაა საწარმოო გამონაფრქვევების მაქსიმალურად შემცირება, ფართოდ გამოიყენება *სანიტარიულ-ტექნიკური* ღონისძიებები, რომელთა დანიშნულებაა საწარმოო გამონაფრქვევების მავნეობის შემცირება ან/და მათი გაწმენდა. გამოფრქვევის წყაროსა და საარსებო გარემოს ერთმანეთისაგან გამიჯვნის მიზნით გამოიყენება *დაგეგმარებითი* ღონისძიებები. გამოიყენება, აგრეთვე, *ადმინისტრაციული* ღონისძიებები, რომლის ერთ-ერთი მიზანია ტექნოგენური დატვირთვის შემცირება მთელ ბუნებრივ გარემოზე, მ.შ. ადამიანის საარსებო გარემოზე, არასასურველი სინოპტიკური ვითარების დროს, კერძოდ, როდესაც მცირდება ბუნების ელიმინაციური უნარი გამონაფრქვევების მიმართ. ღონისძიებათა ამ ჯგუფის დანიშნულებაა, აგრეთვე, ზემოაღნიშნული ღონისძიებების რეალიზეციის ხელშეწყობა, საზოგადოებრივი ურთიერთობების მოწესრიგების გზით. *საკანონმდებლო* ღონისძიებები მოიცავს ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების ზდკ-ის შემუშავებასა და დადგენილი წესით დამტკიცებას; წარმოებაში გამოყენებული ნედლეულის სტანდარტიზაციას, რაც უზრუნველყოფს მის სანიტარიულ-ტოქსიკოლოგიურ უსაფრთხოებას; საწარმოს მიერ ატმოსფერულ ჰაერში ქიმიური ნივთიე-

რებების ემისიის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების სტანდარტიზაციას და ა.შ.

კონკრეტულ სანიტარიულ სიტუაციაში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვისათვის აუცილებელია ჩამოთვლილი ღონისძიებების კომპლექსური გამოყენება, რაც უზრუნველყოფს მეტ ეფექტს ნაკლები დანახარჯებით. ამ პრობლემის გადაჭრის ეფექტურობა იზრდება მისი გამოყენებისას მსხვილი ტერიტორიული სამრეწველო კომპლექსის მიმართ და არა ერთი კონკრეტული სამრენველო ობიექტის მიმართ.

პრობლემის გადაჭრაში ჰიგიენისტების აქტიური და ეფექტური მონაწილეობის უზრუნველყოფისათვის მათთვის ცნობილი უნდა იყოს დასახლების ატმოსფერული ჰაერის ტექნოგენური დატვირთვის შემცირების ძირითადი პრინციპები და ხერხები.

4.8.1.1. ტექნოლოგიური და ტექნიკური ღონისძიებები

ტექნოლოგიური და ტექნიკური ღონისძიებები სრულდება უშუალოდ ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების წყაროში. ღონისძიებათა ამ ჯგუფში შედის ენერგიის მავნე წყაროს შეცვლა ნაკლებად მავნეთი, ტოქსიკური ნედლეულის შეცვლა ნაკლებად ტოქსიკურით, სათბობის ან ნედლეულის წინასწარ დამუშავება გამონაფრქვევის მავნეობის შემცირების მიზნით, ტექნოლოგიური პროცესის სრულყოფა გამონაფრქვევის მოცულობის ან მისი მავნეობის შემცირების მიზნით (მასალის დამუშავების მშრალი წესის ნაცვლად სველი წესის გამოყენება), მასალების გახურების თანმედროვე ხერხების გამოყენება (თხევადი საწვავის ნაცვლად — ელექტროენერგია). დიდი მნიშვნელობა აქვს და ჰიგიენური ეფექტურობით ხასიათდება ტექნიკური აღჭურვილობის, აპარატურის, საამქროთაშორისი ტრანსპორტის ჰერმეტიზაცია, აქროლადი ნივთიერებების რეკუპერაცია (დაჭერა და ტექნოლოგიურ პროცესში დაბრუნება).

ეფექტური ტექნოლოგიური ღონისძიების მაგალითია შავი მეტალურგიის ნარმოებაში დანერგილი რკინის პირდაპირი აღდგენის მეთოდი, დომენის ღუმელის გამოყენების გარეშე. ამ დროს მკვეთრად მცირდება ატმოსფეროში გამოფრქვევის მოცულობა და მავნეობა. ამასთან ერთად, არ გამოიფრქვევა დომენური პროცესისათვის დამახასიათებელი მტვერი და ხდება ტექნოლოგიურ ციკლში გამოყენებული საწვავის აირების და მეტალების ოქსიდების დიდი ნაწილის რეკუპერაცია (დაწვრილებით იხ. თავი 4.4.).

თბოენერგეტიკის სანარმოებში ქვანახშირის შეცვლა მაზუთით ან ბუნებრივი აირით უზრუნველყოფს ატმოსფეროში ნაცრის გამოყოფის ლიკვიდაციას; ამასთან ერთად, მნიშვნელოვნად მცირდება აიროვანი გამონაფრქვევების მოცულობა.

შიგანვის ძრავების გამონაბოლქვი აირებით ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების შემცირებისათვის სხვადასხვა ტექნოლოგიური ხერხი გამოიყენება. მათგან განსაკუთრებით ეფექტურია სხვადასხვა დანა-

მატის გამოყენება, დიზელის ძრავების გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობის და ტოქსიკურობის შემცირება, ანტიდეტონატორებად ნაკლებად ტოქსიკური ნივთიერების გამოყენება. მაგალითად, აიკრძალა ანტიდეტონატორად ძლიერ ტოქსიკური ტეტრაეთილტყვიის გამოყენება. გამონაბოლქვი აირების მოცულობისა და ტოქსიკურობის შემცირება შესაძლებელია ძრავის რეგულირების სხვადასხვა ხერხის გამოყენებით.

შიგაწვის ძრავების გამონაბოლქვი აირების მოცულობა და ტოქსიკურობა გაცილებით ნაკლებია საწვავად ბუნებრივი აირის გამოყენების შემთხვევაში (ბენზინთან შედარებით). პერსპექტიულია ნახშირწყალბადოვანი საწვავის შეცვლა ნაკლებად ტოქსიკური ნივთიერებებით, მაგალითად მეთანოლით და მცენარეული ზეთით; ქალაქის ფარგლებში ან შედარებით მცირე მანძილზე ავტომობილების ექსპლუატაცია შერეული ძრავით (ელექტრული და შიგაწვისა ბუნებრივ აირზე).

4.8.1.2. სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებები

ამ ჯგუფის ღონისძიებების დანიშნულებაა სამრეწველო სტაციონარულ ორგანიზებულ გამონაფრქვევებში არსებული ქიმიური მინარევების მოცილება ან ნეიტრალიზაცია. გამონაფრქვევში მინარევები შეიძლება იყოს ნებისმიერ აგრეგატულ მდგომარეობაში — აირის, თხევად ან მყარ ფორმაში. გამონაფრქვევიდან მოცილებული დამაბინძურებელი კომპონენტების შემდგომი გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა მიზნით: მათი დაბრუნება ამავე წარმოების ტექნოლოგიურ ციკლში, სხვა საწარმოში ნედლეულის ან დანამატის სახით გამოყენება — უტილიზაცია*, მყარი სამრეწველო ნარჩენების პოლიგონებზე დამარხვა.

მტვრისა და აირებისაგან გამონაფრქვევების განმენდისადმი მოთხოვნების განსაზღვრისას ითვალისწინებენ გამონაფრქვევების კომპონენტების მრავალფეროვნებას, მათ ხარისხობრივ თავისებუ-რებებს. გამონაფრქვევების განმენდის მეთოდები ორ ჯგუფად იყოფა: ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები.

ფიზიკური მეთოდები გამოიყენება გამონაფრქვევებიდან მყარი და თხევადი მინარევების (მტვრის, კვამლის, ნისლისა და შხეფის წვეთების) მოსაცილებლად — მტვრის დაჭერა. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება განმენდის მექანიკური და ელექტროსტატიკური მეთოდები.

ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები გამოიყენება გამონაფრქვევი აირებიდან ამა თუ იმ მინარევის მოცილებისა და უტილიზაციისათვის — აირგანმენდა.

❖ *ფიზიკური მეთოდები* – მტვრის დაჭერა.

მტვერი (აეროზოლი) საწარმოში წარმოიქმნება სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესის დროს — მყარი სხეულების მექანიკური დაქუცმაცებისას (დეზინტეგრაციის[1] აეროზოლი), საწვავის ნვის, მეტალების და

---

* ლათ. utilis — სასარგებლო.

[1] დეზინტეგრაცია (დეზ... და ლათ. integer — მთელი) — დამსხვრევა, მთლიანობის დარღვევა.

მათი ოქსიდების კონდენსაციის* დროს, სხვადასხვა აირის ქიმიური ურთიერთმოქმედებისას და ა.შ. მტვრის სანინაალმდეგო ღონისძიებები მოიცავს როგორც წყაროში მისი წარმოქმნის თავიდან აცილებას, ისე გამონაფრქვევების გაწმენდას სპეციალურ აპარატებში.

მტვრის დამჭერი ყველა აპარატი 4 ჯგუფად იყოფა:

• მშრალი (მექანიკური) მტვრის დამჭერები, რომელშიც აირისაგან მტვრის გამოყოფა მექანიკური ძალის ზემოქმედებით ხდება. ამ ჯგუფში შედის მტვრის დასალექი კამერები, ჟალუზიანი მტვრის დამჭერები, ციკლონები და სხვ. ისინი გამოიყენება, როგორც გამოფრქვეული აირის გაწმენდის პირველი საფეხური უფრო ეფექტურ მტვრისა და ნაცრის დამჭერ აპარატებში გაწმენდამდე.

• სველი მტვრის დამჭერები — მათში მტვრის მოცილება გამოფრქვეული აირისაგან ხდება ამა თუ იმ სითხით (ძირითადად წყლით) გარეცხვის გზით. ამ ჯგუფის აპარატებს მიეკუთვნება სკრუბერები, ქაფიანი დამჭერები, დარტყმით-ინერციული მოქმედების სველი მტვრის დამჭერები.

• ფილტრები, რომლებიც გამოფრქვეული აირის გატარებისას ამა თუ იმ მფილტრავ მასალაში აკავებს მტვრის ნაწილაკებს. მათი სახეებია ქსოვილოვანი, ბოჭკოვანი და მარცვლოვანი ფილტრები.

• ელექტროფილტრები. მათი მოქმედების მექანიზმი სხვა დანარჩენი აპარატებისაგან განსხვავებულია. მათში მტვრის დაჭერა, ხდება ელექტროსტატიკური ძალის მოქმედებით. ელექტროფილტრი განსაკუთრებით ეფექტურია წვრილდისპერსიული მტვრის დაჭერა-სათვის.

პრაქტიკულად, ხშირად ერთი რომელიმე აპარატის გამოყენებით შეუძლებელია გამოფრქვეული აირის გაწმენდა მინარევებისაგან მტვრისა და აირებისაგან. ამიტომ მიმართავენ გამწმენდი აპარატების კომბინაციის გამოყენებას. მაგალითად, შესაძლებელია ისეთი გამწმენდი სისტემის გამოყენება, რომელშიც შედის ციკლონი და ელექტროფილტრი, სკრუბერი და ქაფიანი დამჭერი და ა.შ.

• *მშრალი* (მექანიკური) მტვრის დაჭერები. ამ ჯგუფში შედის მტვრის დასალექი კამერები. მათი მუშაობის პრინციპია სიმძიმის ძალის მოქმედების შედეგად მტვრის ნაწილაკების გამოლექვა. ისინი გრავიტაციული, ინერციული მტვრის სალექარებია. აიროვანი ნაკადის დიდი განივკვეთის კამერაში გადასვლისას ჰაერის ნაკადის სიჩქარე მკვეთრად მცირდება და, ამის შედეგად, მტვრის ნაწილაკები ილექება. როგორც წესი, ეს აპარატები გამოიყენება მტვრის ნაწილაკების შედარებით მსხვილი ფრაქციის (40-100 მკმ) მოსახილებლად. გაწმენდის ეფექტურობა დამოკიდებულია მტვრის ნაწილაკების ზომასა და კამერაში გასაწმენდი ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე. მტვრიანი ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე

---

* კონდენსაცია (ლათ. condensatio — შესქელება) — ნივთიერების გადასვლა აირისებრი მდგომარეობიდან თხევადში ან მყარში მისი გაცივების ან შეკუმშვის შედეგად.

კამერაში არ უნდა აღემატებოდეს 3 მ/წმ-ს. ძირითადად მათი გამოყენება ხდება გამონაფრქვევი აირის გაწმენდის პირველი საფეხურის სახით, უფრო ეფექტური მტვრის დამჭერის გამოყენებამდე.

ინერციული მტვრის სალექარების ყველაზე გავრცელებული სახეა *ციკლონი.* მტვრის ნაწილაკებისათვის დიდი ინერციული ძალის მისანიჭებლად გამოიყენება მუდმივად მოქმედი ცენტრიდანული ძალა. ამ ტიპის მტვრის დამჭერები ცილინდრული ან კონუსური ფორმის ნაგებობებს წარმოადგენს. ნაკადის სწრაფი გრიგალისებური მოძრაობის შედეგად მტვრის ნაწილაკები ენარცხება ციკლონის კედლებს და სიმძიმის ძალით ჩადის ქვემოთ, ციკლონის კონუსისებურ ნაწილში (მტვრის შემკრებში). მტვრის შემკვრების საფარის პერიოდული ავტომატური გაღების შედეგად მტვერი გროვდება ბუნკერში.

ციკლონები ფართოდ გამოიყენება მრეწველობის სხვადასხვა დარგის საწარმოებში: ცემენტის, ხე-ტყის გადამამუშავებელ, კვების, ცელულოზა-ქაღალდის, საფეიქრო და სხვ. ისინი ძირითადად გამოიყენება, როგორც გაწმენდის პირველი საფეხური. ერთსაფეხურიანი გაწმენდისათვის გამოიყენება კვამლიანი აირების დროს მცირე წარმადობის საქვაბეებში. ციკლონების საშუალებით შეკავდება ძირითადად 30-40 მკმ ზონის მტვრის ნაწილაკები. მტვრის ნაწილაკების ზომის შემცირებით გაწმენდის ეფექტურობა ქვეითდება.

ციკლონების მუშაობის ეფექტურობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. დიდი მნიშვნელობა აქვს მტვრის ნაწილაკების ყოფნის ხანგრძლივობას ჰაერის გრიგალისებურ ნაკადში, ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეს, მტვრის ნაწილაკების დისპერსიულობას. დიდ როლს ასრულებს ციკლონის დიამეტრი: რაც უფრო ნაკლებია დიამეტრი, მით მეტია ეფექტურობა. ამის გამო, პრაქტიკაში უფრო ხშირად გამოიყენება შედარებით მცირე დიამეტრის ციკლონები. ვინაიდან ამ დროს ციკლონის წარმადობა მცირდება, გამოფრქვეული ჰაერის დიდი მოცულობის გაწმენდისათვის გამოიყენება მცირე დიამეტრის რამდენიმე ციკლონი — ბატარეა. ასეთ მოწყობილობას ეწოდება *მულტიციკლონი.* მულტიციკლონში ცალკეულ ციკლონს აქვს აირის თავისი შესასვლელი, ხოლო მტვრის შემკრები ყველასთვის საერთოა. ასეთ ციკლონში 10-15 მკმ ზომის ნაწილაკების შეკავების ეფექტურობა 90%-ს აღემატება. მულტიციკლონები 90-96% ეფექტურობით გამოიყენება მტვრისებრი საწვავის გამოყენებისას გამოყოფილი ნაცრის დაჭერისათვის, ცემენტის წისქვილებიდან, საგლომერაციო დანადგარებიდან, საშრობებიდან, კირის ღუმელებიდან და ა.შ. გაწოყოფილი მტვრის დაჭერისათვის.

•*სველი* მტვრის დამჭერები. მათი გამოყენება ხდება გამონაფრქვევ ჰაერში მტვრის ნაწილაკების ზომის საკმაოდ დიდ დიაპაზონში არარსებობისას — 1-დან 100 მკმ-მდე. ასეთი დამჭერები გამოიყენება გაწმენდის პირველი ეტაპისათვის, ელექტროფილტრების გამოყენებამდე. ასეთ აპარატებში ჰაერის გარეცხვისათვის ძირითადად წყალი გამოიყენება.

მოქმედების წესის მიხედვით ამ ჯგუფში შედის სხვადასხვა სახის აპარატები: ღრუ აირგამრეცხები (გამრეცხი კამერები და კოშკები, ღრუ

სკრუბერები), ჩამოსაცმელი სკრუბერები, ქაფიანი აპარატები, დარტყმით-ინერციული ტიპის სველი აპარატები, ცენტრიდანული მოქმედების სველი აპარატები (ციკლონი წყლის აპკით), დინამიკური აირგამრეცხები (მექანიკური სკრუბერები, დეზინტეგრატორები), ჩქაროსნული აირგამრეცხები და სხვ.

მტვრის სველი წესით დაჭერის გავრცელებული აპარატია *სკრუბერები*, რომელიც გამოფრქვეული ჰაერის განმენდის მაღალ ხარისხს უზრუნველყოფს. სკრუბერის ზოგიერთ ტიპში მტვრის დასაჭერად გამოიყენება მხოლოდ წყლის გაფრქვევა (ღრუ სკრუბერი). სხვა ტიპის სკრუბერში გამოიყენება ჩამონტაჟებული ჩამოსაცმელი მოწყობილობა ფოროვანი მასალით (ჩამოსაცმელი სკრუბერი). ქაფიან აპარატებში გასაწმენდი აირი სითხის ფენაში გაივლის. ეს აპარატები ეფექტურია 5 მკმ-ზე დიდი ზომის მტვრის ნაწილაკების შეკავებისათვის.

• *ფილტრები.* გამოფრქვეული აირის ფილტრაციის გზით გაწმენდისათვის გამოიყენება ქსოვილოვანი, ბოჭკოვანი და მარცვლო-ვანი ფილტრები.

ქსოვილოვანი ფილტრი შედგება რამდენიმე ქსოვილოვანი სახელოს მაგვარი მფილტრავი მოწყობილობისაგან, რომელიც ვერტიკალურადაა განლაგებული ფილტრის კორპუსში. ამიტომ მას სახელოიან ფილტრსაც უწოდებენ. გასაწმენდი აირი მიეწოდება აპარატის ქვედა ნაწილში, გაივლის ქსოვილოვან ფილტრს, რომლის შიგნითა ზედაპირზეც შეკავდება მტვრის ნაწილაკები და გამოდის გარეთ. პერიოდულად ხდება სახელოების ავტომატური შენჯღრევა მის შიგნითა შიდაპირზე დალექილი მტვრის მოსაცილებლად, რომელიც ბუნკერში გროვდება. ასეთი ფილტრები ფართოდ გამოიყენება ცემენტის წარმოებაში, ფერად მეტალურგიაში, ფქვილის წარმოებაში.

ბოჭკოვანი ფილტრი მიეკუთვნება გამოფრქვეული აირის ფაქიზი გაწმენდის აპარატებს. მფილტრავ მასალად გამოიყენება პერქლორვინილის (ФПП) და აცეტილცელულოზის (ФПА) საფუძველზე დამზადებული ბოჭკოვანი მასალა. ФПП-ის ექსპლუატაცია ხდება 60°C-დან 250°C-მდე. ФПА თერმომედეგია, მისი ექსპლუატაცია შესაძლებელია 200° C-მდე, მაგრამ იხსნება ძლიერ მჟავებში. ფაქიზი გაწმენდის ასეთი ფილტრების მუშაობა ეფექტურია იმ შემთხვევაში, თუ გასაწმენდ აირში აეროზოლის კონცენტრაცია 0,5 მგ/მ^3-ს არ აღემატება. ამიტომ, ასეთი ფილტრის გამოყენების შემთხვევაში, სასურველია აირის წინასწარი გაწმენდა სხვა მოწყობილობით — ციკლონით, ქსოვილოვანი ფილტრით უხეში ბოჭკოთი და სხვ. გარდა ამისა, ფაქიზი გაწმენდის აპარატების მუშაობის ეფექტურობაზე არასასურველ გავლენას ახდენს გასაწმენდ აირში ორთქლის ან სითხის წვეთების არსებობა. ექსპლუატაციის სასურველი პირობების უზრუნველყოფის შემთხვევაში ასეთი ფილტრების მუშაობის ხანგრძლივობა რამდენიმე ათას საათს აღწევს. მაგალითად, ჰაერის გაწმენდისას 150 მ^3/(სთ-მ^2) დატვირთვით და მტვრის 0,2-

0,4 მგ/მ^3 კონცენტრაციისას ФПП-15-1,5 ან ФПП-15-3 ფილტრების განუწყვეტელი მუშაობის ხანგრძლივობა 4000-5000 სთ-ს შეადგენს.

მარცვლოვანი ფილტრი. მასში მტვრის მფილტრავ ელემენტებად გამოიყენება პოლიმერული გრანულები, გრანიტის ნაწილაკები, კერამიკული რგოლები და სხვ. ისინი ფილტრის კორპუსში შეიძლება იყოს უძრავ ან მოძრავ მდგომარეობაში. ასეთი ფილტრებით იწმინდება გამოფრქვეული აირი 1000^{0}C-მდე ტემპერატურით. გარდა ამისა, მფილტრავი მასალა გამძლეა მჟავების, ტუტეების და სხვა აგრესიული ნივთიერებების მოქმედების მიმართ.

• *ელექტროფილტრები*. ასეთ ფილტრებში გამოფრქვეული აირების მტვრისაგან გაწმენდა ელექტროსტატიკური ძალის მოქმედების შედეგად ხდება. ამისათვის ჰაერს გაატარებენ ორ ელექტროდს შორის მაღალი ძაბვის მიმართულებით. ე.წ. დამლექავ ელექტროდზე დაგროვებული მტვერი შემდეგ მიეწოდება ბუნკერს. ელექტროფილტრები არის მილოვანი და ფირფიტოვანი. დამლექავი ელექტროდები უნდა დამიწდეს. ელექტროფილტრები გამოიყენება მეტალურგიული მრეწველობის სააგლომერაციო წარმოების გამონაფრქვევებისა და ასპირაციული ჰაერის, დომენის აირის გასაწმენდად, ცემენტის ქარხნების მბრუნავი ნისქვილების გამონაფრქვევის გასაწმენდად, გოგირდმჟავას წარმოებაში და ა.შ. ელექტროფილტრები ჰაერის მტვრისგან გაწმენდის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა. მათი უპირატესობაა ის, რომ შეუძლიათ ისეთი ჰაერის გაწმენდა, რომელიც შეიცავს მტვერს დისპერსიულობის დიდ დიაპაზონში, მ.შ. უმცირეს ნაწილაკებს — თვით მტვერს, კვამლს და ნისლს.

საწარმოო გამონაფრქვევების მტვრისაგან და აირებისაგან გაწმენდისათვის გამოყენებული აპარატები განსხვავებული ეფექტურობით ხასიათდება (ცხრილი 4.10.) და მათი შერჩევა კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით ხდება.

ცხრილი 4.10.

გამოფრქვეული აირების მტვრისაგან გაწმენდის სხვადასხვა აპარატის ტექნიკური ეფექტურობა

№	მტვრის დამჭერი	გაწმენდის ეფექტურობა (%) ნაწილაკების ზომების (მკმ) მიხედვით			
		50	10	5	1
1.	ციკლონი	96	85	67	10
2.	მულტიციკლონი	99	96	89	20
3.	სკრუბერი მორწყვით	99	96	95	35
4.	ქაფიანი აპარატი	99	94	88	60
5.	ქსოვილოვანი ფილტრი	99	99	99	99
6.	ელექტროფილტრი	99	98	92	88

ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში გამოფრქვეული ჰაერის გაწმენდისათვის აპარატის შერჩევა დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე:

აპარატის ტექნიკური ეფექტურობა, გამოფრქვევის მოცულობა და მასში მტვრის დისპერსიული შემადგენლობა და სხვ. ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით გამოფრქვეული ჰაერის სრულყოფილი გაწმენდის უზრუნველყოფით მიიღწევა ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების მაღალი ეფექტურობა.

❖ *ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები* — აირგაწმენდა.

მეთოდების ამ ჯგუფის არსია აიროვანი გამონაფქრევების გაუვნებლება. სამრეწველო გამონაფრქვევების აიროვანი კომპონენტებისაგან გასაწმენდად გამოიყენება სითხით აბსორბცია, მყარი ნივთიერებით ადსორბცია, გამონაფრქვევის მავნე აიროვანი კომპონენ-ტების კატალიზური გარდაქმნა უვნებელ შენაერთებად.

• *.აბსორბციული* მეთოდი. მისი არსია აიროვან მდგომარეობაში მყოფი მავნე მინარევების მოლეკულების გადაყვანა აბსორბენტის თხევად გარემოში. აბსორბენტად უფრო ხშირად გამოიყენება წყალი ან ფუძეებისა და მჟავების წყალხსნარები; ზოგიერთ შემთხვევაში უპირატესობა ეძლევა ზეთებს ან სხვა სითხეებს. აბსორბენტში შეიძლება უბრალოდ გაიხსნას მავნე აირები, მათთან ურთიერთქმედების რეაქციების გარეშე (*ფიზიკური აბსორბცია*). ზოგიერთი აბსორბენტი შედის რეაქციაში აირებთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სხვა შენაერთები, მაგალითად, მწვავე ნატრის ხსნარი, ეთანოლამინი და სხვ. (*ქიმიური აბსორბცია*). ქიმიური აბსორბცია გამოიყენება აირჰაეროვანი მასის გასაწმენდად გოგირდწყალბადისაგან, ნახშირბადის დიოქსიდ-ისაგან, გოგირდის დიოქსიდისაგან და სხვ. ამ დროს აბსორბენტია სუსტი ფუძეების წყალხსნარები. გამოყენების შემდეგ შესაძლებელია აბსორბენტის ნაწილის რეგენერაცია და ტექნოლოგიურ პროცესში დაბრუნება. შესაძლებელია რეგენერაციის პროცესში გამოყოფილი მარილების (შლამის) უტილიზაცია ან მისი შეუძლებლობის შემთხვევაში — ლიკვიდაცია მყარი სამრეწველო ნარჩენების პოლიგონებზე.

აბსორბციული გაწმენდის ყველაზე მარტივი აპარატია *გამრეცხი კოშკი*. იგი წარმოადგენს ღრუ ცილინდრულ ნაგებობას შიგნითა სივრცის ისეთი მოწყობით, რომელიც უზრუნველყოფს აბსორბენტისა და გასაწმენდი აირის მაქსიმალურ კონტაქტს. გამოიყენება, აგრეთვე, სველი ცენტრიდანული სკრუბერები. მათში წყლის გაფრქვევა ხდება ზედა ნაწილში, რომელიც კონტაქტში შედის ქვემოდან შეყვანილ გასაწმენდ აირთან.

ქიმიური აბსორბციის ერთ-ერთი გავრცელებული სახეა მჟავე აირების შთანთქმა ძლიერი ფუძეების ხსნარებით. ამ დროს მიმდინარე რეაქცია შეუქცევადი ხასიათისაა.

• *ადსორბციული* მეთოდი. იგი დამყარებულია ზოგიერთი მასალის თვისებაზე — შთანთქას აირების მინარევები. მისი გამოყენება ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნოლოგიური პროცესის მსვლელობისას ძვირფასი პროდუქტები იკარგება, კერძოდ, გამხსნელები. უფრო ხშირად

ადსორბენტად გამოიყენება აქტივირებული ნახშირი, სილიკაგელი და სხვ.

გაწმენდის პროცესი 3 ეტაპისგან შედგება: გასაწმენდი აირის კონტაქტი მყარ ადსორბენტთან, დესორბცია (აიროვანი მინარევების მოცილება — გამხსნელების ორთქლის), რეგენერაციის შემდეგ გამხსნელების რეკუპერაცია. დესორბცია ხდება ორთქლის საშუალებით. ამის შემდეგ ნახშირი ისევე ვარგისია ადსორბენტად. ადსორბციული მეთოდის ეფექტურობა 98%-მდე აღწევს.

ამასთან ერთად, აირჰაეროვანი მასების გაწმენდის აბსორბციული და ადსორბციული მეთოდები ზოგიერთი ნაკლით ხასიათდება. კერძოდ, მოსაცილებელი მინარევების (მაგალითად, გოგირდის დიოქსიდის, გოგირდწყალბადის, გოგირდმჟავას) დაბალი კონცენტრაციების დროს ეს მეთოდი ნაკლებად ეფექტური და არაეკონომიურია. ამ შემთხვევაში უპირატესობა ეძლევა იონგაცვლითი ფისებით აირების შთანთქმას.

აირების შთანთქმა იონგაცვლითი ფისებით წარმოადგენს მოლეკულური სორბციის პროცესს. იონიტებად გამოიყენება მჟავები, ფუძეები, კომპლექსწარმომქმნელები, დამჟანგველები. გამოიყენება, აგრეთვე, პოლიმერები არაიონოგენური ფუნქციური ჯგუფებით.

• *კატალიზური* მეთოდები. ზოგიერთ წარმოებაში, როდესაც გამოფრქვეული აირი გამაბინძურებელი ნივთიერებების მრავალკომპონენტიან ნარევს შეიცავს, აირჰაეროვანი მასის გაწმენდის სორბციული მეთოდები საჭირო ეფექტს არ იძლევა. ამ შემთხვევაში ეფექტურია გამონაფრქვევის ორგანული მინარევებისაგან გაწმენდა კატალიზური დაჟანგვის მეთოდით. პროცესის ეფექტურად წარმართვისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს შესაბამისი კატალიზატორის სწორად შერჩევას და მისი მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმის უზრუნველყოფას.

დადგენილია, რომ ყველაზე მეტი კატალიზური აქტიურობა ახასიათებს ქრომისა და ნიკელის შენადნობებს. ასეთ კატალიზატორში ეთილის სპირტისა და ქსილოლის გატარებისას 350-450°C-ზე მათი სრული დაჟანგვა ხდება.

ნავთობის გადასაქაჩ სადგურებზე გამწმენდი ნაგებობების გავლის შემდეგ დარჩენილი საწვავი აირების გაუსნებოვნება დაჟანგვის მეთოდით ხდება.

აიროვანი გამონაფრქვევების კატალიზური მეთოდით გაწმენდისათვის შემუშავებულია ეფექტური კატალიზატორი, რომელიც სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების (ქსილოლის, ეთანოლის, აცეტონის, ბენზოლის, ციკლოჰექსანის, ეთილაცეტატის და სხვ.) დაჟანგვისათვის წარმატებით გამოიყენება.

მეთოდების ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ოზონირება, რომელიც არასასურველი სპეციფიკური სუნის მქონე აირების გაუვნებლებისათვის გამოიყენება. ამ ნივთიერებებს მიეკუთვნება ამინები, სულფიდები, მერკაპტანები, უჯერი ნახშირწყალბადები და სხვ. ეს მეთოდი პერსპექტიულია, რამდენადაც მისი გამოყენების შემთხვევაში პრაქტი-

კულად სრულად ირღვევა ორგანული მინარევები. განსაკუთრებით მიზანშეწონილია ოზონირების მეთოდის გამოყენება გამონაფრქვევების გაწმენდისათვის ძირითადი ორგანული სინთეზის, რეზინის ტექნიკური ნაწარმის, ცხოველური წარმოშობის პროდუქტების გადამუშავების და სხვ. საწარმოებში, სადაც, ტექნიკური მიზეზების გამო, რთულია დაწვის ან სხვა მეთოდის გამოყენება.

შიგაწვის ძრავების გამონაბოლქვ აირებში არსებული ნახშირბადის ოქსიდისა და ნახშირწყალბადების წვის საბოლოო პროდუქტებამდე დაჟანგვის უზრუნველყოფისათვის *ალიანი ნეიტრალიზატორები* გამოიყენება.

ნახშირწყალბადების და ნახშირბადის ოქსიდის სრული დაწვისათვის, აზოტის ოქსიდების დაშლისათვის გამოიყენება *კატალიზური ნეიტრალიზატორები*. ისინი დამჟანგველ, აღმდგენელ და სამკომპონენტიან ნეიტრალიზატორებად იყოფა. მათგან ყველაზე მეტად გავრცელებულია *დამჟანგველი ნეიტრალიზატორები*, რომელიც როგორც დიზელის საწვავზე, ისე ბენზინზე მომუშავე ძრავებისათვის გამოიყენება. ისინი ნახშირბადის ოქსიდის, ნახშირწყალბადების და ალდეჰიდების დაჟანგვას უზრუნველყოფს. *აღმდგენი ნეიტრალიზატორები* ძირითადად გამოიყენება აზოტის ოქსიდების აღსადგენად. *სამკომპონენტიანი ნეიტრალიზატორები* გამოიყენება გამონაბოლქვი აირების გასაწმენდად ნახშირბადის ოქსიდისაგან, ნახშირწყალბადებისაგან, აზოტის ოქსიდებისაგან. კატალიზური ნეიტრალიზატორები საკმაოდ ეფექტურია, თუმცა მათ ფართოდ დანერგვას ხელს უშლის მაღალი ღირებულება.

საწარმოო გამონაფრქვევების გაწმენდისა და გაუსნებოვნებისთვის გამოყენებული მეთოდები და დანადგარები აქ წარმოდგენილი სახეებით არ შემოიფარგლება. სისტემატურად ხდება მათი განახლება და მოდერნიზება. მათი მრავალფეროვანი არსენალის გამოყენება კონკრეტულ საწარმოში დამოკიდებულია გამწმენდი ნაგებობების სქემაზე, რომელიც ამ საწარმოსათვისაა შემუშავებული. სქემაში გამოყენებულ ნაგებობებსა და მეთოდებს, მათი თანმიმდევრობას განსაზღვრავს გამონაფრქვევის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები, საწარმოს სიმძლავრე/წარმადობა, ცალკეული გამწმენდი ნაგებობის ტექნიკური პარამეტრები და ა.შ.

4.8.1.3. დაგეგმარებითი ღონისძიებები

ჰიგიენური მოთხოვნების შესაბამისი ატმოსფერული ჰაერის სისუფთავის უზრუნველყოფა საწარმოო გამონაფქრვევების გაწმენდისა და გაუსნებოვნების ტექნოლოგიური და ტექნიკური, აგრეთვე სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების გამოყენებით ყოველთვის შეუძლებელია. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება დაგეგმარებითი ღონის-ძიებები. მათ შორის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დასახლების ტერიტორიის ფუნქციური ზონირება, საცხოვრებელი რაიონების დაგეგმარება, დასახლების ტერიტორიის გამწვანება, სანიტარიული დაცვის ზონების

ორგანიზაცია, საწარმოს საკვამლე და სავენტილაციო მილების სიმაღლის გაზრდა.

დასახლების ტერიტორიის ფუნქციური ზონირების ერთ-ერთი დანიშნულებაა მანძილით დაცვის პრინციპის საფუძველზე სელიტებური ზონისა და რეკრეაციული ტერიტორიების სამრეწველო საწარმოებისაგან და ავტოტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობისაგან გამიჯვნა, რომლებიც ატმოსფეროში დიდი რაოდენობის გამონაფრქვევებით ხასიათდება (იხ. თავი 5).

• *სანიტარიული დაცვის ზონის ორგანიზაცია* დასახლების ატმოსფერული ჰაერის სათანადო სახუფთავის უზრუნველყოფის ერთ-ერთი არსებითი ღონისძიებაა.

სანიტარიული დაცვის ზონა (სდზ) — მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე გარემოს მავნე ფაქტორების ზემოქმედების შემცირების მიზნით დადგენილი დაცვის ზონა, რომელიც წარმოადგენს დაცილების ტერიტორიას სამრეწველო მოედნებს, მასალებისა და რეაგენტების ღია და დახურულ საწყობებს, სასოფლო-სამეურნეო საწარმოებსა (მათი გაფართოების პერსპექტივის გათვალისწინებით) და საცხოვრებელი განაშენიანების, ლანდშაფტურ-სარეკრეაციო, დასვენების და საკურორტო ზონების ტერიტორიებს შორის.

ადამიანის საარსებო გარემოსა და ჯანმრთელობაზე მოქმედი წყაროებია ის ანთროპოგენური ობიექტები, რომელთა საწარმოო ფაქტორების დონეები სანარმოს ტერიტორიის გარეთ აღემატება დასახლებებისათვის ჰიგიენური ნორმატივებით განსაზღვრულ დასაშვებ სიდიდეებს (ზდკ, ზდდ), ან რომელთა წილი საცხოვრებელი ზონების გაბინძურებაში 0,1 ზდკ-ს (ზდდ-ს) აღემატება.

საქართველოს კანონმდებლობის თანახმად, სდზ-ის ტერიტორია მიეკუთვნება სამრეწველო მიწების კატეგორიას და მათზე დამყარებულია გამოყენების განსაკუთრებული რეჟიმი, რომელიც ზღუდავს ან კრძალავს საქმიანობის იმ სახეებს, რომლებიც შეუთავსებელია ზონების დადგენის მიზნებთან.

ჰიგიენური მოთხოვნები სზდ-ის ორგანიზაციისა და მათი რეჟიმისადმი დადგენილია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით*.

სზდ-ის ორგანიზაცია აუცილებელია იმ შემთხვევაში, თუ საწარმოში ყველა შესაძლო ტექნიკური და ტექნოლოგიური ღონისძიებების გატარების შემდეგ შეუძლებელია სელიტებური და რეკრეაციული ზონების ტერიტორიებზე სანარმოო ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების

---

* საწარმოების, ნაგებობებისა და სხვა ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონები და სანიტარიული კლასიფიკაცია. სნდან 2.2.1/2.1.1 -001/001-03. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება 234/ნ, 6.10.2003 (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, ნაწილი III, 119, 2003).

სიდიდეების დასაშვებ დონეებამდე შემცირება. აქედან გამომდინარე, სზდ-ის მიზანია ზემოქმედების წყაროს სივრცობრივი გამიჯვნა სელიტებური და რეკრეაციული ზონების ტერიტორიებიდან სამრეწველო გამონაფრქვევების განზავებისათვის პირობების შემქნისათვის, რაც უზრუნველყოფს სელიტებური და რეკრეაციული ზონების ტერიტორიებზე ჰიგიენური ნორმატივების მოთხოვნების დაცვას.

სზდ-ის ზომების გაანგარიშებისათვის ითვალისწინებენ მთელ რიგ ფაქტორებს: საწარმოს და გამონაფრქვევების სახე, მათი რაოდენობა, ხასიათი (ცივი, ცხელი), მუდმივობა, გამოფრქვევის სიმაღლე (დაბალი, საშუალო, მაღალი), გამონაფრქვევების გავრცელების არათანაბრობა გეოგრაფიული რუმბის მიმართ (გაბატონებული ქარების მიმართულება).

კონკრეტული საწარმოს დაპროექტების დროს, ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით, უნდა მოხდეს ნორმატიული დოკუმენტით დადგენილი სდზ-ის საორიენტაციო სიდიდისა და კონფიგურაციის დადგენა. იმ შემთხვევაში, როდესაც ათვლის 8-რუმბიანი სისტემის დროს ქარების განმეორება რომელიმე მიმართულებით რომელიმე მიმართულებით აღემატება 12,5%-ს (ე.ი. განსხვავდება წრიული „ქართა მარაოსაგან"), სდზ-ის რეალური სიდიდისა და კონფიგურაციის დადგენა ხდება ფორმულით:

$$L = \frac{L_0 \cdot P}{P_0}, \text{ სადაც}$$

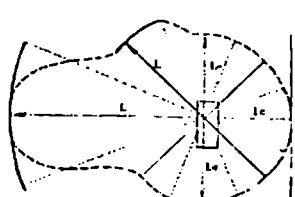
L — სდზ-ის საჭირო სიდიდე, მ;

L_0— სდზ-ის ნორმირებული სიდიდე, მ;

P_0 — ქარების განმეორება წრიული „ქართა მარაოს" დროს, 12,5%;

P — ქარების განმეორება საშუალოწლიური „ქართა მარაოს" დროს, %.

ამ წესის დაცვით დადგენილი სდზ-ის რეალური სიდიდე და კონფიგურაცია წრიულისაგან განსხვავდება (სურ. 4.12.).



სურ. 4.12. ცალკეული რუმბის მიმართულებით ქარების განმეორების მიხედვით დაზუსტებული სანიტარიული დაცვის ზონა.
L — სდზ-ის საჭირო სიდიდე, მ; L_0 — სდზ-ის ნორმირებული სიდიდე, მ.

სზდ-ის სიდიდე ქიმიური ნივთიერებების მიმართ განისაზღვრება საწარმოს ტერიტორიის საზღვრიდან ორგანიზებული გამოფრქვევის

ცივი გამონაფრქვევის დაბალი და საშუალო სიმაღლის წყაროების არსებობისას, ხოლო მხოლოდ ცხელი გამონაფრქვევის მაღალი წყაროს არსებობისას სდზ-ის ზომების გაანგარიშება ხდება გამოფრქვევის წყაროდან — საკვამლე ან სავენტილაციო მილიდან. ფიზიკური სანარმოო ფაქტორების მიმართ სდზ-ის სიდიდის განსაზღვრა ხდება წყაროდან.

სზდ-ის ზომების დადგენისას, საწარმოს მიერ ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების მოსალოდნელი სიდიდის გაანგარიშებასთან ერთად, მხედველობაში მიიღება როგორც საწარმოს განვითარების პერსპექტივა, ისე ატმოსფერული ჰაერის ფაქტიური გაბინძურება ზემოქმედების სხვა არსებული წყაროებიდან. სზდ-ის გაანგარიშების საიმედოობის უზრუნველყოფის მიზნით მიზანშეწონილია ანალოგიური მოქმედი საწარმოო ობიექტების განთავსების ზონაში ატმოსფერული ჰაერის ლაბორატორიული კვლევის შედეგების გათვალისწინება.

ნორმატიული დოკუმენტის მიხედვით საწარმოები, ეროვნული დარგების მიხედვით, სხვადასხვა ჯგუფად იყოფა; თითოეულ ჯგუფში, გამონაფრქვევების მავნეობისა და რაოდენობის მიხედვით, საწარმოები იყოფა 5 კლასად, რომელთათვის დადგენილია სდზ-ის გარკვეული სიდიდეები: I კლასი — 1000 მ, II კლასი — 500 მ, III კლასი — 300 მ, IV კლასი — 100 მ, V კლასი — 50 მ. უნდა აღინიშნოს, რომ სზდ-ის მოცემული სიდიდეები საწარმოების კლასების მიხედვით საორიენტაციო ხასიათს ატარებს და მათი დაზუსტება ხდება ინდივიდუალურად, თითოეული სამრეწველო ობიექტის პროექტის შემუშავების დროს. ამასთან ერთად, გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ სზდ-ის ზონას, როგორც წესი, არ აქვს ზუსტად განსაზღვრული ფორმა, მითუმეტეს საქართველოს გეოგრაფიულ პირობებში; მის ფორმაზე და ზომებზე გავლენას ახდენს საწარმოს განთავსების რაიონში არსებული ფიზიკური ფაქტორები (რელიეფის ხასიათი, გაბატონებული ქარების მიმართულება და სხვ.).

თანამედროვე მსხვილი სამრეწველო კომპლექსებისათვის, რომლებიც ცალკეული საწარმოებისაგან შედგება, სდ-ის სიდიდის დადგენა ხდება როგორც ერთიანი წარმონაქმნისათვის. თითოეული საწარმოსათვის არსებული სზდ-ის სიდიდე განიხილება, როგორც საორიენტაციო.

ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელია ნორმატიული დოკუმენტით დადგენილი სზდ-ის სიდიდის როგორც შემცირება, ისე გაზრდა (მაგრამ არა უმეტეს 1,5-ჯერ და 3-ჯერ, შესაბამისად).

სზდ-ის შემცირების აუცილებელი პირობაა ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების ნორმატიული დონის სტაბილური უზრუნველყოფის ობიექტური დადასტურება სზდ-ის საზღვარზე და მის ფარგლებს გარეთ. ამ დროს აუცილებელია ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობისადმი სისტემატიური დაკვირვების მონაცემები არანაკლებ 1 წლის მანძილზე. გაანგარიშების საფუძველზე მიღებული მონაცემები, აგრეთვე საწარმოს სიმძლავრის შემცირება, წარმოების მოცულობის დროებით შემცირება,

მისი პროფილის შეცვლა და მასთან დაკავშირებული მავნეობის კლასის ცვლილება არ არის საკმარისი საწარმოს სზდ-ის სიდიდის შეცვლის (შემცირების) დასაბუთებისათვის.

სზდ-ის დადგენილი სიდიდის გაზრდა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ უზრუნველყოფილია თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით მავნე გამონაყოფების ნორმატიულ სიდიდეებამდე შემცირება, რაც შესაბამისი კვალიფიციური ექსპერტიზითაა დამტკიცებული.

ისეთი საწარმოებისათვის, რომელთა ტექნოლოგიური პროცესი არასაკმარისადაა შესწავლილი და, თანაც, არ აქვს ანალოგი როგორც ქვეყანაში, ისე საზღვარგარეთ, სზდ-ის სიდიდე დგინდება ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში სათანადო გაანგარიშების საფუძველზე.

სზდ-ის ფარგლებში არ დაიშვება: კოლექტიური და ინდივიდუალური საბაღე და სააგარაკე ნაკვეთების, სამკურნალწამლო საშუალებების მწარმოებელი საწარმოების, ფარმაცევტული საწარმოების საწყობების, კვების მრენველობის ობიექტების, სასურსათო ნედლეულისა და კვების პროდუქტების საბითუმო საწყობების, სასმელი წყლის მომზადებასთან დაკავშირებული ობიექტების, სპორტული ნაგებობების, პარკების, საგანმანათლებლო, საბავშვო, სამედიცინო და გამაჯანსაღებელი დაწესებულებების განთავსება.

სზდ-ის ტერიტორიაზე დასაშვებია განთავსდეს: სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები ტექნიკური კულტურების მოსაყვანად, რომლებიც არ გამოიყენება კვების პროდუქტების წარმოებისათვის და შინაური ცხოველების საკვებად; სახანძრო დეპო, სამრეცხაო, საზოგადოებრივი და ინდივიდუალური ტრანსპორტის გარაჟები და სადგომები, მათი მომსახურე ავტოგასამართი სადგურები, საკონსტრუქტორო ბიუროები, პოლიკლინიკები. ამ ზონაში დაიშვება მავნეობის ნაკლები კლასის მქონე საწარმოს განთავსება.

• *გამწვანება.* თავისი ფუნქციის უფრო სრულად შესრულების მიზნით, მწვანე ნარგავების ფართობის ხვედრითი წილი სზდ-ის ტერიტორიაზე უნდა იყოს: IV და V კლასის საწარმოებისათვის — არანაკლებ 60%, II და III კლასის საწარმოებისათვის — არანაკლებ 50%, I კლასის საწარმოებისათვის — არანაკლებ 40%. მწვანე ნარგავები თავისებური ფილტრის როლს ასრულებს, ცვლის ქარის რეჟიმს, ჰაერის მასების ცირკულაციას, რითაც გავლენას ახდენს სამრენველო გამონაფრქვევების ატმოსფეროში გაფანტვაზე. მწვანე ნარგავების დაცვითი როლი დამოკიდებულია მათ ჯიშზე, ნარგავების განთავსების ზოლის სიგანეზე, კრონების სიდიდესა და ფორმაზე და სხვ. ჰაერში შეწონილი ნანილაკები, რომელიც ჰაერთან ერთად გაივლის მცენარეების კრონებს შორის, ილექება მცენარეულობის ფოთლებზე. დადგენილია მწვანე ნარგავების შემაკავებელი ფუნქციის ეფექტურობა — შესაძლებელია ჰაერში არსებული მტვრის მსხვილი ფრაქციის (ნაწილაკები 50 მკმ დიამეტრით) 75%-მდე შეკავება. აირებისგან ჰაერის გაწმენდის ეფექტურობა დამოკიდებულია გამწვანების ტიპზე, ხეებისა და

ბუჩქნარის ჯიშზე, წლის დროზე. ხეების ერთ რიგად განთავსება გაბინძურებას ამცირებს ზმათარში 0-3%-ით, ზაფხულში — 7-10%-ით, ორ რიგად განთავსება — 3-5 და 10-20%-ით, შესაბამისად, ხოლო ბუჩქნარი ორ რიგად — 5-7 და 30-40%-ით, ოთხ რიგად — 10-15 და 50-60%-ით, შესაბამისად.

ხეებისა და ბუჩქების ცალკეული ჯიშების მდგრადობა ატმოსფერული ჰაერის გამაბინძურებელი ქიმიური ნივთიერებების მოქმედების მიმართ განსხვავებულია. მცენარეების ბევრ სახეობას ატმოსფერული ჰაერის გამაბინძურებელი ქიმიური ნივთიერებებისადმი ამორჩევითი მგრძნობელობა აქვს. მცენარეების უმეტესობისათვის განსაკუთრებით მავნეა გოგირდის დიოქსიდი, ფთორის შენაერთები, ოზონი, ზან, ქლორშემცველი ნაერთები. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს სზდ-ის ტერიტორიის გამწვანებისათვის მწვანე ნარგავების სახეობრივი სტრუქტურის სწორად შერჩევას.

ტერიტორიის გამწვანების პროექტი წარმოადგენს სზდ-ის პროექტის ნაწილს და მის სწორ გადაწყვეტას ლანდშაფტური არქიტექტურის სპეციალისტების მონაწილეობით დიდი მნიშვნელობა აქვს სამრეწველო გამონაფრქვევებისაგან დასახლების ატმოსფერული ჰაერის ეფექტური დაცვის უზრუნველყოფისათვის.

საცხოვრებელი ზონის და რეკრეაციული ტერიტორიების ავტომაგისტრალებისა და რკინიგზის მავნე გავლენისაგან დასაცავად განსაზღვრულია სანიტარიული დაცილების უზრუნველყოფა, რომელსაც სზდ-ის რეჟიმი აქვს, მაგრამ არ საჭიროებს მისი ორგანიზაციის პროექტის შემუშავებას. მისი სიდიდე ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში განისაზღვრება ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლების გაფანტვისა და ფიზი-კური ფაქტორების (ხმაური, ვიბრაცია, ელექტრომაგნიტური ველი) ზემოქმედების დონეების გაანგარიშების საფუძველზე.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, რომელთა დამუშავება პესტიციდებითა და აგროქიმიკატებით ავიაციის გამოყენებით ხდება, დასახლებისაგან დაცილებული უნდა იყოს არანაკლებ 2000 მ-ით.

• *საკვამლე და სავენტილაციო მილების სიმაღლე.* დასახლების ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ერთ-ერთი დაგეგმარებითი ღონისძიებაა გამონაფრქვევის ატმოსფეროში განზავების პირობების რეგულირება გამოფრქვევეის სიმაღლის (საკვამლე ან სავენტილაციო მილის სიმაღლის) გაზრდის გზით. მაგალითად, რაიონული თბოელექტროსადგურის საკვამლე მილის სიმაღლე ჩვეულებრივ, არის 100-120 მ. ამ შემთხვევაში გამონაფრქვევების დალექვის ზონა, სადაც დამაბინძურებლების მიწისზედა კონცენტრაციები ზდკ-ს აღემატება, 2-2,5 კმ რადიუსს შეადგენს. მილის სიმაღლის გაზრდით 180-240 მ-მდე, ზოგიერთ შემთხვევაში კი 300 მ-მდე გამონაფრქვევების დალექვის ზონა 5-10 კმ-მდე იზრდება, მაგრამ, ამასთან ერთად, მნიშვნელოვნად მცირდება გამაბინძურებლების მიწისზედა კონცენტრაციები. ეს გარემოება ორი მიზეზითაა გამოწვეული: გამოფრქვევის გაფანტვის კუთხის გაზრდით და ტურბულენტურობის გაზრდით ატმოსფეროს ზედა ფენებში ქარის

დიდი სიჩქარის გამო. ამის მიუხედავად, ითვლება, რომ ქალაქის განვითარებისათვის ისეთი ტერიტორიების გამოყენება, რომელიც ხვდება სამრეწველო გამონაფრქვევების დაფარვის ზონაში, არ არის გამართლებული იმ შემთხვევაშიც კი, თუ დამაბინძურებლების მიწისზედა კონცენტრაციები ზდკ-ს არ აღემატება. არსებობს ასეთი ტერიტორიების არახელსაყრელ სანიტარიულ პირობებში მოხვედრის საშიშროება გაფანტვის პირობების გაუარესებისას შტილისა და ტემპერატურული ინვერსიის, ნისლის წარმოქმნის, აგრეთვე საწარმოს სიმძლავრის შემდგომი გაზრდის შემთხვევაში.

ამრიგად, გამომფრქვევი მილის სიმაღლის გაზრდა სამრეწველო/ენერგეტიკულ ობიექტებზე არ უზრუნველყოფს გამოფრქვევის მოცულობის შემცირებას ან მისი მავნეობის შემცირებას. ამ ღონისძიებით შესაძლებელია მხოლოდ გამაბინძურებლის კომპონენტების მიწისზედა კონცენტრაციების შემცირება. ამასთან ერთად, ამ დროს იზრდება მოსახლეობის რაოდენობა, რომელიც გამონაფრქვევის მოქმედების ზონაში ცხოვრობს (თუმცა, დამაბინძურებლების შემცირებული კონცენტრაციებით). ამდენად, მილის სიმაღლის გაზრდით შეუძლებელია გამონაფრქვევების გაუვნებლების სხვა მეთოდების კომპენსირება. დიდი ქალაქის პირობებში, ჰაერის გამაბინძურებლების დიდი რაოდენობის მრავალფეროვანი წყაროების არსებობისას და გამონაფრქვევების მრავალკომპონენტიანი შემადგენ-ლობით, მილის სიმაღლის გაზრდა არ აუმჯობესებს სანიტარიულ მდგომარეობას. მაღალი მილების მშენებლობა სამრეწველო/ენერგეტიკულ ობიექტებზე მიზანშეწონილია მათი განთავსებისას ტერიტორიაზე მოსახლეობის დაბალი სიმჭიდროვით, ტექნოლოგიური და სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსის რეალიზაციის პირობით და ამ ობიექტთან ახლოს დაბინძურების სხვა სერიოზული წყაროს არარსებობისას.

• *დასახლების ტერიტორიის დაგეგმარება.* დასახლების, კერძოდ, მისი სელიტებური ზონის ტერიტორიაზე ზოგიერთი დაგეგმარებითი ღონისძიების მიზანია ავტოტრანსპორტის მავნეობის შემცირება, რომელიც ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა. ზემოაღნიშნული სანიტარიული დაცილების გარდა, ამ მიზნით გამოიყენება ტერიტორიის ზოგიერთი დაგეგმარებითი გადაწყვეტა; კერძოდ, განაშენიანების ზონირება, პერიმეტრული მაღალსართულიანი განაშენიანება, სავალი ნაწილის განთავსება ესტაკადაზე და სხვა საინჟინრო ნაგებობებზე და ა.შ. მათი დაცვითი ფუნქცია (ეფექტურობა) განსხვავებულია (ცხრილი 4.11.).

შიგაწვის ძრავების მუშაობის არათანაბრობა (ხშირი გაჩერებები, ფუჭ სვლაზე მუშაობა, სიჩქარის ხშირი გადართვა და სხვ.) გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობას ზრდის ძირითადი მიზეზია. აქედან გამომდინარე, ქალაქის ატმოსფეროს გაჯანსაღებაში დიდ როლს ასრულებს საგზაო ქსელის რაციონალიზაცია. ამ მიზნით გამოიყენება სხვადასხვა ღონისძიება (შუქნიშნების რეგულირება — „მწვანე ტალ-

ცხრილი 4.11.

ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირების კონცენტრაციების შემცირება დაგეგმარების სხვადასხვა ხერხის გამოყენების დროს

№	დაგეგმარების ხერხი	დაბინძურების დონის შემცირება, %
1.	განაშენიანების ზონირება: მაგისტრალთან უახლოესი ზონა — კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ნაგებობები, მეორე ზონა — დაბალსართულიანი განაშენიანება, მესამე ზონა — მრავალსართულიანი განაშენიანება, მეოთხე ზონა — საბაღეშო, სამედიცინო დას ხვ. დანესებულებები	90-მდე
2.	პერიმეტრული 9-სართულიანი განაშენიანება	40-60
3.	იგივე, თაღით მაგისტრალის მხრიდან	35-50
4.	თავისუფალი განაშენიანება დაცვითი გამწვანების არარსებობისას (მაგისტრალიდან 80 მ)	39-75
5.	სავალი ნაწილის განთავსება ჭრილში, მინაყრილზე, ესტაკადაზე	15-40

შენიშვნა. 100%-ად მიღებულია დაბინძურების დონე სავალი ნაწილის ნაპირზე ზურგქარის მიმართულებით.

ღა", შემოვლითი და წრიული გზების მშენებლობა ტრანზიტული ნაკადის ქალაქიდან გატანის მიზნით და სხვ.).

4.8.1.4. ადმინისტრაციული ღონისძიებები

ამ ჯგუფის ღონისძიებების არსია დამაბინძურებლების ატმოსფეროში მოხვედრის წყაროზე უშუალო მოქმედება, რაც უზრუნველყოფს მათი გამოყოფის ლიკვიდაციას ან მინიმუმამდე შემცირებას.

გარემოსა და ადამიანისათვის მავნე ქიმიკატების ორი უმნიშვნელოვანესი ჯგუფი — მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლები და ოზონდამშლელი ნივთიერებები — საქართველოში წარმოადგენს შეზღუდულად ბრუნვად ნივთიერებებს. ამ ჯგუფების არც ერთი ნივთიერება საქართველოში არ იწარმოება, მათი იმპორტ-ექსპორტი კი შესაბამისი სამსახურების მიერ კონტროდება.

ოზონდამშლელი ნივთიერებების მოხმარების შემცირება საქართველოში ბოლო 10 წლის განმავლობაში ალტერნატიული საშუალებების დანერგვის ხელშეწყობით მოხდა. დღეისათვის საქართველო მოიხმარს მხოლოდ იმ ოზონდამშლელ ნივთიერებებს, რომლებიც „მონრეალის ოქმით"* დროებით დაშვებულია ხმარებაში.

მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის მიერ ოზონდამშლელი ნივთიერებების მოხმარების შემცირების შედეგად დადებითი ძვრები აღინიშნება ოზონის ხვრელის ზომების შემცირების თვალსაზრისით.

ადმინისტრაციული ღონისძიების ერთ-ერთი სახეა ავტოტრანსპორტის მოძრაობის რაციონალური ორგანიზაციის გზით გამონაბოლქვი

* „დედამიწის ოზონის შრის დამშლელ ნივთიერებათა შესახებ", 1987 წელი.

აირების მოცულობის შემცირება. მისი უზრუნველყოფისათვის შემდეგი ღონისძიებები გამოიყენება: ქალაქის მცირე გამტარობის ქუჩებზე ცალმხრივი მოძრაობის ორგანიზაცია, საფეხმავლო ზონების გამოყოფა (ქალაქის ცენტრალურ ზონაში), საქალაქო ავტოტრანსპორტისაგან ქალაქის ცენტრალური ზონის განტვირთვა მეტროპოლიტენის ხარჯზე და საქალაქო მარშრუტების საწყისი პუნქტების მეტროპოლიტენის ბოლო სადგურებთან დაკავშირება და ა.შ.

მნიშვნელოვან ეფექტს იძლევა ისეთი ღონისძიებები, რომელთა არსია შიგაწვის ძრავების მდგომარეობის კონტროლი: მათი ტექნიკური მომსახურების დადგენილი ვადებისა და რეგლამენტის დაცვა, სატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური დათვალიერების ვადების დაცვა და მათი დარღვევისათვის პასუხისმგებლობის გაძლიერება.

არსებითი ეფექტის მომცემია ადმინისტრაციული წესით ატმოსფეროში გამონაფრქვევების მქონე სამრეწველო საწარმოს სიმძლავრის შეზღუდვა საშიში ამინდის პროგნოზის პერიოდისათვის (ძლიერი ტემპერატურული ინვერსია, შტილი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და სხვ.).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემცირების ეფექტური ადმინისტრაციული ღონისძიებაა საავტომობილო გაფრქვევების ეტაპობრივი შემცირება. ეს შესაძლებელია გამონაბოლქვის რეგულირების საკანონმდებლო-ნორმატიული ბაზის გაუმჯობესებით და სათანადო მექანიზმების განხორციელებით საერთაშორისო პრაქტიკის და ადგილობრივ თავისებურებათა გათვალისწინებით.

დასახლების ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების საწინააღმდეგო ღონისძიებები განსაკუთრებით ეფექტურია სხვადასხვა მიმართულების ღონისძიებების რაციონალური, გონივრული შერწყმის შემთხვევაში.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების რეალიზაციისათვის საჭირო დანახარჯები მნიშვნელოვნად ნაკლებია იმ დანაკარგთან, რასაც იწვევს დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის მოქმედება მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. მაგალითის სახით მოვიყვანთ ერთ-ერთი სამრეწველო დასახლების ატმოსფერული ჰაერის გაჯანსაღებისათვის ჩატარებული კომპლექსური სამუშაოს შედეგებს. საპროექტო და ტექნოლოგიური უწყებების ეკონომიკური გაანგარიშებების საფუძველზე დადგინდა დაგეგმილი ტექნოლოგიური, დაგეგმარებითი და სხვ. ღონისძიებების ღირებულება 261,9 მლნ ლარის ღირებულებით. ამასთან ერთად, ატმოსფეროში მავნე გამონაფრქვევების შემცირების შედეგად შესაძლებელი გახდა სანიტარიული დაცვის ზონის სიდიდის შემცირება 5-დან 2,5 კმ-მდე, რის ხარჯზეც დაიზოგა 250 მლნ ლარი, თანაც, ამ გათვლის დროს მხედველობაში არ არის მიღებული მანამდე ატმოსფეროში გამოფრქვეული ფასიანი ქიმიური ნივთიერებების უტილიზაციით მიღებული მნიშვნელოვანი ეკონომია. ამრიგად, სამრეწველო გამონაფრქვევებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაცვას, ჰიგიენურთან ერთად, დიდი ეკონომიკური ეფექტი აქვს.

4.8.1.5. საკანონმდებლო ღონისძიებები

ამ ჯგუფის ღონისძიებების არსია ატმოსფეროში გამონაფრქვევების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა სხვადასხვა საკანონმდებლო ღონისძიების განხორციელებით. ატმოსფეროს დამაბინძურებელების სანიტარიული კონტროლის საფუძველია მისი *ჰიგიენური რეგლამენტაცია* — უსაფრთხო დონის (ატმოსფერულ ჰაერში ქიმიური ნივთიერების ზდკ) განსაზღვრა და დადგენილი წესით დამტკიცება (იხ. თავი 4.7.). მისი სიდიდეების დაცვა გარემოზე და, შესამისად, მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ქიმიური ნივთიერების არასასურველი მოქმედების თავიდან აცილების არსებითი საშუალებაა. ატმოსფეროში გამოფრქვეული ქიმიური ნივთიერების მავნეობის შემცირებას და გარემოს გაჯანსაღებას მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს წარმოებაში გამოყენებული ქიმიური ნივთიერებების *ჰიგიენური სტანდარტიზაცია*. იგი გულისხმობს გამონაფრქვევში ტოქსიკური მინარევების შეზღუდვას მათი მავნეობისა და საშიშროების გათვალისწინებით. წარმოების ძირითად ქიმიურ ნივთიერებებში არსებულმა მინარევებმა შეიძლება მნიშვნელოვნად შეცვალოს მათი ბიოლოგიური მოქმედების ხასიათი და ხარისხი, რაც აუცილებლად უნდა იყო გათვალისწინებული საწარმოო გამონაფრქვევების ჰიგიენური შეფასების დროს. ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული დაცვის მნიშვნელოვანი ღონისძიება საწარმოს მიერ ატმოსფერულ ჰაერში ქიმიური ნივთიერებების ემისიის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების სტანდარტიზაცია. ამ ღონისძიების რეალიზაციით შეიქმნება გამონაფრქვევების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის წინაპირობები

4.8.2. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სახელმწიფო კონტროლის სისტემა

ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის კონტროლის, მისი მდგომარეობის კომპლექსური შეფასებისა და პროგნოზის მიზნით ორგანიზებულია ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგის სახელმწიფო სისტემა.

მონიტორინგის სახელმწიფო სისტემა გულისხმობს დაკვირვების 3 კატეგორიის პოსტების ორგანიზებას: სტაციონარულის, სამარშრუტოს და ჩირაღდნისქვეშას (იხ. თავი 4.12.).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების კრიტერიუმებად გამოიყენება *ატმოსფეროს დაბინძურების კომპლექსური ინდექსი* (ადკი). იგი საშუალებას იძლევა ერთი რიცხვითი მნიშვნელობით შეფასდეს ატმოსფეროს მრავალკომპონენტიანი დაბინძურების დონე.

ადკი ატმოსფერული ჰაერის ყველა კომპონენტით დაბინძურების დონის რაოდენობრივი მახასიათებელია, რომელიც დამახასიათებელია მცემული კონკრეტული ტერიტორიისათვის, დამაბინძურებლების საშიშროების კლასის გათვალისწინებით.

ატმოსფეროს დაბინძურების კომპლექსური ინდექსი K მაჩვენებლის ანალოგიურია (იხ. თავი 4.7.2.). მისი საშუალებით შესაძლებელია შეიქმნას წარმოდგენა გამონაფრქვევებით დასახლების ატმოსფერული

ჰაერის მრავალკომპონენტიანი დაბინძუ-რების არსებულ დონეზე და მისი დინამიკის შესახებ. მისი გამოყენებით შესაძლებელია ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების ხარისხის შეფასება (ცხრილი 4.12).

ცხრილი 4.12.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხის შეფასება ადკ-ის საფუძველზე

ადკ-ის სიდიდე	დაბინძურების ხარისხის შეფასება
<5	დაბალი
5-6	მომატებული
7-13	მაღალი
≥ 14	განსაკუთრებით მაღალი

მოყვანილი გრადაცია გვიჩვენებს ჰაერის დაბინძურების დონეს, მაგრამ კონკრეტულ სანიტარულ სიტუაციაში ასეთი დონის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესახებ პირდაპირ პასუხს არ იძლევა.

ადკ-ის გარკვეულ პირობითობის მიუხედავად, ეს მაჩვენებელი სასარგებლოა ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგისა და მისი ხარისხის დინამიკაში შეფასებისათვის. უფრო კონკრეტულ პასუხს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე პასუხისმგებელი სანარმოს შესახებ იძლევა სანარმოს გამონაფრქვევის მარკერი.

<u>სანარმოს გამონაფრქვევის მარკერი</u> არის დამაბინძურებელი ნივთიერება, სანარმოს აირმტვრიანი გამონაფრქვევის შემადგენელი ნივთიერება, რომლის ატმოსფეროს მიწისზედა ფენაში შემცველობის მიხედვით კეთდება სარწმუნო დასკვნა მთლიანად საწარმოს გამონაფრქვევის შესახებ.

ნივთიერება-მარკერი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: საწარმოს მიერ იგი გამოიფრქვევა მუდმივად ან სისტემატურად ცნობილი სიხშირით; მონიტორინგის (დაკვირვების) წერტილებში ის დამახასიათებელი უნდა იყოს მხოლოდ მოცემული საწარმოსათვის; მონიტორინგის ნერტილში მისი შემცველობა ატმოსფერულ ჰაერში უნდა იყოს მნიშვნელოვან კონცენტრაციებში; ხასიათდება დაბალი რეაქციული თვისებებით და არ განიცდის ტრანსფორმაციას; არსებობს ატმოსფერულ ჰაერში მისი შემცველობის განსაზღვრის მეთოდი.

როგორც ცნობილია, მოცემულ ტერიტორიაზე არსებული გამოფრქვევების წყაროების ხარჯზე ფორმირდება ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ფონური კონცენტრაცია.

დასახლების ჰაერის დამაბინძურებლის *ფონური კონცენტრაცია* არის სტატისტიკურად სარწმუნო სიდიდე, რომელიც გამოანგარიშებულია 5 წლის დაკვირვებით მიღებული კომპონენტის მაქსიმალური კონცენტრაციების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად, რომლის სიდიდე დაკვირვებათა 5% შემთხვევაში მომატებულია.

ფონური კონცენტრაცია განისაზღვრება საგუშაგოებზე დაკვირვების მასალების საფუძველზე. მისი გადახედვა ხდება ყოველ 5 წლინადში ერთხელ.

ატმოსფეროს ტექნოგენური დამაბინძურებლების გაფანტვის ბუნებრივი პირობების ინტეგრალური შეფასებისათვის გამოიყენება *ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი* (ადპ). მისი გაანგარიშების დროს მხედველობაში მიიღება ზოგიერთი მეტეოროლოგიური მოვლენის განმეორებითობა, სიძლიერე და ხანგრძლივობა. მათ მიეკუთვნება მიწისზედა ინვერსიები, ქარები და ნისლი. მისი შეფასება ხდება 5-ქულიანი ხარისხობრივი სკალით: დაბალი, ზომიერი, მომატებული, მაღალი, ძლიერ მაღალი.

სათანადოდ ორგანიზებული ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგის დროს მიიღება დიდი მოცულობის ინფორმაცია, რომელიც გამოიყენება სოციალურ-ჰიგიენური მონიტორინგის საინფორმაციო ფონდის ფორმირებისათვის.

4.9. სამრეწველო გამონაფრქვევებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა

მავნე გამონაფრქვევებით გაბინძურებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაცვის პროექტების სანიტარიული ექსპერტიზა, ჩვეულებრივ, ტარდება სამრეწველო საწარმოების პროექტის ექსპერტიზის პროცესში.

ატმოსფერული ჰაერის სამრეწველო საწარმოების გამონაფრქვევებისაგან დაცვის ღონისძიებების საპროექტო დოკუმენტაციის განხილვა ტარდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. *წარმოებისა და მისი ძირითადი და დამხმარე ტექნოლოგიური პროცესების, გამოყენებული ნედლეულისა და შესაძლო მავნე ნარჩენების გაცნობა.* პროექტის ტექნოლოგიურ ნაწილის გაცნობა ექსპერტიზის მეტად მნიშვნელოვანი მომენტია, რამდენადაც იგი საშუალებას იძლევა, შეფასდეს გამონაფრქვევების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები, ატმოსფეროში გამოფრქვევის პერიოდულობა და პირობები.

ამ დროს უნდა დაზუსტდეს ატმოსფეროში გამოყოფილი ნივთიერებების სახეები და რაოდენობა. სამრეწველო საწარმოს გენერალურ გეგმაზე უნდა აღინიშნოს ორგანიზებული და არაორგანიზებული გამონაფრქვევების გამოყოფის ყველა ადგილი. გამოფრქვეულ ნივთიერებათა სიაში უნდა აღინიშნოს თითოეული ნივთიერების მაქსიმალური ერთჯერადი ზდკ და სუმაციის ეფექტის არსებობა, რაც გამონაფრქვევების საშიშროების ხარისხის კომპლექსური შეფასებისა და გაფანტვის პირობების გაანგარიშების შესაძლებლობას იძლევა.

2. *გამონაფრქვევების შემცირების, მათში ტოქსიკური კომპონენტებისა და მათი კონცენტრაციების შემცირების, გამონაფრქვევების ლოკალიზაციის ტექნოლოგიური ღონისძიებების კომპლექსის შეფასება.* სამრეწველო სანარმოს განთავსების რაიონში ატმოსფერული ჰაერის დაცვის საკითხის კარდინალური გადაწყვეტისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ტექნოლოგიური აღჭურვილობისა და ტექნოლოგური პროცესების სრულყოფისაკენ მიმართულ ღონისძიებებს. ღონისძიებათა ასეთი

კომპლექსი მოიცავს ტექნოლოგიურ პროცესში ნაკლებად ტოქსიკური საწყისი ნედლეულისა და რეაგენტების გამოყენებას, აგრეთვე სანიტარიული თვალსაზრისით უსაფრთხო შუალედური და საბოლოო პროდუქტების მიღებას. სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმატიული და მეთოდური დოკუმენტები ფართო შესაძლებლობას იძლევა შეირჩეს სანიტარიული თვალსაზრისით ყველაზე ოპტიმალური და სასურველი ტექნოლოგიური რეჟიმი.

ტექნოლოგიური პროცესის ხასიათთან დაკავშირებული მონაცემების ანალიზის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს, რომ მავნე ნივთიერებების გამოყოფა საწარმოო სათავსებში და, შემდგომ, ატმოსფერულ ჰაერში შეიძლება შემცირდეს შემდეგი ღონისძიებების გატარებით:

- დადებითი ჰიგიენური შეფასების მქონე აღჭურვილობის გამოყენება;
- მტვრის, აირებისა და ორთქლის გამომყოფი ცალკეული ტექნოლოგიური კვანძების, კომპლექსებისა და ხაზების ჰერმეტიზაცია;
- ნედლეულისა და რეაგენტების დოზირების მექანიზაცია და ჰერმეტიზაცია;
- მზა პროდუქციის დაფასოების მექანიზაცია და ჰერმეტიზაცია;
- საწარმოო პროცესების კომპლექსური მექანიზაცია;
- მავნე ნივთიერებების გამომყოფი საწარმოო პროცესების და ციკლების დახურული სქემით ექსპლუატაცია;
- მტვრიანი მასალის (ნედლეულის და პროდუქციის) გრანულაცია ან სხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში გადაყვანა;
- არაჰერმეტული დანადგარების იზოლირებულად (ცალკე სათავსში) განლაგება.

სამრეწველო საწარმოს პროექტის ტექნოლოგიური სქემის ექსპერტიზის დროს დეტალურად განიხილება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ყველა წყაროს მდგომარეობა. ამასთან, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ე.წ. ორგანიზებულ გამონაფრქვევებს – დაბინძურების წყაროს პირველ ჯგუფს. იგი ხორციელდება სხვადასხვა ზომის მილების, სავენტილაციო სისტემის შახტების და სხვ. საშუალებით. ატმოსფეროს მოსალონელი დამტვერიანებისა და დაგაზიანების შეფასება ხდება შესაბამისი საპროექტო გაანგარიშების საფუძველზე.

ატმოსფეროს დაბინძურების მეორე წყაროა ე.წ. არაორგანიზებული გამონაფრქვევები, რომლებიც წარმოიქმნება, პირველ რიგში, ტექნოლოგიური აღჭურვილობისა და კომუნიკაციების არაჰერმეტულობის შედეგად. საწარმოო სათავსებში ამ გზით გამოყოფილი მავნე ნივთიერებები ატმოსფეროში ხვდება საერთო ცვლის გამწოვი ვენტილაციის საშუალებით. გარდა ამისა, არაორგანიზებული გამონაფრქვევების გამოყოფის წყაროა მტვრისა და აირების გამომყოფი მასალები არაჰერმეტულ პირობებში მათი შერევისა და ტრანსპორტირებისას, ნედლეულისა და მზა პროდუქციის საწყობებში შენახვისას, ნაცრისა და

ნიდის საყრელებზე და წარმოების სხვა უბნებზე. ყველა ეს მომენტი გათვალისწინებული უნდა იყოს დაპროექტებული საწარმოს მიერ ატმოსფერული ჰაერის მოსალოდნელი დაბინძურების შეფასების დროს.

3. *ატმოსფეროში გამონაფრქვევების რაოდენობის გაანგარიშების შემოწმება.* ატმოსფეროში გამოფრქვეული მავნე ნივთიერებების რაოდენობის განსაზღვრა გაანგარიშების გზით ნარმოებს პროდუქციის ერთეულზე ხვედრითი გამოფრქვევის, მატერიალური ბალანსის, სათბობისა და ნედლეულის ხარჯის მიხედვით. თითოეული მეთოდის საშუალებით გაანგარიშებისათვის შესაბამისი ფორმულებს იყენებენ. პრაქტიკულად, ყველაზე ხშირად განისაზღვრება უფრო გავრცელებული სამრეწველო გამონაფრქვევების — ნაცრის მყარი ნაწილაკებისა და გოგირდოვანი აირის (გოგირდის დიოქსიდის) რაოდენობა.

საქვაბე აგრეგატებიდან გამონაფრქვევების გაანგარიშებისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა გამოყენებული საწვავის სახეობას, ვინაიდან ერთი სახის საწვავის მეორეთი შეცვლისას მნიშვნელოვნად (რამდენჯერმე) იცვლება (მცირდება ან იზრდება) ატმოსფერულ ჰაერში გამოფრქვეული მავნე ნივთიერებების რაოდენობა, რაც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ჰაერის დაბინძურების ხარისხზე.

4. *ატმოსფეროში გამონაფრქვევების გაფანტვის პირობებისა და გაწმენდის აუცილებელი ხარისხის გაანგარიშების შემოწმება.* გაანგარიშების სისწორის შემოწმებას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მრავალკომპონენტიანი გამონაფრქვევების არსებობას. ამ დროს ყურადღება მახვილდება შემდეგ მომენტებზე:

- გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს გამონაფრქვევში არსებულ თითოეულ ნივთიერებაზე;
- გათვალისწინებული უნდა იყოს ფონური დაბინძურების კონცენტრაციები;
- ნივთიერებების შეფასებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ფონური დაბინძურების კონცენტრაციები და მათი სუმაციის ეფექტი;
- გაანგარიშებები უნდა ჩატარდეს ქარების არასასურველი და საშიში სიჩქარეების გათვალისწინებით.

გამონაფრქვევის მოცულობა, გამოფრქვევის სიმაღლე და სდზ-ის სიდიდე ურთიერთდაკავშირებული სიდიდეებია. ამიტომ პროექტის ამ ნაწილის ექსპერტიზის ძირითადი ამოცანაა, განისაზღვროს გამოფრქვევის პირობები, რომლის დროსაც სდზ-ის საზღვარზე მავნე ნივთიერებების მიწისზედა კონცენტრაციები არ აღემატება ზდკ-ს.

5. *გამონაფრქვევების გაწმენდის ტექნოლოგიური სქემის შეფასება.* დასაპროექტებელი გამწმენდი ნაგებობის შერჩევის ძირითადი არგუმენტია მისი ეფექტურობა (მარგი ქმედების კოეფიციენტი). მან უნდა უზრუნველყოს გამონაფრქვევების განმენდის ისეთი ხარისხი, რომლის დროსაც სდზ-ის საზღვარზე მავნე ნივთიერებების მიწისზედა კონცენტ-

რაციები, ატმოსფეროში მათი განზავების გათვალისწინებით, არ უნდა აღემატებოდეს ზდკ-ს.

მტვრის დაჭერისა და აირგაწმენდის ეფექტურობის შეფასებისათვის გამოიყენება შემდეგი მაჩვენებლები:

- დანადგარში შეკავებული მტვრის რაოდენობა;
- გარკვეული ზომის ნაწილაკების შეკავების სისრულე;
- მტვრის ნარჩენი შემცველობა აირში მტვერდამჭერიდან მისი გამოსვლის შემდეგ;
- მტვერდამჭერიდან გამოსულ აირში მტვრის ფრაქციული შედგენილობა;
- მავნე ნივთიერებების ნარჩენი შემცველობა აირში გამწმენდი ნაგებობის შემდეგ.

სამრეწველო გამონაფრქვევების მტვრისაგან გაწმენდის მეთოდის არჩევა დამოკიდებულია სხვადასხვა პირობაზე, კერძოდ, შესაკავებელი ნაწილაკების ზომაზე, გაწმენდის სასურველ ეფექტზე, გამოყენების პირობებზე (ცხრილი 4.13.).

ცხრილი 4.13.

სამრეწველო გამონაფრქვევების მტვრისაგან გაწმენდის მეთოდების შედარებითი დახასიათება

გაწმენდის მეთოდი	ნაწილაკების ზომა, მკმ	გაწმენდის ეფექტი, %	გამოყენების პირობები
მტვრის კამერა	100-ზე მეტი	40-50	არ არის ლიმიტირებული
ციკლონი	30-40-ზე მეტი	50-60	"-"
მულტიციკლონი	10-15	90-95	"-"
ქსოვილის ფილტრი	0,5-მდე	99	აირების ზომიერი ტემპერატურა
სკრუბერი	0,5-ზე მეტი	75-85	"-"
ელექტროფილტრი	0,1-მდე	99	მსხვილი ფრაქციების წინასწარ მოცილება

სამრეწველო გამონაფრქვევებში არსებული აეროვანი მავნე ნივთიერებების შესაკავებლად გამოიყენება გაწმენდის ქიმიური მეთოდები.

ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების შეფასების დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სამრეწველო გამონაფრქვევების გაწმენდის შემდეგ მიღებული ნარჩენების (რეაგენტების, ადსორბენტების, მყარი და თხევადი ნარჩენების) გაუვნებელების, ლიკვიდაციისა და უტილიზაციის მეთოდებს.

6. დასახლების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემცირების დაგეგმარებითი ღონისძიებების კომპლექსის შეფასება. ექსპერტიზის ამ

ეტაპის ჩატარებისათვის განიხილება დაპროექტებული საწარმოს განთავსების რაიონის სიტუაციური გეგმა, რომელიც საწარმოს აირისა და მტვრის გამომყოფი მილის მაქსიმალური სიმაღლის 100-ჯერად ტერიტორიას მოიცავს. გეგმაზე აღნიშნული უნდა იყოს მოსაზღვრე დასახლებები, პერსპექტიული საცხოვრებელი განაშენიანების უბნები, სანიტარიულ-საკურორტო ზონები და მოსახლეობის მასობრივი დასვენების (რეკრეაციული) ადგილები, მოცემულ რაიონში არსებული და პერსპექტიული საწარმოები. გარდა ამისა, აღნიშნული უნდა იყოს ყველა წყლის ობიექტი, ტყე, ტერიტორიის რელიეფი.

სიტუაციური გეგმის მიხედვით უნდა დადგინდეს, რამდენად შეესაბამება სამრეწველო საწარმოს მდებარეობა ან გაფართოება რაიონული დაგეგმარების დამტკიცებულ გეგმას. უნდა გაირკვეს ქართა მარაოს მდგომარეობა და გაბატონებული ქარების მიმართულება: მშენებლობისათვის გათვალისწინებულ ტერიტორიაზე სამრეწველო საწარმოები უნდა განლაგდეს ქარების გაბატონებული მიმართულების მხოლოდ ზურგქარის მიმართულებით. სდზ-ის სიდიდის შეფასების მიზნით უნდა განისაზღვროს დასახლებებიდან მავნე ნივთიერებების გამოფრქვევის წყაროს დაცილება.

სამრეწველო მშენებლობისათვის გამოყოფილი ტერიტორიის რელიეფის შეფასებისას ყურადღება ექცევა გამონაფრქვევების გაფანტვისათვის ოპტიმალური ბუნებრივი პირობების არსებობას. სიტუაციური გეგმის მიხედვით უნდა დადგინდეს ახლომდებარე ტერიტორიაზე მოქმედი ან დაპროექტებული საწარმოს არსებობა, რომლის გამონაფრქვევები მოცემული საწარმოს გამონაფრქვევებთან ერთად სუმაციის ეფექტს გამოიწვევს.

7. სდზ-ის ორგანიზაციისა და საკმარისობის შეფასება, მისი სიდიდის კორექცია. სდზ-ის სიდიდის დადგენის საფუძველი შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტია*.

საწარმოების, მათი ცალკეული შენობებისა და ნაგებობებისათვის, რომელთა ტექნოლოგიური პროცესები მავნე საწარმოო ფაქტორების ფორმირების წყაროს წარმოადგენს, დგინდება საწარმოების ან ცალკეული ნაგებობების სანიტარიული კლასიფიკაცია და შესაბამისი სანიტარიული დაცვის ზონები. რეკომენდებულია სდზ-ის შემდეგი საორიენტაციო სიდიდეები:

- პირველი კლასის საწარმოები — 1000 მ;
- მეორე კლასის საწარმოები — 500 მ;
- მესამე კლასის საწარმოები — 300 მ;
- მეოთხე კლასის საწარმოები — 100 მ;
- მეხუთე კლასის საწარმოები — 50 მ.

---

* საწარმოების, ნაგებობებისა და სხვა ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონები და სანიტარიული კლასიფიკაცია. სწდან 2.2.1./2.1.1.-001/001-03 (სსმ, III, 2003, №119).

საწარმოების სანიტარიული დაცვის დაცვის ზონების სიდიდეები საორიენტაციოა და მათი ზუსტი სიდიდეების დადგენა წარმოებს ინდივიდუალურად, თითოეული საწარმოო ობიექტისათვის, კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით.

თითოეული საწარმოსათვის სდზ-ის სიდიდე უნდა შემოწმდეს ატმოსფეროს მინისზედა ფენაში მავნე ნივთიერებების გაფანტვის გაანგარიშების შედეგების მიხედვით. იმ შემთხვევაში, თუ ოფიციალურად დადგენილი სდზ-ის საზღვარზე ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციები ზდკ-ს აღემატება, სდზ-ის სიგანე შესაბამისად უნდა გაიზარდოს.

სდზ-ის სიდიდის გაზრდა (მაგრამ არა უმეტეს 3-ჯერ) დასაშვებია საწარმოს დიდი სიმძლავრის, გამონაფრქვევების გაწმენდის არარსებობის ან გამოყენებული მეთოდის დაბალი ეფექტურობის დროს, საწარმოს მდებარეობისას საცხოვრებელი რაიონის მიმართ პირქარის მიმართულებით, მნიშვნელოვანი ფონური დაბინძურებისას.

სდზ-ის სიდიდის კორექციის დასაბუთება წარმოებს სათანადო გაანგარიშებების ჩატარების გზით. ამ მიზნით გამოიყენება ფორმულა:

$$l = l_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \text{ სადაც}$$

l – სდზ-ის აუცილებელი სიდიდე ზურგქარის მიმართულებით;

l_0 – მოცემული კლასის საწარმოსათვის ნორმატიული დოკუმენტით დადგენილი სდზ-ის სიდიდე;

P – მოცემული მიმართულების ქარების განმეორებადობა;

P_0 – ქარების საშუალო განმეორებადობა.

სამრეწველო საწარმოს პროექტის ექსპერტიზის საფუძველზე კეთდება დასკვნა, რომელშიც ჩამოითვლება პროექტის გამოვლენილი ნაკლოვანებები სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით და სამრეწველო გამონაფრქვევების მიერ ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პროფილაქტიკის ღონისძიებები.

4.10. მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი დანადგარების ექსპლუატაციაში მიღება

სამრეწველო საწარმოებისა და ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სხვა შესაძლო წყაროების მშენებლობის პროცესში სისტემატურად მოწმდება:

- ატმოსფეროში გაშვებამდე გამონაფრქვევების გაწმენდის ტექნოლოგიური სქემებისა და აღჭურვილობის საპროექტო მონაცემებთან შესაბამისობის მდგომარეობა;
- აირგამწმენდი და მტვერდამჭერი დანადგარების მშენებლობის გრაფიკის დაცვა;
- ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პროფილაქტიკის ღონისძიებების უზრუნველყოფის მდგომარეობა, კერძოდ, გამოყოფილი კაპიტალდაბანდების განაწილების საკითხი.

საწარმოს, მისი ცალკეული საამქროს, დანადგარების ექსპლუატაციაში გაშვება დასაშვებია მხოლოდ აირგამწმენდი და მტვერდამჭერი დანადგარების არსებობის შემთხვევაში. მათი მიღება 2 ეტაპად ნარმოებს.

პირველ ეტაპზე (წინასწარი მიღება) ხდება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შესაძლო წყაროს — ტექნოლოგიური დანადგარების, კვანძებისა და ხაზების, აგრეთვე გამონაფრქვევების გამწმენდი დანადგარების, დასახლების ატმოსფეროს დაცვის ყველა ღონისძიების ჰიგიენური შეფასება. სამუშაოს დამთავრების შემდეგ უნდა შედგეს ნაგებობების წინასწარი მიღების აქტი, რომლის საფუძველზეც შესაძლებელია ობიექტის საცდელი ექსპლუატაცია.

საცდელი ექსპლუატაციის დროს წარმოებს აირგამწმენდი და მტვერდამჭერი დანადგარების ტექნიკური გამოცდა. ამ დროს დგინდება მისი მუშაობის ეფექტურობა ლაბორატორიული კვლევის გზით, საწარმოს მიერ ატმოსფეროში გამოფრქვეული მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციის გაზომვის, მავნე ნივთიერებების მინისზედა ფენაში გაფანტვის ხარისხის განსაზღვრის საფუძველზე.

საშიშროების ხარისხის მიხედვით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროები 4 ჯგუფად იყოფა, კერძოდ,

I ჯგუფი — სამრეწველო საწარმოები აირების ან/და ასპირაციული ჰაერის პირობითად სუფთა გამონაფრქვევებით, მათში მავნე ნივთიერებების ზდკ-ზე ნაკლები შემცველობით;

II ჯგუფი — სამრეწველო საწარმოები მკვეთრი სუნის მქონე აირების ან/და ასპირაციული ჰაერის გამონაფრქვევებით;

III ჯგუფი — სამრეწველო საწარმოები აირების ან/და ასპირაციული ჰაერის მნიშვნელოვანი გამონაფრქვევებით არატოქსიკური ან ინერტული ნივთიერებების შემცველობით;

IV ჯგუფი — სამრეწველო საწარმოები აირების ან/და ასპირაციული ჰაერის გამონაფრქვევებით კანცეროგენული, ტოქსიკური ან შხამიანი ნივთიერებების შემცველობით.

აღნიშნული ჯგუფების გათვალისწინება ხდება გამწმენდი ნაგებობების აღჭურვისა და ეფექტურობის შეფასების დროს.

გამწმენდ ნაგებობებს ექსპლუატაციაში წინასწარი მიღების შემდეგ არეგისტრირებენ შესაბამის ორგანოში (ინსპექციაში). რეგისტრაციას ექვემდებარება:

I ჯგუფის საწარმოები — 50000 $მ^3$/სთ-ზე მეტი გამონაფრქვევებისას;

II ჯგუფის საწარმოები — 10000 $მ^3$/სთ-ზე მეტი გამონაფრქვევებისას;

III ჯგუფის საწარმოები — 5000 $მ^3$/სთ-ზე მეტი გამონაფრქვევებისას;

IV ჯგუფის საწარმოები — გამონაფრქვევების მოცულობის მიუხედავად.

მეორე ეტაპზე, საცდელი ექსპლუატაციის მონაცემების საფუძველზე, გამწმენდი ნაგებობების ეფექტურობისა და ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ტექნოლოგიური ღონისძიებების დადებითი შეფასების შემთხ-

ვევაში, ფორმდება აქტი ობიექტის მუდმივი ექსპლუატაციისათვის მზადყოფნის შესახებ.

4.11. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროს სანიტარიული კვლევა

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროების კვლევის პროცესში წარმოებს:

- დასახლების გეგმაზე მათი განლაგების შეფასება (სანიტარიულ-ტოპოგრაფიული კვლევა);
- დამაბინძურებელი ნივთიერებების ატმოსფერულ ჰაერში გამოყოფის ძირითადი გზების გამოვლენა;
- დაბინძურების წყაროების ჩამონათვალის შედგენა;
- ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემცირების ტექნოლოგიური, სანიტარიულ-ჰიგიენური და სანიტარიულ-ტექნიკური ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასება (სანიტარიულ-ტექნიკური კვლევა).

კვლევის ჩატარების დროს მნიშვნელოვანი მომენტია ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე გავლენის შესწავლა (სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური კვლევა).

ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული მდგომარეობის სრულფასოვანი კვლევის უზრუნველყოფისთვის თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა შედგეს კვლევის რუქა, გამოსაკვლევი ადგილის თავისებურებების გათვალისწინებით. მისი ერთ-ერთი ნიმუში მოცემულია დანართი 4.1-ის სახით.

სანიტარიული კვლევის საფუძველზე შედგება აქტი. იგი მოიცავს როგორც ვიზუალური დაკვირვების მეთოდების მონაცემებს, ისე დაბინძურების წყაროსგან სხვადასხვა მანძილით დაცილებულ წერტილებში აღებული ატმოსფერული ჰაერის სინჯების ანალიზის შედეგებს.

4.12. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობაზე დაკვირვების ორგანიზაცია

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობაზე დაკვირვებისათვის ეწყობა სტაციონარული, სამარშრუტო და მოძრავი (ჩირაღდნისქვეშა) საგუშაგოები.

სტაციონარული საგუშაგოს დანიშნულებაა დამაბინძურებელი ნივთიერებების უწყვეტი რეგისტრაციის უზრუნველყოფა ან ჰაერის სინჯის რეგულარული აღება შემდგომი ანალიზისათვის. ის სათანადო აპარატურით აღჭურვილი სპეციალური პავილიონია.

სამარშრუტო საგუშაგოს დანიშნულებაა ფიქსირებულ წერტილებში ჰაერის სინჯის რეგულარული აღება მოძრავი აღჭურვილობით (ავტომობილით) წარმოებული დაკვირვების დროს.

მოძრავი (ჩირაღდნისქვეშა) საგუშაგოს დანიშნულებაა სინჯის აღება კვამლის ნაკადის გავრცელების მიმართულებით. მისი მიზანია სამრენ-

ველო გამონაფრქვევების გავრცელების ზონის გამოვლენა. ამ შემთხვევაში სინჯის აღების ადგილი განისაზღვრება დაბინძურების წყაროსგან სხვადასხვა მანძილზე დამაბინძურებელი ნივთიერებების გავრცელების კანონზომიერებების გათვალისწინებით.

სტაციონარული და სამარშრუტო საგუშაგოები მოცემული დასახლებისათვის აღნიშნულია დასახლების გეგმაზე და შეთანხმებულია შესაბამის სამსახურებთან (ქალაქის მთავარი არქიტექტორი და სხვ.).

საგუშაოების განლაგების ადგილის შერჩევის წინ უნდა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები:

- დასახლების დაგეგმარების, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროების განლაგების, მათი სიმძლავრეების, მაქსიმალური მიწისზედა კონცენტრაციების ზონების მონაცემების გაცნობა;
- დასახლების განლაგების რაიონის მეტეოროლოგიური პირობების თავისებურებების შესწავლა, რაც გავლენას ახდენს ატმოსფერულ ჰაერში დაბინძურების გავრცელებაზე;
- მოცემული რაიონის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობის სხვადასხვა ორგანიზაციის მიერ შესწავლის მონაცემების გაცნობა (ასეთის არსებობის შემთხვევაში).

საგუშაგოების განლაგებისათვის შერჩეული ადგილები უნდა იყოს ღია, ყველა მხრიდან კარგად განიავებად ტერიტორიაზე ზედაპირის არაამტვერებადი დაფარვით (გაზონი, ასფალტი, მყარი გრუნტი). საგუშაგოების ადგილების შერჩევისას გათვალისწინებული უნდა იყოს, რომ ისინი უნდა განლაგდნენ დასახლების სხვადასხვა ფუნქციურ ზონაში.

მიზანშეწონილია დაკვირვების საგუშაგოების განლაგება დასახლების სხვადასქციურ ზონაში: დასახლების ცენტრალურ ნაწილში, განაშენიანების სხვადასხვა ტიპის საცხოვრებელ რაიონებში, დასვენების ზონებში, მსხვილი ავტომაგისტრალების მიმდებარე ტერიტორიაზე და ა.შ.

საგუშაგოების განლაგების ადგილების შერჩევის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს პერსპექტიული ბინათმშენებლობის რაიონებს.

მოცემულ დასახლებაში სტაციონარული და სამარშრუტო საგუშაგოების რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით:

- მოსახლეობის რაოდენობა;
- ადგილის ფართობი და რელიეფი;
- მრეწველობის განვითარების დონე;
- დასვენების ადგილებისა და საკურორტო (რეკრეაციული) ზონების არსებობა.

საგუშაგოების მაქსიმალური რაოდენობის განსაზღვრისთვის მოწოდებულია შემდეგი რეკომენდაცია:

1 საგუშაგო – 50 ათას მცხოვრებამდე;

2 საგუშაგო – 50-100 ათასი მცხოვრები;

2-3 საგუშაგო – 100-200 ათასი მცხოვრები;
3-5 საგუშაგო – 200-500 ათასი მცხოვრები;
5-10 საგუშაგო – 0,5-1 მლნ მცხოვრები;
10-20 საგუშაგო – 1 მლნ-ზე მეტი მცხოვრები.

მიღებულია, რომ დასახლებაში სტაციონარული ან სამარშრუტო საგუშაგოები განლაგდეს 0,5-5 კმ დაცილებით. ამ დროს მხედველობაში მიიღება რელიეფის სირთულე და გაბინძურების წყაროების არსებობა, მათი რაოდენობა. ზოგიერთ შემთხვევაში, კერძოდ, დასახლების ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების დეტალური, გაღრმავებული შესწავლის საჭიროების დროს, სათანადო ორგანოებთან შეთანხმების საფუძველზე, შესაძლებელია სტაციონარული საგუშაგოების რაოდენობის გაზრდა.

დასახლების გეგმაზე აღინიშნება დაკვირვების საგუშაგოების ადგილმდებარეობა; თითოეულ მათგანს ენიჭება რიგითი ნომერი, რომელიც შემდგომში არ იცვლება (რომელიმე საგუშაგოს გაუქმების ან ახლის დამატების შემთხვევაშიც კი). თითოეული საგუშაგოსათვის შედგება მისი მდებარეობის ადგილის მოკლე აღწერა (დანართი 4.2-ის შესაბამისად). თითოეული საგუშაგო დაკვირვებისათვის აუცილებელი აპარატურით აღიჭურვება.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობაზე სისტემატური დაკვირვება (სრული, არასრული, შემოკლებული და სადღეღამისო პროგრამებით) ნარმოებს წლის ყველა პერიოდში, ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურის მიუხედავად (ცხრილი 4.14.)

ცხრილი 4.14

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე დაკვირვების პროგრამები

პროგრამა	ნიმუშის აღების დრო, სთ	ინგრედიენტეიბი
სრული	1,7,13,19*	მტვერი, SO_2, CO_2, NO_2, სპეციფიკური მინარევები, რომლებიც დამახასიათებელია სამრეწველო გამონაფრქვევებისათვის მოცემულ დასახლებაში
არასრული	7,13,19	იგივე
შემოკლებული**	7,13	იგივე
სადღეღამისო	უწყვეტი	იგივე

* *არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობების (ნისლი, ხანგრძლივი ტემპერატურული ინვერსია) დროს ნიმუშის აღება ტარდება ყოველ 3 სთ-ში;*

** *დაკვირვება შემოკლებული პროგრამით დასაშვებია ჩატარდეს იმ ადგილებში, სადაც დამაბინძურებელი ნივთიერებების საშუალო თვიური კონცენტრაციები ზდკ-ის 1/20 ნაწილზე ნაკლებია.*

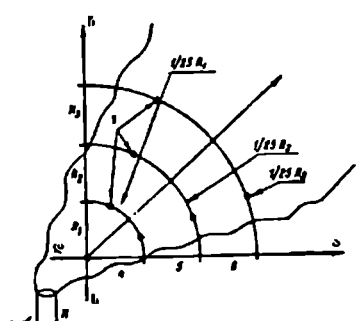
იმ შემთხვევაში, თუ მოცემულ დასახლებაში არსებული გამონაფრქვევები სპეციფიკურ მავნე ნივთიერებებს შეიცავს, რომელთა შემცველობის კონტროლი აუცილებელია, თითოეული საგუშაგოსათვის შედგება მათი ჩამონათვალი დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ინვენტარიზაციის მონაცემების საფუძველზე.

სამარშრუტო საგუშაგოებზე დაკვირვება ნარმოებს სპეციალური ავტომობილის საშუალებით, რომელიც დაკომპლექტებულია შესაბამისი აღჭურვილობითა და ხელსაწყოებით. სამარშრუტო საგუშაგოებზე სინჯების აღება წარმოებს შემდეგი გათვლის საფუძველზე: 8-საათიანი სამუშაო დღის განმავლობაში ერთ ავტომობილზე დამონტაჟებული აღჭურვილობით შესაძლებელია 8-10 სინჯის აღება. ერთი ავტომობილით შესაძლებელია 4-5 საგუშაგოს მომსახურება, თითოეულ საგუშაგოზე დღე-ღამის განმავლობაში უნდა აიღონ 2 სინჯი. ამასთან, საგუშაგოების შემოვლის თანმიმდევრობა ყოველთვიურად იცვლება, რათა თითოეულ საგუშაგოზე სინჯი დღე-ღამის სხვადასხვა მონაკვეთში იქნას აღებული.

ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული მდგომარეობის შესწავლის მნიშვნელოვანი მომენტია დაბინძურების ცალკეული წყაროდან დამაბინძურებელი ნივთიერებების გავრცელების ზონის განსაზღვრა. ამ მიზნით ენყობა დაკვირვების მოძრავი (ჩირაღდნისქვეშა) საგუშაგოები, რისთვისაც კვლევების ჩატარებისათვის სათანადო აპარატურით აღჭურვილი სპეციალური ავტომობილი გამოიყენება.

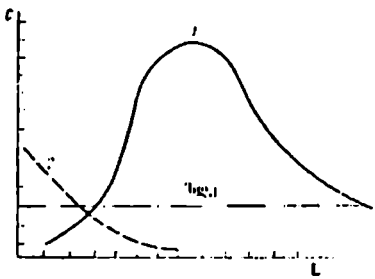
შესაბამისი რეკომენდაციების გათვალისწინებით, სინჯებს იღებენ ქარის მიმართულებით ჩირაღდნის ღერძისა და კონცენტრირებული გარშემონერილობის გადაკვეთის ნერტილებში.

ძირითადად, სინჯებს იღებენ 3 ნერტილში: ჩირაღდნის ღერძისა და ძირითადი, უმცირესი და უდიდესი გარშემოწერილობების გადაკვეთის ნერტილებში (სურ. 4.13.). ძირითადი გარშემოწერილობის რადიუსი უნდა იყოს დაბინძურების წყაროს (მილის) სიმაღლის 20-ჯერადი სიდიდე (R_2). უმცირესი გარშემოწერილობის რადიუსის სიდიდე (R_1) უნდა იყოს ძირითადი გარშემოწერილობის 0,5 სიდიდე ($0{,}5R_2$), ხოლო უდიდესი გარშემოწერილობის რადიუსის სიდიდე — ძირითადი გარშემოწერილობის 1,5 სიდიდე ($1{,}5R_2$).



სურ. 4.13. ჰაერის სინჯის აღების ნერტილების განლაგება ჩირაღდნისქვეშა დაკვირვების დროს

სინჯის აღების კონკრეტული ადგილის შერჩევის დროს მხედველობაში იღებენ ატმოსფეროში სამრეწველო გამონაფრქვევების გავრცელების კანონზომიერებებს. კერძოდ, ითვალისწინებენ იმ გარემოებას, რომ ორგანიზებული ცხელი გამონაფრქვევებით ატმოსფეროს მაქსიმალური დაბინძურების ზონა შეესაბამება მილის 10-40-ჯერად სიმაღლეს, ხოლო ორგანიზებული ცივი გამონაფრქვევებით — მილის 6-20-ჯერად სიმაღ-ლეს. არაორგანიზებული გამოფრქვევების არსებობისას (რაც უფრო ხშირად გვხვდება) სინჯის აღება იწყება სანიტარიული დაცვის ზონის გარეთა საზღვრიდან. ამ დროს მხედველობაში მიიღება ზონების შესაძლო არსებობა არაორგანიზებული დაბინძურების დაბალი დონით, ხოლო ორგანიზებული დაბინძურების დონეს ჯერ არ მიუღწევია მაქსიმუმისათვის (სურ. 4.14.).



სურ. 4.14. დამაბინძურებლების განაწილება ატმოსფეროში წყაროდან სხვადასხვა დაცილებით ორგანიზებული (1) და არაორგანიზებული (2) გამონაფრქვევების შესაბამისად.
C - კონცენტრაცია (მგ/მ^3); L - წყაროდან დაცილება (მ).

ადგილის რთული ტოპოგრაფიული პირობების შემთხვევაში, თუ მოცემულ ტერიტორიაზე განლაგებულია ისეთი ობიექტები, რომელთა სპეციფიკურობის გამო ჰაერის დაბინძურება არ დაიშვება, შესაძლებელია კონცენტრირებული გარშემოწერილობის გაზრდა ძირითადი გარშემოწერილობის როგორც შიგნით, ისე გარეთ.

უფრო დეტალური კვლევის აუცილებლობის შემთხვევაში ჩირაღდნისქვეშა დაკვირვებისათვის კონცენტრირებული გარშემოწერილობების რადიუსები შეიძლება შერჩეულ იქნეს უფრო დაწვრილებით: 0,2-0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15 და 20 კმ.

ზუსტი მონაცემების მიღების უზრუნველყოფის მიზნით სასურველია სინჯის ერთდროულად აღება არანაკლებ 3 წერტილში. გარდა ამისა, 1 საგუშაგო ეწყობა წყაროს პირქარის მიმართულებით წყაროდან იმ მანძილზე, რომ გამოირიცხოს გამოსაკვლევი წყაროს გავლენა ჰაერის გაბინძურების კონცენტრაციაზე.

ჰაერის სინჯის აღების პროცესში აკვირდებიან კვამლის ჩირაღდნის მდგომარეობას. განისაზღვრება გამოფრქვევის წყაროს კვამლის ჩირაღდნის ფორმა და შეფერილობა, სხვადასხვა წყაროს არსებობის შემთხ-

ვევაში — მათ შორის უფრო მძლავრი წყაროსი. კეთდება ჩირაღდნის ფორმის დახასიათება.

დაკვირვება ეწყობა მოცემული სანარმოსათვის ტიპური ინგრედიენტებისათვის, გამონაფრქვევევების რაოდენობრივი და ტოქსიკური დახასიათების გათვალისწინებით. შესაძლებელი მაქსიმალური დაბინძურების ზონაში აღებულ უნდა იქნეს ჰაერის არა ნაკლებ 50-60 სინჯი თითოეული ინგრედიენტისათვის წლის სხვადასხვა პერიოდში; სხვა ზონებში – არანაკლებ 25 სინჯი.

ჩატარებული კვლევისა და დაკვირვების შედეგები ფორმდება სათანადო ოქმის სახით.

თუ ქალაქის ტერიტორიაზე მრავალი სამრეწველო საწარმოა, ჩირაღდნისქვეშა დაკვირვების ჩატარების დროს უნდა შეირჩეს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების რამდენიმე (3-5) ძირითადი, უფრო მძლავრი წყარო და ნიმუშის აღება ჩატარდეს თანმიმდევრობით, ქარისა და ამ წყაროების ჩირაღდნის მიმართულების შესაბამისად.

ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების კვლევა წარმოებს სისტემატურად, სტაციონარულ და სამარშრუტო საგუშაგოებზე. გამონაბოლქვი აირების გავრცელების ზონების დეტალური შესწავლისთვის პერიოდულად ტარდება სპეციალური დაკვირვებები. მაგისტრალებზე და საცხოვრებელი განაშენიანების მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებას აფასებენ გამონაბოლქვი აირების ძირითადი კომპონენტების (ნახშირბადის მონოოქსიდი, აზოტის დიოქსიდი, ნახშირწყალბადები, ფორმალდეჰიდი, ბენზ(ა)პირენი, მური, ტყვიის შენაერთები) და მათი ფოტოქიმიური გარდაქმნის პროდუქტების განსაზღვრის საფუძველზე.

დაკვირვებისათვის შეირჩევა ძირითადი მაგისტრალები და ავტოტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის რაიონები. დაკვირვების პუნქტების განლაგება ხდება შემდეგი სქემით:

- მაგისტრალებზე ავტოტრანსპორტის მოძრაობის შემდეგი ინტენსიურობით: 500-მდე, 500-1000, 1000-2000 და 2000-ზე მეტი ავტომობილი 1 საათში, ჰაერის შესაძლებელი მაქსიმალური დაბინძურების ადგილებში (გზაჯვარედინი, ვიწრო ქუჩები, მრავალსართულიანი შენობების განაშენიანების ადგილები, გვირაბები და ა.შ.);
- ავტომაგისტრალების მიმდებარე საცხოვრებელ რაიონებში: სავალი ნაწილის ნაპირზე, ტროტუარის შუა ნაწილში, განაშენიანების ხაზთან, მაგისტრალზე გამომავალი შენობის ფასადიდან 0,5–1 მ დაცილებით, შიგაკვარტალური სივრცის ცენტრში და კვარტლის შიგნით 3-4 სხვა წერტილში.
- მაგისტრალებზე გაზომვა ტარდება ყოველ 1 საათში დილის 5-6 საათიდან 21-22 საათამდე (კვირის ერთ-ერთ სამუშაო დღეს — სადღეღამისო რეჟიმში), ხოლო საცხოვრებელ რაიონებში - 7, 8, 9, 13, 17, 18 და 19 სთ-ზე.

ჰაერის სინჯის აღებასთან ერთად ტარდება მეტეოროლოგიური ფაქტორების კვლევები:

- მეტეოროლოგური დაკვირვებები ჰაერის ნიმუშის აღების დროს სტაციონარულ, სამარშრუტო და ჩირაღდნისქვეშა საგუშაგოებზე;
- მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვების მონაცემების ანალიზი.

საგუშაგოებზე მეტეოროლოგური დაკვირვებების პროგრამა მოიცავს:

- ქარების სიჩქარისა და მიმართულების განსაზღვრას;
- ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის განსაზღვრას;
- ატმოსფერული მოვლენების აღწერას.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისთვის გამოიყენება ანემომეტრი, რომელიც გაზომვის დროს ჩაირთვება ზუსტად 10 წთ განმავლობაში და ხელსაწყოს თანდართული გრაფიკის ან ცხრილის საშუალებით განისაზღვრება ქარის სიჩქარის სიდიდე 0,1 მ/წმ სიზუსტით. ქარის მიმართულება განისაზღვრება ფლუგერის ან ვიმპელის საშუალებით 1-2 წთ განმავლობაში 16 რუმბის მიხედვით, რომლის შედეგები ჩაინერება გრადუსებში ან კოდის საშუალებით. ქარის არარსებობის შემთხვევაში გრაფაში „მიმართულება" ჩაინერება „შტილი", ხოლო გრაფაში „სიჩქარე" – „0".

ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა იზომება ასპირაციული ფსიქრომეტრით, მიწის ზედაპირიდან 1,5 მ სიმაღლეზე. მონაცემებს აითვლიან ხელსაწყოს ჩართვიდან 4-5 წთ შემდეგ ზაფხულში და 15-20 წთ შემდეგ — ზამთარში. აუცილებელია მინიმუმ სამი განსაზღვრის ჩატარება თითოეულ წერტილში 0,1^{0}C სიზუსტით. მასალის დამუშავების დროს ხდება როგორც მშრალი, ისე სველი თერმომეტრების მაჩვენებელთა საშუალო სიდიდეების გამოანგარიშება; ფსიქრომეტრული ცხრილების საშუალებით (დანართი 4.3.) განისაზღვრება ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა (პროცენტებში).

ატმოსფერული ჰაერის წნევა იზომება სრული ლაბორატორიული აღჭურვის შემთხვევაში; სხვა შემთხვევაში გამოიყენება მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების მონაცემები.

მიღებული მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების საფუძველზე ხდება თითოეული დასახლების ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების მდგომარეობის სისტემატიზაცია. ადმინისტრაციული აქტით* დადგენილია საქართველოს ის დასახლებები (დიდი ქალაქები), რომელთათვისაც ყოველწლიურად გამოითვლება ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების ინდექსების

---

* „საქართველოს დასახლებული პუნქტების ჩამონათვალის დამტკიცების შესახებ, რომელთათვისაც ყოველწლიურად გამოითვლება ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით გაბინძურების ინდექსების სიდიდეები", საქართველოს პრეზიდენტის ბრძანებულება №445, 2003 წლის 14 სექტემბერი.

სიდიდეები (ქქ. ახალციხე, ბათუმი, ზესტაფონი, თბილისი, კასპი, რუსთავი, ქუთაისი).

4.13. ლაბორატორიული ანალიზისათვის ჰაერის სინჯის აღების მეთოდები

ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებები მასში სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება — აირის, ორთქლის, ნისლის ან მტვრის სახით; შესაძლებელია მათი სხვადასხვა კომბინაციაც. ჰაერიდან ცალკეული ქიმიური ნივთიერების გამოყოფისა და იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება სპეციფიკური მშთანთქმელი გარემო; მაგალითად, აირის, ნისლის ან ორთქლის სახით არსებული ნივთიერებების განსაზღვრისათვის საკვლევ ჰაერს გაატარებენ მშთანთქმელ ხელსაწყოში, რომელშიც მოთავსებულ თხევად გარემოში საკვლევი ნივთიერება გაიხსნება ან შეკავდება არააქროლადი შენაერთის სახით. მტვრის შეკავებისთვის თხევადი მშთანთქმელი გარემო არ გამოდგება, რადგან მტვრის ნაწილაკების გარკვეული ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების — ზედაპირული დაჭიმულობის გამო ისინი სითხეში არ იხსნება. ამ შემთხვევაში საჭიროა მტვრის მყარი ნაწილაკების გარკვეულ მყარ ზედაპირზე შეკავება. ამ მიზნით გამოიყენება საკვლევი ჰაერის დიდი სიჩქარით გატარება მყარ მშთანთქმელ გარემოში.

ჰაერში საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციის შესაბამისად სინჯს იღებენ 2 მეთოდით — ასპირაციული მეთოდით ან სპეციალური ჭურჭლით.

ასპირაციული მეთოდი სინჯის აღებისათვის გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაცია მცირეა და მისი იდენტიფიკაციისთვის საჭიროა ჰაერის დიდი რაოდენობის გატარება. მეთოდის საფუძველია სპეციალური ხელსაწყოს საშუალებით საკვლევი ჰაერის გატარება მშთანთქმელ გარემოში.

ასპირაციული მეთოდით ჰაერის სინჯის აღებისათვის გამოიყენება 3 ურთიერთდაკავშირებული ელემენტის კომბინაცია: ჰაერის მოძრაობაში მოსაყვანი ხელსაწყო, ჰაერის სიჩქარის გამზომი და მშთანთქმელი ხელსაწყო მასში მოთავსებული მშთანთქმელი გარემოთი.

ჰაერის მოძრაობაში მოსაყვანად გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ხელსაწყო. მათ მიმართ წაყენებული ძირითადი მოთხოვნაა უწყვეტი მუშაობის უზრუნველყოფა არანაკლებ 20 წთ-ის განმავლობაში ოპერატორის თანდასწრებით (ერთჯერადი ნიმუშის აღებისას) ან 24 სთ-ის განმავლობაში — ოპერატორის გარეშე (საშუალო სადღეღამისო სინჯის აღებისას).

ჰაერის სინჯის აღებისთვის ამჟამად პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება 822 მოდელის ელექტროასპირატორი. ჰაერის გატარების სიჩქარის გაზომვისთვის მასში ჩამონტაჟებულია როტამეტრები (რეომეტრები). ხელსაწყოთი შესაძლებელია ერთდროულად 4 სინჯის აღება.

რეომეტრების საშუალებით შესაძლებელია საკვლევი ჰაერის გატრაების სიჩქარის რეგულირება 0,6-80 ლ/წთ-ის ფარგლებში. უფრო ხშირად გამოიყენება მშრალი რეომეტრი.

მშრალი რეომეტრი (პნევმომეტრი) მინის ვერტიკალური მილია; მასში მოთავსებულია მსუბუქი ლითონისგან დამზადებული ტივტივა, რომლის დგომის სიმაღლე უჩვენებს ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს.

აღებული სინჯის რაოდენობრივი ანალიზისათვის წარმოებს მისი კონცენტრირება შესაბამის მშთანთქმელ (თხევად, მყარ) გარემოში ან მფილტრავ მასალაში.

თხევადი მშთანთქმელი გარემოა გამოხდილი წყალი, ორგანული გამხსნელები, სპეციალური მშთანთქმელი ხსნარები. აირისა და ორთქლის შთანთქმა ხდება მათი გახსნისას თხევად გარემოში ან მშთანთქმელ ხსნარებთან საკვლევი ნივთიერებების ურთიერთმოქმედების შედეგად. შთანთქმის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით მაქსიმალურად უნდა გაიზარდოს საკვლევი ნივთიერების კონტაქტი მშთანთქმელ გარემოსთან. ამისათვის გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის მშთანთქმელი ხელსაწყოები.

მშთანთქმელ ხელსაწყოში ათავსებენ 2-10 მლ რაოდენობის თხევად მშთანთქმელ გარემოს, რომელშიც გატარდება საკვლევი ჰაერი. ჰაერის გატარების სიჩქარე დამოკიდებულია მშთანთქმელის კონცენტრაციაზე და 0,5-დან 10 ლ/წთ-მდე მერყეობს. საკვლევი ნივთიერების სრული შთანთქმის უზრუნველყოფის მიზნით ერთდროულად გამოიყენება ერთმანეთთან თანმიმდევრულად შეერთებული რამდენიმე (უფრო ხშირად 2-3) მშთანთქმელი ხელსაწყო. საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციის გაანგარიშების დროს მხედველობაში მიიღება ყველა მშთანთქმელი ხელსაწყოს მაჩვენებელი.

რეზინის მილების საშუალებით მშთანთქმელი ხელსაწყოები უერთდება ელექტროასპირატორს.

საკვლევ ჰაერში აირისა და ორთქლის სახით არსებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების შთანთქმა შესაძლებელია მყარი მარცვლოვანი მშთანთქმელით (სორბენტით) — სილიკაგელით და გააქტივებული ნახშირით. მათი გამოყენება მოსახერხებელია საკვლევი მასალის შენახვისა და ტრანსპორტირებისთვის, გააჩნიათ მაღალი სორბციული თვისებები დაბალი ტემპერატურის პირობებში; სპეციალური დამუშავების შემდეგ ხდება მათი თვისებების აღდგენა. ტოქსიკური ნივთიერებების შთანთქმისათვის ხშირად გამოიყენება სილიკაგელი 0,25-2,0 მმ ზომის ნაწილაკებით და გააქტივებული ნახშირი.

5 სმ^3-მდე მოცულობის მყარ მარცვლოვან სორბენტს ათავსებენ სპეციალურ მშთანთქმელ ხელსაწყოში და დიდი სიჩქარით (2 ლ/წთ-მდე) გაატარებენ საკვლევ ჰაერს.

ჰაერში მტვრის სახით არსებული მყარი ტოქსიკური ნივთიერებების შთანთქმისთვის გამოიყენება მფილტრავი მასალა — ქაღალდის უნაცრო ფილტრი, თხელბოჭკოვანი ფილტრი და ანალიზური აეროზოლური ფილტრი (АФА). მისი დამზადებისათვის გამოიყენება პერქლორვი-

ნილის ქსოვილი (ФПП-15). ამ უკანასკნელს გააჩნია აბსორბციის დიდი უნარი და პრაქტიკულად სრულად შეაკავებს 0,1-0,2 მკმ ზომის აეროზოლებს ჰაერის 100 ლ/წთ-მდე სიჩქარით გატარების დროს. ფილტრს აქვს უმნიშვნელო კუთრი წონა, ჰიგროსკოპულია, მედეგია აგრესიული ქიმიური გარემოსადმი, იხსნება აცეტონში და დიქლორეთანში. ორთქლი და აეროვანი მინარევები ამ ფილტრზე არ შეკავდება.

ფილტრი АФА ინახება მშრალ მდგომარეობაში 40°С-მდე ტემპერატურის პირობებში, ზეთის, აცეტონის, დიქლორეთანის ორთქლთან კონტაქტის გამორიცხვით.

კვლევისთვის (ჰაერის გატარებისთვის) ფილტრი სპეციალურ მასრაში თავსდება და რეზინის მილის საშუალებით ელექტროასპირატორს უერთდება.

ფილტრი АФА სხვადასხვა დანიშნულებით მზადდება, რაც აღნიშნულია მის მარკირებაში. მაგალითად, ასო „В“ აღნიშნავს, რომ ფილტრი განკუთვნილია წონითი ანალიზისათვის, „Х“ — ქიმიური ანალიზისათვის და ა.შ. მარკირებაში შემდგომი ასო აღნიშნავს მასალას, რისგანაც დამზადებულია ფილტრი: „П“ — პერქლორვინილი, „А“ — აცეტილცელულოზა. მარკირების ბოლოში მოცემული რიცხვი აღნიშნავს ფილტრის სამუშაო ზედაპირის ფართობს სმ^2-ში.

მყარი ნაწილაკების (მტვრის) განსაზღვრისთვის საუკეთესო ფილტრია АФА–В სამუშაო ზედაპირის სხვადასხვა ფართობით (АФА–В-10, АФА–В-20 და ა.შ.).

ქიმიური ანალიზისთვის გამოიყენება ფილტრი АФА-ХА — აცეტილცელულოზისაგან, АФА-ХМ — მეთილმეტაკრილატისაგან, АФА-ХС — პოლისტიროლისაგან და ა.შ.

ჭურჭელში ჰაერის სინჯის აღების მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვლევი ნივთიერება ჰაერში მცირე რაოდენობითაა ან ქიმიური ნივთიერების განსაზღვრის მეთოდს მაღალი მგრძნობელობა აქვს, რის გამოც საკმარისია საკვლევი ჰაერის მცირე მოცულობაც. ამ მეთოდით ჰაერის სინჯის აღებისათვის ჭურჭლად გამოიყენება 1-3 ლ მოცულობის დანაყოფებიანი ბოთლი, 100-500 მლ მოცულობის აეროვანი პიპეტი, რეზინის კამერა. ჭურჭლის შევსება საკვლევი ჰაერით სხვადასხვა ხერხით ხდება: სითხის დაღვრით, გაცვლითი ან ვაკუუმის წესით.

სითხის დაღვრის წესით ჭურჭლის შევსება ხდება შემდეგნაირად: ჭურჭელს წინასწარ შეავსებენ ისეთი ხსნარით, რომელიც არ რეაგირებს საკვლევ ნივთიერებასთან და სინჯის აღების ადგილას მას გადმოღვრიან ჭურჭლიდან, რის შედეგადაც ჭურჭელი შეივსება საკვლევი ჰაერით. სითხის დაღვრის ინტენსიურობის რეგულირებით შესაძლებელია ნიმუშის აღების ხანგრძლივობის რეგულირება.

გაცვლითი წესით ნიმუშის აღების დროს პიპეტს ან ბოთლს შეაერთებენ ასპირატორთან და ნიმუშის აღების ადგილზე ჭურჭელში გაატარებენ საკვლევად საჭირო ჰაერის ათმაგ მოცულობას. ჭურჭელში

ორთქლის კონდენსაციის თავიდან ასაცილებლად ჰაერის გატარების სიჩქარე უნდა იყოს 2 ლ/წთ-ზე მეტი.

ვაკუუმის წესით სინჯის აღების დროს გამოიყენება სქელკედლიანი მინის ჭურჭელი, რომელიც გარედან დაცულია ლითონის ბადით. აიროვანი პიპეტი ან ბოთლი მიუერთდება ვაკუუმ-მანომეტრს დახურული მხრიდან. მეორე მხარეს კი მოთავსდება ტუმბო, რომლის საშუალებით გამოიდევნება ჰაერი 10-15 mm Hg ნარჩენ წნევამდე. სინჯის აღების ადგილზე ჭურჭელს გააღებენ; წნევათა სხვაობის გამო ის სწრაფად შეივსება საკვლევი ჰაერით.

სანიტარიულ-ჰიგიენურ პრაქტიკაში სარგებლობენ ერთჯერადი ან საშუალო სადღეღამისო სინჯებით. ერთჯერადი სინჯის აღების ხანგრძლივობა 20-30 წთ-ია. საშუალო სადღეღამისო სინჯის მისაღებად სინჯის აღება წარმოებს განუწყვეტლივ, 24 სთ-ის განმავლობაში, ან პერიოდულად, კვლევის სრული პროგრამით გათვალისწინებულ საათებში. სინჯის უწყვეტი აღებისთვის მიზანშეწონილია სადღეღამისო ასპირატორის გამოყენება.

ჰაერის აღებული სინჯი საკმარისი უნდა იყოს მშთანთქმელ გარემოში საკვლევი ნივთიერების ისეთი კონცენტრაციის მისაღებად, რომლის აღმოჩენა შესაძლებელი იქნება კვლევის შესაბამისი მეთოდით. საკვლევი ჰაერის აუცილებელი მოცულობის (W) გამოანგარიშება შესაძლებელია მოცემული ნივთიერების განსაზღვრის მეთოდის მგრძნობელობისა და მისი ზდკ-ის საფუძველზე შემდეგი ფორმულით:

$$W = \frac{a \cdot V}{n \cdot V_1 \cdot K}, \text{ სადაც}$$

a – საკვლევი ნივთიერების განსაზღვრის მეთოდის მგრძნობელობა; მკგ;

V – ნიმუშის საერთო მოცულობა, მლ;

V_1 – ანალიზისთვის აღებული ნიმუშის მოცულობა მლ;

n – ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია, მგ/მ^3;

K – ზდკ-ის გადამეტების კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ნივთიერების მოსალოდნელი კონცენტრაციის შეფარდებით ზდკ-სთან.

პრაქტიკულად, ჰაერის სინჯის აღება წარმოებს გარემოს სხვადასხვა ტემპერატურისა და ატმოსფერული წნევის პირობებში. ბოილ-მარიოტისა და გეი-ლუსაკის კანონის თანახმად, ჰაერის მოცულობა წნევის პირდაპირპროპორციულია. აქედან გამომდინარე, ანალიზის შედეგების სიზუსტისა და ურთიერთშესადარებელი სიდიდეების მიღების უზრუნველყოფის მიზნით, საანალიზოდ აღებული ჰაერის სინჯი დაყვანილ უნდა იქნას ნორმალურ პირობებამდე.

ნორმალურ პირობებში იგულისხმება ტემპერატურა 0^{0}C და ატმოსფერული წნევა 1013 ჰპა (760 mm Hg). საანალიზოდ აღებული ჰაერის ნორმალურ პირობებამდე დასაყვანად გამოიყენება ფორმულა:

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 1013}, \text{ სადაც}$$

V_0 – ჰაერის მოცულობა ნორმალურ პირობებში;
V_t – საანალიზოდ აღებული ჰაერის მოცულობა მოცემული ტემპერატურისა (t) და და ატმოსფერული წნევის (B) დროს;
273 — აირის გაფართოების კოეფიციენტი;
1013 – ნორმალური ატმოსფერული წნევა, ჰპა.

ვაკუუმის წესით ჰაერის ნიმუშის აღების დროს V_0 გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$V_0 = \frac{V_c \cdot 273 \cdot (P - p)}{(273 + t) \cdot 1013}, \text{ სადაც}$$

V_c – ჭურჭლის მოცულობა;
P – ატმოსფერული წნევა ჭურჭლიდან ჰაერის გამოტუმბვის დროს;
p – ნარჩენი წნევა ჭურჭელში;
t – ჰაერის ტემპერატურა ჭურჭლიდან ჰაერის გამოტუმბვის დროს.

4.14. ატმოსფერული ჰაერის ლაბორატორიული კვლევა

ატმოსფერული ჰაერის სანიტარიული მდგომარეობის კონტროლისათვის ლაბორატორიულად იკვლევენ მასში არსებული დამაბინძურებელი ნივთიერებების შემცველობას.

ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებლებია მტვერი და სხვადასხვა ქიმიური შენაერთი. ქიმიური ნივთიერებებიდან უფრო ხშირად გვხვდება გოგირდის დიოქსიდი (გოგირდოვანი აირი), აზოტის დიოქსიდი, ოზონი, მური და სხვ.

4.14.1. მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრა

მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრა წარმოებს 2 წესით: ქაღალდის ფილტრის საშუალებით და პერქლორვინილის ქსოვილისაგან (ФПП) დამზადებული ანალიზური აეროზოლური ფილტრის (АФА) გამოყენებით.

კვლევის ჩატარების დროს როგორც უნაცრო ქაღალდის ფილ-ტრი, ისე ფილტრი АФА თავსდება მასრაში და რეზინის მილის საშუ-ალებით უერთდება ასპირატორს. სინჯის აღება ხდება 25-100 ლ/წთ სიჩ-ქარით, იმ ანგარიშით, რომ ფილტრის წონის ნამატი იყოს მინიმუმ 4 მგ.

როგორც კვლევის ჩატარებამდე, ისე მის შემდეგ უნაცრო ქაღალდის ფილტრი გამოშრობის გზით დაიყვანება მუდმივ მასამდე, რის შემდეგაც აიწონება.

ФПП ქსოვილი ჰიდროფობულია; ამდენად, მისგან დამზადებული АФА ფილტრი არ საჭიროებს მუდმივ მასამდე დაყვანას. საკმარისია მისი 40-60 წუთით ერთნაირ მეტეოროლოგიურ პირობებში მოთავსება ნიმუშის აღებამდე და ნიმუშის აღების შემდეგ.

კვლევის ჩატარების დროს კალკის ქაღალდში მოთავსებულ АФА ფილტრს პინცეტით იღებენ და მასრაში ათავსებენ. სინჯის აღების შემდეგ ფილტრს ფრთხილად დაკეცავენ ოთხად იმგვარად, რომ

საანალიზო მტვრის სინჯი შიგნითა მხარეს მოექცეს და კალკის ქაღალდში მოათავსებენ.

მტვრის კონცენტრაციის (C) გამოანგარიშება ხდება ფორმულით:

$$C = \frac{(a-b)\cdot 1000}{V_0},$$ სადაც

a — ფილტრის მასა ნიმუშის აღების შემდეგ, მგ;

b — ფილტრის მასა ნიმუშის აღებამდე, მგ;

V_0 — ნორმალურ პირობებამდე დაყვანილი გატარებული ჰაერის მოცულობა, დმ^3.

მიღებული შედეგი იქნება იქნება მტვრის კონცენტრაცია დმ^3 (ლ)-ში.

4.14.2. ქიმიური ნივთიერებების კონცენტრაციის განსაზღვრა

ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელ ნივთიერებათა სპექტრს და რაოდენობას მთელი რიგი ფაქტორები (მრეწველობის კონკრეტული ობიექტი და მისი სიმძლავრე, ბუნებრივი ვენტილაციის პირობები, გაბატონებული ქარების მიმართულება, ავტოტრანსპორტის განვითარების დონე, ქალაქგეგმარების თავისებურებები და სხვ.) განაპირობებს. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში საკვლევი ნივთიერებები ამ ფაქტორების გათვალისწინებით განისაზღვრება. მათი ლაბორატორიული ანალიზი წარმოებს შესაბამისი ლაბორატორიული მეთოდის გამოყენებით. ეს მეთოდები აღწერილია სპეციალურ ლიტერატურაში.

4.14.3. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხის შეფასება

ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის შეფასებისათვის გამოიყენება გამაბინძურებული ნივთიერებების ერთჯერადი და საშუალო სადღეღამისო კონცენტრაციების მონაცემები. ამ მიზნით გარკვეული თვეებში წარმოებს სინჯების ანალიზი დაკვირვების საგუშაგოების მიხედვით.

გამოითვლება შემდეგი მაჩვენებლები: თვის განმავლობაში ყველა კონცენტრაციის ჯამი ($\sum q$), დაკვირვების საერთო რიცხვი (ნ), დაკვირვებების რიცხვი ზღვრულად დასაშვებ სიდიდეზე მეტი კონცენტრაციით (m), დაკვირვებების რიცხვი გარკვეულ ზღვარზე მეტი კონცენტრაციით (m_1), საშუალო ($q_ს$) და მაქსიმალური ($q_მ$) კონცენტრაციები (როგორც ერთჯერადი, ისე საშუალო სადღეღამისო) თვის განმავლობაში, ზდკ-ზე მეტი კონცენტრაციის განმეორებითობა (P, %), გარკვეულ ზღვარზე მეტი კონცენტრაციის განმეორებითობა (P_1,%).

დამაბინძურებელი ნივთიერებების საშუალო კონცენტრაცია გამოითვლება ყველა კონცენტრაციის ჯამის ($\sum q$) გაყოფით დაკვირვების რაოდენობაზე საანგარიშო თვის განმავლობაში (n):

$$q_ს = \frac{\sum q}{n}.$$

ამასთან, დაკვირვების რაოდენობა 20-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს (n≥20).

კონცენტრაციების განმეორებითობა (n≥20) გამოიანგარიშება ფორმულებით:

$$P = \frac{m}{n} \cdot 100\%; \quad P_1 = \frac{m_1}{n} \cdot 100\% \cdot$$

საკვლევ ჰაერში ერთდროულად რამდენიმე ქიმიური ნივთიერების არსებობის შემთხვევაში შესაძლებელია მათი ჯამური მავნე მოქმედების გამოვლენა. მისი ხასიათი დამოკიდებულია ნივთიერებების კონკრეტულ სახეზე, რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს ანალიზის დროს. მიღებულია, რომ ასეთი ნარევის ჯამური მოქმედების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციად გამოყენებული იყოს თითოეული ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ჯამი ($\sum_{x^3}$). მისი გამოიანგარიშება ხდება ფორმულით:

$$\sum_{x^3} = \frac{q_1}{\text{ზდკ}q_1} + \frac{q_2}{\text{ზდკ}q_2} + \cdots + \frac{qn}{\text{ზდკ}qn}, \text{ სადაც}$$

$q_1, q_2, \ldots q_n$ – თითოეული ნივთიერების კონცენტრაცია;

ზდკq_1, ზდკq_2,...ზდკq_n – თითოეული ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია.

ამასთან, მისი სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს ერთეულს: $\sum_{x^3} \leq 1$

მაქსიმალური ერთჯერადი, საშუალო სადღეღამისო და საშუალო თვიური კონცენტრაციების მიხედვით წარმოებს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ფაქტური დონის სანიტარიულ-ჰიგიენური შეფასება. ამ მიზნით გამოიყენება შესაბამისი ჰიგიენური ნორმატივი[1].

სათანადო რეკომენდაციის საფუძველზე, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების საშიშროება 4 ხარისხით ფასდება: დასაშვები, საშიშროების შემცველი, საშიში და განსაკუთრებით საშიში. აღნიშნულ ხარისხებს შორის საზღვრები ნომოგრამების საშუალებით განისაზღვრება და დამოკიდებულია შემდეგ მაჩვენებლებზე:

- ნივთიერების საშიშროების კლასი;
- ფაქტიური კონცენტრაციების განსაზღვრის დრო;
- ზდკ-ის სიდიდის გადაჭარბების კოეფიციენტი.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების საშიშროების შეფასების ნომოგრამები ლოგარითმული სკალაა, რომლის აბსცესთა ღერძზე აღნიშნულია საშიშროების კლასები, ორდინატთა ღერძზე მარცხენა მხარეს — კოეფიციენტები, რომელიც უჩვენებს, თუ რამდენჯერ აღემატება ფაქტიური დაბინძურების დონე შესაბამისი ნივთიერებების ზდკ-ს, ხოლო მარჯვენა მხარეს — დაბინძურების საშიშროების ხარისხები.

---

[1]დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღერულად დასაშვები კონცენტრაციები. Ან 2.1.6. 002-03 (სსმ, III, №16, 2003).

ნივთიერების საშიშროების კლასი დგინდება შესაბამისი ნორმატული დოკუმენტის საფუძველზე*. მისი განსაზღვრის პრინციპია მოცემული ქიმიური ნივთიერების მოსახლეობის ცხოვრების პირობებზე, თვითგრძნობასა და ჯანმრთელობაზე არახელსაყრელი გავლენის ალბათობის ხარისხი. გამოიყოფა ქიმიური ნივთიერებების საშიშროების 4 კლასი:

I – განსაკუთრებით საშიში;

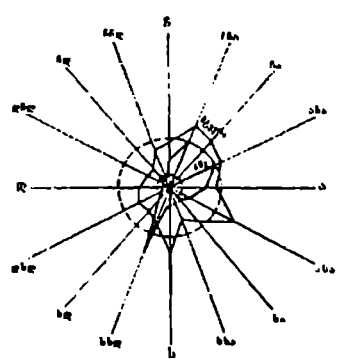
II – ძლიერ საშიში;

III – ზომიერად საშიში;

IV – უმნიშვნელოდ საშიში.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობის შეფასება წარმოებს სხვადასხვა ნომოგრამით ერთჯერადი, საშუალო სადღეღამისო, საშუალო თვიური და საშუალო წლიური კონცენტრაციების საფუძველზე.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობის შეფასებისათვის შესაძლებლია დაბინძურების მარაოს გამოყენება (სურ. 4.15.). მისი აგებისათვის გამოიყენება ცალკეული ქიმიური ნივთიერებებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების 1 თვის დილისა და საღამოს მონაცემები ცალ-ცალკე, რომლებსაც აჯგუფებენ 16 რუმბის მიხედვით, ქარიანი ამინდისა და შტილის შემთხვევაში.



სურ. 4.15. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მარაო

თითოეული რუმბის მიხედვით მიღებული საშუალო თვიური კონცენტრაციები წარმოადგენს საწყის მონაცემებს დაბინძურების მარაოს ასაგებად. მისი აგებისათვის უნდა შეირჩეს გარკვეული მასშტაბი: მაგალითად, მტვრისათვის კონცენტრაციით 0,5 მგ/მ^3 — 2 სმ, გოგირდოვანი აირისათვის კონცენტრაციით 0,1 მგ/მ^3 — 1 სმ და ა.შ. ამის შემდეგ მილიმეტრული დანაყოფის მქონე ქაღალდზე (ან კომპიუტერის გამოყენებით) აიგება სისტემა 16 რუმბის აღნიშვნით; თითოეულ რუმბზე მასშტაბის

* საშიში ქიმიური ნივთიერებების შესახებ. დებ. 1.2. 005-03 (სსმ, III, №33, 2003).

შესაბამისად აღინიშნება თითოეული დამაბინძურებელი ნივთიერების საშუალო თვიური კონცენტრაციების სიდიდეები. ამრიგად, მიიღება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სქემატური განაწილება მარაოს სახით. მას ამოჭრიან და განათავსებენ ქალაქის სქემაზე, დაკვირვების პოსტის განთავსების ადგილზე.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობის უფრო სარწმუნო მონაცემების მიღების მიზნით მიზანშეწონილია ანალოგიური მარაოს შედგენა ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების როგორც საშუალო სადღეღამისო, ისე საშუალო თვიური მონაცემების საფუძველზე.

დაკვირვების საგუშაგოების მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია საგუშაგოს განთავსების რაიონში ცალკეული ქიმიური ნივთიერებებით დასახლების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ფონური კონცენტრაციების დადგენა. ფონური კონცენტრაცია ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მახასიათებელია და წარმოადგენს გაანგარიშების გზით მიღებულ, სტატისტიკურად სარწმუნო ერთჯერად კონცენტრაციას.

ატმოსფეროს დაბინძურების ფონური კონცენტრაციები ისაზღვრება მეტეოროლოგიური სამსახურის ადგილობრივი ორგანოების მიერ და ამ მონაცემებით სარგებლობა შეუძლია ყველა დაინტერესებულ სამსახურს. ფონური კონცენტრაციების სიდიდეები ისაზღვრება არა ნაკლებ 5 წლის ინტერვალით, აღნიშნულ შუალედში აუცილებელი კორექტირებით გარემოს დაბინძურების მდგომარეობაზე მოქმედი თუნდაც 1 ფაქტორის ცვლილების შესაბამისად (ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მსხვილი წყაროს ექსპლუატაციაში გაშვება, დახურვა ან რეკონსტრუქცია). ამასთან, თითოეულ ინგრედიენტზე დაკვირვების (განსაზღვრის) რაოდენობა ყოველწლიურად უნდა იყოს არა ნაკლებ 200-სა, განსახილველ პერიოდში არანაკლებ 800 დაკვირვების შემთხვევაში.

კვლევები ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობის შესწავლისათვის ტარდება მეთოდური დოკუმენტის საფუძველზე.

მიღებული შედეგების შეფასებისა და სათანადო ჰიგიენური დასკვნის შემუშავებისათვის ხელმძღვანელობენ შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტით*.

ჰიგიენური მოთხოვნები დასახლებების ატმოსფერული ჰაერის დაცვისადმი დადგენილია შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტის** საფუძველზე. იგი წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობის გაუმჯობესების რეკომენდაციების შემუშავების საფუძველს.

---

* დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები. სწდან 2.1.9. 001-02 (სსმ, III, 2002, №113).

** ჰიგიენური მოთხოვნები დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დაცვისადმი. სწდან 2.1.6. 001-01 (სსმ, III, 2001, №90).

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების წყაროს სანიტარიული კვლევის რუქა

1. ობიექტის დასახელება, მისამართი, უწყებრივი დაქვემდებარება.
2. ობიექტის ხასიათი, მისი სიმძლავრე გადასამუშავებელი ნედლეულისა და გამოშვებული მზა პროდუქციის რაოდენობის მიხედვით; ძირითადი და დამხმარე საწარმოების ექსპლუატაციაში გაშვების თარიღი.
3. დასახლების გეგმაზე ობიექტის განლაგების ადგილი, სდზ-ის არსებობა და მისი სიდიდე, მისი შესაბამისობა საწარმოს კლასთან; ჩატარდა თუ არა სდზ-ის კორექცია გაბატონებული ქარების მიმართულების გათვალისწინებით.
4. ნაკვეთის ზომები, მისი ფუნქციური ზონირება, განაშენიანებისა და გამწვანების პროცენტი, ორგანიზებული გამონაფრქვევების წყაროების განლაგება.
5. ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა ყველა სახის გადასამუშავებელი ნედლეულისა და გამოყენებული აღჭურვილობის შემადგენლობისა და თვისებების მითითებით, ატმოსფერულ ჰაერში გამოფრქვეული ნივთიერებების ჩამონათვალით.
6. ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი საამქროების ჩამონათვალი, აიროვანი ორგანიზებული და არაორგანიზებული გამონაფრქვევებისა და მტვრის რაოდენობისა და შედგენილობის მითითებით.
7. სავენტილაციო და საკვამლე გამონაფრქვევის სიმაღლე, ცივი და ცხელი გამონაფრქვევების მაქსიმალური მიწისზედა კონცენტრაციების ზონების განთავსება, მათი ურთიერთგადაფარვის შესაძლებლობა, ამ ზონებში განთავსებული ობიექტების ხასიათი.
8. ორგანიზებული გამონაფრქვევების გაწმენდის მიღებული სქემები თითოეული ინგრედიენტის, საამქროსა და წარმოების მიხედვით (დაპროექტებული, ფაქტიური).
9. გამონაფრქვევების მტვრისაგან გაწმენდა: ა) მტვრის დამლექავი კამერები — მათი რაოდენობა, მოწყობილობა, მოთხოვნებთან შესაბამისობა, მუშაობისა და შეკავებული ნივთიერებების მოცილების რეჟიმი; ბ) მტვრისა და ნაცრის ჟალუზისებრი დამჭერები — რაოდენობა, მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობისა და შეკავებული ნივთიერებების მოცილების რეჟიმი; გ) ციკლონები — რაოდენობა, ტიპები (ცილინდრული, კონუსისებრი, ბატარეული), მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობისა და შეკავებული ნივთიერებების მოცილების რეჟიმი; დ) ფილტრები — რაოდენობა, ტიპები (ნაზბოჭკოვანი, უხეშბოჭკოვანი), მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობისა და შეკავებული ნივთიერებების მოცილების რეჟიმი, ქსოვილის რეგენერაციის წესი; ე) ელექტროფილტრები — რაოდენობა, ტიპები (მშრალი, სველი), მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობისა და შეკავებული

ნივთიერებების მოცილების რეჟიმი, მათი შემდგომი გაუვნებლება და ლიკვიდაცია.

10. აიროვანი გამონაფრქვევების გაწმენდა: ა) ღრუ აირგამრეცხები — რაოდენობა, ტიპები (რწყვადი აირგამტანები, გამრეცხი კამერები, ღრუ მფრქვეველიანი სკრუბერები), მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობისა და ლამის მოცილებისა და გაუვნებლების რეჟიმი; ბ) ბარბოტაჟული და ქაფიანი აირგამწმენდი აპარატები — რაოდენობა, ტიპები, მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობის რეჟიმი, ლამის მოცილება და გაუვნებლება; გ) ჩქაროსნული აირგამრეცხები (ვენტურის სკრუბერები) — რაოდენობა, ტიპები, მოწყობილობის შესაბამისობა მოთხოვნებთან, მუშაობის რეჟიმი, ლამის მოცილება და გაუვნებლება.
11. მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი დანადგარების მუშაობის კონტროლი: ა) საწარმოში დანადგარების ექსპლუატაციაზე პასუხისმგებელი პირის გამოყოფის შესახებ ბრძანების არსებობა; მომსახურე პერსონალის შტატის დაკომპლექტების მდგომარეობა; ბ) სამუშაო ადგილებზე საწარმოო ინსტრუქციების არსებობა დანადგარების ექსპლუატაციის შესახებ ქარხანა-დამამზადებლის ან საპროექტო ორგანიზაციის ტიპური ინსტრუქციების საფუძველზე, მოცემული საწარმოს სპეციფიკური პირობების გათვალისწინებით; გ) მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი დანადგარების, გამონაფრქვევების კონტროლის ხელსაწყოებისა და საშუალებების მდგომარეობის კვლევის გრაფიკის დაცვა; დ) მუშაობის რეჟიმისა და გაწმენდის ეფექტურობის კონტროლისათვისათვის აუცილებელი ხელსაწყოებით მტვერდამჭერი და აირგამწმენდი დანადგარების უზრუნველყოფის მდგომარეობა.
12. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობა, კერძოდ: ცალკეული ინგრედიენტების ერთჯერადი, საშუალო სადღეღამისო, საშუალო თვიური და საშუალო წლიური კონცენტრაციები, გამონაფრქვევის წყაროდან დაბინძურების გავრცელების სიდიდე.
13. გამონაფრქვევების მავნე გავლენა მოსახლეობის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებსა და ჯანმრთელობაზე. მოსახლეობის ჩივილების არსებობა, მათი ხასიათი. ატმოსფერული ჰაერის მტვრითა და ტოქსიკური აირებით დაბინძურების ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესწავლის მონაცემები.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მდგომარეობაზე დაკვირვების საგუშაგოს* აღწერა**

1. ქალაქის დასახელება, საგუშაგოს ნომერი, მისამართი, სიმაღლე ზღვის დონიდან, აღწერის შემდგენელი, შედგენის თარიღი.
2. საგუშაგოს მდებარეობის რაიონის დახასიათება (საცხოვრებელი, სამრეწველო, ვაგზლის მიმდებარე რაიონი, გამწვანების რაიონი, ტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის რაიონი, რეკრეაციული ზონა და სხვ.).
3. საგუშაგოს მახლობლად საცხოვრებელი, საზოგადოებრივი და სამრეწველო შენობების გათბობის სისტემები (2-3 კმ რადიუსში).
4. საგუშაგოს დაცილება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების უახლოესი ძლიერი წყაროდან, რომელიც გავლენას ახდენს ჰაერის დაბინძურებაზე სინჯის აღების ადგილზე, სინჯის აღებამდე პუნქტში და მათი ურთიერთგანლაგება ქართა მარაოს გათვალისწინებით.
5. ძირითადი დამაბინძურებელი ნივთიერებების ჩამონათვალი.
6. ნიადაგის მდგომარეობა (ზედაპირის დაფარვა) ნიმუშის აღების ადგილზე (ბეტონი, ასფალტი, ღორღი, ქვიშა, თიხა, ბალახი და სხვ.).
7. გრუნტის დაფარვის ხარისხი (16 რუმბის მიხედვით) საგუშაგოდან უახლოეს შენობამდე ან ხეებამდე მანძილისა და მათი სიმაღლის მითითებით.
8. საგუშაგოს მახლობლად მწვანე ნარგავების დახასიათება (ბაღი, სკვერი, ბულვარი, პარკი, გაზონი) ხეების ან ბუჩქნარის განაშენიანების სიმჭიდროვის მითითებით (ერთეული ხეები, რიგობრივი ან ჯგუფური განაშენიანება და სხვ.).
9. უახლოესი წყლის ობიექტების არსებობა (მდინარე, ტბა, გუბურა, წყალსაცავი და სხვ.) და მათი მოკლე დახასიათება.

---

* დაკვირვების სტაციონარული (ან სამარშრუტო) საგუშაგოს გახსნამდე დგება (და შემდგომ ყოველწლიურად ზუსტდება) მისი მდებარეობის აღწერა.

** აღწერას თან ერთვის საგუშაგოს განლაგების რაიონის გეგმა 2-3 კმ რადიუსში.

ცხრილი ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის გამოთვლისათვის ასპირაციული ფსიქრომეტრის საშუალებით

°C მშრალი თერმომეტრით	°C სველი თერმომეტრით																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	შეფარდებითი ტენიანობა, %																									
8	29	40	51	63	75	87	100																			
9	21	31	42	53	64	76	88	100																		
10	14	24	34	44	54	65	76	88	100																	
11		17	26	36	46	56	66	77	89	100																
12			20	29	38	48	57	68	78	89	100															
13			14	23	31	40	49	59	69	79	89	100														
14				17	25	33	42	51	60	70	79	89	100													
15					20	27	36	44	52	61	71	80	90	100												
16					15	22	30	37	46	54	63	71	81	90	100											
17						17	24	32	39	47	55	64	72	81	90	100										
18						13	20	27	34	41	49	56	65	73	82	91	100									
19							15	22	29	36	43	50	58	66	74	82	91	100								
20								18	24	30	37	44	52	59	66	74	83	91	100							
21								14	20	26	32	39	46	53	60	67	75	83	92	100						
22									16	22	28	34	40	47	54	61	68	76	84	92	100					
23									13	18	24	30	36	42	48	55	62	69	76	84	92	100				
24										15	20	26	31	37	43	49	56	63	70	77	84	92	100			
25											17	22	27	33	38	44	50	57	63	70	77	84	92	100		
26											14	19	24	29	34	40	46	52	57	64	71	77	85	92	100	
27												16	21	25	30	36	41	47	52	58	65	71	78	85	92	100

დანართი 4.3. (გაგრძელება)

^{0}C მშრალი თერმომეტრით	^{0}C სველი თერმომეტრით																
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	შეფარდებითი ტენიანობა, %																
28	13	18	22	27	32	37	42	48	53	59	65	72	78	85	93	100	
29	11	15	19	24	28	33	38	43	49	54	60	66	72	79	86	93	100
30		13	17	21	25	30	34	39	44	50	55	61	67	73	79	86	93
31		10	14	18	22	27	31	36	40	45	50	56	62	67	73	80	86
32			12	16	20	24	28	32	37	41	46	51	57	62	68	74	80
33			10	14	17	21	25	29	33	38	42	47	52	58	63	69	74
34				12	15	19	22	26	30	34	39	43	48	53	58	64	69
35				10	13	16	20	24	27	31	35	40	44	46	54	59	64
36					11	14	18	21	25	29	32	37	41	45	50	55	59
37						13	16	19	22	27	30	34	38	42	46	51	55
38						11	14	17	20	24	27	31	35	39	43	47	51
39							12	15	18	21	25	28	31	35	39	43	47
40							11	14	17	19	23	26	29	33	36	40	44

სიტუაციური ამოცანები

ამოცანა №1

დასაპროექტებელი ქალაქის ტერიტორიაზე გაბატონებულია დასავლეთის მიმართულების ქარები. განსაზღვრულია შემდეგი სამრეწველო ობიექტების აშენება: 1 — ქიმიური ბოჭკოს წარმოება (მავნეობის I კლასი) — ქალაქიდან 500 მ დაცილებით, დასავლეთის მიმართულებით; 2 — პლასტიკური მასების წარმოება (მავნეობის III კლასი) — ქალაქიდან 300 მ დაცილებით, აღმოსავლეთის მიმართულებით. პროექტით განსაზღვრულია აღნიშნული საწარმოების სანიტარიული დაცვის ზონების (სდზ) ტერიტორიის 20-25%-ის გამწვანება ხეებით და ბუჩქნარით. ქიმიური ბოჭკოს წარმოების სდზ-ის ფარგლებში განსაზღვრულია საბავშვო ბაღის, საავადმყოფოს, სახანძრო დეპოს განთავსება.

1. ქართა მარაოს და სდზ-ის მიხედვით შეაფასეთ სამრეწველო საწარმოებისათვის ტერიტორიების შერჩევის სისწორე;
2. შეაფასეთ სდზ-ის გამწვანების დაპროექტებული დონე.

ამოცანა №2

ქალაქის ტერიტორიაზე, მაგისტრალური ქუჩების ახლოს, ინტენსიური საავტომობილო მოძრაობის პირობებში, ნიადაგის ზედა ფენაში (0-25 სმ) აღმოჩენილია ტყვია და სხვა ქიმიური ნივთიერებები. შესასწავლ ტერიტორიასთან ახლოს განთავსებულია მთელი რიგი სამრეწველო საწარმოები: ცემენტისა და აზოტოვანი სასუქების ქარხნები — საცხოვ-რებელი ზონიდან 800 მ დაცილებით, სამკერვალო ფაბრიკა — 50 მ დაცი-ლებით. აღმოჩენილი ნივთიერებებიდან ზდკ-ს აღემატება ტყვიის ნეარ-თების შემცველობა.

1. დაასაბუთეთ ქალაქის ტერიტორიაზე საწარმოების განთავსების სისწორე;
2. დაადგინეთ ტყვიის მომატებული შემცველობის მიზეზი.

ამოცანა №3

ქალაქ „ბ"-ის აღმოსავლეთის მხრიდან (2 კმ-ის დაცილებით) განსაზღვრულია საღებავების ქარხნის მშენებლობა. მოსალოდნელია, ატმოსფერულ ჰაერში გამოიყოს ფენოლი ($ზდკ_{მაქს.ერთჯ.}$ — 0,01 მგ/მ^3) და გოგირდის დიოქსიდი ($ზდკ_{მაქს.ერთჯ.}$ — 0,5 მგ/მ^3). დასახლების ატმოსფერულ ჰაერში გოგირდის დიოქსიდის ფონური კონცენტრაცია შეადგენს 0,3 მგ/მ^3-ს. გაფრქვევის სიმაღლეა (H) 100 მ.

მოცემულ ტერიტორიაზე ზაფხულში გაბატონებული ქარების მიმართულებაა სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის. ქალაქის ატმოსფერულ ჰაერში ფენოლისა და გოგირდის დიოქსიდის საანგარიშო კონცენტრაციებია 0,0035 მგ/მ^3 და 0,0064 მგ/მ^3, შესაბამისად (ახალი საწარმოს ხარჯზე).

1. შეაფასეთ მიწის ზედაპირზე ჩირაღდნის დაშვების ადგილზე მინის ზედაპირზე ფენოლისა და გოგირდის დიოქსიდის მაქსიმალური კონცენტრაციები;
2. გამოიანგარიშეთ და შეაფასეთ ფენოლითა და გოგირდის დიოქსიდით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების დონე, რომელთაც სუმაციის ეფექტი გააჩნიათ;
3. გამოიანგარიშეთ მანძილი, რომელზეც მოხდება ჩირაღდნის დაშვება (X_a), შეაფასეთ საპროექტო სანარმოსა და სელიტებურ ტერიტორიას შორის გათვალისწინებული სანიტარიული დაცვის ზონის საკმარისობა შემდეგი ფორმულის გამოყენებით: $H_ა$=H.d, სადაც d=17;
4. შეაფასეთ ქარხნის მშენებლობისათვის ტერიტორიის შერჩევის სისწორე გაბატონებული ქარების გათვალისწინებით;
5. მიეცით სანიტარიული დასკვნა შერჩეულ ტერიტორიაზე საღებავების ქარხნის მშენებლობის მიზანშეწონილობის შესახებ.

ამოცანა №4

ქალაქ „კ"-ის ჩრდილო-დასავლეთის მხრიდან 5,2 კმ-ის დაცილებით დაპროექტებულია ნახევრად სინთეზური სამკურნალწამლო პრეპარატების ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხნის მშენებლობა, რომლის გამონაფრქვევები შეიცავს გოგირდის დიოქსიდს (ზდკ$_{მაქს.ერთჯ.}$ — 0,5 მგ/მ^3), ამიაკს (ზდკ$_{მაქს.ერთჯ.}$ — 0,2 მგ/მ^3), ფენოლს (ზდკ$_{მაქს.ერთჯ.}$ — 0,01 მგ/მ^3).

ქარხნიდან 5 კმ-ის დაცილებით (I_0) აღნიშნული ნივთიერებების მაქსიმალურმა ერთჯერადმა კონცენტრაციებმა უნდა შეადგინონ: გოგირდის დიოქსიდი — 0,5 მგ/მ^3, ამიაკი — 0,2 მგ/მ^3, ფენოლი — 0,01 მგ/მ^3.

მოცემულ ტერიტორიაზე ზაფხულში გაბატონებული ქარების მიმართულებაა ჩრდილო-დასავლეთი (ჩდ). ჩდ ქარების საშუალო წლიური განმეორებადობაა (P) 30%. ქარების საშუალო წლიური განმეორებადობა თითოეული 8 რუმბისათვის (P_0) წრიული ქართა მარაოს შემთხვევაში შეადგენს 12,5%-ს. გოგირდის დიოქსიდს, ამიაკს და ფენოლს გააჩნიათ მოქმედების სუმაციის ეფექტი.

1. შეაფასეთ და დაასაბუთეთ საპროექტო ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხნის მიერ ატმოსფერული ჰაერის შესაძლო (მოსალოდნელი) დაბინძურების ხარისხი;
2. მიეცით სანიტარიული დასკვნა შერჩეულ ტერიტორიაზე ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხნის მშენებლობის მიზანშეწონილობის შესახებ გაბატონებული ქარების გათვალისწინებით.

ამოცანა №5

დასაპროექტებელ ქალაქ „ქ"-ის აღმოსავლეთით გათვალისწინებულია განლაგდეს შემდეგი საწარმოები: 1 — ქიმიური ბოჭკოს წარმოება (მავნეობის 1 კლასი), 2 — პლასტიკური მასების წარმოება (მავნეობის 3 კლასი), 3 — თიხის ნაკეთობათა წარმოება (მავნეობის 5 კლასი).

განსაზღვრულია, აღნიშნული საწარმოების სანიტარიული დაცვის ზონების (სდზ) 10-15% გამწვანდეს ხეებითა და ბუჩქნარით. ქიმიური ბოჭკოს წარმოების სდზ-ის ფარგლებში განსაზღვრულია განლაგდეს: სახანძრო დეპო, მოსახლეობის საყოფაცხოვრებო მომსახურების ობიექტი, შერეული და სასურსათო მაღაზიები. გაბატონებულია აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები.

1. განსაზღვრეთ თითოეული საწარმოს სდზ-ის სიდიდე;
2. ქართა მარაოს მიხედვით შეაფასეთ სამრეწველო საწარმოებისათვის ტერიტორიის შერჩევის სისწორე;
3. შეაფასეთ სდზ-ის გამწვანების დონე და მასში მითითებული ობიექტების განლაგების მართებულობა;
4. მიეცით სანიტარიული დასკვნა შემოთავაზებულ პროექტს.

ამოცანა №6

დასაპროექტებელი ქალაქის ტერიტორიაზე გაბატონებულია დასავლეთის მიმართულების ქარები. განსაზღვრულია შემდეგი სამრეწველო ობიექტების აშენება:

1. მეტალურგიული ქარხანა (მავნეობის I კლასი) — ქალაქის სელიტებური ზონიდან 700 მ დაცილებით, დასავლეთის მიმართულებით;
2. კერამიკული წარმოება (მავნეობის V კლასი) — ქალაქის სელიტებური ზონიდან 50 მ დაცილებით, ჩრდილოეთის მიმართულებით.

სდზ-ის ტერიტორიის გამწვანება გათვალისწინებულია 25-30%-ის ფარგლებში.

1. შეაფასეთ სამრეწველო საწარმოებისათვის ტერიტორიის შერჩევის სიწორე ქართა მარაოს და სდზ-ის მიხედვით;
2. შეაფასეთ სდზ-ის გამწვანების დონე.

ამოცანა №7

დასაპროექტებელ ქალაქში განსაზღვრულია მეტალურგიული ქარხნის მშენებლობა, რომლის მარტენის საამქროში საწვავად გამოყენებული იქნება ქვანახშირი. გამონაფრქვევებში მტვრის ნაწილაკების სიდიდე 10-15 მკმ-ის ფარგლებშია. გამონაფრქვევების გასაწმენდად გათვალისწინებულია ელექტროფილტრების გამოყენება. საწარმოს სდზ განსაზღვრულია 800 მ-ის სიდიდით.

1. შეაფასეთ დაპროექტებული სდზ-ის სიდიდის შესაბამისობა ნორმატიულ მოთხოვნებთან;
2. შეაფასეთ გამწმენდი დანადგარების შერჩევის სისწორე და მიეცით შესაბამისი რეკომენდაცია.

ამოცანა №8

ქალაქში დაპროექტებულია ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურებაზე დაკვირვების სტაციონარული საგუშაგოების მოწყობა — ერთი საგუ-

შაგო 100000 მცხოვრებზე. გათვალისწინებულია დაკვირვება არასრული პროგრამით 1,7,13,19 სთ-ზე. განისაზღვრება SO_2, NO_2 და სპეციფიკური მინარევები, რომლებიც დამახასიათებელია სამრეწველო გამონაფრქვევებისათვის მოცემულ დასახლებაში.

1. შეაფასეთ საგუშაგოების შერჩევის შესაბამისობა მცხოვრებთა რაოდენობასთან;
2. შეაფასეთ პროგრამით გათვალისწინებული ნიმუშების აღების დროისა და შესასწავლი ინგრედიენტების შესაბამისობა დადგენილ კანონმდებლობასთან.

ამოცანა №9

ქალაქში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირებით ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების კვლევა დაგეგმილია საგუშაგოებზე, რომელთა რაოდენობა დამოკიდებულია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიურობაზე — 1 სთ-ში 500-დან 1000-მდე ავტომობილი. მაგისტრალებზე გაზომვა ტარდება ყოველ 2 სთ-ში, დილის 7-8 სთ-დან 21-22 სთ-მდე, ხოლო საცხოვრებელ რაიონებში -– 9,13,18 და 19 სთ-ზე. ჰაერის გაბინძურება ფასდება შემდეგი კომპონენტების განსაზღვრით: აზოტის დიოქსიდი, ბენზ(ა)პირენი, ტყვია, მური.

1. შეაფასეთ . მაგისტრალებზე გაზომვის ჯერადობის სისწორე;
2. შეაფასეთ საცხოვრებელ რაიონებში გაზომვების ჩატარებისა და კომპონენტების შესაბამისობა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან.

ამოცანა №10

დასაპროექტებელ ქალაქ „ა"-ს აღმოსავლეთით 1 კმ-ის დაცილებით განსაზღვრულია ნახევრადსინთეზური სამკურნალო პრეპარატების ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხნის მშენებლობა, რომლის წარმადობა 3-ჯერ აღემატება საპროექტო სიმძლავრეს. საწარმოს გამონაფრქვევები შეიცავს ამიაკს — 0,2 მგ/მ^3, ფენოლს — 0,01 მგ/მ^{3}და გოგირდის დიოქსიდს — 0,5 მგ/მ^3.

გაბატონებული ქარების მიმართულებაა ჩრდილო-დასავლეთის მხრიდან.

1. შეაფასეთ და დაასაბუთეთ საპროექტო ქარხნის მიერ ატმოსფერული ჰაერის შესაძლო გაბინძურების ხარისხი;
2. მიეცით დასკვნა ქარხნის მშენებლობის მიზანშეწონილობაზე გაბატონებული ქარების მიმართულების გათვალისწინებით.

ამოცანა №11

ქალაქ „ბ"-ში ატმოსფერული ჰაერის გაბინძურების მდგომარეობაზე დაკვირვება სტაციონარულ საგუშაგოებზე წარმოებს სრული პროგრამით. სინჯების აღება ხდება 1,7,13 სთ-ზე შემდეგ ინგრედიენტებზე: მტვერი, SO_2, CO_2.

1. შეაფასეთ საგუშაგოებზე სინჯების აღების დროისა და სისრულის სისწორე;
2. დასახეთ შესაბამისი ღონისძიებები.

ამოცანა №12

ქალაქის სელიტებური ზონის მიმდებარე ტერიტორიაზე, აღმოსავლეთის მიმართულებით 500 მ დაცილებით ფუნქციონირებს ალუმინის ქარხანა. გაბატონებული ქარების მიმართულებაა აღმოსავლეთიდან ქალაქის ტერიტორიისაკენ. მოსახლეობის ავადობის შესწავლით დადგინდა კბილების ემალის დაზიანების მომატების ტენდენცია. ატმოსფერული ჰაერის კვლევით აღმოჩენილია გოგირდის დიოქსიდისა და ფტორიდების მაღალი კონცენტრაციები.

1. შეაფასეთ ქარხნის ფუნქციონირებისათვის შერჩეული ტერიტორიის შესაბამისობა სანიტარიულ ნორმებთან სანიტარიული დაცვის ზონის დაცვის თვალსაზრისით და ტერიტორიის სერცევის სისწორე გაბატონებული ქარების მიმართულების გათვალისწინებით;
2. დადგინეთ მოსახლეობაში კბილების ემალის დაზიანების შემთხვევების ზრდის მიზეზი;
3. დასახეთ პროფილაქტიკის ღონისძიებები.

ამოცანა №13

ქალაქის აღმოსავლეთის მხრიდან 2 კმ-ის დაცილებით ფუნქციონირებს ნიკელის ქარხანა. მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესწავლით დადგინდა შიზოფრენიით ავადობის შედარებით მომატებული დონე. ატმოსფერულ ჰაერზე დაკვირვების შედეგად აღინიშნა ნიკელის, ბენზ(ა)პირენის და გოგირდწყალბადის მომატებული (ზდკ-ზე მეტი) კონცენტრაციები.

1. დაადგინეთ მოსახლეობის ავადობის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი ატმოსფეროს გაბინძურებასთან;
2. დაასაბუთეთ ღონისძიებები, რომლებიც უზრუნველყოფს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუმჯობესებას.

საკონტროლო ტესტები

1. აგმოსფეროს პაერის დაბინძურების კონცენტრაცია დამოკიდებულია: 1). გამონაფრქვევის სიდიდეზე; 2). მილის სიმაღლეზე; 3). მანძილზე გამოყოფის წყაროდან; 4). ქარების მიმართულებაზე (პირქარი, ზურგქარი); 5). ადგილმდებარეობის რელიეფზე.
ა) სწორია 1, 2, 3, 5;
ბ) სწორია 1, 2, 3, 4;
გ) სწორია 1, 2, 4, 5;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

2. ოქსიდანტების წარმოქმნას განაპირობებს: 1). აზოტის ოქსიდები; 2). ნახშირწყალბადები; 3). ულტრაიისფერი გამოსხივება; 4). ციკლონური ამინდი; 5). დღე-ღამის პერიოდი.
ა) სწორია 1, 2, 4;
ბ) სწორია 1, 2, 3;
გ) სწორია 1, 2, 5;
დ) სწორია 2, 3, 5.

3. ჩამოთვლილთაგან, ქვანახშირის წვის შედეგად პაერში გამოყოფილ სრული წვის პროდუქტებს არ მიეკუთვნება:
ა) აზოტის ოქსიდები;
ბ) ნახშირბადის მონოოქსიდი;
გ) გოგირდის ოქსიდები;
დ) წყლის ორთქლი.

4. აგმოსფეროს პაერის დაბინძურების დონის მიხედვით ყველაზე უარესია სათბობის შემდეგი სახეები:
ა) დაბალხარისხოვანი;
ბ) მცირე გოგირდშემცველი;
გ) გოგირდის მაღალი შემცველობის დაბალკალორიული;
დ) გოგირდშემცველი მაღალკალორიული

5. აგმოსფეროს პაერში ფოტოოქსიდანტების წარმოქმნა განპირობებულია:
ა) გოგირდის ნაერთებით;
ბ) ტყვიის ნაერთებით;
გ) აზოტის ოქსიდებზე და ნახშირწყალბადებზე ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით;
დ) დარიშხანის ნაერთებით.

6. ფოტოქიმიური ნისლის წარმოქმნის დროს ულტრაიისფერი დასხივების მეგავლენით განეითარებული ყველაზე მნიშვნელოვან პირველად რეაქციას წარმოადგენს:
ა) გოგირდოვანი ნაერთების გარდაქმნა;

ბ) ნახშირბადის დიოქსიდის წარმოქმნა;
გ) ნახშირბადის მონოოქსიდის წარმოქმნა;
დ) აზოტის ოქსიდის დაშლა.

7. ფოტოქიმიურ ნისლის წარმოქმნის პროცესში, ავტომანქანების გამონაბოლქვ აირებთან ერთად, მონაწილეობს აგრეთვე: 1). ტყვიის ოქსიდი; 2). ოლეფინი; 3). წყალბადის ოქსიდი; 4). ნახშირწყალბადები; 5). მური.
ა) სწორია 1, 3,
ბ) სწორია 2, 3;
გ) სწორია 2, 4;
დ) სწორია 4, 5.

8. აღნიშნულ მაჩვენებელთაგან რომელი გამოხატავს ატმოსფეროს დაბინძურების ყველაზე მაღალ სიდიდეებს:
ა) საშუალო წლიური;
ბ) ერთჯერადი;
გ) საშუალო სეზონური;
დ) საშუალო დღე-ღამური.

9. გოგირდის დიოქსიდის და შეწონილი ნივთიერებების ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედება ხასიათდება:
ა) ავთვისებიანი სიმსივნეების განვითარების შესაძლებლობით;
ბ) საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში წყლით მათი შეწოვის გამრდით და ტოქსიკური მოქმედების გაძლიერებით;
გ) აქტიური ბიოლოგიური ნაერთებია, რომელთა მოქმედებითაც ძლიერდება ორგა-ნიზმში გაბინძურებული წყლით, ჰაერით, საკვებით, მოხვედრილი ქიმიური ნაერთების უარყოფითი ეფექტი;
დ) არადამაკმაყოფილებელ მეტეოროლოგიურ პირობებში წარმოიქმნება ტოქსიკური ნისლი, რომელიც მრდის მოსახლეობაში სიკვდილიანობის დონეს.

10. ატმოსფეროს ჰაერზე სრული პროგრამით დაკვირვება არ ითვალისწინებს შემდეგი ინგრედიენტების გაზომვას:
ა) მტვრის;
ბ) გოგირდის დიოქსიდის;
გ) აზოტის დიოქსიდის;
დ) ბენზ(ა)პირენის;

11. მაგისტრალური ქუჩის საგუშაგოს პოლიციელებს სამუშაო დღის ბოლოს აღენიშნებათ სისხლში კარბოქსიჰემოგლობინის მომატება, რისი მიზეზიც უნდა იყოს ... მღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების მომატება:
ა) ნახშირბადის მონოოქსიდის;
ბ) ფთორიდების;
გ) ქლორირებული ნახშირწყალბადების;
დ) შეწონილი ნივთიერებების.

12. ატმოსფეროს მიწისზედა ფენის დამაბინძურებლების კონცენტრაციის ზრდას ხელს უწყობს: 1). ქარის სიჩქარის ზრდა; 2). ტემპერატურული გრადიენტის ზრდა; 3). ინეერსია; 4). ბარომეტრული წნევის შემცირება; 5). ტემპერატურის შემცირება.
ა) სწორია 1, 3;
ბ) სწორია 2, 4;
გ) სწორია 3, 5;
დ) სწორია 4, 5.

13. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებამ შეიძლება გარკვეული როლი ითამაშოს მოგიერთი სპეციფიკური დაავადების წარმოქმნაში. ეს დაავადებებია: 1). ენდემიური ჩიყვი; 2). ათეროსკლეროზი; 3). კარიესი; 4). იტაი-იტაი; 5). მინამატი.
ა) სწორია 1, 2;
ბ) სწორია 2;
გ) სწორია 3, 4;
დ) სწორია 4, 5.

14. ჩამოთვლილთაგან სამრეწველო საწარმოების სანიტარიული დაცვის ზონის ტერიტორიაზე შეიძლება განლაგდეს:
ა) ჭაბურღილები ცენტრალიზებული სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგებისათვის;
ბ) სასმელ-სამეურნეო წყლის ხარისხის გამაუმჯობესებელი დანადგარები;
გ) საწვავ-საპოხი მასალების საწყობები;
დ) სუფთა სასმელ-სამეურნეო წყლის რეზერვუარები.

15. ყველაზე დამაჯერებელია ატმოსფერული დაბინძურების ჯანმრთელობაზე გავლენის შესწავლის მონაცემები:
ა) მუშების;
ბ) ბავშვების;
გ) მოსამსახურეების;
დ) სოფლის მეურნეობის მუშაკების.

16. ატმოსფერული ჰაერის ფისოვანი კანცეროგენური ნივთიერებით დაბინძურების საწინააღმდეგო მთავარ საშუალებას წარმოადგენს: 1). მცირე წარმადობის საქვაბეების გადაყვანა ბუნებრივ აირზე; 2). ბუნებრივი აირის ქურების შეცელა ელექტროქურებით; 3). კვარტალურ საქვაბეებში საწვავად ბუნებრივი აირის გამოყენება; 4). მსხვილ რაიონულ თბოელექტროცენტრალებში ბუნებრივი აირის დაწვა; 5). გამაცხელებლებში ბუნებრივი აირის შეცელა ელექტროდენით.
ა) სწორია 1, 2, 5;
ბ) სწორია 2, 3, 5;
გ) სწორია 1, 3, 4;
დ) სწორია 3, 4, 5.

17. ქალაქში გზაჯვარედინზე ჰაერის ნიმუშის ასაღებ სტაციონარულ პუნქტში ატმოსფეროს ჰაერში აღმოჩნდა ნახშირბადის მონოოქსიდის, აზოტის ოქსიდების, ნახშირწყალბადებისა და ოქსიდაზტების მომატებული კონცენტრაციები, რომლის მიზეზი შეიძლება იყოს ... გამონაყოფები:
ა) სინთეზური კაუჩუკის წარმოების;
ბ) ავტოტრანსპორტის;
გ) კალიუმის ციანიდის წარმოების;
დ) ცემენტის წარმოების.

18. საცხოვრებელი მასივის ტერიტორიაზე მაგისტრალური ქუჩების ახლოს ნიადაგის ზედა (0-25 სმ) ფენაში აღმოჩენილია ტყვია, რისი მიზეზიც შეიძლება იყოს გამონაფრქვე-ვები:
ა) ცემენტის წარმოების;
ბ) ავტოტრანსპორტის;
გ) ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის;
დ) აზოტოვანი სასუქების ქარხნის.

19. დაბინძურებული ატმოსფეროს ჰაერის მემოქმედებამ გამოიწვია მოსახლეობაში ფილტვის კიბოთი ავადობის გაზრდა. აღნიშნულის მიზეზი შეიძლება ყოფილიყო:
ა) ატმოსფეროს ჰაერში გოგირდის ოქსიდით წარმოქმნილი სმოგი;
ბ) ალუმინის წარმოების რაიონებში გარემოში დიდი რაოდენობით გამოყოფილი ფთორის შენაერთები;
გ) სამრეწველო ქალაქებში ნისლის დროს ატმოსფეროს სმოგით დაბინძურება;
დ) საწვავის წვის შედეგად გამოყოფილი მური და არასრული წვის პროდუქტები, რომელთა შემადგენლობაშიც შედის კანცეროგენების შემცველი ფისოვანი ნივთიერებები.

20. ჩამოთვლილთაგან, ქალაქის კარგი აერაციის ხელშემშლელი ფაქტორია:
ა) ჰაერის ნაკადის მიმართულება და სიჩქარე;
ბ) დაბალსართულიანი მშენებლობა;
გ) ქუჩების მიმართულება;
დ) ტერიტორიის განაშენიანების მაღალი სიმჭიდროვე.

21. რა მნიშვნელობა აქვს ჰაერის ტენიანობას ატმოსფეროს დაბინძურების განვითარებაში?
ა) ნისლის პირობებში განსაკუთრებით მაღალია გაბინძურება;
ბ) ნისლის პირობებში ჰაერის გაბინძურება კლებულობს;
გ) ჰაერის ტენიანობა ფანტავს დამტვერიანებას;
დ) ნისლის პირობებში განსაკუთრებით დაბალია ჰაერში მტვრის შემცველობა.

22. მეთილენერცხლისწყლით ატმოსფეროს დაბინძურებამ შეიძლება გამოიწვიოს:
ა) იტაი-იტაი;
ბ) იუშოს დაავადება;

გ) ბერილიოზი;
დ) მინამატის დაავადება.

23. პოლიქლორირებული ბიფენილებით ატმოსფეროს დაბინძურებამ შეიძლება გამოიწვიოს:
ა) იტაი-იტაი;
ბ) იუშოს დაავადება;
გ) ბერილიოზი;
დ) ფლუოროზი.

24. ჩამოთვლილთაგან, ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სანიტარიულ-ტექნიკურ ღონისძიებებს მიეკუთვნება:
ა) ქალაქის ტერიტორიის ზონირება;
ბ) სანიტარული დაცვის ზონების ორგანიზება;
გ) საცხოვრებელი რაიონების დაგეგმარება;
დ) ელექტროსტატიკური ფილტრების გამოყენება.

25. ჩამოთელილთაგან, ატმოსფერული ჰაერის დაცვის დაგეგმარებით ღონისძიებებს მიეკუთვნება:
ა) მშრალი მექანიკური გაწმენდა;
ბ) ელექტროფილტრების გამოყენება;
გ) სველი გაწმენდის აპარატების გამოყენება;
დ) ქალაქის ტერიტორიის ზონირება.

საკონტროლო ტესტების პასუხები

თავი 1. სასმელი წყლისა და დასახლებების წყალმომარაგების პიგიენა

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
გ	დ	გ	გ	დ	გ	დ	დ	ბ	დ	დ	დ	დ
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	-
ბ	დ	დ	ა	დ	ა	ბ	ა	ა	ბ	დ	ბ	-

თავი 2. წყლის ობიექტების სანიტარიული დაცვა

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
გ	დ	გ	დ	დ	ა	დ	ა	გ	გ	ბ	გ	გ
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	-
დ	გ	დ	ბ	დ	ა	ა	დ	ა	ბ	გ	დ	-

თავი 3. ნიადაგის პიგიენა და დასახლებების სანიტარიული დაცვა

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ა	დ	ბ	გ	დ	დ	ა	ბ	დ	ბ	დ	გ	დ
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	-
ა	ბ	ა	ა	დ	დ	გ	გ	ბ	ბ	გ	დ	-

თავი 4.ატმოსფერული პაერის პიგიენა

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
დ	ბ	დ	გ	გ	დ	გ	ბ	დ	დ	ა	გ	დ
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	-
გ	ბ	გ	ბ	ბ	დ	დ	ა	დ	ბ	დ	ა	-

ლიტერატურა

1. Агаджанян Н.А., Ступаков Г.П. и др. Экология, здоровье, качество жизни.- М.: Астрахань: 1996.- 246 с.
2. Большаков А.М., Маймулов В.Г. Общая гигиена. М.: ГЭОТАР-Медия. – 2006.- 736 с.
3. Гончарук Е.И. Коммунальная гигиена. Киев: Здоров'я. – 2006. – 792 с.
4. Коммунальная гигиена. Под ред. К.И. Акулова, К.А. Буштуевой. М.: Медицина. 1986. - 608 с.
5. Мазаев В.Т., Королев А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена. Под ред. В.Т. Мазаева. 2-е изд. Часть 1. М.: ГЕОТАР-Медиа. 2005. - 304 с.
6. Мазаев В.Т., Гимадеев М.М., Королев А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена. Под ред. В.Т. Мазаева. 2-е изд. Часть 2. М.: ГЕОТАР-Медиа. 2007. - 336 с.
7. Румянцев Г.И. Гигиена. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-МЕД. - 2009.- 608 с.
8. Enviromental medicine – Stuart M, Brooks. 1995. p.780.
9. Occupational and Enviromental medicine – Edited by Josep LaDou, 1997.

შენიშვნა: სახელმძღვანელოში გამოყენებული ფაქტობრივი მასალის უმეტესობა აღებულია პროფილური დაწესებულებების ანგარიშებიდან, ხოლო გარკვეული ნაწილი — ლიტერატურის ჩამონათვალში მითითებული წყაროებიდან.

გარემოს ჰიგიენის სფეროს მარეგულირებელი ძირითადი საკანონმდებლო-ნორმატიული აქტები

დ.1.1. საკანონმდებლო აქტები

№	დოკუმენტის დასახელება
1	2
I.	**საქართველოს კანონები**
1.	„ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ"
2.	„წყლის შესახებ"
3.	„გარემოს დაცვის შესახებ"
	„ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ"
	„ნიალის შესახებ"
4.	„საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ"
5.	"სურსათის უვნებლობისა და ხარისხის შესახებ"
6.	„იოდის, სხვა მიკროელემენტებისა და ვიტამინების დეფიციტით გამოწვეული დაავადებების პროფილაქტიკის შესახებ"
7.	„ბირთვული და რადიაციული უსაფრთხოების შესახებ"
8.	„ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ"
9.	„საქართველოს ტერიტორიაზე ნარჩენების ტრანზიტისა და იმპორტის შესახებ"
10.	„გარემოს დაცვის სახელმწიფო კონტროლის შესახებ"
11.	„პესტიციდებისა და აგროქიმიკატების შესახებ"
12.	„საქართველოს სანიტარიული კოდექსი"
13.	„საქართველოს ადმინისტრაციულ სამართალდარღვევათა კოდექსი"
14.	"საქართველოს ტერიტორიაზე ნარჩენების ტრანზიტისა და იმპორტის შესახებ"
II.	**პრეზიდენტის ბრძანებულებები და განკარგულებები**
1.	საქართველოს პრეზიდენტის 1999 წლის 16 მარტის№807 ბრძანებულება „ჯანმრთელობის ხელშეწყობისა და ცხოვრების ჯანსაღი წესის დამკვიდრების სახელმწიფო პროგრამის 1999-2005 წლების ღონისძიებათა ნუსხის დამტკიცების შესახებ"
2.	საქართველოს პრეზიდენტის 2002 წლის 6 ნოემბრის №469 ბრძანებულება „მიკროორგანიზმებითა და მიკრობული წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით დაბინძურებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ დებულების დამტკიცების თაობაზე"
3.	საქართველოს პრეზიდენტის 2003 წლის 24 მარტის №326 განკარგულება „გარემოს ჰიგიენის ეროვნული სამოქმედო გეგმის დამტკიცების შესახებ";
4.	საქართველოს პრეზიდენტის 2003 წლის 14 სექტემბრის №445 ბრძანებულება საქართველოს დასახლებული პუნქტების ჩამონათვალის დამტკიცების შესახებ, რომელთათვისაც ყოველწლიურად გამოითვლება ატმოსფერული ჰაერის მაუნე ნივთიერებებით დაბინძურების ინდექსების სიდიდეები
5.	საქართველოს პრეზიდენტის 2008 წლის 26 აგვისტოს №415 ბრძანებულება ,,ბუნებრივი და ტექნოლოგიური ხასიათის საგანგებო სიტუაციებზე ეროვნული გეგმის დამტკიცების შესახებ"

1	2
III.	მთავრობის დადგენილებები და განკარგულებები
1.	საქართველოს მთავრობის 2006 წლის 24.02. №45 დადგენილება „საქართველოს მიერ სხვა ქვეყნების ტექნიკური რეგლამენტების აღიარებისა და მოქმედების წესის შესახებ"
2.	საქართველოს მთავრობის 2007 წლის 30.05. №111 დადგენილება „სურსათისა და სურსათთან დაკავშირებული ტარის პიგიენური სერტიფიკატის გაცემის წესის დამტკიცების თაობაზე"
3.	საქართველოს მთავრობის 2011 წლის 21 აპრილის N907 განკარგულება „საქართველოში მდგრადი ორგანული დამბინძურებლების შესახებ ეროვნული სამოქმედო გეგმის დამტკიცების თაობაზე".
IV.	ჯანმრთელობის დაცვის მინისტრის ბრძანებები
1.	საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის მინისტრის 1999 წლის 8 დეკემბრის №490/ო ბრძანება – სანიტარიულ-ჰიგიენური და ეპიდემიოლოგიური ნორმატიული და მეთოდური დოკუმენტების კლასიფიკატორი
V.	საერთაშორისო კონვენციები
1.	რიოს დეკლარაცია „გარემოსა და განვითარებისათვის"
2.	ბაზელის კონვენცია „სახიფათო ნარჩენების ტრანსსასაზღვრო გადაზიდვასა და მათ განთავსებაზე კონტროლის შესახებ"
3.	ორჰუსის კონვენცია „გარემოსდაცვით საკითხებთან დაკავშირებული ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის, გადაწყვეტილების მიღების პროცესში საზოგადოების მონაწილეობისა და ამ სფეროში მართლმსაჯულების საკითხებზე ხელმისაწვდომობა"
4.	კიოტოს ოქმი (პროტოკოლი) – გაერო-ს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო—კონვენციის ფარგლებში დადებულ დამატებით საერთაშორისო შეთანხმება

დ.1.2. გარემოს ჰიგიენის სპეციალობით 2001-2011 წლებში შემუშავებული და საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანებებით დამტკიცებული სანიტარიულ-ჰიგიენური და ეპიდემიოლოგიური ნორმირების ერთიანი სახელმწიფო სისტემის დოკუმენტების ჩამონათვალი

№	დოკუმენტი	ბრძანება*	გამოქვეყნება*
1	2	3	4
1.	რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები (რუნ-2000)	№151/6, 2000 წლის 4 ივლისი; №132/6, 2001 წლის 26 მარტი	№33, 2001
2.	„საქართველოს ტერიტორიაზე წარმოების, გამოყენების და ექსპორტ-იმპორტის აკრძალვას ან მკაცრად შეზღუდულ გამოყენებას დაქვემდებარებული საშიში ქიმიური ნივთიერებების ნუსხა	№133/6, 2001 წლის 26 მარტი	„-„
3.	თამბაქოს ნანარმში და მის კვამლში ტოქსიკური ნაერთების, ნიკოტინისა და ფისის შემცველობის ზღვრულად დასაშვები დონეები	№310/6, 2001 წლის 16 აგვისტო, ცვლილება - №57/6, 2002 წლის 13 მარტი	№89, 2001 №27, 2002
4.	სასმელი წყალი. ჰიგიენური მოთხოვნები სასმელი წყალმომარაგების ცენტრალიზებული სისტემების წყლის ხარისხისადმი. ხარისხის კონტროლი	№297/6, 2001 წლის 16 აგვისტო	№90, 2001
5.	ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები და ნორმები	„-„	„-„
6.	ჰიგიენური მოთხოვნები არაცენტრალიზე-ბული წყალმომარაგების წყლის ხარისხისადმი. წყაროების სანიტარიული დაცვა	„-„	„-„
7.	მოსახლეობის წყალმომარაგების ადგილებში ზღვის სანაპირო წყლის დაცვა დაბინძურებისაგან	„-„	„-„

* საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება.
** საქართველოს იუსტიციის სამინისტროს ოფიციალური ორგანო – საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, ნაწილი III.

1	2	3	4
8.	წყალმომარაგების წყაროების და სასმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყალსადენების სანიტარიული დაცვის ზონები	„-„	„-„
9.	ჰიგიენური მოთხოვნები დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დაცვისადმი	„-„	„-„
10.	დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები	„-„	„-„
11.	ჰიგიენური მოთხოვნები ნახმარი წყლებისა და მათი ნალექების სარწყავად და სასუქად გამოყენებისადმი	„-„	„-„
12.	რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება	„-„	„-„
13.	ფიზიკური ფაქტორების დასაშვები დონეების სანიტარიული ნორმები სახალხო მოხმარების საგნების გამოყენებისას საყოფაცხოვრებო პირობებში	„-„	„-„
14.	ხმაური სამუშაო ადგილებზე, საცხოვრებელი, საზოგადოებრივი შენობების სათავსებში და საცხოვრებელი განაშენიანების ტერიტორიაზე	„-„	„-„
15.	სანარმოო ვიბრაცია, ვიბრაცია საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების სათავსებში	„-„	„-„
16.	საავადმყოფოების, სამშობიარო სახლებისა და სხვა სამკურნალო სტაციონარების მოწყობის, გამართვისა და ექსპლუატაციის სანიტარიული წესები	№298/6, 2001 წლის 16 აგვისტო	„-„
17.	საწარმოო ტრანსფუზიოლოგიის დანესებუ\ლებებისადმი წაყენებული სანიტარიულ-ჰიგიენური და ეპიდემიოლოგიური მოთხოვნები	№299/6, 2001 წლის 16 აგვი-სტო;ცვლი-ლება - №79/6, 15.04.04	„—„, №5, 2004
18.	სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანესებულებების ნარჩენების შეგროვების, შენახვისა და გაუვნებლების წესები	№300/6, 2001 წლის 16 აგვისტო	№90, 2001

1	2	3	4
19.	საცურაო აუზების მონყობის, ექსპლუატაციისა და წყლის ხარისხისადმი წაყენებული ჰიგიენური მოთხოვნები	№306/6, 2001 წლის 16 აგვისტო	„-„
20.	ჰიგიენური მოთხოვნები პირის ღრუს ჰიგიენური საშუალებების წარმოების, ხარისხისა და უსაფრთხოებისადმი	№307/6, 2001 წლის 16 აგვისტო	„-„
21.	ჰიგიენური მოთხოვნები პარფიუმერულ-კოსმეტიკური პროდუქციის წარმოებისა და უსაფრთხოებისადმი	„-„	„-„
22.	გარემოს ობიექტებში პესტიციდების შემცველობის ჰიგიენური ნორმატივები	№309/6, 2001 წლის 16 აგვისტო	„-„
23.	ქვეყანაში სამედიცინო და პროფილაქტიკური სადეზინფექციო საქმიანობის სრულყოფის შესახებ	№64/6, 2002 წლის 19 მარტი, ცვლილება - №275/6, 2006 წლის 18 ოქტომბერი	
24.	სამუშაო ადგილებზე, საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში, საცხოვრებელი განაშენიანების ტერიტორიებზე ინფრაბგერის სანიტარიული ნორმები	№257/6, 2002 წლის 17 სექტემბერი	№95, 2002
25.	მიკროორგანიზმებითა და მიკრობული წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით დაბინძურებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ	საქართველოს პრეზიდენტის 2002 წლის 6 ნოემბრის №469 ბრძანებულება	—
26.	მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაყრების პოლიგონების მონყობისა და ექსპლუატაციის სანიტარიული წესებისა და ნორმები	№36/6, 2003 წლის 24 თებერვალი	№17, 2003
27.	ბირთვული ობიექტების სანიტარიულ-ჰიგიენური პასპორტი	№37/6, 2003 წლის 24 თებერვალი	„-„
28.	დასახლებული ადგილების ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები	№38/6, 2003 წლის 24 თებერვალი	№16, 2003

1	2	3	4
29.	დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის ჰიგიენური შეფასება	„-„	„-„
30	ნიადაგების ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასება	„-„	„-„
31.	რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების მქონე ობიექტების სანიტარიულ-დაცვითი ზონის განსაზღვრა	„-„	„-„
32.	ჰიგიენური მოთხოვნები რენტგენის კაბინეტების, აპარატების ექსპლუატაციის და რენტგენოლოგიური გამოკვლევების ჩატარებისადმი	№41/6, 2003 წლის 4 მარტი	„-„
33.	სამედიცინო დაწესებულებათა რადიოლოგიური განყოფილებების რადიაციული დოზიმეტრული კონტროლის ორგანიზაცია და ჩატარება	„-„	„-„
34.	რადიოლოგიური გამოკვლევების დროს პაციენტის დასხივების დოზების დადგენა და მათი საკონტროლო დონეები	„-„	„-„
35.	რადიაქტიურ ნივთიერებებთან და მაიონებელი გამოსხივების წყაროებთან მუშაობის ძირითადი სანიტარიული წესები	№42/6, 2003 წლის 4 მარტი	№20, 13.03.03
36.	განსაკუთრებულ შემთხვევებში წყალმოსარ-გებლეთა უფლებების შეზღუდვის წესები	№308/6, 2002 წლის 5 ნოემბერი	„-„
37.	სანიტარიული წესები სტომატოლოგიური პროფილის ამბულატორიულ-პოლიკლინიკური დაწესებულებისათვის	№309/6, 2002 წლის 5 ნოემბერი	№113, 2002
38.	სამკურნალო კატეგორიას მიკუთვნებული წყლის ობიექტების ნუსხა და მინერალური წყლის ხარისხისადმი წაყენებული ჰიგიენური მოთხოვნები	№310/6, 2002 წლის 5 ნოემბერი	„-„
39.	საშიში ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიკაციის შესახებ	№79/6, 2003 წლის 7 აპრილი	№33, 2003
40.	საშიში ქიმიური ნივთიერებების ნიშანდებისა და ეტიკეტირების წესი	№80/6, 2003 წლის 7 აპრილი	„-„
41.	საშიშ ქიმიურ ნივთიერებასთან უსაფრთხო მოპყრობის თაობაზე საინფორმაციო ფურცელი	№81/6, 2003 წლის 7 აპრილი	„-„

1	2	3	4
42.	საშიში ქიმიური ნივთიერებების სახელმწიფო ექსპერტიზისა და სახელმწიფო გამოცდის წესისა და პროცედურის შესახებ	№82/6, 2003 წლის 7 აპრილი	„-„
43.	საშიში ქიმიური ნივთიერებების გამოყენების შეზღუდვის ან აკრძალვის წესი	№83/6, 2003 წლის 7 აპრილი	„-„
44.	საქართველოს ტერიტორიის სანიტარიული დაცვის წესები	№127/6, 2003 წლის 11 ივნისი	№57, 17.06.2003
45.	სხვადასხვა სიმძლავრის ამბულატორიულ-პოლიკლინიკური დაწესებულებების მოწყობის, აღჭურვისა და ექსპლუატაციის სანიტარიული წესები	№233/6, 2003 წლის 6 ოქტომბერი	№№119 16.10.2003 გაუქმებულია
46.	საწარმოების, ნაგებობებისა და სხვა ობიექტების სანიტარიული დაცვის ზონები და სანიტარიული კლასიფიკაცია	№234/6, 2003 წლის 6 ოქტომბერი	„-„
47.	აფთიაქების მოწყობისა და ექსპლუატაციის სანიტარიული წესები	№282/6, 2003 წლის 12 ნოემბერი	№134, 2003
48.	ჰიგიენური მოთხოვნები ჩამოსხმული სასმელი წყლის ხარისხისადმი	№306/6, 2003 წლის 27 ნოემბერი	№141, 2003
49.	ჰიგიენური მოთხოვნები ქიმწმენდის საამქროებისადმი	№283/6, 2003 წლის 12 ნოემბერი	№134, 2003
50.	ჰიგიენური მოთხოვნები საუნებისა და აბანოებისადმი	№283/6, 2003 წლის 12 ნოემბერი	„-„
51.	საერთაშორისო მიმოსვლის სატრანსპორტო საშუალებებზე დეზინფექციის, დეზინსექციის, დერატიზაციისა და დეზაქტივაციის საქმის ორგანიზებისა და განხორციელების წესები	№336/6, 2003 წლის 18 დეკემბერი	№148, 2003
52.	მსხვილმასშტაბიანი რადიაციული ავარიების დროს სანიტარიულ-ჰიგიენური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებების ორგანიზების მეთოდური მითითებები	№8/6, 2004 წლის 14 იანვარი	№11, 2004
53.	რადიოიზოტოპური ლაბორატორიების მოწყობისა და მედიცინაში ღია რადიოფარმპრეპარატების გამოყენების სანიტარიული წესები და ნორმები	№10/6, 2004 წლის 15 იანვარი	„-„

1	2	3	4
54.	წყლის სინჯის აღების სანიტარიული წესები	№15/6, 2004 წლის 22 იანვარი	№13, 2004
55.	წყალმომარაგების სისტემაში გამოყენებული მასალების, რეაგენტების, მოწყობილობებისა და ტექნოლოგიების ჰიგიენური შეფასების მეთოდური მითითებები	№16/6, 2004 წლის 22 იანვარი	„-„
56.	წყლის გაუსნებოვნება ულტრაიისფერი გამოსხივების მეთოდის გამოყენებით	№17/6, 2004 წლის 22 იანვარი	„-„
57.	ჰიგიენური მოთხოვნები სამრეწველო, სამედიცინო და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების საჰაერო და კონტაქტური ულტრაბგერის წყაროებთან მუშაობისადმი	№76/6, 2004 წლის 14 აპრილი	№45, 2004
58.	პათოგენურ ბიოლოგიურ აგენტებზე (პათოგენურ მიკროორგანიზმებზე) მუშაობის სანიტარიული ნორმები	№317/6, 2005 წლის 6 დეკემბერი	№143, 2005
59.	ცენტრალიზებული და ადგილობრივი წყალმომარაგების სასმელ-სამეურნეო წყლის ქლორით გაუსნებოვნებისა და წყალსადენის ნაგებობის დეზინფექციის სანიტარიული წესები	№250/6, 2006 წლის 15 სექტემბერი	№129 2006
60.	მიწისქვეშა წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის სანიტარიული წესები	№251/6, 2006 წლის 15 სექტემბერი	—
61.	ინფექციურ და სხვა დაავადებები, რომელთა ხასიათმა, სიმძიმემ და ხანგრძლივობამ შეიძლება საფრთხე შეუქმნას საქართველოს მოსახლეობას და რომელიც შეძლება გახდეს უცხოელთათვის საქართველოში ბინადრობის ნებართვის გაცემაზე უარის თქმის საფუძველი	№300/6, 2006 წლის 14 ნოემბერი	—
62.	სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი	№349/6, 2007 წლის 17 დეკემბერი	№179, 2007
63.	საწარმოო და არასაწარმოო ობიექტების ჩამდინარე წყლების ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვების ტექნიკური რეგლამენტი	№745, 2008 წლის 13 ნოემბერი*	--

* საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის ბრძანება.

1	2	3	4
64.	წყალსატევებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზ.დ.ჩ.) ნორმატივების გაანგარიშების მეთოდიკა	№105, 1996 წლის 12 აგვისტო*	—
65.	ინსტრუქცია „სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას, აფეთქების სამუშაოების განხორციელებისას, ნაყარების განლაგებისას და ექსპლუატაციისას ატმოსფერული ჰაერის დაცვის წესების შესახებ“	№27--№105—№23—№316/6, 2002 წლის 1-7-1-8 ნოემბერი*	—
66.	ინსტრუქცია „არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ პირობებში ატმოსფერული ჰაერის დაცვის წესების შესახებ“	№01/01-01/146—№106—№23—№314/6, 2002 წლის 12-7-1-8 ნოემბერი*	

* საქართველოს გეოლოგიის სახელმწიფო დეპარტამენტის თავმჯდომარის, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის მინისტრის, საქართველოს ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის უფროსისა და საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ერთობლივი ბრძანება.

* საქართველოს ეკონომიკის, მრეწველობისა და ვაჭრობის მინისტრის, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის მინისტრის, საქართველოს ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის უფროსისა და საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ერთობლივი ბრძანება.

გარემოს ჰიგიენის ტერმინოლოგიის განმარტებითი ლექსიკონი

- ***აბიოტური*** ფაქტორები – ორგანიზმზე მოქმედი არაორგანული გარემოს ფაქტორები (ქიმიური, ფიზიკური).
- ***ადამიანის მიერ სახეცვლილი (კულტურული, ხელოვნური)*** გარემო – გარემოს შემადგენელი ნაწილი, რომელიც მოიცავს ადამიანის მიერ სახეცვლილ ბუნებრივ გარემოს, სახეცვლილ და შერეული ტიპის ეკოსისტემებს, ურთიერთდამოკიდებულებაში მყოფ სახეცვლილ ბუნებრივ ელემენტებს და მათ მიერ ჩამოყალიბებულ ანთროპოგენულ ლანდშაფტებს.
- ***ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი*** (ადპ) — წარმოადგენს ატმოსფეროს უნარს განაზავოს ატმოსფერულ ჰაერში არსებული მინარევები და მოიცავს მეტეოროლოგიური ფაქტორების კომპლექსს.
- ***ატმოსფერული ჰაერი*** – ატმოსფერული გარსის ჰაერი, შენობა-ნაგებობებში არსებული ჰაერის გარდა.
- ***ბიოტური*** ფაქტორები – ადგილსამყოფელის პირობები, რომელსაც ქმნის ორგანიზმის ირგვლივ არსებული სხვა ორგანიზმები.
- ***ბუნებრივი*** გარემო – გარემოს შემადგენელი ნაწილი, რომელიც მოიცავს ურთიერთდამოკიდებულებაში მყოფ ბუნებრივ ელემენტებს და მათ მიერ ჩამოყალიბებულ ბუნებრივ ლანდშაფტებს.
- ***ბუნებრივი გარემოს ჰიგიენა*** – გარემოს ჰიგიენის შემადგენელი ნაწილი. განიხილავს გარემოს ჰიგიენის ისეთ ფაქტორებს, რომლებიც ადამიანის ცხოვრების სანიტარიულ პირობებსა და მის ჯანმრთელობაზე გავლენას ახდენს ბუნებრივ, სახეუცვლელ მდგომარეობაში.
- ***გარემო*** – ბუნებრივი გარემოსა და ადამიანის მიერ სახეცვლილი (კულტურული) გარემოს ერთობლიობა, რომელიც ურთიერთდამოკიდებულებაში მყოფ ცოცხალ და არაცოცხალ, შენარჩუნებულ და ადამიანის მიერ სახეცვლილ ბუნებრივ ელემენტებს, ბუნებრივ და ანთროპოგენულ ლანდშაფტებს აერთიანებს.
- ***გარემოს დაბინძურების ინტეგრირებული კონტროლის სისტემა*** – გარემოს დაბინძურების რეგულირების ისეთი სისტემა, რომელიც ეფუძნება დაბინძურების აკუმულირების უნარის მქონე გარემოს ძირითადი კომპონენტების – მიწის, წყლისა და ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ინტეგრირებულ (კომპლექსურ) კონტროლს.
- ***გარემოს დაცვა*** – ადმინისტრაციულ, სამეურნეო, ტექნოლოგიურ, პოლიტიკურ, სამართლებრივ და საზოგადოებრივ ღონისძიებათა ერთობლიობა,რომელიც უზრუნველყოფს გარემოში არსებული ბუნებრივი წონასწორობის შენარჩუნებას და აღდგენას.

- ***გარემოსდაცვითი ნებართვა*** — საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს, მისი რეგიონალური და ადგილობრივი ორგანოებისა და აჭარის და აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკების გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროების წერილობითი გადაწყვეტილება. მისი შინაარსი, ფორმა (გაფორმების წესი) და გაცემის პროცედურა განსხვავებულია საქმიანობის კატეგორიის მიხედვით. გარემოსდაცვითი ნებართვა არის ინტეგრირებული ნებართვა, რომელიც შეიცავს ნებართვას გამონაბოლქვზე, ნარჩენების განთავსებაზე და სხვა. გარემოსდაცვით ნებართვას საჭიროებს მხოლოდ ის საქმიანობა, რომლის განხორციელება დაგეგმილი იყო „გარემოსდაცვითი ნებართვის შესახებ" საქართველოს კანონის ძალაში შესვლის შემდეგ.
- ***გარემოს ფაქტორი*** – გარემოს ბუნებრივი ან ანთროპოგე-ნური (ხელოვნური) წარმოშობის ნებისმიერი ქიმიური, ფიზი-კური, ბიოლოგიური ან ფსიქოფიზიოლოგიური კომპონენტი, რომელსაც შეუძლია გავლენა მოახდინოს ადამიანის ორგანიზმზე და მისი ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე.
- ***გარემოს ჰიგიენა*** – ჰიგიენური მეცნიერების დამოუკიდებელი მიმართულება (დისციპლინა), შეისწავლის დასახლებული ადგილების პირობებში გარემოს ფაქტორების გავლენას ადამიანის ჯანმრთე-ლობაზე და ცხოვრების სანიტარიულ პირობებზე, რის საფუძველზეც შეიმუშავებს სანიტარიულ-ჰიგიენურ ნორმატიულ დოკუმენტებს, რომელთა მოთხოვნების დაცვა უზრუნველყოფს მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და ცხოვრების კეთილსასურველი პირობების შენარჩუნებას.
- ***დაბინძურება*** – საშიში ნივთიერების განთავსება, გამოშვება, გადაღვრა, გაჟონვა, გადატუმბვა, დაღვრა, დაცლა, გარემოში გადაყრა, მათ შორის, საშიში ნივთიერების შემცველი კონტეინერების, ცისტერნების და სხვა დახურული სათავსების მიტოვება ან დაცლა; ავტომობილის, მატარებლის, თვითმფრინავის ან გემის ძრავის გამონაბოლქვის, აგრეთვე ისეთი დაბინძურების გარდა, რომელიც ზიანს აყენებს მხოლოდ სამუშაო ტერიტორიაზე მყოფ ადამიანებს, თუ მათ შეუძლიათ პრეტენზია წაუყენონ თავიანთ უშუალო უფროსს.
- ***დასაშვები დონე*** – ფაქტორის ისეთი სიდიდე, რომელიც არ იწვევს ადამიანზე პირდაპირ ან ირიბ უარყოფით მოქმედებას, არ აქვეითებს მის მუშაობისუნარიანობას, არ მოქმედებს უარყოფითად მის თვითგრძნობასა და განწყობაზე, არ იწვევს ამ ფაქტორის მიმართ მგრძნობიარე სისტემის ფუნქციური სისტემის არსებით ცვლილებას.
- ***დასახლება*** – განსახლების განსხვავებული ფორმების (ტიპების) საერთო სახელწოდება (ქალაქი, დაბა, სოფელი).

- ***ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია*** ნივთიერებისა (ზდკ) – ნივთიერების მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომლის დროსაც ნივთიერება არ ახდენს პირდაპირ ან არაპირდაპირ გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე (ორგანიზმზე მოქმედებისას მთელი სიცოცხლის განმავლობაში) და არ აუარესებს გარემოს ჰიგიენურ პირობებს.
- ***კომუნალური მომსახურება*** – მოსახლეობის ცხოვრების კომფორტული პირობების შექმნის მიზნით კომუნალური მომსახურების განმახორციელებლის საქმიანობა ცივი და ცხელი წყალმომარაგების, კანალიზაციის, ელექტრომომარაგების, აირმომარაგებისა და გათბობის უზრუნველყოფისათვის.
- ***კომუნალური ჰიგიენა*** – იხ. ***გარემოს ჰიგიენა.***
- ***კულტურული ფენა*** – მიწის შრეები ან წყლით დაფარული ტერიტორია (ფსკერი), რომელსაც ატყვია ადამიანის ცხოვრებისა და საქმიანობის კვალი.
- ***მავნე ნივთიერება*** – ადამიანის საქმიანობის შედეგად ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვეული ნებისმიერი ნივთიერება, რომელიც ახდენს ან რომელმაც შეიძლება მოახდინოს უარყოფითი ზეგავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბუნებრივ გარემოზე.
- ***მაიონებელი გამოსხივება*** – გამოსხივება, რომელიც მიიღება ბირთვული გარდაქმნებისას ან ნივთიერებაში დამუხტული ნაწილაკების დამუხრუჭებისას და რომლის ზემოქმედების შედეგად ფიზიკურ ან ბიოლოგიურ სხეულში წარმოიქმნება სხვადასხვა ნიშნის იონები.
- ***მალიმიტირებელი მაჩვენებელი*** – გარემოს (ატმოსფერული ჰაერის, წყლის, ნიადაგის, კვების პროდუქტების) ქიმიური გამაბინძურებლის ერთ-ერთი მაჩვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს უპირატეს არახელსაყრელ ზემოქმედებას და ხასიათდება ეფექტური კონცენტრაციის ყველაზე დაბალი სიდიდით.
- ***მდგრადი განვითარება*** — საზოგადოების განვითარების ისეთი სისტემა, რომელიც გარემოს დაცვისა და საზოგადოების ეკონომიკური განვითარების ინტერესების გათვალისწინებით უზრუნველყოფს ადამიანის ცხოვრების დონის ზრდას და მომავალი თაობების უფლებას—ისარგებლონ შეუქცევადი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებისაგან მაქსიმალურად დაცული ბუნებრივი რესურსებითა და გარემოთი.
- ***მდგრადი განვითარების პრინციპები*** — პრინციპები, რომლებიც ინტეგრირებულია გაერო-ს 1992 წლის რიო-დე-ჟანეიროს გარემოსა და განვითარების საერთაშორისო კონფერენციის მიერ მიღებულ „გარემოსა და განვითარების რიოს დეკლარაციის", „21-ე საუკუნის გლობალური მდგრადი განვითარების პროგრამის — დღის წესრიგ 21-ის" და „ტყეების დაცვის, მდგრადი განვითარებისა და მართვის პრინციპების შესახებ არასაკანონმდებლო ვალდებულებათა განცხადების" დასკვნით დოკუმენტებში.

- ***ნიადაგის ეროზია*** – ნიადაგის ზედა ფენის რღვევა, დაშლა, გაფანტვა და ჩამორეცხვა ანთროპოგენური ან/და სხვა ფაქტორების ზეგავლენის შედეგად.
- ***ნიადაგის ტიპი*** – ნიადაგის კლასიფიკაციის ძირითადი ტაქსონომიური ერთეული; მასში გაერთიანებული ნიადაგები ვითარდება ერთ ტიპურ ბიოლოგიურ, კლიმატურ და ჰიდროლოგიურ პირობებში.
- ***რეკრეაციული ტერიტორია*** – დასახლებული ან/და დაუსახლებელი ტერიტორია, რომლის განვითარების ძირითადი პოტენციალია ტურიზმი და რეკრეაცია და რომელიც მოიცავს ერთმანეთთან დაკავშირებულ ბუნებრივ და კულტურულ კომპლექსებს, ტურისტული და საკურორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტებს და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ადამიანთა დასვენებისათვის, მათი რეკრეაციული მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად.
- ***სანიტარიული დაცვის ზონა*** — მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მავნე საწარმოო ფაქტორების ზემოქმედების შემცირების მიზნით დადგენილი დაცვის ზონა, რომელიც წარმოადგენს დაცილების ტერიტორიას სამრეწველო მოედნებს, მასალებისა და რეაგენტების ღია და დახურულ საწყობებს, სასოფლო-სამეურნეო სანარმოებსა (მათი გაფართოების პერსპექტივის გათვალისწინებით) და საცხოვრებელი განაშენიანების, ლანდშაფტურ-რეკრეაციულ, დასვენების და საკურორტო ზონების ტერიტორიებს შორის.
- ***სანიტარიული ნორმები*** – სამინისტროს მიერ საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის უზრუნველყოფის მიზნით დადგენილი სავალდებულო ტექნიკური რეგლამენტები.
- ***სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმები და წესები*** – "საქართველოში 1992 წლამდე მოქმედი სანიტარიულ-ჰიგიენური წესების, ნორმებისა და ჰიგიენური ნორმატივების დროებით ძალაში დატოვების შესახებ" საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის მინისტრის 1998 წლის 30 იანვრის N44/ო ბრძანებით საქართველოს ტერიტორიაზე გამოსაყენებლად განსაზღვრული სანიტარიულ-ჰიგიენური წესები, ნორმები და ჰიგიენური ნორმატივები.
- ***საორიენტაციოდ დასაშვები დონე*** ნივთიერებისა (სდდ) – გარემოს ობიექტებში ნივთიერების შემცველობის დასაშვები დონე, შემუშავებული ტოქსიკურობის პროგნოზირების გამოთვლითი და ექსპრეს ექსპერიმენტული მეთოდების საფუძველზე.
- ***საქმიანობა*** — სამენარმეო, სამეურნეო ან ყველა სხვაგვარი საქმიანობა, განსახლებისა და განვითარების გეგმებისა და პროექტების განხორციელება, ინფრასტრუქტურული პროექტების, განაშენიანებისა და სექტორული განვითარების გეგმების, საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული წყლის, ტყის, მიწის, წიაღისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების დაცვის, გამოყენებისა და სარგებლობის პროექტებისა და პროგრამების განხორციელების ჩათვლით, ასევე არსებული სანარმოების მნიშვნელოვანი

რეკონსტრუქცია და ტექნიკური და ტექნოლოგიური განახლება, რომლებიც ახდენენ ან შეუძლიათ მოახდინონ გავლენა გარემოს მდგომარეობის ხარისხზე.

- ***საშიში ნივთიერება*** – ნივთიერებები, მათი ნაერთები ან ნაერთების ნარევი, რომლებსაც განსაზღვრული რაოდენობით თავისი ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებებით შეუძლიათ ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოზე მავნე ზემოქმედება.
- ***საშიშროება*** – ადამიანსა და გარემოზე უარყოფითი გავლენის ალბათობა.
- ***სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზა*** — აუცილებელი გარემოსდაცვითი ხასიათის ღონისძიება, რომელიც ხორციელდება საქმიანობაზე გარემოსდაცვითი ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში.
- ***ქალაქთმშენებლობა*** – ქალაქგანვითარება (ურბანული განვითარება); დასახლებათა (მათ შორის, სასოფლო დასახლებათა) ფიზიკური გარემოსა და ინფრასტრუქტურის ფორმირებისათვის კანონმდებლობის, ამ დარგის სახელმწიფო და ადგილობრივი პოლიტიკის, სივრცით-ტერიტორიული დაგეგმვის დოკუმენტების, ფიზიკური და იურიდიული პირების მოღვაწეობის ერთობლიობით განსაზღვრული პირობები და პროცესები.
- ***წიაღი*** — მიწის ზედაპირის, ნიადაგის და წყალსატევების ფსკერის ქვეშ არსებული ან ხმელეთის ზედაპირზე გაშიშვლებული დედამიწის ქერქის ნაწილი, რომელიც თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური საშუალებებით ხელმისაწვდომია შესასწავლად და გამოსაყენებლად.
- ***წყალალება*** – წყლის ზედაპირული ან მიწისქვეშა ობიექტებიდან წყლის გარკვეული რაოდენობის ამოღება ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით ან უამისოდ.
- ***წყალსარგებლობა*** — წყლის რესურსების გამოყენება სასმელი, საყოფაცხოვრებო-კომუნალური, სამრეწველო, ენერგეტიკული, სასოფლო-სამეურნეო, სატრანსპორტო, სამეცნიერო, კულტურული, რეკრეაციული, ბალნეოლოგიური, სპორტის, ტურიზმის და სხვა მიზნებისთვის ტექნიკური საშუალებებით ან უამისოდ.
- ***წყალჩაშვება*** – სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო, საწარმოო, სადრენაჟო, სანიაღვრე და სხვა წყლების ორგანიზებული ჩაშვება ზედაპირული წყლის ობიექტებში.
- ***ხელოვნური გარემოს ჰიგიენა*** – გარემოს ჰიგიენის შემადგენელი ნაწილი. შეისწავლის ადამიანის საარსებო გარემოს ისეთ ფაქტორებს, რომლებიც არსებითად შექმნილია ადამიანის საქმიანობის შედეგად, მისი საქმიანობისა და ყოფაცხოვრები-სათვის სათანადო პირობების შესაქმნელად.
- ***ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფა*** – შრომის, ყოფა-ცხოვრების, დასვენების, კვების, სწავლებისა და აღზრდის, რადიაციულიდა ქიმიური უსაფრთხოების განმსაზღვრელი სანიტარიულ-ჰიგიენური წესებისა და ნორმების და სანიტარიულ-

ეპიდემიოლოგიური წესების დაცვაზე ზედამხედველობა, ქვეყნის საზღვრებზე სახელმწიფო სანიტარიულ-ჰიგიენურ და სანიტარიულ-საკარანტინო ზედამხედველობასთან დაკავშირებული საკითხები.

- ***ჰიგიენური დასკვნა*** – გარემოს ფაქტორის, საქმიანობის, დოკუმენტაციის პროექტის, ობიექტის ან პროდუქციის სანიტარიულ ნორმებთან შესაბამისობის ან შეუსაბამობის დამადასტურებელი დოკუმენტი.
- ***ჰიგიენური ნორმატივი*** – ჯანდაცვის სამინისტროს მიერ დადგენილი სავალდებულო გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (დონე).
- ***ჰიგიენური ნორმირება*** გარემოს ფაქტორებისა – გარემოს ფაქტორების ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების უსაფრთხო სიდიდეების ინტენსიურობისა და ხანგრძლივობის დადგენა.
- ***ჰიგიენური შეფასება*** – სანიტარიულ ნორმებთან შესაბამისობის დადგენის მიზნით შესაბამისი სპეციალისტის – ჰიგიენისტის მიერ დოკუმენტაციის პროექტის, ობიექტის ან პროდუქციის შემონმება, შესწავლა და განხილვა.
- ***ჰუმანური განვითარების ინდექსი*** (ჰგი) – ინტენსიური მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს საზოგადოების განვითარების დონეს და ემყარება სამ მაჩვენებელს: სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობას, ინტელექტუალური განვითარებისა და ცხოვრების დონეს.
- ***ჰუმუსი*** – ნიადაგში არსებული სპეციფიკური და არასპეციფიკური ორგანული ნივთიერებების ერთობლიობა, მუქად შეფერილი უფორმო მასა, რომელიც არ შეიცავს ცოცხალ ორგანიზმებსა და მათი ნარჩენების ისეთ მინარევებს, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ უჯრედული აგებულება.

REVAZ KVERENCHKHILADZE

NATURAL ENVIRONMENTAL HYGIENE



Textbook for students of Tbilisi State Medical University and Georgian Medical High schools



PUBLISHED BY TBILISI STATE MEDICAL UNIVERSITY
2012

დაბეჭდილია შპს „დანის" მიერ.
0119, თბილისი, აკაკი წერეთლის გამზირი, 112. ტელ.: +99532 234 31 03; +995 599 78 90 03. dani122@list.ru