

**გამოყენებითი ეკოლოგიის
საფუძვლები**

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თენგიზ ურუშაძე
ლია მაჭავარიანი

გამოყენებითი ეკოლოგიის საფუძვლები



თბილისის
უნივერსიტეტის
გამომცემლობა

„გამოყენებითი ეკოლოგიის საფუძვლები“ წარმოადგენს სახელმძღვანელოს უმაღლესი სასწავლებლების საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სპეციალობის სტუდენტებისთვის. წიგნში განხილულია გარემოს დაცვის, ბუნების დაცვის და ბუნებათსარგებლობის ცნებების ურთიერთკავშირი. პირველი ნაწილი ეხება ეკოლოგიის საფუძვლებს, მათ შორის, ორგანიზმის ეკოლოგიას, ორგანიზმს, როგორც ცოცხალ ერთიან სისტემას, ორგანიზმის და გარემოს ურთიერთქმედებას, აბიოტურ და ბიოტურ ფაქტორებს, ორგანიზმების ადაპტურ ბიოლოგიურ ციკლებს, ორგანიზმების ეკოლოგიურ კლასიფიკაციას, პოპულაციების ეკოლოგიას, ცნებას ეკოსისტემების შესახებ. მეორე ნაწილში განხილულია გარემოს კომპონენტები (ატმოსფერო, ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, პედოსფერო, ბიოსფერო), მათი თავისებურებანი და დაცვის პრობლემები. მესამე ნაწილში მოტანილია ცნობები გარემოს დაცვის მექანიზმების შესახებ, მათ შორის, ეკოლოგიური სამართლის საფუძვლებზე, ეკოლოგიურ კონტროლზე და საერთაშორისო საქმიანობაზე გარემოს დასაცავად.

რედაქტორები:

ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი
არნოლდ გეგეჭკორი

გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი
ნოდარ ელიზბარაშვილი

რეცენზენტები:

ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს
მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი
ირაკლი ელიავა

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი
დავით კერესელიძე

გეოგრაფიის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი
ლამზირა ლალიძე

შინაარსი

შესავალი	7
ნაწილი I. ეკოლოგიის საფუძვლები	15
თავი 1. ორგანიზმთა ეკოლოგია	17
ორგანიზმი, როგორც ცოცხალი, ერთიანი სისტემა	17
ორგანიზმის და გარემოს ურთიერთქმედება	20
აბიოტური ფაქტორები	23
ბიოტური ფაქტორები	38
ორგანიზმების ადაპტური ბიოლოგიური ციკლები	41
ორგანიზმების ეკოლოგიური კლასიფიკაცია	43
თავი 2. პოპულაციების ეკოლოგია	45
თავი 3. ცნება ეკოსისტემების შესახებ	54
ნაწილი II. გარემოს კომპონენტები	61
თავი 1. ატმოსფერო	63
ატმოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი	63
ატმოსფეროს შრეები	67
ატმოსფეროს ძირითადი თვისებები	70
ატმოსფეროს დაბინძურება	73
თავი 2. ლითოსფერო	77
ლითოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი	77
ქანების გამოფიტვა	80
ქანების კლასიფიკაცია	85
ქანები და ნიადაგწარმოქმნა	88
დედამიწის მაგნიტოსფერო	90
თავი 3. ჰიდროსფერო	95
ჰიდროსფეროს ზოგადი თავისებურებანი	95
ჰიდროსფერო, როგორც ჰიდრობიონტების სასიცოცხლო არე	105

ჰიდროსფეროს გავლენა გარემოს სხვადასხვა კომპონენტებზე	107
ჰიდროსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედება	111
ჩამდინარე წყლის განმენდის და გაუვნებლობის მეთოდები	114
თავი 4. პედოსფერო	118
პედოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი	118
პედოსფეროს ეკოლოგიური ფუნქციები	127
პედოსფერო და ადამიანი	144
ნიადაგური საფარის ფორმირება	148
ნიადაგების რადიოაქტიური დაბინძურება	152
პედოსფერო და კოსმოსური სივრცე	156
პედოსფეროს დაცვა	161
თავი 5. ბიოსფერო	167
ბიოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი	167
ნივთიერებების წრებრუნვა ბიოსფეროში	169
სიცოცხლის ევოლუცია	175
ბიოსფერო და ადამიანი	181
ნაწილი III. გარემოს დაცვის მექანიზმები	189
თავი 1. ეკოლოგიური სამართლის საფუძვლები	191
ეკოლოგიური სამართლის ცნება	191
ეკოლოგიური სამართლის ობიექტები	193
ეკოლოგიური სამართლის საგანი და მეთოდები	207
თავი 2. ეკოლოგიური კონტროლი	212
ეკოლოგიური კონტროლის ცნება	212
გარემოს მონიტორინგი	214
ეკოლოგიური ექსპერტიზა	217
გარემოზე მინიმალური საფრთხის შემცველი ზემოქმედების ნებართვები	224
თავი 3. საერთაშორისო საქმიანობა გარემოს დასაცავად	233
გარემოს დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციები	233
კონვენციები და სხვა სახელმწიფოებრივი შეთანხმებები	239
ტარმინთა ლექსიკონი	247
გამოყენებული ლიტერატურა	258

შესავალი

თანამდეროვე მსოფლიოში ეკოლოგიური პრობლემები ერთ-ერთი ყველაზე მწვავე და აქტუალურია. მათი სიმწვავე განპირობებულია ბუნებრივი რესურსების აქტიური ჩართვით კაცობრიობის სამეურნეო საქმიანობის სფეროში და, საერთოდ, გარემოს მიმართ უდიერი და უპასუხისმგებლო დამოკიდებულებით. საზოგადოების არსებობა დაკავშირებულია არა მარტო მატერიალური რესურსების აღწარმოებასთან, არამედ მათ რაოდენობრივ და ხარისხობრივ ზრდასთან. ყოველივე ეს განაპირობებს ბუნებრივი, მატერიალური და ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების გაფართოებულ სპექტრს. სათანადო ნედლეულის მისაღებად აუცილებელი ხდება რესურსების გარდაქმნა სხვადასხვა ტექნოლოგიების გამოყენებით. თანამდეროვე ცივილიზაცია იყენებს ასიათასობით ტექნოლოგიას, რაც გულისხმობს გარემოს და კაცობრიობის თანასაზოგადოებას შორის სხვადასხვა ნივთიერებების და ენერგიის მუდმივ ცვლას.

გარემოს, ბუნების დაცვის პრობლემა წარმოიშვა ადამიანის გაჩენასთან ერთად. ადრინდელ პერიოდში ეს პრობლემა არ არსებობდა, რადგანაც დედამიწის ცალკეული კომპონენტი იყო გარემოსთან განონასწორებულ მდგომარეობაში. ცხოველების, მცენარეების გადაშენება წარმოადგენდა გარემოსთან შეუთავსებლობის შედეგს. ასე გაქრნენ დედამიწის ზედაპირიდან დინოზავრები და მამონტები. ადამიანის გაჩენამ არსებითი კორექტივები შეიტანა დამყარებულ ნონასწორობაში. ბუნებრივი გარემო შეირყა ადამიანის უგუნური, მიზანდასახული მტაცებლური ქმედების შედეგად. რის გამოც, მდგომარეობა უკიდურესად გამძაფრდა. ბუნებრივი გარემოს გადარჩენამ კაცობრიობის ყოფნა არყოფნის პრობლემა დააყენა დღის წესრიგში. აუცილებელი გახდა მდგომარეობის გამოსწორება. ადამიანმა დაიწყო მის მიერ დარღვეული ნონასწორობის აღდგენა, ანუ ცდილობს გამოასწოროს დაშვებული შეცდომები.

ნონასწორობის აღსადგენად საჭიროა ცოცხალი ორგანიზმების ყველა დონეზე ურთიერთობების გათვალისწინება მათი შესწავლის და ცხოვრებაში გატარების გზით. ყოველივე ამას სწავლობს მეცნიერება „ეკოლოგია“. ამიტომ გარემოს, ბუნების ეფექტური დაცვა/შენარჩუნება შესაძლებელია მხოლოდ ნონასწორობის კანონების ცოდნის, ანუ ეკოლოგიური ცნობიერების ცხოვრებაში გატარებით.

ტერმინი „ეკოლოგია“ წარმოიშვა ბერძნული სიტყვებიდან „ოიკოს“ – სახლი, საცხოვრებელი, ადგილსამყოფელი და „ლოგოს“ – მეცნიერება, რაც ნიშნავს მეცნიერებას სახლზე, საცხოვრებელზე, ადგილსამყოფელზე, ცოცხალ ორგანიზმებსა და გარემოს შორის ურთიერთობებზე. მეცნიერებაში ტერმინი „ეკოლოგია“ შემოღებულ იქნა გერმანელი ბიოლოგის ერნსტ გეკელის მიერ 1866 წელს იმ ბიოლოგიური მეცნიერების აღსანიშნავად, რომელიც სწავლობს ორგანიზმების ურთიერთობებს გარემოსთან. ე. გეკელი თვლიდა, რომ ტერმინი „ეკოლოგია“ უნდა გამოყენებოდეს მხოლოდ ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სფეროში, ძირითადად, ზოოლოგიაში. დიდი ხნის მანძილზე ტერმინი „ეკოლოგია“ გამოყენებოდა მხოლოდ ზოოლოგიაში და ნაკლებად იყო ცნობილი ბიოლოგიის სხვა სპეციალობის მეცნიერებს შორის. მხოლოდ XX საუკუნის 20-40-იანი წლებიდან ეკოლოგია გახდა მთლიანი, დამოუკიდებელი სამეცნიერო დისციპლინა. არჩევენ მიკროორგანიზმების, სოკოების, მცენარეების ცხოველების და ადამიანის ეკოლოგიას.

არსებითად, ეკოლოგია წარმოადგენს განონასწორებული (მდგრადი) მდგომარეობის სამეცნიერო საფუძველს. დარგობრივი ნიშნით არჩევენ ბიოლოგიურ (ბიო-ეკოლოგია), გეოგრაფიულ (გეოეკოლოგია), სამრეწველო (საინჟინრო ეკოლოგია), სასოფლო-სამეურნეო (აგროეკოლოგია), სატყეო (ტყის ეკოლოგია), სამედიცინო, (სამედიცინო ეკოლოგია), არქეოლოგიურ, სამხედრო და ა.შ. ეკოლოგიას. ბუნებრივი კომპონენტების განონასწორებული მდგომარეობის შენარჩუნების მიზნით განასხვავებენ, ასევე: ატმოსფეროს, ნიადაგების, ჰიდროეკოლოგიას და სხვ. ყოველი ზემოთ ჩამოთვლილი ეკოლოგია სწავლობს ბუნებრივ კომპონენტებს ან მოვლენებს მათი მდგრადი მდგომარეობის უზრუნველსაყოფად. ბუნებრივია, რომ დარგობრივი ეკოლოგიების საფუძველია თეორიული (ზოგადი) ეკოლოგია.

ბუნებათსარგებლობა წარმოადგენს დედამიწის გეოგრაფიულ გარსზე კაცობრიობის ზემოქმედების ერთობლიობას. ის მოიცავს ბუნებაზე ზემოქმედების ყველა მხარეს, მათ შორის, დაცვას, ათვისებას და გარდაქმნას.

ბუნებათსარგებლობა შეიძლება იყოს რაციონალური და არარაციონალური.

რაციონალური ბუნებათსარგებლობა მიმართულია ადამიანის საარსებო პირობების უზრუნველსაყოფად და მატერიალური კეთილდღეობის მისაღებად, ყოველი ბუნებრივი ტერიტორიული კომპლექსის მაქსიმალურად გამოსაყენებლად, წარმოების პროცესების ან ადამიანის საქმიანობის სხვა სახეობების შესაძლებელი მავნე შედეგების თავიდან ასაცილებლად ან შესამცირებლად, ბუნების პროდუქტიულობის და მიმზიდველობის მხარდასაჭერად და გასაუმჯობესებლად, ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკური ათვისების უზრუნველსაყოფად და დასარეგულირებლად.

არარაციონალური ბუნებათსარგებლობა კი ვლინდება ბუნებრივი რესურსების ხარისხის შემცირებაში, გაფლანგვასა და ამონურებაში, ბუნების ძალების აღდგენის მოშლაში, გარემოს დაბინძურებაში, მისი გამაჯანსაღებელი და ესთეტიკური ღირებულებების შემცირებაში და ა.შ.

ბუნებათსარგებლობა მჭიდრო კავშირშია ფიზიკურ და ეკონომიკურ გეოგრაფიასთან, ასევე, სოციოლოგიასთან, ეკონომიკასთან, სხვადასხვა სახარმოს ტექნოლოგიასთან. ამასთან, ბუნებათსარგებლობა არის არა მარტო ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების ერთობლიობა, არამედ დარგი, რომელიც სწავლობს ამ ზემოქმედებას.

ბუნების დაცვის და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირის განმარტებით, ბუნების დაცვა წარმოადგენს გარემოს იმ ნაწილის რაციონალური გამოყენების პრინციპებს და მეთოდებს, რომელიც შედგება ბუნებრივი კომპონენტებისაგან (ჰაერი, წყალი, ნიადაგი, ორგანიზმები) მათი პოტენციალის შესარჩუნებლად კაცობრიობის მიერ ამჟამინდელი და მომავალი გამოყენებისათვის. არსებითად, ბუნების დაცვა არის სახელმწიფო და საზოგადოებრივი ღონისძიებების სისტემა, რომელიც მიმართულია მათ რაციონალურ გამოყენებაზე, ბუნებრივი რესურსების დაცვასა და კვლავწარმოებაზე, ბუნებრივი გარემოს დასაცავად დაბინძურებისაგან და დარღვევისაგან, ამჟამინდელი და მომავალი თაობების მატერიალური და კულტურული მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად.

ბუნების დაცვა მოიცავს ადამიანის, საზოგადოების გამაფრთხილებელ და აქტიურ ქმედებას. გამაფრთხილებელი ღონისძიებებით სხვადასხვა რეგიონში იქმნება ბუნებრივი წონასწორობის შენარჩუნების პირობები (მაგალითად, ლანდშაფტების შენარჩუნება, ძვირფასი და ღირსშესანიშნავი გეოლოგიური წარმონაქმნების, მცენარეების და ცხოველების ბიოლოგიური თანასაზოგადოებების, ცხოველების და მცენარეების ცალკეული სახეობების). ხშირად ასეთ ნაკვეთებს ან ბუნების ძეგლებს იცავს კანონი, ხდება მათი ჩართვა დაცული ტერიტორიის ქსელში.

აქტიური ღონისძიებები გულისხმობს საზოგადოების ისეთ ქმედებას, რომელიც მიმართულია ატმოსფეროს, წყლების და მიწების დაბინძურების პრევენციისკენ, ასევე, ისეთი ტექნოლოგიების შემუშავებას, რომლებიც უზრუნველყოფს ბუნებრივი ნედლეულის, მტკნარი წყლის, სასარგებლო წიაღისეულის, ბიოლოგიური რესურსების ეკონომიურ ხარჯვას. ამ ღონისძიებებს მიეკუთვნება ეკოსისტემების, ბუნებრივი კომპლექსების ტერიტორიების გარდაქმნა, რათა ადამიანის სიცოცხლისათვის შეიქმნას უკეთესი პირობები და გაიზარდოს ქვეყნის ეკონომიკური პოტენციალი.

გარემოს დაცვა არის ადამიანის სოციალურ-ეკონომიკური და ბუნებრივი გარემოს დაცვა. გარემოს დაცვა წარმოადგენს საერთაშორისო, სახელმწიფოებრივ, რეგიონულ და ლოკალურ ადმინისტრაციულ-სამეურნეო, ტექნოლოგიური, პოლიტიკური, იურიდიული და საზოგადოებრივი ღონისძიებების კომპლექსს, რომლებიც

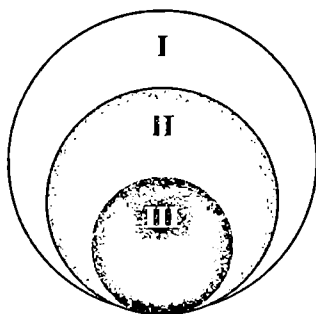
მიმართულია ადამიანის ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად აუცილებელი სოციალურ-ეკონომიკური, კულტურულ-ისტორიული, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური კომფორტის უზრუნველსაყოფად.

ეკოლოგიური კანონების სხვადასხვა სფეროში გათვალისწინება წარმოდგენს დაცვითი ღონისძიებების უალტერნატივო საფუძველს. ასე მოხდა ეკოლოგიის ტერმინის შეღწევა გარემოსდაცვით პრობლემებში. გარემოს დაცვასთან, ბუნების დაცვასთან, ბუნებათსარგებლობასთან შედარებით ეკოლოგიის ტერმინი უფრო მიმზიდველი გამოდგა. ასე ნელ-ნელა მოხდა ჩვეულებრივი ტერმინების ჩანაცვლება. უფრო მეტიც, ეკოლოგია სწრაფად გასცდა გარემოს, ბუნების დაცვასთან უშუალოდ დაკავშირებულ საკითხებს. ასე გაჩნდა ეკოლოგიური პროდუქტები, ტერიტორიები, დეპარტამენტები, კომისიები, სამინისტროები და ა.შ.

ეკოლოგიის საფუძვლების ცოდნა აუცილებელია დედამიწის სხვადასხვა (ბუნებრივი და სახეშეცვლილი შემადგენელი ნაწილების) შესწავლისას. ხოლო გამოყენებითი ეკოლოგია უნდა იყენებდეს ეკოლოგიის კანონებს.

ბუნების დაცვა, პირველ რიგში, წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს დაცვას. გარემოს დაცვა უფრო ფართო ცნებაა, რადგანაც მოიცავს როგორც თვით ბუნებას, ისე ადამიანის ირგვლივ არსებულ (როგორც წესი ძლიერ შეცვლილ) გარემოს და მისი დაცვის მიდგომებს და მექანიზმებს.

ამგვარად, გარემოს დაცვის იერარქია შედგება 3 დონისაგან: I – გარემოს დაცვა, რომელიც მოიცავს დაცვის ყველა ასპექტს; II – ბუნების დაცვა, როგორც გარემოს ნაწილი (ხშირად არსებითი); III – ბუნებათსარგებლობა არსებული რესურსების (იქ სადაც მათი სარგებლობა მიღებულია/დასაშვებია).



ნახ. 1. გარემოს დაცვის იერარქიული დონეები:

I – გარემოს დაცვა; II – ბუნების დაცვა; III – ბუნებათსარგებლობა

საქართველოში გარემოს დაცვას ხანგრძლივი ისტორია გააჩნია. საუკუნეების მანძილზე ის გულისხმობდა სამშობლოს დაცვას, მისი ცხოველთა და მცენარეული სამყაროს, წყლების, ნიადაგების და სხვა ბუნებრივი სიმდიდრეების დაცვას.

ისტორიამ შემოგვინახა ბუნებაზე ზრუნვის და მისი არსის გაცნობიერების მრავალი მაგალითი. დავით აღმაშენებელმა დიდგორის ისტორიული ბრძოლის დროს გონივრულად გამოიყენა ლანდშაფტის ცოდნა და ბრძოლა წარმართა ისეთ ვიწრო ხეობებში, სადაც რიცხოვნობას კი არა, გმირობას და თავგანწირვას ჰქონდა გადამწყვეტი მნიშვნელობა. შედეგამაც არ დააყოვნა.

საქართველოს ბუნების მრავალი ჭეშმარიტი მკვლევარი ჰყავდა, მათ შორის ქომაგი-მეცნიერები. მათი მოღვაწეობით მრავალი საშვილიშვილო საქმე განხორციელდა.

ნიკოლოზ (ნიკო) კეცხოველი (1897-1982), ბოტანიკოსი და მწერალი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, დაიბადა გორის რაიონის სოფელ ტყვიანში. დაამთავრა თბილისის უნივერსიტეტის პედაგოგიური ფაკულტეტის საბუნებისმეტყველო განყოფილება. 1929 წლიდან თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკის კათედრის დოცენტი, 1933 წლიდან ამ კათედრის გამგე. აკად. ნ. კეცხოველი იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი, სასოფლო-სამეურნეო განყოფილების თავმჯდომარე, ვიცე-პრეზიდენტი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რექტორი. 1963 წლიდან საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის დირექტორი. საქართველოს ბუნების მდგომარეობის, აღდგენისა და დაცვის პრობლემების პოპულარიზატორი, ბუნების სიმდიდრეთა და მშობლიური მხარის ღირსშესანიშნაობათა დამცველი. მის წიგნებზე და სახელმძღვანელოებზე ბუნების ქომაგთა მრავალი თაობა აღიზარდა. სახელმძღვანელოს „მკერდში დაჭრილი ბუნება“ განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს გარემოსდაცვით სასწავლო ლიტერატურაში.

ვასილ გულისაშვილი (1903-1979), მეტყვე-ეკოლოგი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი. დაიბადა მწერლის და საზოგადო მოღვაწის ზაქარია გულისაშვილის ოჯახში. დაამთავრა ლენინგრადის (სანკტ-პეტერბურგის) სატყეო-ტექნიკური აკადემია. საქართველოში დაბრუნდა 1931 წელს და მუშაობა დაიწყო სატყეო-ტექნიკურ ინსტიტუტში ზოგადი მეტყვევების კათედრის გამგედ, შემდგომში თბილისის ბოტანიკური ბაღის დირექტორად, თბილისის ბოტანიკური ბაღის ეკოლოგიის განყოფილების გამგედ, საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის (საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი) ზოგადი მეტყვევების კათედრის გამგედ. 1945 წელს მისი ინიციატივით დაარსდა თბილისის სატყეო ინსტიტუტი, რომლის დირექტორიც იყო 25 წლის მანძილზე გარდაცვალებამდე.



აკადემიკოსი
ნიკოლოზ (ნიკო) კეცხოველი



აკადემიკოსი
ვასილ გულიშაშვილი

აკად. ვ. გულიშაშვილმა დიდი წვლილი შეიტანა გარემოსდაცვის საკითხებში, მათ შორის, ახალი ნაკრძალების და აღკვეთილების შექმნაში. მრავალი წლის მანძილზე იყო საზოგადოება „ბუნების მეგობრის“ თავმჯდომარის მოადგილე. მის კალამს ეკუთვნის ქართულ ენაზე ბუნების დაცვის პირველი სახელმძღვანელო (თ. ურუშაძესთან ერთად).

თეოფანე დავითაია (1911-1979), გეოგრაფი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი. დაიბადა სენაკის რაიონის სოფელ ეკში. დაამთავრა თბილისის სუბტროპიკულ კულტურათა ინსტიტუტი. წლების მანძილზე მუშაობდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის (მოსკოვი) მთავარი ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სამმართველოს უფროსის მოადგილედ. 1962 წელს დაბრუნდა საქართველოში და სათავეში ჩაუდგა ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტს. 1963 წელს აირჩიეს მეცნიერებათა აკადემიის დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა განყოფილების აკადემიკოს-მდივნად და აკადემიის პრეზიდიუმის წევრად, 1970 წელს კი საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების პრეზიდენტად. დიდი წვლილი შეიტანა კლიმატური რესურსების შესწავლის საქმეში. აკად. თ. დავითაია იყო ბუნებრივი პირობების და მოვლენების კარტოგრაფიული შესწავლის საყოველთაოდ აღიარებული მეცნიერი. მან დიდი ამაგი დასდო „საქართველოს ატლასის“ და „კუბის ეროვნული ატლასის“ შექმნასა და გამოცემას.

ლეონიდე (ლეო) გაბუნია (1920-2001), პალეონტოლოგი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, დაიბადა ირკუტსკში, სადაც მისი მამა, ცნობილი გეოლოგი კალისტრატე გაბუნია მუშაობდა რუსეთის გეოლოგიური კომიტეტის ციმბირის განყოფილებაში. ლ. გაბუნიამ დაამთავრა საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის სამთო ფაკულტეტი. სხვადასხვა დროს მუშაობდა საქართველოს მეც-



აკადემიკოსი
თეოფანე დავითაია



აკადემიკოსი
ლეონიდე (ლეო) გაბუნია

ნიერებათა აკადემიის გეოლოგიის და მინერალოგიის ინსტიტუტში, პალეობიოლოგიის სექტორში, პალეობიოლოგიის ინსტიტუტის განყოფილების გამგედ, დირექტორად, მეცნიერებათა აკადემიის ბიოლოგიის განყოფილების აკადემიკოს-მდივნად, მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს-მდივნად.

აკად. ლ. გაბუნიამ დიდი წვლილი შეიტანა საქართველოს გარემოსდაცვით საქმიანობაში. მისი ინიციატივით 1974 წელს შეიქმნა იუნესკოს პროგრამის „ადამიანი და ბიოსფერო“ საქართველოს ეროვნული კომიტეტი, რომელსაც ხელმძღვანელობდა 25 წლის მანძილზე. მისი თაოსნობით შესრულდა მრავალი მნიშვნელოვანი საერთაშორისო რეზონანსის მქონე გარემოსდაცვითი ღონისძიება. პროგრამა „ადამიანი და ბიოსფერო“ (The Man and the Biosphere Programme (MAB), რომელიც შეიქმნა 1971 წელს, წარმოადგენს იუნესკოს ბიოლოგიური პროგრამის გაგრძელებას. მიზანია ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური შედეგების განსაზღვრა ბიომრავალფეროვნების შემცირების შედეგად. თავისი მუშაობისათვის პროგრამა იყენებს ბიოსფერული რეზერვატების მსოფლიო ქსელს.

ბოლო პერიოდში საქართველოში სხვადასხვა მიმართულებით საკმაოდ გააქტიურდა გარემოსდაცვითი საქმიანობა. მეტად მნიშვნელოვანია გარემოს დაცვის, ენერგეტიკის და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროების, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიურ საბჭოსთან არსებული ეკოლოგიური უსაფრთხოების საბჭოს, REC, CENN, იუნესკოს პროგრამის „ადამიანი და ბიოსფეროს“ (მაბ) საქართველოს ეროვნული კომიტეტის და სხვათა საქმიანობა. გამოიცა საკმაოდ საინტერესო პუბლიკაციები: გ. გოგოლი – გარემო და ცხოველი: პროდუქტიულობის ეკოლოგიური პრობლემები მეძროხეობაში, „მეცნიერება“ (თბილისი, 1997); მ. გორდეზიანი, გ. კვესიტაძე – ეკოლოგიის ქიმიური საფუძვლები (თბილისი,

2000); გ. სუპატაშვილი, გ. ქაჯაია – გარემო და ადამიანი (თსუ, თბილისი) 2001); გია ქაჯაია – გამოყენებითი ეკოლოგიის საფუძვლები (თსუ, თბილისი, 2002); ი. ელია-ვა, გ. ნახუცრიშვილი, გ. ქაჯაია – ეკოლოგიის საფუძვლები (თსუ, თბილისი, 2009); ა. თხელიძე, რ.ლიპარტელიანი, ნ. მუმლაძე, ხ. ხომასურიძე, გ. დანელია – სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა (საზოგადოება ცოდნა, თბილისი, 2009); ლ. მიქაძე – პესტიციდები და ეკოლოგიური უსაფრთხოება (თბილისი, 2010); გ. სუპატაშვილი – გარემოს ქიმია (ეკოქიმია) (თსუ, თბილისი, 2010); 100+ კითხვა-პასუხი გამოყენებით ეკოლოგიაში (თსუ, თბილისი, 2011); თ. ურუშაძე, ვ. ბლიუმი – ნიადაგების გეოგრაფია ნიადაგმცოდნეობის საფუძვლებით (თსუ, თბილისი, 2012) და სხვ.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიურ საბჭოსთან არსებული ეკოლოგიური უსაფრთხოების საბჭოს მიერ მომზადდა საქართველოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების კონცეფცია (თბილისი, 2010) და საქართველოს ნიადაგების ეროზიისგან დაცვის კონცეფცია (თბილისი, 2011).

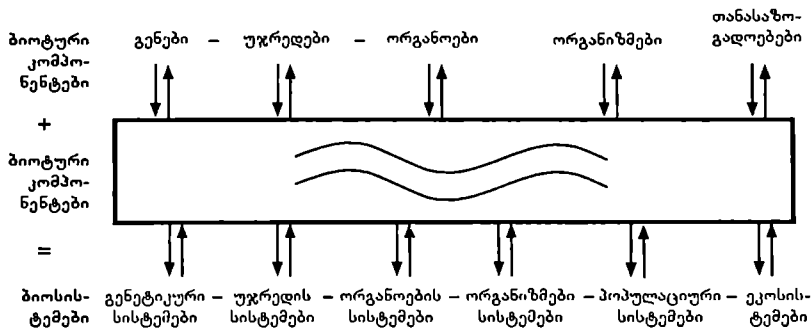
ნაწილი I

ეკოლოგიის საფუძვლები

თავი 1. ორგანიზმთა ეკოლოგია

ორგანიზმი, როგორც ცოცხალი, ერთიანი სისტემა

სიცოცხლის ორგანიზაციის მთავარი დონეებია – გენი, უჯრედი, ორგანო, ორგანიზმი, პოპულაცია, თანასაზოგადოება (ეკოსისტემა). ეკოლოგია სწავლობს ბიოლოგიური ორგანიზაციის სამ დონეს – ორგანიზმს, პოპულაციას და ეკოსისტემას. მას საფუძვლად უდევს ჩარლზ დარვინის ორგანული სამყაროს ევოლუციური განვითარების თეორია, რომელიც ეყრდნობა წარმოდგენას ბუნებრივი შერჩევის შესახებ. გარემოს აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ორგანიზმების ევოლუციასა და არსებობაში. გარემომ მიიღო აბიოტურის („არაცოცხალი“, bios – სიცოცხლე, a – უარყოფა), ხოლო მისმა შემადგენელმა ცალკეულმა ნაწილებმა (ჰაერი, წყალი და სხვ.) და ფაქტორებმა (ტემპერატურა და სხვ.) აბიოტური კომპონენტების სახელწოდება, განსხვავებით ცოცხალი ნივთიერებით წარმოდგენილი ბიოტური გარემოთი და ბიოტური კომპონენტებით.



ნახ. 2. ბიოლოგიური ორგანიზაციის დონეების სპექტრი

ნახაზზე მოტანილია სიცოცხლის ორგანიზაციის დონეების სპექტრი, რომლებიც განსხვავდება მოვლენების ორგანიზაციის პრინციპებით და მოვლენების მასშტაბებით. აღნიშნული დონეები ასახავს ბუნებრივი სისტემების იერარქიას, რომ-

ლის დროსაც უმცირესი ქვესისტემები შეადგენს დიდ სისტემებს, რომლებიც თვითონ არიან უფრო მსხვილი სისტემების ქვესისტემები.

ყოველი ცალკე აღებული დონის თვისებები წინამორბედზე უფრო რთულია და მრავალმხრივი. უფრო დაბალი დონის თვისებებიდან გამომდინარე, შეუძლებელია ყოველი მომდევნო ბიოლოგიური დონის თვისებების წინასწარმეტყველება, ისე როგორც შეუძლებელია წყლის თვისებებზე მსჯელობა ჟანგბადის და წყალბადის თვისებებიდან გამომდინარე.

ამჟამად ცნობილ 108 ქიმიურ ელემენტს შორის მხოლოდ გარკვეული რაოდენობა შედის ცოცხალი ორგანიზმების შემადგენლობაში. პირველ რიგში ესაა მაკროელემენტები, რომლებიც დიდი რაოდენობითაა ბუნებაში და საჭიროა ყველა ბიოლოგიური ობიექტისთვის: H, C, O, N, S, P, Ca, Mg, K, Fe, ხოლო ცხოველებისთვის აგრეთვე Na და Cl. ორგანიზმების ცხოველმოქმედებისთვის ნაკლებად გამოიყენება მიკროელემენტები Cu, Mn, Zn, Mo, Co, აგრეთვე F, J, Se (ცხოველებისთვის) და B (მცენარეებისთვის).

წყალს პირველი ადგილი უჭირავს ქიმიურ ნაერთებს შორის. ადამიანის ორგანიზმში მისი შემცველობა 60% ფარგლებშია, ხოლო მედუზაში – 96%-ზე მეტი. წყალი წარმოადგენს გამსხნელს და ნივთიერებათა ცვლის უმეტესი პროცესების არეალს. არაორგანული კომპონენტების დიდი ნაწილი იმყოფება წყლის ხსნარში.

ორგანული ნაერთების რიცხვი საკმაოდ დიდია და მათ შემადგენლობაში შედის, ძირითადად, C, H, O, N, S და P. ეს ნაერთები მიუყუთვნება ოთხ კლასს – ცილებს, ნუკლეინის მჟავებს, ნახშირბადებს და ლიპიდებს (ან ცხიმებს). რაოდენობრივად ცხოველებში ჭარბობს ცილები, ხოლო მცენარეებში – ნახშირბადები.

ცოცხალი არსების ფიზიოლოგიური ნიშნები შეიძლება დადგენილ იქნეს ისეთი საერთო ცნების საფუძველზე, როგორიცაა სიცოცხლე. სიცოცხლე წარმოადგენს აქტიური, გარედან მიღებული ენერგიის დანახარჯით მიმდინარე სპეციფიკური სტრუქტურების მხარდაჭერასა და აღწარმოებას. ორგანიზმი საჭიროებს მუდმივ კავშირს გარემოსთან, რაც ხორციელდება ნივთიერებების და ენერგიის გაცვლის გზით. ორგანიზმი მიესადაგება (ადაპტირდება) გარკვეულ გარემოს.

ნებისმიერი ცოცხალი არსება წარმოადგენს ორგანიზმს. ის განსხვავდება არაცოცხალი ბუნებისაგან თვისებების გარკვეული ერთობლიობით, რაც დამახასიათებელია მხოლოდ ცოცხალი მატერიისათვის. ცოცხალი ორგანიზმებისთვის დამახასიათებელია მოძრაობა, გაღიზიანება, ზრდა, განვითარება, გამრავლება და მემკვიდრეობა, აგრეთვე, არსებობის პირობებისადმი შეგუება – ადაპტაცია.

ბიოტურ ფაქტორებთან ურთიერთმოქმედების დროს ორგანიზმი წარმოადგენს ერთიან სისტემას, რომელიც მოიცავს ბიოლოგიური ორგანიზაციის უფრო დაბალ დონეებს (ნახ. 2-ზე სპექტრის მარცხენა ნაწილი). ნივთიერებების ცვლის ანუ *მეტაბოლიზმის* დროს მასში მიმდინარეობს მრავალი ქიმიური რეაქცია. მაგალითად, *სუნთქვა*, რომელსაც ჯერ კიდევ ლავუაზე და ლაპლასი თვლიდნენ წვის სახესხვაობად, ან *ფოტოსინთეზი*, რომლის მეშვეობით მწვანე მცენარეების მიერ ხდება მზის

ენერგიის შთანთქმა და ქიმიურ ენერგიად გარდაქმნა. ნახშირბადის დიოქსიდი (CO_2) შემოდის ატმოსფეროდან და დღისით მისი მოძრაობა მიმართულია ქვემოთ, მცენარეებისკენ, სადაც ხორციელდება ფოტოსინთეზი და გამოიყოფა ჟანგბადი. სუნთქვა წარმოადგენს შებრუნებულ პროცესს და ლამით CO_2 მოძრაობს ზემოთ, მიმდინარეობს ჟანგბადის შთანთქმად.

ზოგიერთ ორგანიზმს, ბაქტერიას შეუძლია შექმნას ორგანული ნაერთები სხვა კომპონენტების ხარჯზე, მაგალითად, გოგირდის ნაერთების ხარჯზე. ასეთი პროცესები გამოიყოფა *ქემოსინთეზის* სახელწოდებით. ორგანიზმში ნივთიერების ცვლა ხდება მხოლოდ განსაკუთრებული მაკრომოლეკულური ცილოვანი ნივთიერებების – *ფერმენტების* მონაწილეობით, რომლებიც ასრულებენ კატალიზატორის როლს. ორგანიზმის სიცოცხლის პროცესში ყოველი ბიოქიმიური რეაქცია კონტროლდება განსაკუთრებული ფერმენტით, რომელიც, თავის მხვრივ, კონტროლდება გენით. გენის შეცვლა ანუ *მუტაცია*, იწვევს ფერმენტის შეცვლის შედეგად ბიოქიმიური რეაქციის შეცვლას, ხოლო უკანასკნელის უემარისობისას, მეტაბოლიტური რეაქციის შესაბამისი საფეხურის ამოვარდნას. ფერმენტების გარდა მეტაბოლიზმის პროცესებს არეგულირებენ, აგრეთვე, ვიტამინები – ყველა ორგანიზმის ნივთიერებების ცვლისათვის საჭირო ნივთიერებები. ზოგიერთი მეტაბოლური პროცესისათვის საჭიროა განსაკუთრებული ქიმიური ნივთიერებები – *ჰორმონები*, რომლებიც გამოიშვება სხვადასხვა ორგანოებში და ნაწილდება ორგანიზმის სხვა ადგილებში სისხლით ან დიფუზიურად. ისინი ახორციელებენ მეტაბოლიზმის საერთო ქიმიურ კოორდინაციას და, ამავდროულად, ეხმარებიან ცხოველების და ადამიანის ნერვულ სისტემას.

ცოცხალ ორგანიზმებს გააჩნიათ ზრდის და განვითარების, ანუ ზომებსა და მასაში გადიდების უნარი. გამრავლების უნარის მქონე ზრდასრული ინდივიდები იწარჩუნებენ შენების საერთო ნიშნებს. ყოველი ორგანიზმი გარემოდან იღებს მისთვის საჭირო ნივთიერებას და ენერგიას და უბრუნებს მას იმ ნივთიერებებს და ენერგიას, რომლებსაც ვერ იყენებს კვების, სუნთქვის და გამოყოფისას. გარედან მიღებული ენერგია გამოიყენება ბიოლოგიური სტრუქტურების მოწესრიგებისას. ცოცხალ უჯრედებს, ქსოვილებსა ან მთლიანად ორგანიზმებს შესწევთ გარე და შიდა ზემოქმედებაზე რეაგირების უნარი, ე.ი. გამოამჟღავნოს *გალიზიანება*, რომელიც საფუძვლად უდევს ცვლადი გარემოსადმი შეგუებას. გალიზიანება მჟღავნდება სიცოცხლის განვითარების ყველა დონეზე და მას თან ახლავს ნივთიერებათა ცვლის, ელექტრული პოტენციალის, უჯრედების მდგომარეობის ცვლილებები. მაღალორგანიზებულ ცხოველებში გალიზიანება მჟღავნდება უმაღლესი ნერვული ქმედებით (მათ შორის, რეფლექსები) და შეგნებით (ადამიანში). სიცოცხლის უწყვეტობა და მემკვიდრეობითობა უზრუნველყოფს ყველა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელ აღნაშრობების ანუ *გამრავლების* უნარს. გამრავლებასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული *მემკვიდრეობის* (თაობიდან თაობაში ორგანიზმის ნიშნების გადაცემა) უნარი, როდესაც შთამომავლები, მშობლების მსგავსად, ინდივიდუალური განვი-

თარების იმავე გზის გავლის შემდეგ, კელავ ტოვებენ მათ მსგავს შთამომავლობას. შთამომავლები გვაგონებენ წინაპრებს არა მარტო გარეგნულად, არამედ შიდა შენებით. მემკვიდრეობით, ორგანიზმის ქიმიური თავისებურებების გადაცემის გარეშე, შეუძლებელი იქნებოდა გარეგნული მსგავსება.

ცოცხალი ორგანიზმების, პირველ რიგში ცხოველების, უმრავლესობის ერთი-ერთი მკაფიო ნიშანია – მოძრაობის უნარი. მაგრამ ყველა ორგანიზმი არ ახორციელებს ადამიანის თვალისათვის შესამჩნევ მოძრაობას. მაგალითად, სოკოები, ხეები და ა.შ. მოძრაობა ხდება ცოცხალი ორგანიზმის შიგნით და ემსახურება სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორისკენ ნივთიერების ტრანსპორტირებას.

ცოცხალი ორგანიზმები ხასიათდება რთული სტრუქტურული ორგანიზაციით, სადაც გამოიყოფა *მოლეკულური, სუბჯგერედული, უჯრედული, ორგანოქსოვილური* და *ორგანიზმული* დონეები.

ხმელეთის ცალკეული არსების წარმოშობას საერთო ნიშნები გააჩნია. ხშირად ვხვდებით ნათესაურ ნიშნებს ერთმანეთისგან უკიდურესად დაშორებულ ორგანიზმებში. ცოცხალი ორგანიზმების ევოლუციური ერთობლიობის მსგავსების ძირითადი ნიშნები მუდამდებდა მრავალი მიმართულებით. ყველა ორგანიზმს გააჩნია მეტ-ნაკლებად ერთნაირი ქიმიური შედგენილობა, რომელშიც წყალბადი გამოირჩევა როგორც უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ელემენტი. ყველა ორგანიზმის ცილოვანი მოლეკულები აგებულია 20 ამინომჟავისაგან, მაშინ როდესაც ცოცხალი არსებების ქსოვილებში გვხვდება 100-ზე მეტი ამინომჟავა, რომლებიც არ შედიან ცილების შემადგენლობაში. პრაქტიკულად ყველა ორგანიზმის სხეული შედგება უჯრედებისაგან (გამონაკლისია ვირუსები). ცხოველების და მცენარეების უჯრედები აგებულია ერთიანი გეგმით. ორგანიზმების უმრავლესობას აქვს უჯრედები ბირთვით. ცხოველებს და მცენარეებს გააჩნიათ ბირთვის აგებულების ერთიანი ძირითადი სქემა. ასეთი უჯრედების დაყოფა ხორციელდება ერთიანი, არაპირდაპირი ხერხით; ამასთან შვილობილი უჯრედები იღებენ ქრომოსომების ისეთ რაოდენობას, რამდენიც არის მდებარეობით უჯრედში. ყველა ორგანიზმისათვის ერთიანია გენეტიკური კოდის აგების პრინციპი. ყველა ცოცხალ არსებაში მემკვიდრეობითი ინფორმაციის კოპირების მექანიზმი ხორციელდება ნუკლეინის მჟავების მოლეკულების გაორმაგებით. ამის გარდა, ძირითადი ნივთიერებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ სუნთქვას (ქლოროფილი მცენარეებში და პემოგლობინი ცხოველებში) ძალიან ახლოს არიან ქიმიური შემადგენლობით.

ორგანიზმის და გარემოს ურთიერთქმედება

ბინადრობის გარემო – ბუნების ნაწილი, რომელიც აკრავს ცოცხალ ორგანიზმს და რომელთანაც უშუალოდ ურთიერთმოქმედებს. გარემოს შემადგენელი ნაწილები და თვისებები მრავალფეროვანი და ცვლადია. ცოცხალი არსება ცხოვრობს რთულ

და ცვლად სამყაროში, მუდმივად ერგება მას და არეგულირებს თავის ცხოველმოქმედებას.

ცოცხალი ორგანიზმების მიერ ათვისებულია ოთხი ძირითადი ბინადრობის გარემო: წყლის, ხმელეთ-ჰაეროვანი, ნიადაგური და ცოცხალი ორგანიზმები.

გარემოსადმი ორგანიზმების შეგუება ცნობილია ადაპტაციის სახელწოდებით. ადაპტაციის უნარი სიცოცხლის ერთ-ერთი ძირითადი თვისებაა, რადგან უზრუნველყოფს მისი არსებობის შესაძლებლობას, ორგანიზმების სიკვდილს გადარჩენას და გამრავლებას. ადაპტაცია ვითარდება სამი ძირითადი ფაქტორის ზემოქმედებით – ცვალებადობის, მემკვიდრეობის და ბუნებრივი შერჩევის (ასევე ხელოვნურის, რომელსაც ახორციელებს ადამიანი).

ორგანიზმზე მოქმედი გარემოს ძირითადი თვისებები და ელემენტები ცნობილია ეკოლოგიური ფაქტორების სახელწოდებით. ფაქტორები იყოფა აბიოტურ, ბიოტურ და ანთროპოგენურად.

აბიოტური ფაქტორებია: ტემპერატურა, სინათლე, რადიაციური გამოსხივება, წნევა, ჰაერის ტენიანობა, წყლის მარილიანობა, ქარი, დინება, რელიეფი – ყოველი ეს არაცოცხალი ბუნების თვისებებია, რომლებიც ცოცხალ ორგანიზმებზე ახდენენ პირდაპირ ან ირიბ გავლენას. აბიოტურ ფაქტორებს შორის არჩევენ ფიზიკურ, ქიმიურ და ედაფურს. ფიზიკური ფაქტორების წყაროა ფიზიკური მდგომარეობა ან მოვლენა (მექანიკური, ტალღოვანი და სხვ.). ქიმიური ფაქტორები წარმოიქმნება გარემოს ქიმიური შედგენილობიდან. ედაფური ანუ ნიადაგური ფაქტორები კი წარმოადგენს ნიადაგების ქიმიურ, ფიზიკურ და მექანიკურ თვისებებს.

ბიოტური ფაქტორები ესაა ერთი ორგანიზმის ცხოველმოქმედების გავლენა სხვა ორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე (შიდასახეობრივი და სახეობათაშორისი ურთიერთქმედებები) და არაცოცხალ გარემოზე. ორგანიზმი მუდმივად განიცდის სხვა არსებების პირდაპირ ან ირიბ გავლენას, შედის კავშირში თავისი სახეობის წარმომადგენლებთან ან სხვა სახეობებთან – ცხოველებთან, მიკროორგანიზმებთან, მცენარეებთან, მათზე დამოკიდებული და თვითონაც ახდენს გავლენას. ორგანიზმი სამყაროს გარემო წარმოდგენს ყოველი ცოცხალი არსების შემადგენელ ნაწილს.

შიდასახეობრივი ურთიერთქმედება ყალიბდება დემოგრაფიული ფაქტორების ზემოქმედებით. ისინი ახასიათებენ პოპულაციურ დონეზე ორგანიზმების ჯგუფების რიცხოვნობის და სიმკრივის დინამიკას, რასაც საფუძვლად უდევს შიდანიუდაგური კონკურენცია. ეს, ძირითადად, მუდმივდება ცხოველების ტერიტორიულ ქცევაში, რომლებიც იცავენ თავისი ბუდიანობის ადგილს და გარკვეულ ტერიტორიას.

სახეობათაშორისი ურთიერთობები უფრო მრავალფეროვანია. გვერდიგვერდ მცხოვრებმა ორმა სახეობამ შესაძლოა საერთოდ არ იქონიონ ერთმანეთზე გავლენა. არსებობს სხვადასხვა ურთიერთობების კომბინაციები:

– ნეიტრალიზმი – ორივე სახეობა დამოუკიდებელია და არ ახდენენ რაიმე გავლენას ერთმანეთზე;

– კონკურენცია – ყოველი სახეობა ახდენს მეორეზე არახელსაყრელ ზემოქმედებას;

– მუტუალიზმი – სახეობებს არ შეუძლიათ არსებობა ერთმანეთის გარეშე;

– პროტოკოოპერაცია (თანამეგობრობა) – ორივე სახეობა წარმოქმნის თანა-საზოგადოებას, მაგრამ შეუძლიათ იარსებონ განცალკევებულად.

– კომენსალიზმი – ერთი სახეობა, კომენსალი, იღებს სარგებლობას თანამაცხოვრებელთან, ხოლო მეორე სახეობა – არავითარს.

– ამენსალიზმი – ერთი სახეობა, ამენსალი, განიცდის მეორისგან დათრგუნვას ზრდასა და გამრავლებაში;

– პარაზიტიზმი – პარაზიტული სახეობა ამუხრუჭებს თავისი პატრონის ზრდასა და გამრავლებას და, აგრეთვე, შეუძლია გამოიწვიოს მისი დაღუპვა.

– მტაცებლობა – მტაცებელი სახეობა იკვებება თავისი მსხვერპლით.

ანთროპოგენური ფაქტორები წარმოადგენს კაცობრიობის საზოგადოების საქმიანობის ფორმას, რომელიც იწვევს გარემოს შეცვლას ან უშუალოდ მოქმედებს ცალკეულ სახეობებზე (დაბინძურება, ნიადაგის ეროზია, ტყის განადგურება და სხვ.). კაცობრიობის განვითარების მთელი ისტორია წარმოადგენს გარემოს მზარდი ნეგატიური გავლენის მაგალითს. ამის საფეხურებია: ნადირობა, სოფლის მეურნეობა, მრეწველობა, ტრანსპორტი. ყოველივე ამან საგრძნობლად შეცვალა დედამიწის ცოცხალი სამყარო და აგრძელებს სწრაფ ზრდას.

ეკოლოგიური ფაქტორების ცვალებადობა დროში შეიძლება იყოს: 1) რეგულარულად-პერიოდული, რომელიც იცვლის ზემოქმედების ძალას გარკვეულ პერიოდში (დღე-ღამე, სეზონები და სხვ.); 2) არარეგულარული, მკაფიო პერიოდულობის გარეშე; 3) მიმართული დროის ცნობილი, ზოგჯერ ხანგრძლივი მონაკვეთის მანძილზე. მაგალითად, კლიმატის აციების ან დათბობის დროს, წყალსატენის გაბარდება, ერთი და იგივე ნაკვეთზე საქონლის მუდმივი გაძოვება და ა.შ.

ორგანიზმებზე ეკოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედებას და ცოცხალი არსებების საპასუხო რეაქციას საერთო კანონზომიერებები გააჩნია:

1. *ოპტიმუმის კანონი*. ყოველ ფაქტორს აქვს ორგანიზმებზე დადებითი გავლენის მხოლოდ გარკვეული საზღვრები. გარდამავალი ფაქტორის მოქმედება პირველ რიგში დამოკიდებულია მისი გამომჟღავნების სიძლიერეზე. ფაქტორების როგორც არასაკმარისი, ისე ჭარბი მოქმედება აისახება ინდივიდის ცხოველმოქმედებაზე. ზემოქმედების ხელსაყრელი ძალა არის მოცემული სახეობის ორგანიზმის ეკოლოგიური ფაქტორის ოპტიმუმის ზონა ან ოპტიმუმ. რაც უფრო მეტია გადახრა ოპტიმუმიდან, მით უფრო გამოხატულია ორგანიზმზე მოცემული ფაქტორის დამთრგუნავი მოქმედება (პესიმუმის ზონა). ფაქტორის მაქსიმალური და მინიმალური მაჩვენებლები – კრიტიკული წერტილებია. მათ შორის გამძლეობის საზღვრები წარმოადგენს ცოცხალი არსებების ეკოლოგიურ ვალენტობას გარემოს კონკრეტული ფაქტორის მიმართ.

2. სხვადასხვა ფუნქციაზე ფაქტორების მოქმედების არაერთმნიშვნელოვანი მოქმედება. ორგანიზმის ფუნქციებზე ყოველი ფაქტორი განსხვავებულ გავლენას ახდენს. ოპტიმუმი ერთი პროცესისთვის შეიძლება იყოს პესიმუმი სხვისთვის.

3. გარემოს ფაქტორების მოქმედებაზე ცალკეული სახეობების რეაქციების ცვალებადობა, ვარიაბელობა და მრავალფეროვნება. ცალკეული ინდივიდის გამძლეობის ხარისხი, კრიტიკული წერტილები, ოპტიმალური და პესიმალური ზონები არ ემთხვევა. ეს ცვალებადობა განისაზღვრება როგორც ინდივიდების მემკვიდრეობითი თავისებურებებით, ისე სასქესო, ასაკოვანი და ფენოლოგიური თავისებურებებით. ეკოლოგიური ვალენტობა ყოველთვის უფრო ფართოა, ვიდრე ცალკეული ინდივიდის ეკოლოგიური ვალენტობა.

4. გარემოს ყოველი ფაქტორისადმი სახეობის შეგუება დამოუკიდებელია გზით. რომელიმე ფაქტორისადმი გამძლეობის ხარისხი არ ნიშნავს სახეობის შესაბამის ეკოლოგიურ ვალენტობას დანარჩენი ფაქტორების მიმართ.

5. ცალკეული სახეობის ეკოლოგიური სპექტრების შეუთავსებლობა. ყოველი სახეობა სპეციფიკურია თავისი ეკოლოგიური შესაძლებლობებით. ადაპტაციის ხერხებით ერთმანეთთან ახლოს მყოფ სახეობებს გააჩნია თავისებურება რომელიმე ფაქტორის მიმართ. მოვლენა ცნობილია ეკოლოგიური ინდივიდუალობის სახელწოდებით.

6. ფაქტორების ურთიერთქმედება. ოპტიმალური ზონა და ორგანიზმების გამძლეობა გარემოს რომელიმე ფაქტორისადმი შეიძლება გადაადგილდეს იმის და მიხედვით თუ რა ძალით და რა შეხამებაში მოქმედებენ ერთდროულად სხვა ფაქტორები. კანონზომიერება ცნობილია ფაქტორების ურთიერთქმედების სახელწოდებით.

7. შემზღუდავი ფაქტორების წესი. ოპტიმუმისგან ყველაზე მოცილებული გარემოს ფაქტორები განსაკუთრებით აძნელებენ მოცემულ პირობებში სახეობის არსებობის შესაძლებლობას. თუ თუნდაც ერთ-ერთი ეკოლოგიური ფაქტორი უახლოვდება ან გადის კრიტიკული სიდიდეების ფარგლებს გარეთ, მაშინ ინდივიდი იღუპება, მიუხედავად დანარჩენი პირობების ოპტიმალური შეხამებისა.

აბიოტური ფაქტორები

სინათლე. ცოცხალ ორგანიზმებს ცხოველმოქმედების პროცესების განსახორციელებლად ესაჭიროებათ გარედან შემოსული ენერგია. მისი ძირითადი წყაროა მზის რადიაცია, რაზეც მოდის დედამიწის ენერგიის 99,9%. მზის ენერგიას საერთო რაოდენობის დაახლოებით 19% შთაინთქმება ატმოსფეროში გავლისას, 34% აირეკლება უკან კოსმოსურ სივრცეში და 47% აღწევს დედამიწის ზედაპირს პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის სახით.

გრძელტალღიან ულტრაიისფერ სხივებს გააჩნიათ მაღალი ქიმიური აქტიურობა. დიდი დოზები მავნეა ორგანიზმებისათვის, ხოლო მცირე დოზები საჭიროა მრავალი სახეობისთვის.

სინათლე გავლენას ახდენს აირცვლასა და ტრანსპირაციაზე, ხელს უწყობს მთელი რიგი ფერმენტის აქტიურობას, ასტიმულირებს ცილების და ნუკლეინის მჟავების ბიოსინთეზს. სინათლე გავლენას ახდენს, ზრდის პროცესებსა და მცენარეების განვითარებაზე, განსაზღვრავს ყვავილობის და მსხმოიარობის ვადებს, ზემოქმედებას ახდენს ფორმის წარმოქმნაზე. მაგრამ სინათლეს აქვს ყველაზე დიდი მნიშვნელობა მცენარეების ჰაეროვანი კვების პროცესში, მათ მიერ ფოტოსინთეზისთვის მზის ენერგიის გამოყენებაში. ამასთან არის დაკავშირებული სინათლის მიმართ მცენარეების ძირითადი ადაპტაციები, რაზედაც მეტყველებს ხმელეთის უმაღლესი მცენარეების ევოლუციის მთელი მსვლელობა.

ნებისმიერი ადგილმდებარეობის სინათლის რეჟიმი განისაზღვრება პირდაპირი და გაბნეული სინათლის ინტენსიურობით, სინათლის რაოდენობით (წლიური ჯამური რადიაციით), მისი სპექტრალური შედგენილობით, აგრეთვე ალბედოთი – არეკვლითი უნარით ზედაპირიდან, რომელზეც ეცემა სინათლე.

მცენარეებს გააჩნიათ სინათლის რეჟიმის მიმართ სხვადასხვა მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური ადაპტაცია.

განათების პირობებისადმი მოთხოვნილების მიხედვით მცენარეები იყოფა შემდეგ ეკოლოგიურ ჯგუფებად:

1) სინათლის მოყვარულნი (სინათლის) – ღია, მუდმივად კარგად განათებული ადგილმდებარეობის;

2) ჩრდილის მოყვარულნი (ჩრდილის) – ტენიანი ტყეების ქვედა სარტყლების, მღვიმეების და ვიწრო ხეობების მცენარეები; ისინი ცუდად იტანენ ძლიერ განათებას პირდაპირი მზის სხივებით;

3) ტენის ამტანი – შეუძლიათ აიტანონ დიდი ან მცირე დაჩრდილვა, მაგრამ კარგად იზრდებიან სინათლეზე; ისინი, სხვა მცენარეებთან შედარებით, განათების პირობების შეცვლისას უფრო ადვილად გარდაიქმნებიან.

ცხოველებისთვის მზის სინათლე არ არის ისეთი აუცილებელი ფაქტორი, როგორც მწვანე მცენარეებისთვის, რადგანაც, საბოლოო ჯამში, ყველა ჰეტეროტროფი არსებობს მცენარეების მიერ დაგროვილი ენერგიის ხარჯზე. მიუხედავად ამისა, ცხოველების სიცოცხლეშიც მზის სინათლის ნაწილი თამაშობს მნიშვნელოვან როლს. სხვადასხვა ცხოველები საჭიროებენ გარკვეული სპექტრალური შედგენილობის, ინტენსიურობის და ხანგრძლივობის სინათლეს. ნორმიდან გადახრა თრგუნავს მათ ცხოველმოქმედებას და იწვევს სიკვდილს. არჩევენ სინათლის მოყვარულ (ფოტოფილები) და ჩრდილის მოყვარულ (ფოტოფობები) სახეობებს; ასევე ევრი-ფოტურს, რომლებიც უძლებენ განათების ფართო დიაპაზონს, და სტენოფიტურს, რომლებიც კმაყოფილდებიან განათების შეზღუდულ პირობებში.

ტემპერატურა. ტემპერატურა არის უმნიშვნელოვანესი შემზღუდავი (მალიმიტირებელი) ფაქტორი. ყოველი სახეობისთვის ტოლერანტობის ზღვარია მაქსიმალური და მინიმალური ლეტალური ტემპერატურა, რომლის ზემოთ ან ქვემოთ სასიკვდილოდ აზიანებს სახეობას. ყველა ცოცხალ არსებას შეუძლია იცხოვროს 0 და 50°C შორის, რაც განპირობებულია უჯრედის პროტოპლაზმის თვისებებით.

„ოპტიმალურ ინტერვალში“ ორგანიზმები გრძნობენ თავს კომფორტულად, და პოპულაციის რიცხოვნობა იზრდება. ამ ინტერვალის უკიდურეს ნაწილებში – „დაქვეითებული ცხოველშედეგები“ – ორგანიზმები თავს დათრგუნულად გრძნობენ. შემდგომი გაცივებისას „მდგრადობის ქვედა საზღვართან“ ან სიცხის გაზრდისას „მდგრადობის ზედა საზღვართან“ ორგანიზმები ხვდებიან „სიკვდილის ზონაში“ და იღუპებიან. ამ მაგალითით ილუსტრირდება ბიოლოგიური მდგრადობის საერთო კანონი (მ. ლამოტის მიხედვით), რომლის გამოყენება შესაძლებელია ნებისმიერი მალმიტირებული ფაქტორის მიმართ: „ოპტიმალური ინტერვალის“ სიდიდე ახასიათებს ორგანიზმის „მდგრადობის“ სიდიდეს, ე.ი. ამ ფაქტორისადმი მისი ტოლერანტობის სიდიდეს ან „ეკოლოგიურ ვალენტობას“.

სიცოცხლის არსებობის საზღვარი ტემპერატურებია, რომლის დროსაც შესაძლებელია ცილების ნორმალური შენება და ფუნქციონირება. მაგრამ არსებობს ორგანიზმები, რომლებსაც გააჩნიათ სპეციალიზირებული ფერმენტატული სისტემები, რათა აქტიურად იარსებონ იმ ტემპერატურების პირობებში, რომლებიც სცილდება 0 და 50 °C.

სახეობები, რომლებიც ამჟობინებენ სიცივეს, მიეკუთვნებიან კრიოფილების ეკოლოგიურ ჯგუფს. მათ შეუძლიათ შეინარჩუნონ აქტიურობა მაშინ, როდესაც მათი უჯრედების ტემპერატურა შეადგენს -8, -10°C, მათი სხეულების სითხე იმყოფება გადაცივებულ მდგომარეობაში. კრიოფილობა დამახასიათებელია მთელი რიგი ორგანიზმებისთვის: ბაქტერიები, სოკოები, ლიქენები, ზავები, ფეხსახსრიანები და სხვა არსებები, რომლებიც ბინადრობენ დაბალი ტემპერატურების პირობებში, მაღალმთიანეთში, ცივ ზღვებში და ა.შ. სახეობები, რომელთა ცხოველშედეგების ოპტიმუმი მისადაგებულია მაღალი ტემპერატურის ოლქებს, მიეკუთვნება თერმოფილების ჯგუფს. მათ რიცხვს მიეკუთვნება მიკროორგანიზმების და ცხოველების მრავალი ჯგუფი. თერმოფილები გვხვდება ნიადაგის ზედაპირზე არიდულ რაიონებში, ხრწნად ორგანულ ნარჩენებში და ა.შ.

ორგანიზმის ყველა სასიცოცხლო პროცესის შეჩერება ცნობილია ანაბიოზის სახელწოდებით. ანაბიოზის მდგომარეობიდან ცოცხალ არსებებს შეუძლიათ დაუბრუნდნენ ნორმალურ აქტიურობას მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მათ უჯრედებში არ იყო დარღვეული მაკრომოლეკულების სტრუქტურა.

ცოცხალ ორგანიზმებს გამოუმუშავებული აქვთ მისადაგების სხვადასხვა ხერხები, რათა გარემოს ტემპერატურის შეცვლისას არეგულირონ ნივთიერებათა ცვლა. ამას აღწევენ ორი გზით: 1) სხვადასხვა ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური გარდაქმნებით (ფერმენტების, კონცენტრაციისა და აქტიურობის შეცვლით, გაუნყლოებით, სხეულის ხსნარების გაყინვის ნერტილის დაქვეითებით და ა.შ.); 2) სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნება უფრო სტაბილურ დონეზე, ვიდრე გარემოს ტემპერატურა, რაც უმნიშვნელოდ არღვევს ჩამოყალიბებული ბიოქიმიური რეაქციების მსვლელობას.

სახეობების უმრავლესობას არ გააჩნია ნივთიერებათა ცვლის საკმარისად მაღალი დონე, რათა შეინარჩუნონ წარმოქმნილი სითბო. მათი ცხოველშედეგა და აქ-

ტიურობა დამოკიდებულია, პირველ რიგში, იმ სიტუბოზე, რომელიც გარედან შემოდის, ხოლო სხეულის ტემპერატურა – გარე ტემპერატურის მსვლელობაზე. ასეთი ორგანიზმები გამოიყოფა *პოიკილოთერმულების* სახელწოდებით. პოიკილოთერმია დამახასიათებელია მიკროორგანიზმების, მცენარეების, უხერხემლოებისა და ცხოველებისათვის. პომოიოთერმულ ცხოველებს შესწევთ უნარი შეინარჩუნონ სხეულის მუდმივი ოპტიმალური ტემპერატურა გარემოს ტემპერატურის მიუხედავად. პომოიოთერმია დამახასიათებელია მხოლოდ ხერხემალიანების ორი უმაღლესი კლასის წარმომადგენლებისათვის – ფრინველებისა და ძუძუმწოვრებისათვის.

მცენარეებისა და პოიკილოთერმული ცხოველებისათვის ზრდის და განვითარების ტემპების დამოკიდებულება გარე ტემპერატურაზე იძლევა კონკრეტულ პირობებში მათი სასიცოცხლო ციკლის გავლის სიჩქარის გაანგარიშების შესაძლებლობას. განვითარების გენეტიკური პროგრამის განსახორციელებლად პოიკილოთერმულმა ორგანიზმებმა გარედან უნდა მიიღონ სითბოს გარკვეული რაოდენობა. სითბოს ეს რაოდენობა იზომება ეფექტური ტემპერატურების ჯამით, რომელიც წარმოადგენს სხვაობას გარემოს ტემპერატურასა და ორგანიზმების განვითარების ზღვარს შორის. ყოველი სახეობისთვის მას აქვს ზედა საზღვარი, რადგანაც ძალიან მაღალი ტემპერატურები ამუხრუჭებენ და არ ასტიმულირებენ განვითარებას.

მცენარეები, როგორც უძრავი ორგანიზმები, არსებობენ იმ თბური რეჟიმის პირობებში, რომელიც იქმნება მათი ზრდის ადგილებში. მცენარეების თბური რეჟიმი მეტად ცვალებადია. გარემოს ტემპერატურული ცვლილებებისადმი მცენარეების ადაპტაციის ძირითადი გზებია ბიოქიმიური, ფიზიოლოგიური და ზოგიერთი მორფოლოგიური გარდაქმნები. მცენარეები განსხვავდება თავისი ტემპერატურის რეგულაციის ძალიან სუსტი შესაძლებლობებით. ტრანსპირაციაზე ხარჯის შედეგად, დიდი გამოსხივების ზედაპირის წყალობითა და რეგულაციის არასრულყოფილი მექანიზმის გამო სითბო, რომელიც წარმოიქმნება ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, საკმაოდ სწრაფად გაიცემა გარემოში.

სითბოს უკიდურესი დეფიციტის მიმართ მცენარეების ადაპტაციის ხარისხის მიხედვით გამოიყოფა სამი ჯგუფი:

1) სიცივის მიმართ არამდგრადი მცენარეები – ძლიერ ზიანდება ან ილუპება წყლის გაყინვის ზღვარის უფრო მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში, რაც დაკავშირებულია ფერმენტების ინაქტივაციასთან, ნუკლეინის მჟავების და ცილების გაცვლის დარღვევასთან, მემბრანების შეღწევადობის და ასიმბლანტების დენის შეწყვეტასთან. ეს არის წვიმის ტროპიკული ტყეების მცენარეები.

2) არაყინვაგამძლე მცენარეები – იტანენ დაბალ ტემპერატურებს, მაგრამ ილუპებიან როგორც კი ქსოვილებში იწყება ყინულის წარმოქმნა. წლის ცივი დროის დადგომისას უჯრედის წვენში და ციტოპლაზმაში მათ ეზრდებათ ოსმოსურად აქტიური ნივთიერებების კონცენტრაცია, რაც აქვეითებს გაყინვის წერტილს -5, -7°C-მდე. მცენარეების ამ ჯგუფს მიეკუთვნება მარადმწვანე სუბტროპიკული სახეობები.

3) ყინვის მიმართ მდგრადი მცენარეები – იზრდებიან ოლქებში სეზონური კლიმატით, ცივი ზამთრით. ძლიერი ყინვების დროს ხეების და ბუჩქების მიწისზედა ორგანოები იყინება, მაგრამ მაინც ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას.

მაღალი ტემპერატურებისადმი ადაპტაციის ხარისხის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს ორგანიზმების შემდეგი ჯგუფები:

- 1) სიცხის მიმართ არამდგრადი სახეობები – ზიანდებიან $+30, +40^{\circ}\text{C}$ პირობებში;
- 2) სიცხის ამტანი – ძლიერი ინსოლაციის მშრალი ადგილმდებარეობების, (უდაბნოები, სავანები, მშრალი სუბტროპიკები და ა.შ.) მცენარეები; იტანენ ნახევარსაათიან გახურებას $+50, +60^{\circ}\text{C}$ -მდე;

3) სიცხის მიმართ მდგრადი – თერმოფილური ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების ზოგიერთი სახეობები, შეიძლება იარსებონ ცხელ წყაროებში $+85, +90^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში.

მცენარეებთან შედარებით ცხოველებს გააჩნიათ საკუთარი სხეულის ტემპერატურის მუდმივად ან დროებით რეგულირების უფრო მრავალფეროვანი შესაძლებლობები. ცხოველების ტემპერატურული ადაპტაციის ძირითადი გზები შემდეგია:

1) ქიმიური თერმორეგულაცია – გარემოს ტემპერატურის დაქვეითების საპასუხოდ თბოპროდუქციის აქტიური ზრდა;

2) ფიზიკური თერმორეგულაცია – თბოგაცემის დონის შეცვლა, სითბოს შენარჩუნების უნარი ან, პირიქით, მისი ჭარბი რაოდენობის გაბნევა. ფიზიკური თერმორეგულაცია ხორციელდება ცხოველების აგებულების განსაკუთრებული ანატომიური და მორფოლოგიური თავისებურებების წყალობით;

3) ორგანიზმების ქცევა. სივრცეში გადაადგილებით ან თავისი ქცევის შეცვლით ცხოველებს შეუძლიათ აირიდონ უკიდურესი ტემპერატურები. მრავალი ცხოველისთვის ქცევა წარმოადგენს თბური ბალანსის შენარჩუნების თითქმის ერთადერთ და ძალზე ეფექტურ ხერხს.

ტენიანობა. უჯრედებში ყველა ბიოქიმიური პროცესის მიმდინარეობა და ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირება შესაძლებელია მხოლოდ მისი წყლით საკმარისი უზრუნველყოფის პირობებში, რაც წარმოადგენს სიცოცხლის აუცილებელ პირობას. ტენის დეფიციტი წარმოადგენს სიცოცხლის ხმელეთ-პაეროვანი გარემოს ერთ-ერთ ყველაზე არსებით თავისებურებას. ხმელეთის ორგანიზმების მთელი ევოლუცია მიმდინარეობდა ტენის მოპოვებისა და შენარჩუნებისადმი მისადაგების ნიშნის ქვეშ. ხმელეთზე გარემოს ტენიანობის რეჟიმი ძალზე მრავალფეროვანია – წყლის ორთქლით პაერის სრული და მუდმივი გაჯერება ზოგიერთ ტროპიკულ რაიონში და, პრაქტიკულად, მისი სრული უქონლობა უდაბნოს მშრალ პაერში. დიდია აგრეთვე ატმოსფეროში წყლის ორთქლის შემცველობის დღელამური და სეზონური ცვალებადობა. მიწისზედა ორგანიზმების წყლით უზრუნველყოფა დამოკიდებულია, აგრეთვე, მოსული ნალექების რეჟიმზე, წყალსატევების არსებობაზე, ნიადაგური ტენის მარაგზე, გრუნტის წყლების სიახლოვეზე.

უმდაბლესი მინისზედა მცენარეები შთანთქავენ ტენს ტენიანი სუბსტრატიდან თავისი სხეულის ნაწილებით, ხოლო წვიმის, ნამის და ნისლის ტენს – მთელი ზედაპირით. მაქსიმალურად გაჯერებულ მდგომარეობაში ლიქენები 2-3-ჯერ მეტ ტენს შეიცავენ, ვიდრე მშრალ ნივთიერებას. უმაღლესი მინისზედა მცენარეებს შორის ხავსმაგვარნი შთანთქავენ ნიადაგიდან წყალს რიზოიებით, ხოლო დანარჩენების უმრავლესობა – ფესვებით, სპეციალური ორგანოებით, რომლებიც იწვევენ წყალს. ფესვის უჯრედში ვითარდება შემწოვი ძალა ხშირად სულ რამდენიმე ატმოსფეროთი, მაგრამ ის საკმარისია ნიადაგიდან ბმული წყლის უმეტესი ნაწილის შესანოვად. მაშინ, როდესაც ფესვებთან უშუალო სიახლოვისას ნიადაგში წყლის მარაგი ილევა, მაშინ ფესვები აფართოებენ აქტიურ ზედაპირს. ასე რომ, მცენარეების ფესვთა სისტემა მუდმივ მოძრაობაშია.

დატოტვის მიხედვით არჩევენ ექსტენსიურ და ინტენსიურ ფესვთა სისტემებს. ექსტენსიურ ფესვთა სისტემას ნიადაგის დიდი მაცულობა უკავია, მაგრამ შედარებით სუსტადაა დატოტვილი, ასე რომ, ნიადაგი არ არის ძლიერ შევსებული. ასეთი ფესვთა სისტემა გააჩნია სტეპის და უდაბნოს მცენარეების უმრავლესობას. ინტენსიურ ფესვთა სისტემას ნიადაგის მცირე მაცულობა უკავია, მაგრამ მჭიდროდ ავსებს მას მრავალრიცხოვანი ძლიერ დატოტვილი ფესვებით, მაგალითად, სტეპის კორდიანი მარცვლოვნები (ვაკინვერა, ქუჩი და სხვ.), ჭვავი, ხორბალი.

ფესვთა სისტემა ძალიან პლასტიკურია და მკვეთრად რეაგირებს პირობების, პირველ რიგში, ტენიანობის ცვალებადობაზე. ტენის უემარისობის დროს ფესვთა სისტემა ხდება ექსტენსიური. ფესვებით წყლის შენოვა გაძნელებულია ნიადაგის დიდი სიმშრალის, დამლაშების, ძლიერი მჟავიანობის, დაბალი ტემპერატურის დროს.

უმაღლეს მცენარეებს აქვთ სხეულში წყლის უზრუნველყოფის დამატებითი გზებიც. ხავსებს, ისე როგორც ლიქენებს, შეუძლიათ შთანთქან წყალი თავისი ზედაპირით. მცენარეში მოხვედრილი წყალი ტრანსპორტირდება უჯრედიდან უჯრედად (უახლოესი ტრანსპორტი) და ყველა ორგანოში, სადაც იხარჯება სასიცოცხლო პროცესებზე (შორეული ტრანსპორტი). საშუალოდ წყლის 0,5% მიდის ფოტოსინთეზზე, ხოლო დანარჩენი – აორთქლების შესავსებად და ტურგორის მხარდასაჭერად. წყალი აორთქლდება როგორც შიდა, ისე გარე ზედაპირიდან. არჩევენ ბაგურ, კუტიკულარულ და პერიდერმალურ ტრანსპირაციას.

ბაგეებით ხდება იმ ტენის ტრანსპირაცია, რომელიც ორგანოების შიგნიდან აორთქლდება უჯრედების ზედაპირიდან. კუტიკულარული ტრანსპირაცია შეადგენს თავისუფალი აორთქლების 10%-ზე ნაკლებს. პერიდერმალური ტრანსპირაცია, ჩვეულებრივ, უმნიშვნელოა. საერთო ტრანსპირაციის ინტენსიურობა იზრდება განათების, ტემპერატურის, ჰაერის სიმშრალის ზრდასთან ერთად და ქარის დროს.

წყლის ბალანსი რჩება განონასწორებული იმ შემთხვევაში, თუ წყლის შთანთქმა, მისი ქცევა და ხარჯი პარამონიულად არის შერწყმული ერთმანეთთან. მისი დარღვევა შეიძლება იყოს მოკლევადიანი ან ხანგრძლივი.

წყლის მიმართ გამოიყოფა მცენარეების შემდეგი ეკოლოგიური ჯგუფები:

– ჰიდატოფები – წყალში მთლიანად, ან თითქმის მთლიანად, ჩაძირული წყლის მცენარე;

– ჰიდროფიტები – ნაწილობრივ ჩაძირული წყალში ხმელეთ-პაეროვანი მცენარე, რომელიც იზრდება წყალსატევების ნაპირზე, წყალმარჩხ ადგილებში, ჭაობებში და სხვ.

– ჰიგროფიტები – ჰაერის მომატებული ტენიანობის პირობებში და, ნაწილობრივ, ტენიან ნიადაგზე მზარდი ხმელეთის მცენარე, მათ შორის, ჩრდილის – სხვადასხვა კლიმატური ზონების ტენიანი ტყის ქვედა იარუსის და სინათლის – მუდმივად ტენიან ნიადაგებზე და ტენიანი ჰაერის პირობებში მზარდი მცენარე;

– მეზოფიტები – საშუალო დატენიანების, ზომიერად თბილი რეჟიმის და მინერალური საკვებით კარგად უზრუნველყოფილი მცენარე, რომელსაც შეუძლია გადაიტანოს ხანმოკლე და ზომიერი გვალვა;

– არასაკმარისი დატენიანების (უდაბნო, სტეპი, ხეშეშოთლიანი მარადმწვანე ტყე და ბუჩქის ბარდი) მცენარე, რომელსაც შეუძლია წყლის მოპოვება დეფიციტის პირობებში, შეზღუდოს წყლის აორთქლება ან მოიმარაგოს იგი გვალვის დროს. ქსეროფიტებს შეუძლიათ წყლის ცვალებადობის რეგულირება და ხანგრძლივი გვალვის დროსაც რჩებიან აქტიურ მდგომარეობაში. ცხოველები იღებენ წყალს სამი ძირითადი გზით: სმით, წვნიანი საკვებით და მეტაბოლიზმის შედეგად, ე.ი. ცხიმების, ცილების და ნახშირბადების დაჟანგვით და დაშლით.

ზოგიერთ ცხოველს შეუძლია შეიწოვოს წყალი ხმელეთის ტენიანი სუბსტრატებიდან ან ჰაერიდან. ცხოველები იცილებენ ტენს აორთქლებით საფარიდან ან სასუნთქი გზების ლორწოვანი გარსიდან და სხეულიდან გამოყოფით. ცხოველებს შეუძლიათ გაუძლონ წყლის ხანმოკლე დანაკარგს, მაგრამ უნდა მოხდეს მისი ხარჯის ანაზღაურება. წყლის დანაკარგი შიმშილზე უფრო სწრაფად იწვევს დაღუპვას. ცხოველები, რომლებიც წყალს იღებენ სმით, ძალიან დამოკიდებული არიან სასმელის არსებობაზე. ეს განსაკუთრებით დამახასიათებელია მსხვილი ძუძუმწოვრებისთვის. მშრალ, არიდულ რაიონებში ასეთი ცხოველები ზოგჯერ ასრულებენ მნიშვნელოვან მიგრაციებს წყალსატევებისაკენ და არ შეუძლიათ არსებობა მათგან მოშორებით. აფრიკის სავანებში სპილოები, ანტილოპები, ლომები, გიენები რეგულარულად დადიან წყალსატევებზე. სასმელ წყალს საჭიროებს მრავალი ფრინველიც. მერცხალი სვამს ფრენისას, წყალსატევის ზედაპირზე გადაფრენისას. ზოგიერთ ცხოველს სასმელი წყალი არ ესაჭიროება და იღებს ტენს სხვა ხერხით. ჰაერის ტენიანობა, აგრეთვე, მნიშვნელოვანია ცხოველებისათვის, რადგანაც მასზეა დამოკიდებული სხეულის ზედაპირიდან აორთქლების სიდიდე. წყლის დანაკარგი აორთქლებით განპირობებულია, აგრეთვე, საფარის შენებით. ზოგიერთი სახეობა ვერ ბინადრობს მშრალ პაერზე და საჭიროებს მის გაჯერებას წყლის ორთქლით. სხვები კი უვნებლად ბინადრობენ უაღრესად გვალვიან რაიონებში.

წყლისადმი დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ ცხოველების სამ ჯგუფს: ჰიგროფილებს (ტენის მოყვარულებს), ქსეროფილებს (სიმშრალის მოყვარულებს) და მეზოფილებს (გარდამავალს).

ცხოველებს გააჩნიათ წყლის ბალანსის რეგულირების მრავალნაირი ხერხი: ქცევითი, მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური.

ქცევით ხერხს მიეკუთვნება წყალსასმელის მოძებნა, ბინადრობის ადგილის შერჩევა, სოროების გათხრა და ა.შ. სოროებში ჰაერის ტენიანობა უახლოვდება 100% მაშინაც კი, როდესაც მის ზედაპირზე განსაკუთრებული სიმშრალეა. ეს ამცირებს აორთქლების საჭიროებას, საფარ ორგანიზმში ინახავს ტენს. ნორმალური წყლის ბალანსის შენარჩუნების მორფოლოგიურ ხერხს მიეკუთვნება წარმონაქმნები, რომლებიც აკავებენ წყალს სხეულში: ლოკოინას ნიჟარები, რეპტილიების გარქოვანებული საფარი და ა.შ. წყლის ბალანსის რეგულირების ფიზიოლოგიურ შემგუებლობას მიეკუთვნება მეტაბოლური ტენის წარმოქმნის უნარი, ორგანიზმის გაუწყლოების მიმართ ორგანიზმის გამძლეობის განვითარება და სხვ. თერმორეგულაციის აუცილებლობასთან დაკავშირებული აორთქლება შეიძლება გახდეს ორგანიზმში წყლის რესურსის გამოლევის მიზეზი.

ჰაერი. მცენარისა და ცხოველისთვის ჰაერს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს და ეკოლოგიურად ყველაზე რთულ ფაქტორს წარმოადგენს. ჰაერს აქვს დაბალი სიმკვრივე, რაც განაპირობებს მის დაბალ ამწევ ძალას და დაყრდნობის შესაძლებლობას. ჰაერის მობინადრეს გააჩნია საკუთარი საყრდენი სისტემა: მცენარეს – მექანიკური ქსოვილი, ცხოველს – ჩონჩხი. სიცოცხლე შეწონილ მდგომარეობაში შეუძლებელია, მცენარის და ცხოველის არსებობა (გამრავლება) დაკავშირებულია მინასთან. სწორედ ჰაერის დაბალ სიმკვრივეს უკავშირდება გადაადგილებისადმი დაბალი წინააღმდეგობის განვითარება უნარი. ხმელეთის ცხოველთა 75%-ს (მწერები, ფრინველები, ზოგიერთი ძუძუმწოვარი და რეპტილია) შეუძლიათ აქტიური ფრენა.

ჰაერის დაბალი სიმკვრივე განაპირობებს ხმელეთზე დაბალი წნევის არსებობას – სინდიკის სევეტის 760 მმ. სიმაღლის მატებასთან ერთად წნევა ეცემა და ზღუდავს ცალკეული სახეობის გავრცელებას.

ჰაერის შემადგენლობაში შემავალ აირებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ხმელეთის ორგანიზმებისათვის. ატმოსფეროს მინისპირა შრეში ჰაერის აიროვანი შემადგენლობა საკმაოდ ერთგვაროვანია: აზოტი – 78,1%, ჟანგბადი – 21,0%, არგონი – 0,9%, ნახშირბადი – 0,03% (მოცულობით).

აზოტი ხმელეთის მობინადრეთა უმრავლესობისათვის (ზოგიერთი მიკროორგანიზმის გარდა) წარმოადგენს ინერტულ აირს. ჟანგბადის მაღალი შემცველობა განაპირობებს ხმელეთის ორგანიზმების ნივთიერებათა ცვლას. ნახშირორჟანგის შემცველობა საკმაოდ იცვლება დღე-ღამის განმავლობაში, ეულკანური აქტიურობის ზონებში, დიდ ქალაქებში. ნახშირორჟანგის ძირითად წყაროს წარმოადგენს „ნიჟადაგური სუნთქვა“. ჰაერში მოხვედრილი ადგილობრივი მინარევები გავლენას ახდენს ცოცხალ ორგანიზმებზე.

ნიადაგი. ნიადაგი განსაკუთრებული ბუნებრივი სხეულია, რომელსაც გარდა-
მავალი ადგილი უკავია ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას შორის.

ნიადაგის საფუძველს წარმოადგენს არაცოცხალი მინერალები და სხვადასხვა
ქიმიური შენაერთი, რომლებიც ნიადაგმა მემკვიდრეობით მიიღო დედაქანისაგან.

ნიადაგის განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმები: მცენარე-
ები (ფესვთა სისტემა), ნიადაგის მწერები და ცხოველები – უმარტივესი, უხერხემ-
ლოები და ხერხემლიანები, აგრეთვე, მიკროორგანიზმები.

ნიადაგის შედგენილობის ძირითადი მახასიათებელია მასში სპეციფიკური ხასი-
ათის ორგანული ნივთიერების – ჰუმუსის არსებობა, რომელიც ნიადაგწარმოქმნის
პროცესის პროდუქტია. ბიოსფეროში ნიადაგის გარდა ჰუმუსი არსად არ გვხვდება.

ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების უნიკალური შეჯერებით ერთ ბუნებრივ
სხეულში, ნიადაგი წარმოქმნის რთულ პოლიკომპონენტურ, დამოუკიდებელ ბუნებ-
რივ სხეულს.

ნიადაგი მრავალფაზიანი, ღია სისტემაა, რომელიც შედგება მყარი, თხევადი,
აირისებრი და ცოცხალი ფაზებისაგან.

ნიადაგის ყველა ფაზა ურთიერთკავშირშია და წარმოდგენილია როგორც მთლი-
ანი სხეული.

ნიადაგი ღია სისტემაა. ნიადაგსა და გარემოს შორის მუდმივად მიმდინარეობს
ნივთიერებათა და ენერგიის გაცვლა.

ნიადაგის ურთიერთქმედება სხვა ბუნებრივ სხეულებთან გამოიხატება:

- აირების გაცვლაში (O_2 , CO_2 , N_2 და სხვ.);
- რადიაციის გაცვლაში სისტემაში: მზე-ნიადაგი-ატმოსფერო;
- ბიოფილური ელემენტების გაცვლაში სისტემაში: ნიადაგი-მცენარე;
- ნიადაგში ფოტოსინთეზის პროდუქტების შეღწევაში.

ნიადაგი წარმოადგენს რთულ სისტემას, ე.ი. სისტემას შიდა და გარეშე ფუნქცი-
ონალური კავშირების უსასრულოდ დიდი მრავალფეროვნებით, რომლებსაც გააჩ-
ნია რთული, სხვადასხვა დონის სტრუქტურული ორგანიზაცია.

ნიადაგში თავმოყრილია ხმელეთის მცენარის ფესვთა სისტემა. მისი ხასიათი
დამოკიდებულია ჰიდროთერმულ რეჟიმზე, აერაციაზე, შენებაზე, ნიადაგის შედ-
გენილობასა და სტრუქტურაზე. მაგალითად, მუხებს გააჩნიათ ღერძული ფესვი,
რომელიც საკმაო სიღრმეზე შედის ნიადაგში. აჯამეთის ალკეეთილში, ნიადაგის 40-
60 სმ სიღრმეზე გამოიყოფა წყალგაუმტარი მკვრივი ფენა, რომელში შეღწევაც იქ
მზარდ იმერეთის მუხას არ ძალუძს და ის ივითარებს ზედაპირულ ფესვთა სისტემას
არიდულ პირობებში ხე-მცენარეები ივითარებენ ღრმა ფესვთა სისტემას, რათა უზ-
რუნველყოფილი იყვნენ წყლის სათანადო რაოდენობით. ამის მაგალითია საკმლის
ხე ვაშლოვანის სახელმწიფო ნაქრძალში.

კულტურული მცენარეების ფესვების შეღწევის მაქსიმალური სიღრმე (მ-ში)
შემდეგია: ლობიო, ნინიბურა, ფეტვი, კანაფი – 0,9-1,1; ბარდა, კარტოფილი – 1,6;
ხორბალი, ჭვავი, შვრია, ქერი, სიმინდი – 2,0-2,2; ცერცველა – 2,4; მზესუმზურა,
ჭარხალი – 2,7-2,8; სამყურა – 3,0; იონჯა – 5-20 და ა.შ.

ნიადაგის თვისებების მიმართ მცენარის დამოკიდებულების მიხედვით გამოიყოფა მთელი რიგი ეკოლოგიური ჯგუფი. მაგალითად, ნიადაგის მჟავიანობაზე მცენარის რეაქციის მიხედვით არჩევენ: 1) *აციდოფილურ სახეობებს* – იზრდებიან მჟავე ნიადაგებზე, რომლის $pH < 6,5$ (ხვალა, ოფი, მდგნალი, მალალმთის მუხა, ჩვეულებრივი ნაბლი); 2) *ნეიტროფილურს* – იზრდებიან ნიადაგებზე, რომლის $pH = 6,0-7,5$ (ჭალის მუხა, ქართული მუხა, კავკასიური რცხილა, კულტურული მცენარეების უმეტესობა); 3) *ბაზიფილურს* – ვითარდებიან ნიადაგებზე, რომლის $pH > 7,0$ (საქმლის ხე, კავკასიური აკაკი, შავი ლეია, ელდარის ფიჭვი); 4) *ინდიფერენტულს* – იზრდებიან სხვადასხვა pH მქონე ნიადაგებზე (ალმოსავლური ნიფელა, კავკასიური ფიჭვი, კავკასიური ცაცხვი, კავკასიური სოჭი, ალმოსავლური ნაძვი). ნაცროვანი ელემენტების მიმართ განასხვავებენ: 1) *ოლიგოტროფულს* – კმაყოფილდებიან ნაცროვანი ელემენტების მცირე რაოდენობით (კავკასიური ფიჭვი); 2) *ევტროფულს*, საჭიროებენ ნაცროვანი ელემენტების დიდ რაოდენობას (ქართული მუხა); 3) *მეზოტროფულს*, თხოულობენ ნაცროვანი ელემენტების ზომიერ რაოდენობას (ალმოსავლური ნაძვი). დამლაშებული ნიადაგების მცენარეები მიეკუთვნებიან *ჰალოფიტების* ჯგუფს.

ნიადაგური პროფილის შენების განსაზღვრისას გამოიყოფა გენეტიკური ჰორიზონტები.

ნიადაგური პროფილის ძირითადი ჰორიზონტები აღინიშნება დიდი ლათინური ასოებით: H, O, A, E, B, C და R. ამ ძირითადი სიმბოლოების აღნიშვნის სრულყოფისათვის შეიძლება დაემატოს სხვა სიმბოლოებიც.

ძირითადი გენეტიკური ჰორიზონტი ასახავს ნიადაგის ფორმირების და განვითარების თავისებურებებს.

H ჰორიზონტი წარმოადგენს ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებულ ფენას, რომელიც ფორმირდება ნიადაგის ზედაპირთან დაუშლელი ან ნაწილობრივ დაშლილი ორგანული მასალისგან. H ჰორიზონტი ხანგრძლივი დროის მანძილზე გაჯერებულია წყლით. იგი შეიძლება დაფარული იყოს წყლით.

O ჰორიზონტი ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებული ფენაა. მოიცავს დაუშლელ ან ნაწილობრივ დაშლილ საფარს, რომელიც შედგება ფოთლების, წიწვების, ტოტების, ხავსისა და ლიქენებისაგან. შეიძლება იყოს მინერალური ნიადაგის ზედაპირთან, ან თუ დამარსულია – ზედაპირის ქვემოთ გარკვეულ სიღრმეზე.

A ჰორიზონტი წარმოადგენს მინერალურ ჰორიზონტს და ფორმირდება O ჰორიზონტთან ან მის ქვეშ. ქანის სტრუქტურა მთლიანად ან ნაწილობრივ დარღვეულია და ხასიათდება ქვემოთ მოყვანილი რამდენიმე ნიშნით:

- აკუმულირებული ჰუმუფიცირებული ორგანული ნივთიერება შერეულია მინერალურ ფრაქციასთან და არ ახასიათებს E და B ჰორიზონტის თვისებები;
- დამუშავებით, ძოვებით ან მსგავსი ზემოქმედების შედეგად შექმნილი თვისებები.

ჰორიზონტის მორფოლოგია ფორმირდება ზედაპირზე მიმდინარე პროცესებით და განსხვავდება ქვემოთ მდებარე B და C ჰორიზონტების მორფოლოგიისგან.

E პორიზონტი წარმოადგენს მინერალურ პორიზონტს, რომელიც ხასიათდება სილიკატური თიხის, რკინის, ალუმინის ან მათი კომბინაციის გაღარიბებით. ასევე, ქვიშის და მტვრის ნაწილაკების დაგროვებით, ქანის პირველადი სტრუქტურის დარღვევით. ჩვეულებრივ, უფრო ღია შეფერილობისაა, ვიდრე ქვემოთ მდებარე B პორიზონტი. E პორიზონტი ზედაპირთან მდებარეობს, ანუ მოქცეულია O და A პორიზონტებს და B პორიზონტს შორის.

B პორიზონტი ფორმირდება A, E, O ან H პორიზონტების ქვემოთ. დამახასიათებელი ნიშანია ქანის პირველადი სტრუქტურის უმეტესი ან მთელი ნაწილის რღვევა, ქვემოთ ჩამოთვლილ ერთ ან რამდენიმე კომბინაციასთან ერთად:

- სილიკატური თიხის, რკინის, ალუმინის, ჰუმუსის, კარბონატების, თაბაშირის ან კაჟმინის, ან მათი კომბინაციების ილუვიური კონცენტრაციები;
- კარბონატების გამოტუთვის ნიშნები;
- ერთნახევარი ჟანგების კონცენტრაციის ნარჩენები;
- ერთნახევარი ჟანგების აფსკები, რის გამოც პორიზონტის ფერის სიდიდე რკინის ილუვირების გარეშე დაბალია, ფერის ინტენსივობა მაღალია და ელფერი უფრო ნათელი, ვიდრე მის ქვემოთ და ზემოთ მდებარე პორიზონტებში;
- გარდაქმნა, რომელიც იწვევს სილიკატური თიხის ფორმირებას ან ჟანგეულების განთავისუფლებას ან ორივე პროცესს ერთად და რომელიც განაპირობებს მარცვლოვან, ბელტოვან ან პრიზმულ სტრუქტურას, თუ ტენიანობის ცვლილებებს თან ახლავს მოცულობის ცვლილებები.

ყველა სახის B პორიზონტი სიღრმითია. ამ პორიზონტს განეკუთვნება კარბონატების, თაბაშირის ან კაჟმინის ილუვიური კონცენტრაციების ფენა, რომელიც პედოგენეზისური პროცესების შედეგია (ფენა შეიძლება იყოს გამკვრივებული ან გაუმკრივებელი). მყიფე ფენაა, რომელსაც აღენიშნება შეცვლის ისეთი მაჩვენებელი, როგორიცაა პრიზმული სტრუქტურა ან თიხის ილუვიური აკუმულაცია.

C პორიზონტი არ მიეკუთვნება მკერვე ქვეფენილ ქანს, ნაკლებად განიცდის პედოგენეზისური პროცესის ზემოქმედებას და არ ახასიათებს H, O, A, E ან B პორიზონტებისთვის დამახასიათებელი თვისება.

R პორიზონტი ნიადაგის ქვეფენილი მკერვე ქანია.

ნიადაგს, როგორც ბინადრობის არეს, აქტიურად იყენებენ მიკროორგანიზმები და ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, სოკოები, ნაკლებად – წყალმცენარეები. სწორედ ეს მიკროორგანიზმები შეადგენენ ნიადაგური ბიოტის – ნიადაგში მობინადრე ყველა ორგანიზმის (გარდა ფესვებისა) ერთობლიობის გაბატონებულ ნაწილს. ნიადაგური მიკროორგანიზმების შემადგენლობაში შედის, აგრეთვე, არაუჯრედოვანი ფორმები (ბაქტერიოფაგები, ვირუსები) და ზოგიერთი მიკროსკოპული ცხოველი. ნიადაგში მიკროორგანიზმების რიცხოვნობა (1 გ ნიადაგში) შემდეგია: სოკოები – 10^3 - 10^6 ; საფუარები – 10 - 10^2 ; წყალმცენარეები – 10^2 - $4 \cdot 10^7$; აქტინომიცეტები – 10^5 - 10^7 ; ბაქტერიები – 10^6 - 10^{10} . მიკროორგანიზმები – $5 \cdot 10^8$ - $25 \cdot 10^9$; უმარტივესები – 10^3 - 10^6 .

ნიადაგნარმოქმნაში წყლის მნიშვნელობა იმდენად არსებითია, რომ მას ადარებენ ორგანიზმის სისხლს.

მცენარეები მგრძნობიარენი არიან ნიადაგში წყლის უკმარისობისადმი ან მისი სიჭარბისადმი. წყლის ნაკლებობის დროს დაბლა ეცემა უჯრედის წნევა, უჯრედები კარგავს ელასტიურობას, მკვეთრად ეცემა ყველა ბიოქიმიური პროცესის დინამიკა, ფოთლების მიერ მცირდება ნახშირორჟანგის შეთვისება, მცენარის ბიომასაში გროვდება ინჰიბიტორები. ეს იწვევს მცენარეთა სიცოცხლისუნარიანობის მკვეთრ შემცირებას.

წყლის სიჭარბის დროს მცენარეებში ირღვევა ჟანგბადის გაცვლის რეჟიმი და ნიადაგში გროვდება შხამიანი ალდგენილი ნივთიერებები. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისათვის ნიადაგში საჭიროა ჰაერის განსაზღვრული რაოდენობა (ფორიანობის 20-40%), რაც ნიადაგის ტენიანობის დონით რეგულირდება. ოპტიმალურია უმცირესი (მინდერის) წყალტევადობის 60-80% ტენიანობის არსებობა. მცენარისათვის ყველაზე უფრო მისაწვდომია ნიადაგის ტენიანობა, რომელიც უმცირესი წყალტევადობიდან ჭკნობის კოეფიციენტამდე ცვალებადობს.

სხვადასხვა მცენარე არაერთგვაროვნად იტანს ტენიანობას. ქსეროფიტი მცენარეები უფრო ადვილად ეგუებიან წყლის ნაკლებობას. მცენარეები ფოთლებში იმარაგებენ წყალს, რაც საკმაოდ დროით ყოფნით.

ნიადაგის წყლოვანი და ჰაეროვანი თვისებები მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნიადაგის სიმკვრივესა და მის მექანიკურ შედგენილობაზე – რაც უფრო მძიმეა ნიადაგი, მით უფრო ნაკლებია მასში ჰაერი.

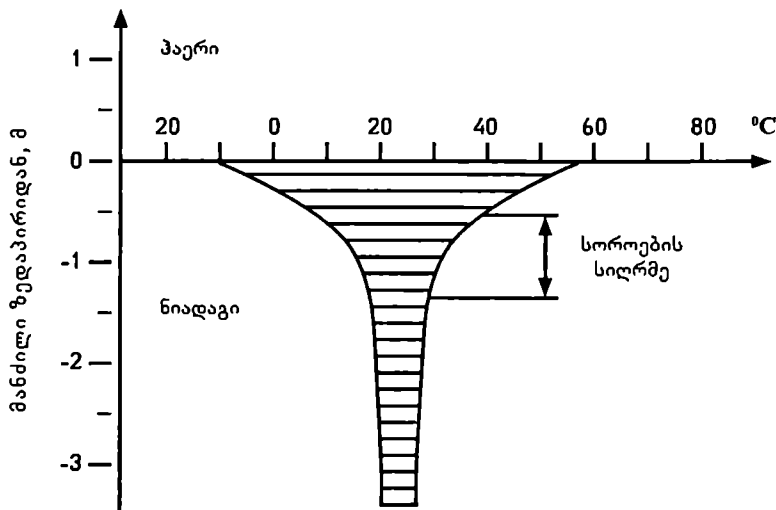
ნიადაგური ჰაერის შემცველობა ცვალებადია. სიღრმით მასში ძლიერ ეცემა ჟანგბადის რაოდენობა და იზრდება ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია. ნიადაგში ხრწნადი ორგანული ნივთიერების არსებობამ შეიძლება გაზარდოს ისეთი ტოქსიკური აირების კონცენტრაცია, როგორიცაა ამიაკი, გოგირდწყალბადი, მეთანი და სხვ. მაგრამ სიღრმით ტემპერატურის დღელაშური და სეზონური ცვლილებები მცირდება და 1-1,5 მ სიღრმეზე პრაქტიკულად ქრება.

ყოველივე ამის შედეგად, ეკოლოგიური პირობების დიდი არაერთგვარობის მიუხედავად, ნიადაგი წარმოადგენს საკმაოდ სტაბილურ გარემოს, განსაკუთრებით მოძრავი ორგანიზმებისთვის. ნიადაგურ პროფილში ტემპერატურის და ტენიანობის მკვეთრი გრადიენტი საშუალებას აძლევს ნიადაგურ ცხოველებს უმნიშვნელო გადაადგილებით უზრუნველყონ შესაფერისი ეკოლოგიური გარემო.

გამოიყოფა ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოთხი ტიპი:

1. მზრალური ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი დამახასიათებელია იმ ადგილებისთვის, სადაც ნიადაგის პროფილის საშუალო წლიური ტემპერატურა უარყოფითია.

2. ხანგრძლივი სეზონურად გამყინვარი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი დამახასიათებელია იმ ტერიტორიებისთვის, სადაც ნიადაგის პროფილში ჭარბობს დადებითი საშუალო წლიური ტემპერატურა. უარყოფითი ტემპერატურა ვრცელდება ერთ მეტრამდე. გაყინვის ხანგრძლივობა შეადგენს არანაკლებ 5 თვეს.



ნახ. 3. ნიადაგის პროფილში ტემპერატურის რყევის შემცირება

3. სეზონურად გამყინვარი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი ხასიათდება დადებითი საშუალო წლიური ტემპერატურით. გაყინვის პერიოდი შეადგენს არა უმეტეს 5 თვისა.

4. არაგამყინვარი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი აღინიშნება იმ ადგილებში, სადაც ნიადაგის გაყინვა არ აღინიშნება.

ხმელეთის ორგანიზმებისთვის მნიშვნელოვანია არა რეგიონის კლიმატი, არამედ მათი უშუალო ადგილმდებარეობის პირობები. ზოგჯერ გარემოს ადგილობრივი ელემენტები (რელიეფი, ექსპოზიცია, მცენარეულობა და ა.შ.) ისე ცვლიან ცალკეული ნაკვეთის ტემპერატურის, ტენიანობის, სინათლის, ჰაერის მოძრაობის რეჟიმს, რომ ის მნიშვნელოვნად განსხვავდება ადგილის კლიმატური პირობებისაგან. ჰაერის მიწისპირა შრეში კლიმატის ასეთი ლოკალური მოდიფიკაციები ცნობილია მიკროკლიმატის სახელწოდებით. მიკროკლიმატი საკმაოდ მრავალფეროვანია. განსხვავებულია ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და ქარის სიძლიერე ღია ადგილას და ტყეში, ბალახმდგნარში და ნიადაგის გაშლვებულ ნაკვეთებზე, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ექსპოზიციებზე და ა.შ.

ნალექებს, გარდა წყალზრუნველყოფისა და წყალმომარაგებისა აქვთ სხვა ეკოლოგიური მნიშვნელობა. მაგალითად, ძლიერი თავსხმა წვიმები ან სეტყვა ზოგჯერ ახდენს მცენარეებსა და ცხოველებზე მექანიკურ ზემოქმედებას. საკმაოდ მრავალ-

ვალფეროვანია თოვლის საფარის ეკოლოგიური მნიშვნელობა. თოვლის სიზრქეში ტემპერატურის დღელამური რყევა აღწევს თოვლის სიზრქის მხოლოდ 25 სმ-მდე, უფრო ღრმად ტემპერატურა თითქმის არ იცვლება. თოვლის საფარი იცავს მცენარეების მწვანე ნაწილებს გაყინვისაგან, ზოგი სახეობა ხვდება თოვლის ქვეშ ფოთლების ჩამოცვენის გარეშე, მაგალითად, ისლურა, დედოფლისთითა, ხარისწლიქა და სხვ. მთელი რიგი წვრილი მინისზედა ცხოველი ზამთარშიც აგრძელებს აქტიურ ცხოვრებას თოვლის ქვეშ და მის სიზრქეში. არახელსაყრელი გარემოს პირობებისადმი არსებობს ცოცხალი ორგანიზმების შეგუების სამი ძირითადი გზა: აქტიური, პასიური, არახელსაყრელი ზემოქმედების არიდება.

აქტიური გზა – წინააღმდეგობის გაძლიერება, მარეგულირებელი პროცესების განვითარება, რაც აძლევს ორგანიზმებს საშუალებას განახორციელონ ყველა სასიცოცხლო ფუნქცია, მიუხედავად ოპტიმუმისგან ფაქტორის გადახრისა.

პასიური გზა – ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციების დაქვემდებარება გარემოს ფაქტორებისადმი. სიტბოს უქმარისობის დროს ეს იწვევს ცხოველქმედების დათრგუნვას და მეტაბოლიზმის დონის დაქვეითებას, რაც ხელს უწყობს ენერგეტიკული მარაგების ეკონომიურ გამოყენებას. წყლის რეჟიმისადმი პასიური დაქვემდებარების მაგალითია ზოგიერთი სახეობის ზაფხულის ძილი.

არახელსაყრელი ზემოქმედების არიდება – გარემოსადმი შეგუების მესამე შესაძლებელი გზაა. ორგანიზმების ყველა ჯგუფისათვის საერთო ხერხია ისეთი სასიცოცხლო ციკლების გამომუშავება, რომლის დროსაც განვითარების ყველაზე მოწვლადი სტადიები მთავრდება წლის ყველაზე ხელსაყრელ პერიოდებში.

წყალი შედის ორგანიზმების უჯრედების შემადგენლობაში, წარმოადგენს აბიოტურ ფაქტორს, ორგანიზმზე კომპლექსური ზემოქმედების დროს გავლენას ახდენს სხვა ფაქტორებზე და მრავალი ცხოველის და მცენარისთვის წარმოადგენს ბინადრობის გარემოს. ფიზიოლოგიურად წყალი აუცილებელია ნებისმიერი პროტოპლაზმისთვის და ეკოლოგიური თვალსაზრისით წარმოადგენს მალმიმტირებელ ფაქტორს როგორც ხმელეთის, ისე წყლის საბინადროებში. ხმელეთ-ჰაეროვან გარემოში ეს აბიოტური ფაქტორი ხასიათდება ნალექების რაოდენობის, ტენიანობის სიდიდით, ჰაერის გაშრობითი თვისებებით და მისანდომი წყლის მარაგის ფართობით.

ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა განპირობებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით, მაგრამ ორგანიზმებისთვის უმნიშვნელოვანესი მალმიმტირებელი ფაქტორია ნალექების განაწილება წლის სეზონების მიხედვით. ზომიერ განედებში მათმა არათანაბარმა განაწილებამ შეიძლება გამოიწვიოს გვალვა ან გადატენიანება, ხოლო ტროპიკებში – ტენიანი და მშრალი სეზონების ცვალებადობა წლის განმავლობაში მუდმივი ტემპერატურის პირობებში.

ჰაერის ტენიანობა იზომება ფარდობითი ტენიანობის მაჩვენებლებით. აქედან გამომდინარეობს ტენის უნარი შეცვალოს ტემპერატურის ეფექტები: მოცემული ტემპერატურის დროს გარკვეული საზღვრის ქვემოთ ტენის შემცირება იწვევს ჰაერის გამომშრობ მოქმედებას. ჰაერის გამომშრობითი მოქმედება, ანუ ჰაერის გა-

მოშრობა ეკოლოგიურად, მცენარეებისთვის მეტად მნიშვნელოვანია. მცენარეების უმეტესობა ნიადაგიდან იწოვს ტენს ფესვთა სისტემებით. ნიადაგების გამოშრობა აძნელებს ტენის შეწოვას. წყლის სათანადო რაოდენობით უზრუნველყოფისას ფესვები აგრძელებენ ზრდას სიღრმეში და განივი მიმართულებით და ფესვთა სისტემაში შეიძლება მიაღწიოს დიდ სიდიდეებს.

ფოტოსინთეზზე უჯრედები ხარჯავენ წყლის დაახლოებით 0,5%, ხოლო 97-99% მიდის ტრანსპირაციაზე – ფოთლებით აორთქლებაზე. ტრანსპირაციის ეფექტურობა წარმოადგენს ნიეთიერების ნამატის (სუფთა პროდუქციის) შეფარდებას ტრანსპირირებული წყლის რაოდენობასთან.

ტენიანობისადმი მცენარეების ადაპტაციის ხერხის მიხედვით გამოყოფენ რამდენიმე ეკოლოგიურ ჯგუფს: *ჰიგროფიტები*, *მეზოფიტები*, *ქსეროფიტები* და სხვ. წყლის მიმართ დამოკიდებულების მიხედვით გამოყოფენ შემდეგ ეკოლოგიურ ჯგუფებს: *ჰიგროფილებს* (ტენის მოყვარულები), *ქსეროფილებს* (სიმშრალის მოყვარულები) და გარდამავალ ჯგუფს – *მეზოფილებს*. ცხოველებში წყლის ბალანსის რეგულირება ხდება რამდენიმე ხერხით: ქცევითი, მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური.

წყლოვან გარემოში მობინადრე ორგანიზმებზე მრავალი ეკოლოგიური ფაქტორი ახდენს ზემოქმედებას, მათ შორის უმთავრესია მდინარეებში, ზღვებში და ოკეანეებში პრაქტიკულად მუდმივად მოქმედი დინება და ლეღვა. მათ შეუძლიათ ირიბად ახდენდნენ გავლენას ორგანიზმზე. პირდაპირი მოქმედება იწვევს დინებისადმი ცხოველების და მცენარეების ადაპტაციას.

წყალს, როგორც ბინადრობის გარემოს, მთელი სპეციფიკური თვისება გააჩნია, მათ შორის, დიდი სიმკვრივე, წნევის ძლიერი სხვაობა, ჟანგბადის შედარებით მცირე შემცველობა, მზის სხივების ძლიერი შთანთქმა და სხვ.

წყლოვანი გარემოს ძირითად თვისებებს მიეკუთვნება წყლის სიმკვრივე, ტემპერატურული, ჟანგბადოვანი, მარილიანობის, სინათლის რეჟიმები.

წყლის სიმკვრივე წარმოადგენს ფაქტორს, რომელიც განსაზღვრავს წყლის ორგანიზმების გადაადგილების პირობებს და წნევას სხვადასხვა სიღრმეზე. გამოხდილი წყლისთვის სიმკვრივე უდრის $1 \text{ გ/სმ}^3 + 4^{\circ}\text{C}$ პირობებში. ხსნადი მარილების შემცველი ბუნებრივი წყლების სიმკვრივე შეიძლება იყოს მეტი, $1,35 \text{ გ/სმ}^3$ -მდე.

ჟანგბადოვანი რეჟიმი. ჟანგბადით გაჯერებულ წყალში მისი შემცველობა არ აღემატება 10 მლ 1 ლ-ში, რაც 21-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ატმოსფეროში. წყალში ჟანგბადი ხვდება წყალმცენარეების ფოტოსინთეზის მოქმედებით და დიფუზიით ჰაერიდან. ამიტომ წყლის სიზრქის ზედა ფენები, როგორც წესი, უფრო მდიდარია ამ აირით, ვიდრე ქვედა.

მარილიანობის რეჟიმი. ჰიდრობიონტებისთვის (წყლოვანი გარემოს მობინადრეებისთვის) წყლის ბალანსის შენარჩუნებას აქვს თავისი სპეციფიკა. თუ ხმელეთის ცხოველებისთვის და მცენარეებისთვის ყველაზე მნიშვნელოვანია ორგანიზმის წყლის უზრუნველყოფა მისი დეფიციტის პირობებში, ჰიდრობიონტებისთვის არანაკლებ მნიშვნელოვანია სხეულში წყლის გარკვეული რაოდენობის შენარჩუნება მაშინ,

როდესაც გარშემო მისი სიჭარბეა. უჯრედებში წყლის გადამეტებული შემცველობა იწვევს მათში ოსმოსური წნევის შეცვლას და უმნიშვნელოვანესი სასიცოცხლო ფუნქციების მოშლას. წყლის ბინადართა უმრავლესობისთვის ოსმოსური წნევა დამოკიდებულია არსებული წყლის მარილიანობაზე.

წყალსატევების ტემპერატურული რეჟიმი უფრო მდგრადია, ვიდრე ხმელეთის. ეს დაკავშირებულია წყლის ფიზიკურ თვისებებთან, პირველ რიგში, მაღალ ხვედრით თბოტევადობასთან, რომლის შედეგად სითბოს მნიშვნელოვანი რაოდენობის მიღება ან გაცემა არ იწვევს ტემპერატურის მკვეთრ ცვლილებებს. ოკეანეების ზედა შრეებში ტემპერატურის წლიური რყევადობის ამპლიტუდა არ აღემატება 10–15°C. ხოლო კონტინენტური წყალსატევების – 30–35°C. წყლის ღრმა შრეები გამოირჩევა ტემპერატურის მუდმივობით.

წყალსატევების სინათლის რეჟიმი. წყალში სინათლე უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჰაერში. წყალსატევის ზედაპირზე მოსული სხივების ნაწილი აირეკლება ჰაეროვან გარემოში. არეკვლა უფრო ძლიერია, ვიდრე ხმელეთზე. სინათლის შთანთქმა კი მით უფრო ძლიერია, რაც ნაკლებია წყლის გამჭვირვალობა, რომელიც დამოკიდებულია მასში შენონილი ნაწილაკების რაოდენობაზე.

ბიოტური ჟაქტორები

ბიოტური ფაქტორების ქვეშ იგულისხმება ერთი ორგანიზმის ცხოველმოქმედების გავლენის ერთობლიობა სხვა ორგანიზმებზე. ცხოველებს, მცენარეებს, მიკროორგანიზმებს შორის ურთიერთობა განსაკუთრებულად მრავალფეროვანია. ის შეიძლება იყოს პირდაპირი ან ირიბი. პირველი უშუალოდ დაკავშირებულია ერთი ორგანიზმის უშუალო გავლენასთან სხვებზე, ხოლო მეორე თავისი არსებობით, ცვლის ცხოველებისთვის და მცენარეებისთვის აბიოტური ფაქტორების რეჟიმებს. ნებისმიერი მცენარეული თანასაზოგადოება გავლენას ახდენს გარემოს აბიოტური მახასიათებლების ერთობლიობაზე. ცნობილია თუ რამდენად გასხვავდება ტყის ფარგლებში აბიოტური პირობების სპეციფიკა ღია ადგილებში არსებული აბიოტური პირობების თავისებურებებისაგან.

ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთმოქმედება კლასიფიცირდება ურთიერთ რეაქციით. გამოიყოფა ჰომოტიპური და ჰეტეროტიპური რეაქციები. პირველ შემთხვევაში იგულისხმება ურთიერთმოქმედება ერთსა და იმავე სახეობის ცალკეულ ინდივიდუუმებს შორის, ხოლო მეორეში – სხვადასხვა სახეობის ინდივიდუუმებს შორის. მცენარეები ქმნიან დედამიწაზე პირველად ორგანულ ნივთიერებას და, შესაბამისად, უზრუნველყოფენ სხვა ცოცხალ ორგანიზმს საჭირო ენერგიით. ნებისმიერ ცხოველს და მცენარეს გააჩნია საკვების მიმართ ზუსტი არჩევითი უნარი: ყოველ მცენარეს ესაჭიროება გარკვეული მინერალური ელემენტები. ცხოველის ნებისმიერი სახეობა თავისებურად მომთხოვნია საკვების ხარისხისადმი. ცხოველებს შო-

რის არჩევენ სახეობებს, რომლებიც იკვებება მცენარის ან ცხოველის ერთი სახეობით (მონოფაგები), მრავალი სახეობით (პოლიფაგები), და საკვების მეტ-ნაკლებად შეზღუდული ასორტიმენტით (ფართო ან ვიწრო ოლიგოფაგები).

ორგანიზმების სხვადასხვა სახეობას შორის იქმნება გარკვეული კავშირები, რომლებიც ეფუძნება საკვებ და სივრცობრივ ურთიერთობებს. ასეთი კავშირების ნაირგვარ ფორმებს შორის შეიძლება გამოიყოს შემდეგი: ნეიტრალიზმი, სიმბიოზი, კომენსალიზმი, ანტოგონიზმი, კონკურენცია, პარაზიტიზმი.

ნეიტრალიზმი ხასიათდება კავშირების ისეთი ფორმით, რომლის დროსაც ერთ ტერიტორიაზე მომხიანდრე სხვადასხვა პოპულაციის სახეობები არ ახდენენ გავლენას ერთმანეთზე. სხვანაირად რომ ვთქვათ, სხვადასხვა სახეობის ინდივიდები არ არიან უშუალოდ დაკავშირებული ერთმანეთთან. მაგალითად, ერთ ტყეში მომხიანდრე ცხოველებს შორის არანაირი კონტაქტი არ არსებობს, ისინი ნეიტრალური არიან ერთმანეთის მიმართ.

სიმბიოზი წარმოადგენს კავშირების ფორმას, რომლის დროსაც ორი განსხვავებული სახეობის ორგანიზმები ან ერთი მათგანი იღებს სარგებლობას თანაარსებობიდან. ბუნებაში სიმბიოტური ურთიერთობების ხასიათის მიხედვით არჩევენ მუტუალიზმს, პროტოკოოპერაციას და კომენსალიზმს. მუტუალიზმი ვლინდება მაშინ, როდესაც ორი სახეობა სარგებლობას იძენს ერთობლივი თანაარსებობის დროს და, ამასთანავე, მათ არ შეუძლიათ ერთმანეთის გარეშე ცხოვრება. ასეთი ურთიერთსარგებლობის მაგალითს წარმოადგენს მიკროორგანიზმები მცოხნელი ჩლიქოსნების კუჭში: პირველნი გამოიმუშავენ ფერმენტებს ცელულოზის დასაშლელად მარტივ შაქრებად, ამასთან, იღებენ თავისთვის საკვებს და გამრავლების პირობებს; მეორენი უქმნიან მიკროორგანიზმებს ცხოვრების პირობებს, მათ მიერ გახლეჩილი საკვების მოხმარებით. ურთიერთობები მუტუალიზმის დროს შეიძლება იყოს იმდენად ძლიერი, რომ, ზოგიერთ შემთხვევაში, ერთი სახეობის დაღუპვამ შეიძლება გამოიწვიოს პარტნიორის სიკვდილი. პროტოკოოპერაცია, როგორც კავშირების ფორმა, იქმნება მაშინ, როდესაც ერთობლივი არსებობა მომგებიანია სხვადასხვა პოპულაციის ყოველი სახეობისათვის, მაგრამ სრულებით არ არის მათთვის სავალდებულო. ასეთი ურთიერთმომგებიანი ურთიერთობების ყველაზე მკაფიო მაგალითია კოჟრიანი ბაქტერიების და პარკოსანი მცენარეების (ბარდა, ლობიო, სოია, სამყურა და ა.შ.) თანაცხოვრება. ეს ბაქტერიები, რომლებსაც შეუძლიათ აზოტის შეთვისება ჰაერიდან და მისი გარდაქმნა ამინომჟავებში სახლდებიან მცენარეების ფესვებზე. ბაქტერიების არსებობა იწვევს ფესვის ქსოვილის გაზრდას და ტუბერების წარმოქმნას. მცენარეები აზოტმაფიქსირებელ ბაქტერიებთან სიმბიოზში შეიძლება იზრდებოდნენ აზოტით ღარიბ ნიადაგებზე და ამდიდრებდნენ ნიადაგს აზოტით. ამიტომაც პარკოსანი კულტურები შეჰყავთ სასოფლო-სამეურნეო თესლბრუნვაში. პროტოკოოპერაციის სხვა ფორმაა მიკორიზის წარმოქმნა, ე.ი. უმაღლესი მცენარეების ფესვებთან სოკოების სიმბიოზური ურთიერთობები. სოკოს მიწისქვეშა სხეული (მიცელიუმი) აღწევს ფესვში, შეეხორცება მას, ამასთან ფესვზე არ ვითარდება

ფესვის ბუსუსები. ნიადაგიდან მცენარე სოკოს მეშვეობით შთანთქავს წყალს და მიწერალურ ნივთიერებებს, ხოლო სოკოები მცენარე-პარტნიორებიდან იღებენ ნახშირწყებს.

კომენსალიზმი დამახასიათებელია ისეთი ურთიერთობებისათვის, რომლის დროს ერთი ორი სხედასხვა, მაგრამ ერთად მობინადრე სახეობა იღებს სარგებლობას ასეთი თანაარსებობიდან და არ აზიანებს სხვა სახეობას. მაგალითად, ღია ოკეანეში მსხვილ ზღვის ცხოველებს – ზვიგენებს, დელფინებს ხშირად თან ახლავს მცირე თევზები-ლოცმანები. ლოცმანები იკვებებიან ცხოველების საკვების ნარჩენებით და მათი პარაზიტებით. მსვილ მტაცებლებთან სიახლოვე იცავს ლოცმანებს თავდასხმისგან. სახეობებს შორის ასეთი ურთიერთობები ცნობილია კვების მორიგებულის სახელწოდებით. ზოგჯერ სხვა ორგანიზმების სხეულები ან მათი ბინადრობის ადგილები წარმოადგენს სხვებისათვის თავშესაფარს. მაგალითად, თევზების ლიფსიტები იმალებიან მსხვილი მედუზების ქოლგის ქვეშ, სადაც იმყოფებიან საცეცების დაცვის ქვეშ. ურთიერთობების ამ ფორმამ მიიღო მობინადრობის სახელწოდება. ისინი ხელს უწყობენ მათში მონაწილე ინდივიდების ცხოველმოქმედებას.

ანტოგონიზმი ახასიათებს ორგანიზმებს შორის უარყოფით, ანტოგონისტურ ურთიერთობებს. ფორმის მიხედვით არჩევენ მტაცებლობას, პარაზიტოზმს და კონკურენციას.

კონკურენცია წარმოადგენს ურთიერთობებს, რომლებიც იქმნება მსგავსი ეკოლოგიური მოთხოვნილებების მქონე სახეობებს შორის. ერთად ბინადრობის დროს ასეთი სახეობები იმყოფებიან არახელსაყრელ მდგომარეობაში, რადგანაც მცირდება საკვები რესურსების მოპოვების, საცხოვრებლით უზრუნველყოფის და არსებობის სხვა ფორმების შესაძლებლობა. კონკურენცია წარმოადგენს ისეთ ეკოლოგიურ ურთიერთობას, რომელიც უარყოფითია პარტნიორებისათვის. კონკურენციის ფორმები შეიძლება იყოს განსხვავებული: უშუალო ფიზიკური ბრძოლიდან დაწყებული მშვიდობიანი თანაარსებობით დამთავრებული. მიუხედავად ამისა, თუ ორი სახეობა ერთნაირი ეკოლოგიური მოთხოვნილებებით ხვდებიან ერთ თანასაზოგადოებაში, ადრე თუ გვიან ერთი კონკურენტი გამოდევნის მეორეს. ეკოლოგიის ეს ერთ-ერთი ზოგადი წესი ცნობილია „კონკურენტული გამორიცხვის კანონის“ სახელწოდებით.

პარაზიტოზმი ეკოლოგიის მეტად საინტერესო ასპექტია. პეტეროტროფული ორგანიზმების მრავალი სახეობა სიცოცხლის მანძილზე ან სასიცოცხლო ციკლის ნაწილს ბინადრობენ სხვა ცოცხალ ორგანიზმებში. მათი სხეული წარმოადგენს გარემოს, რომელიც თვისებებით არსებითად განსხვავდება არსებული გარემოსგან. ცოცხალი ორგანიზმების მიერ სხვა ორგანიზმების გამოყენება ბინადრობის არედ ბუნებაში მეტად გავრცელებული მოვლენაა. არ არსებობს არც ერთი მრავალუჯრედიანი ორგანიზმი, რომელსაც არ გააჩნდეს შინაგანი მობინადრეები. სხვა ორგანიზმების გამოყენება, როგორც ბინადრობის არესი, დამახასიათებელია მრავალი ტაქსონომიური ჯგუფისათვის. პარაზიტები ბინადრობენ სხვა ორგანიზმის შიდა გარემოს სპეციფიკურ პირობებში. ერთი მხრივ, ეს ანიჭებს მათ მთელ რიგ ეკოლოგიურ

უპირატესობას, ხოლო მეორე მხრივ, აძნელებს მათი სასიცოცხლო ციკლის შესრულებას თავისუფლად მცხოვრებ სახეობებთან შედარებით. ცოცხალი ორგანიზმების მობინადრეების მეტად მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური უპირატესობაა მათი დაცულობა გარემოს ფაქტორების უშუალო ზემოქმედებისაგან. სხვა ორგანიზმში ბინადრობისას მის თანამცხოვრებს არ ემუქრება გამოშრობა, ტემპერატურის მკვეთრი რყევები, მარილიანობის და ოსმოსური რეჟიმების მნიშვნელოვანი ცვლილებები და ა.შ. ცოცხალი ორგანიზმების შინაგანი თანამცხოვრებების ძირითადი ეკოლოგიური სირთულეები დაკავშირებულია სასიცოცხლო სივრცის შეზღუდულობასთან, ჟანგბადით უზრუნველყოფის სირთულეებთან. ცოცხალი ორგანიზმები არა მარტო განიცდიან ზემოქმედებას პარაზიტების მხრიდან, არამედ ენერგიულად რეაგირებენ მათზე. ასეთ შემთხვევაში, პარაზიტების მიერ ხდება პატრონის ორგანიზმის საცავი რეაქციების წინააღმდეგობის გადალახვა. პარაზიტების მიმართ წინააღმდეგობის განევა ცნობილია აქტიური იმუნიტეტის სახელწოდებით. მცენარეების და ცხოველების სრულფასოვან, ჯანმრთელ ინდივიდებს ხშირად გააჩნიათ საცავი მოწყობილობები, რომლებიც გამორიცხავს მათში პათოგენური ორგანიზმების შეღწევას. ზოგიერთ შემთხვევაში ორგანიზმი პარაზიტის შეღწევას პასუხობს მიმდებარე ქსოვილების გაზრდით, თავისებური კაპსულის შექმნით. ცხოველებში ისინი ცნობილია ზოოცეციდიების, ხოლო მცენარეებში – გალების სახელწოდებით. პარაზიტების ბინადრობის გარემო შეზღუდულია როგორც დროში (ადამიანის სიცოცხლით), ისე სივრცეში. ბევრ პარაზიტში თაობების ცვლილება შეხამებულია ორი და მეტი ბინადრობის არის შეცვლასთან, ასე, მაგალითად, ერთი თაობა არსებობს ერთ ორგანიზმში, ხოლო მეორე – მეორეში. ზოგ შემთხვევაში პარაზიტები თვითონ ხდებიან სხვა სახეობებისთვის ბინადრობის არე, იქმნება პიპერპარაზიტიზმის მოვლენა.

ორგანიზმების ადაპტური ბიოლოგიური ციკლები

ცოცხალი ბუნების ერთ-ერთ გამორჩეულ თვისებას წარმოადგენს მასში მიმდინარე უმეტესი პროცესების ციკლურობა. დედამიწაზე მთელი ცხოვრება უჯრედიდან ბიოსფერომდე ექვემდებარება გარკვეულ რიტმებს. ნებისმიერ ორგანიზმს გააჩნია შიდა (დაკავშირებული მის საკუთარ ცხოველმოქმედებასთან) და გარე (ციკლური ცვლილებები გარემოში) რიტმები.

შინაგანი ციკლები წარმოადგენს ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ რიტმს. არც ერთი ფიზიოლოგიური პროცესი არ ხორციელდება უწყვეტად. გარეშე რიტმებს აქვთ გეოფიზიკური ბუნება, რადგანაც დაკავშირებულია დედამიწის ბრუნვასთან მზის გარშემო და მთვარის – დედამიწის გარშემო. ამ ბრუნვის ზეგავლენით მრავალი ეკოლოგიური ფაქტორი, განსაკუთრებით, სინთალის რეჟიმი, ტემპერატურა, ჰაერის ნნევა და ტენიანობა, ატმოსფეროს ელექტრომაგნიტური ველი, ოკეანური მიმოქცევები და სხვა კანონზომიერად იცვლება. გარდა ამისა, ბუნებაზე გავლენას ახდენს

ისეთი კოსმოსური რიტმები, როგორც მზის აქტიურობის ცვალებადობა. ორგანიზმების ცხოველმოქმედების მთელი რიგი ცვლილებები პერიოდით ემთხვევა გარეშე, გეოფიზიკურ ციკლებს. ეს არის ადაპტაციური ბიოლოგიური რიტმები – დღელამური, მიმოქცევის, წლიური. ამის წყალობით ორგანიზმის ყველაზე მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური ფუნქციები (კვება, ზრდა, გამრავლება) ემთხვევა დღე-ღამის ან წლის ყველაზე ხელსაყრელ დროს. დღელამური რიტმები დადგენილია სხვადასხვა ორგანიზმში, ერთუჯრედიანიდან ადამიანამდე. ადამიანში აღნიშნულია 100-ზე მეტი ფიზიოლოგიური ფუნქცია დღელამური პერიოდულობით: ძილი და სიფხიზლე, სხეულის ტემპერატურა, გულის შეკუმშვის რიტმი, სუნთქვის სიღრმე და სიხშირე, კუნთოვანი და გონებრივი შრომისუნარიანობის შეცვლა და სხვა წლიური რიტმები ცოცხალი ბუნების ერთ-ერთი უნივერსალური მაჩვენებელია. წლის განმავლობაში ფიზიკური პირობების კანონზომიერმა ცვლამ გამოიწვია სახეობების ევოლუციაში მრავალი ნაირგვარი ადაპტაცია ამ პერიოდულობისადმი. ყველაზე მნიშვნელოვანი დაკავშირებულია გამრავლებასთან, ზრდასთან, მიგრაციებთან და სხვ. გარემოს ერთ-ერთი ყველაზე ზუსტი და რეგულარულად ცვლადი ფაქტორია დღის სინათლის ხანგრძლივობა, დღე-ღამის და დღის პერიოდების მონაცვლეობის რიტმი. სწორედ ეს ფაქტორი წარმოადგენს უმრავლესი ცოცხალი ორგანიზმებისთვის წლის პერიოდებში ორიენტაციის საფუძველს.

ორგანიზმების რეაქცია, დღის ხანგრძლივობის სეზონურ ცვლილებაზე, ცნობილია ფოტოპერიოდიზმის სახელწოდებით. მისი გამოვლენა დამოკიდებულია არა განათებულობის ინტენსიურობაზე, არამედ დღე-ღამის პერიოდების ცვლის რიტმზე. ცოცხალი ორგანიზმების ფოტოპერიოდულ რეაქციას აქვს დიდი გამოყენებითი მნიშვნელობა, რადგანაც მომზადებისათვის არახელსაყრელი პირობების ასაცილებლად, ან, პირიქით, ინტენსიური ცხოველმოქმედებისთვის, საჭიროა საკმაოდ დიდი დრო. რეაგირება დღის ხანგრძლივობაზე უზრუნველყოფს წინასწარ ფიზიოლოგიურ გარდაქმნას და ციკლის მისადაგებას პირობების სეზონურ ცვლილებებთან. დღის და ღამის რიტმი გვევლინება, როგორც მოსალოდნელი კლიმატური ფაქტორების ცვლილებების ნიშანი, რომლებსაც გააჩნიათ მძლავრი უშუალო ზემოქმედება ცოცხალ ორგანიზმზე (ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ.). სხვა ეკოლოგიური ფაქტორებისგან განსხვავებით, განათების რიტმი გავლენას ახდენს ორგანიზმების ფიზიოლოგიის, მორფოლოგიის და ქცევის მხოლოდ იმ თავისებურებებზე, რომლებიც სეზონურად მისადაგება მათ სასიცოცხლო ციკლს. ამგვარად, პერიოდიზმი არის ორგანიზმის რეაქცია მომავალზე. მცენარეების და ცხოველების ფოტოპერიოდიზმი წარმოადგენს მემკვიდრეობით დამაგრებულ, გენეტიკურად განპირობებულ თვისებას. მაგრამ ფოტოპერიოდული რეაქცია მჟღავნდება მხოლოდ გარემოს სხვა ფაქტორების გარკვეული ზემოქმედებისას, მაგ., ტემპერატურის გარკვეულ ინტერვალში.

ცოცხალი ორგანიზმების მიერ არახელსაყრელი პირობებისადმი შეგუების სამი ძირითადი გზა არსებობს. აქტიური გზა – წინააღმდეგობის გაძლიერება, მარეგუ-

ლირებული პროცესების განვითარება, რაც ოპტიმუმიდან ფაქტორის გადახრისას იძლევა ორგანიზმების ყველა სასიცოცხლო ფუნქციის განხორციელების საშუალებას. პასიური გზა – ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციების დაქვემდებარება გარემოს ფაქტორების შეცვლაზე. სითბოს ნაკლებობა იწვევს ცხოველმოქმედების დათრგუნვას და მეტაბოლიზმის დონის დაქვეითებას, რაც ხელს უწყობს ენერგეტიკული მარაგების ეკონომიურ გამოყენებას. არახელსაყრელი შემოქმედების თავიდან აცილება წარმოადგენს გარემოსადმი შეგუების მესამე შესაძლებელ გზას.

ორგანიზმების ეკოლოგიური კლასიფიკაცია

ორგანიზმების ნათესაობის ხარისხი არის მცენარეების და ცხოველების თანამედროვე სისტემატიკის საფუძველი. ამასთან, ერთი ჯგუფის სახეობების გარეგნული თავისებურებანი შეიძლება იყოს მკვეთრად განსხვავებული. გარემოსადმი შეგუების ადაპტაციის მრავალფეროვნების ხერხების და გზების მრავალფეროვნება განაპირობებს კლასიფიკაციების სიმრავლის აუცილებლობას. რომელიმე ერთი კრიტერიუმის გამოყენებით შეუძლებელია გარემოსადმი ორგანიზმების შეგუების ყველა მხარის გათვალისწინება. ეკოლოგიური კლასიფიკაციების საფუძველად შეიძლება გამოვიყენოთ სხვადასხვა კრიტერიუმები: კვების ხერხები, გადაადგილება, დამოკიდებულება ტემპერატურის, ტენიანობის, მარილიანობის, წნევის და სხვათა მიმართ. უმარტივეს ეკოლოგიურ კლასიფიკაციას წარმოადგენს ორგანიზმების დაყოფა ევრიბიოტურებას და სტენობიოტურებაზე. სხვა მაგალითია – ორგანიზმების დაყოფა ჯგუფებად მათი კვების ხასიათის მიხედვით.

ავტოტროფები – ორგანიზმები, რომლებიც თავისი სხეულის აგების წყაროდ იყენებენ არაორგანულ ნაერთებს. პეტეროტროფები – ყველა ცოცხალი არსებები, რომლებიც საჭიროებენ ორგანული წარმოშობის საკვებს. თავის მხრივ, ავტოტროფები იყოფა ფოტოტროფებად და პემოტროფებად. პირველები ორგანული მოლეკულების სინთეზისთვის იყენებენ მზის სხივის ენერგიას, მეორენი – ქიმიური კავშირების ენერგიას. პეტეროტროფები იყოფა საპროფიტებად, რომლებიც იყენებენ მარტივი ორგანული ნაერთების ხსნარებს, და, პოლოზებად, რომლებიც იყენებენ რთულ ირგანულ ნაერთებს.

გარემოსადმი ცხოველების და მცენარეების მისადაგებაზე დიდ როლს თამაშობს მორფოლოგიური ადაპტაციები, რომლებიც ხელს უწყობენ ორგანიზმების გადარჩენას და წარმატებით ცხოველმოქმედებას მათთვის ჩვეულებრივ პირობებში.

სასიცოცხლო ფორმები ჯერ იყო გამოყოფილი მცენარეებში. ტერმინი „სასიცოცხლო ფორმა“ პირველად იხმარა 1884 წელს დანიელმა ბოტანიკოსმა ე. ვარმინგმა, რომელიც განმარტავდა მას, როგორც „ფორმას, რომელშიც მცენარის ვეგეტატიური სხეული იმყოფება გარემოსთან ჰარმონიაში მთელი სიცოცხლის მანძილზე – აკნიდან კუბომდე, თესლიდან კედომამდე“.

სასიცოცხლო ფორმების კლასიფიცირებისათვის დანიელმა ბოტანიკოსმა კ. რაუნკერმა აირჩია მხოლოდ ერთი ნიშანი: წლის არახელსაყრელი დროის განმავლობაში კვირტების მდგომარეობა ან ყლორტების წვერების მდებარეობა ნიადაგის ზედაპირის მიმართ. ყველა მცენარე დაყოფილ იქნა ხუთ ტიპად: I – ფანეროფიტები – განახლების ღია ან დახურული კვირტები მდებარეობენ ნიადაგის ზედაპირიდან 30 სმ ზევით; II – ჰამეფიტები – განახლების კვირტები ნიადაგის ზედაპირთანაა 20-30 სმ-მდე; III – ჰემიკრიფტოფიტები – განახლების კვირტები ნიადაგის ზედაპირზეა ან მის ზედა შრეში; IV – კრიფტოფიტები – განახლების კვირტები დამალულია ნიადაგში ან წყლის ქვეშ და V – ტეროფიტები – წლის არახელსაყრელი დროის შემდეგ განახლება ხდება მხოლოდ თესლებით. ცხოველებისთვის, აგრეთვე, მიღებულია ხუთი სასიცოცხლო: I – მიწისზედა ფორმა; II – მიწისქვეშა (ბიგები); III – მერქნიანი; IV – ჰაეროვანი და V – წყლის.

თავი 2. პოპულაციების ეკოლოგია

პოპულაცია (ლათინურად „პოპულუს“ – ხალხი, მოსახლეობა) ერთი სახეობის ინდივიდების ჯგუფი, რომლებიც ურთიერმოქმედებენ და ერთობლივად ბინადრობენ ვრცელ ტერიტორიაზე, ანუ გარკვეულ ტერიტორიაზე ერთი სახეობის ბინადრობას გულისხმობს. ერთი პოპულაციის წევრები ერთანეთზე არა ნაკლებ გავლენას ახდენენ ვიდრე გარემოს ფიზიკური ფაქტორები ან ერთად მობინადრე სხვა ორგანიზმები. პოპულაციებში სხვადასხვა ხარისხით მჟღავნდება სახეობათშორისი ურთიერთობებისთვის დამახასიათებელი კავშირების ყველა ფორმები, მაგრამ ყველაზე მკაფიოდ გამოხატულია მუტუალისტური (ურთიერთ სასარგებლო) და კონკურენტული. სპეციფიკური სახეობათშორისი ურთიერთკავშირები დაკავშირებულია აღწარმოებასთან: სხვადასხვა სქესის ინდივიდებს და მშობლების და შვილობილის თაობებს შორის.

სქესობრივი გამრავლების დროს გენების ცვლა გარდაქმნის პოპულაციას შედარებით მთლიან გენეტიკურ სისტემად.

მოცემულ პირობებში ოპტიმალური რიცხოვნობის უზრუნველყოფა წარმოადგენს პოპულაციის ჰომესტაზს. ჰომესტაზურ შესაძლებლობებს პოპულაციების ცალკეული სახეობები განსხვავებულად ამჟღავნებენ.

პოპულაციებს, როგორც ჯგუფურ გაერთიანებებს, გააჩნიათ მთელი რიგი სპეციფიკური თვისება, რომელიც არ არის დამახასიათებელი ცალკე აღებული ინდივიდისთვის. ჯგუფური თავისებურებანი წარმოადგენს პოპულაციების ძირითად მახასიათებლებს. მათ მიეკუთვნება: 1) რიცხოვნობა – გარკვეულ ტერიტორიაზე ინდივიდების საერთო რაოდენობა; 2) პოპულაციების სიმკვრივე – პოპულაციის მიერ დაკავებული სივრცის ფართობის ერთეულზე ან მოცულობაზე ინდივიდთა საშუალო რაოდენობა, პოპულაციის სიმკვრივე შეიძლება, აგრეთვე, გამოიხატოს სივრცის ერთეულში პოპულაციების წევრების მასით; 3) შობადობა – ახალი ინდივიდების რაოდენობა, რომელიც გაჩნდა გამრავლების შედეგად დროის ერთეულში; 4) სიკვდილიანობა – მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს დროის გარკვეულ მონაკვეთში პოპულაციაში დაღუპულ ინდივიდთა რიცხვს; 5) პოპულაციის შემატება – სხვაობა შობადობასა და სიკვდილიანობას შორის. შემატება შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი; 6) ზრდის ტემპი – საშუალო შემატება დროის ერთეულში.

პოპულაციისთვის დამახასიათებელია გარკვეული ორგანიზაცია. ტერიტორიაზე ინდივიდების განაწილება, სქესის, ასაკის, მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური,

ქცევითი და გენეტიკური თავისებურებების მიხედვით ჯგუფების შეფარდება ასახავს პოპულაციის სტრუქტურას. ის, ერთი მხრივ, ფორმირდება სახეობის საერთო ბიოლოგიური თვისებების საფუძველზე, ხოლო, მეორე მხრივ, გარემოს და სხვა სახეობების პოპულაციების აბიოტური ფაქტორების ზეგავლენით.

ყოველი სახეობა იკავებს გარკვეულ ტერიტორიას (არეალს) და წარმოდგენილია პოპულაციების სისტემით. რაც უფრო რთულად არის დანაწევრებული ტერიტორია, მით უფრო მეტია ცალკეული პოპულაციის განცალკევების შესაძლებლობა. თუ სახეობის წევრები მუდმივად გადაადგილდებიან და ირევიან ვრცელ სივრცეზე, მაშინ ასეთი სახეობა ხასიათდება მსხვილი პოპულაციების მცირე რაოდენობით. სახეობის შემადგენლობაში გადაადგილებისადმი სუსტად განვითარებული უნარების შემთხვევაში ფორმირდება მრავალი წვრილი პოპულაცია, რაც ასახავს ლანდშაფტის მოზაიკურობას. მთებში ასეთი სახეობების ტერიტორიული დიფერენცია ყოველთვის უფრო რთულია, ვიდრე სწორ, ლია სივრცეებში.

პოპულაციების განცალკევების ხარისხი განსხვავებულია. ზოგიერთ შემთხვევაში ისინი მკვეთრად გაყოფილია საბინადროდ უვარგისი ტერიტორიით და სივრცეში მკვეთრად ლოკალიზებულია. სანინალმდეგო ვარიანტს წარმოადგენს ვრცელი ტერიტორიის მთლიანი დასახლება სახეობად. ერთსა და იმავე სახეობის ფარგლებში შეიძლება იყვნენ პოპულაციები როგორც მკაფიო, ისე გაურკვეველი საზღვრებით. ცალკეულ პოპულაციებს შორის ხდება ცალკეული ინდივიდების გაცვლა, რომელიც შეიძლება იყოს რეგულარული, ან ეპიზოდური.

ცალკეულ სახეობებს შორის ურთიერთობები არ შემოიფარგლება მხოლოდ ინდივიდების ურთიერთმოქმედებით, თუმცა ხორციელდება ინდივიდუალური კონტაქტებით. ურთიერთობები მტაცებელსა და მსხვერპლს შორის ხანმოკლეა. პოპულაციებს შორის კავშირი ხანგრძლივია და წარმოადგენს თანასაზოგადოების ფუნქციონირების ერთ-ერთ პირობას. კავშირები ცალკეულ ინდივიდებს შორის იძლევა ერთ შედეგს, ხოლო პოპულაციებს შორის – ხარისხობრივად სხვას. პოპულაციებს შორის კავშირები უზრუნველყოფს სახეობის არსებობას, როგორც ერთი მთლიანის. პოპულაციების ძალიან ხანგრძლივი და სრული იზოლაცია, ჩვეულებრივ, იწვევს ახალი სახეობების წარმოქმნას. ცალკეულ პოპულაციებს შორის სხვაობა გამოიხატება სხვადასხვა ხარისხით. ისინი შეიძლება ეხებოდნენ არა მარტო ჯგუფურ მახასიათებლებს, არამედ ცალკეული ინდივიდის ფიზიოლოგიურ, მორფოლოგიურ და ქცევით ხარისხობრივ თავისებურებებს. ეს განსხვავებები იქმნება, ძირითადად, ბუნებრივი შერჩევის გავლენით, რომლის მეშვეობით ხდება ცალკეული პოპულაციის მისადაგება მისი არსებობის კონკრეტული პირობებისადმი.

პოპულაციების სტრუქტურის ძირითადი მაჩვენებლებია – რიცხოვნობა, სივრცეში ორგანიზმების განაწილება და განსხვავებული ინდივიდების შეფარდება. ყოველი ორგანიზმის ინდივიდუალური ნიშნები დამოკიდებულია მის მემკვიდრეობით პროგრამაზე (გენოტიპი) და იმაზე, თუ როგორ არის ეს პროგრამა რეალიზებული

ონტოგენეზის მსვლელობაში. ყოველ ინდივიდს გააჩნია გარკვეული ზომები, სქესი, მორფოლოგიის განმასხვავებელი ნიშნები, ქცევის თავისებურებანი, და გარემოს ცვლილებებისადმი გამძლეობის ფარგლები. ამ ნიშნების განაწილება პოპულაციაში ახასიათებს მის სტრუქტურასაც. პოპულაციის სტრუქტურა არ არის სტაბილური. ორგანიზმების ზრდა და განვითარება, შობადობა, სხვადასხვა მიზეზით დაღუპვა, გარემო პირობების შეცვლა, მტრის რაოდენობის ზრდა ან შემცირება – ყოველი ეს ინვეს პოპულაციის შიგნით სხვადასხვა შეფარდებების ცვალებადობას. იმაზე, თუ როგორია პოპულაციის სტრუქტურა დროის მოცემულ პერიოდში, ბევრად არის დამოკიდებული მისი შემდგომი ცვლილებების მიმართულება.

ასაკთან ერთად ინდივიდის მოთხოვნილება გარემოსადმი და მდგრადობა გარკვეული ფაქტორების მიმართ, კანონზომიერად და არსებითად იცვლება. ონტოგენეზის სხვადასხვა სტადიაზე შეიძლება ხდებოდეს ბინადრობის გარემოს, კვების ტიპის, გადაადგილების ხასიათის, ორგანიზმების საერთო აქტიურობის შეცვლა. ხშირად სახეობის ფარგლებში ასაკობრივი ეკოლოგიური ცვლილებები გამოხატულია უფრო მეტად, ვიდრე განსხვავებები სახეობებს შორის. პოპულაციაში ასაკობრივი სხვაობები არსებითად აძლიერებენ მის ეკოლოგიურ არაერთგვაროვნებას და, შესაბამისად, გარემოსადმი წინააღმდეგობას, იზრდება იმის ალბათობა, რომ ნორმიდან ძლიერი გადახრის დროს, პოპულაციაში შენარჩუნებული იქნება სიცოცხლიუნარიანი ინდივიდების თუნდაც ნაწილი და ის შეძლებს არსებობას. პოპულაციების ასაკობრივ სტრუქტურას აქვს შეგუებითი ხასიათი. ის ფორმირდება სახეობის ბიოლოგიური თვისებების საფუძველზე, მაგრამ ყოველთვის ასახავს გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების ძალას.

მცენარეებში ცენოპოპულაციის ასაკობრივი სტრუქტურა, ე.ი. კონკრეტული ფიტოცენოზის პოპულაცია, განისაზღვრება ასაკობრივი ჯგუფების შეფარდებით. მცენარის აბსოლუტური, ან კალენდარული ასაკი და მისი ასაკობრივი მდგომარეობა განსხვავებული ცნებებია. ერთი კალენდარული ასაკის მცენარეები შეიძლება იყვნენ სხვადასხვა ასაკობრივ მდგომარეობაში. ინდივიდის ასაკობრივი მდგომარეობა წარმოადგენს მისი ონტოგენეზის ეტაპს, სადაც ის ხასიათდება გარემოსთან გარკვეული შეფარდებით. სრული ონტოგენეზი, ან მცენარეების დიდი სასიცოცხლო ციკლი, მოიცავს ინდივიდის განვითარების ყველა ეტაპს – ჩანასახიდან დანყებული მის კვდომამდე.

ასაკობრივი მდგომარეობის მიხედვით ცენოპოპულაციების ინდივიდების განაწილება წარმოადგენს ასაკობრივ სპექტრს. იგი ასახავს სხვადასხვა ასაკობრივი დონის რაოდენობრივ შეფარდებას. ცენოპოპულაციების ასაკობრივი სტრუქტურა ბევრად განისაზღვრება სახეობის ბიოლოგიური თავისებურებებით. ბიოლოგიური თავისებურებების გამომჟღავნება, თავის მხვრივ, დამოკიდებულია გარემოს პირობებზე. იცვლება, აგრეთვე, ონტოგენეზის მსვლელობა, რომელიც შეიძლება მიმდინარეობდეს ერთ სახეობაში მრავალი ვარიანტით, რაც აისახება ცენოპოპულაციის

ასაკობრივი სპექტრის სტრუქტურაზე. ერთი ცენოპოპულაციის ინდივიდები შეიძლება ვითარდებოდნენ და გადადიოდნენ ერთი ასაკობრივი მდგომარეობიდან მეორეში სხვადასხვა სისწრაფით. რაც უფრო დიდია ინდივიდი, მით მეტია მისი ზემოქმედების სფერო გარემოზე და მეზობელ მცენარეებზე. ამგვარად, ცენოპოპულაციების არა მარტო რიცხოვნობა, არამედ ასაკობრივი სპექტრი ასახავს მის მდგომარეობას და მისადაგებას ცვლადი გარემოს პირობებისადმი და განსაზღვრავს სახეობის პოზიციას ეკოსისტემაში.

ცხოველებში, გამრავლების ხერხის მიხედვით, პოპულაციის ყველა წევრი შეიძლება მიეკუთვნოს ერთ ან სხვადასხვა გენერაციას. პირველ შემთხვევაში ყველა ინდივიდი ახლოს არის ასაკით და, დაახლოებით, ერთდროულად მიმდინარეობს სასიცოცხლო ციკლის მორიგი ეტაპები. მეორე შემთხვევაში იქმნება პოპულაციის შედარებით მდგრადი სტრუქტურა, როდესაც სხვადასხვა თაობები ხანგრძლივად თანაარსებობენ. ადამიანის მიერ ცხოველების ბუნებრივი პოპულაციის ექსპლოატაციის დროს მათი ასაკობრივი სტრუქტურის აღრიცხვას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. სახეობებში ყოველწლიური დიდი შემატებითი შეიძლება საშიშროების გარეშე ამოღებულ იქნეს პოპულაციის მნიშვნელოვანი ნაწილი. პოპულაციებში რთული ასაკობრივი სტრუქტურით ზრდასრული ინდივიდების მოსპობამ შეიძლება საკმაოდ შეანელოს მისი აღდგენა. საერთოდ, ასაკობრივი სტრუქტურის ანალიზი იძლევა პოპულაციების რიცხოვნობის პროგნოზირების საშუალებას უზლოესი თაობების სიცოცხლის მანძილზე.

პოპულაციის მიერ დაკავებული სივრცე აძლევს მას სიცოცხლის საშუალებას. ყოველ ტერიტორიას შეუძლია გამოკვებოს ინდივიდების მხოლოდ გარკვეული რიცხვი. არსებული რესურსების გამოყენება დამოკიდებულია არა მარტო პოპულაციის საერთო რაოდენობაზე, არამედ სივრცეში ინდივიდების ზომებზე. ეს ნათლად მჟღავნდება მცენარეებში, რომლის კვების ფართობი არ შეიძლება იყოს გარკვეულ ზღვრულ სიდიდეზე ნაკლები. ფესვების მეშვეობით საკვები ნივთიერებებისა და წყლის დაკავებით, სივრცის დაჩრდილვით, აქტიური ნივთიერებების გამოყოფით ყოველი მცენარე ავრცელებს თავის გავლენას გარკვეულ ფართობზე. ამიტომ პოპულაციისთვის ოპტიმალურია ისეთი ინტერვალი მეზობელ ეგზემპლარებს შორის, რომლის დროსაც ისინი არ ახდენენ უარყოფით გავლენას ერთმანეთზე და, ამავდროულად, არ რჩება გამოუყენებელი სივრცეც. პოპულაციების წევრების არათანაბარი განაწილება შეიძლება მჟღავნდებოდეს ორ უკიდურეს შემთხვევაში: 1) მკვეთრად გამოხატული მოზაიკურობისას ინდივიდების ცალკეულ დაჯგუფებებს შორის დაუკავებელი სივრცით და 2) შემთხვევითი, დიფუზური ტიპის გავრცელებისას.

ცხოველებში შიდაპოპულაციური განაწილება რეგულირდება ინსტიქტების სისტემით. მათთვის დამახასიათებელია განსაკუთრებული ტერიტორიური ქცევა – პოპულაციების სხვა წევრების რეაქცია. ინსტიქტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტერიტორიაზე პოპულაციებში ცალკეული ინდივიდების ან ჯგუფების განთავსებას,

ახასიათებთ ფრინველებს, ძუძუმწოვრებს, ქვეწარმავლებს, მთელ რიგ თევზებს, ნაკლებად ამფიბიებს. ისინი აღინიშნება რთული ნერვული სისტემის მქონე უხერხმლოების მრავალ სახეობაში.

სივრცის გამოყენებით ყველა მოძრაი ცხოველი იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: მობინადრე და მომთაბარე.

მობინადრე ცხოველი იყენებს გარემოს საკმაოდ შეზღუდულ მონაკვეთს. ასეთი ცხოველები განსხვავდებიან თავისი ტერიტორიისადმი ერთგულებით, ხოლო იძულებითი გადასახლების შემთხვევაში – ცდილობენ დაბრუნდნენ კარგად ნაცნობ ტერიტორიაზე. ზოოლოგიაში ამგვარმა „სახლის შეგრძნებამ“ მიიღო „ჰომინგის“ (ინგლისურად home – სახლი) სახელწოდება. მრავალი სახეობა უბრუნდება გამრავლების ადგილებს, ზოგჯერ ხანგრძლივი და შორეული მიგრაციის შემდეგაც.

ცხოვრების მობინადრე წესს მნიშვნელოვანი უპირატესობები გააჩნია. კარგად ნაცნობ ტერიტორიაზე ცხოველი თავისუფლად მოძრაობს, ნაკლებ დროს ხარჯავს საკვების მოძიებაზე, უმოკლესი გზით აფარებს თავს მისთვის ცნობილ თავშესაფარს. ამის გარდა, მრავალი მობინადრე სახეობა ქმნის მარაგების სისტემას, აწყობს ბილიკებს, დამატებით ბუდეებს, სოროებს, რაც ეხმარება მათ გადარჩენაში. მაგრამ ეს წესი შეიცავს რესურსების სწრაფი გამოლევის საშიშროებას იმ შემთხვევაში, თუ პოპულაციის სიმჭიდროვე ხდება საკმაოდ მაღალი. მობინადრე სახეობებს გამოუმუშავდათ ქცევის ისეთი თავისებურებანი, რომ ისინი უზრუნველყოფენ თავიანთი ადგილსამყოფელის განცალკევებას სხვა ინდივიდებს, ოჯახებს ან დაჯგუფებებს შორის. პოპულაციით დაკავებული საერთო ფართობი იყოფა ცალკეულ ინდივიდუალურ ან ჯგუფურ ნაკვეთებად, რის შედეგადაც ხდება საკვების, ბუნებრივი თავშესაფარის, გამრავლების ადგილების მონესრიგებული გამოყენება. მართალია პოპულაციის წევრებს გააჩნიათ ტერიტორიული განცალკევება, მაგრამ მათ შორის არსებობს კავშირი. ცხოველების ტერიტორიული ქცევა მოიცავს აქტიურობის ორ ტიპს: 1) მიმართული თავისი არსებობის უზრუნველსაყოფად (საკვების მოძიება, ტერიტორიის გამოკვლევა, სოროების ამოთხრა და ა.შ.); 2) მეზობელ ინდივიდებთან ურთიერთობების დადგენა. დაკავებული ნაკვეთები არ არის იმ საზღვრებზე დიდი, როდესაც კავშირი მეზობელ ინდივიდებს შორის ირღევეა. ინდივიდუალური ტერიტორიის მინიმალური ზომები კი დამოკიდებულია გარემოს საკვებ რესურსებზე. განლაგების ასეთი სისტემის დროს ყოველ მობინადრე ინდივიდს არ ხვდება კონკურენცია თავის ნაკვეთზე. ეს კი ზრდის გადარჩენის და მემკვიდრეობის დატოვების ალბათობას. „ნაკვეთების დამაგრება“ მიიღწევა სხვადასხვა ხერხით: 1) დაკავებული სივრცის საზღვრების დაცვით და პირდაპირი აგრესიით გადამთიელის მიმართ; 2) განსაკუთრებული რიტუალური ქცევით, რომელიც დემონსტრირებს მუქარას; 3) სპეციალური სიგნალების და ნიშნების სისტემით, რომელიც მიუთითებს ტერიტორიის დაკავებაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ცხოველები იშვიათად შედიან კონფლიქტებში, აქტიურად გაუბრძან უცხო მონაკვეთებს.

მობინადრე სახეობების საერთო სივრცობრივი სტრუქტურის ყველა ვარიანტი შეიძლება გაერთიანდეს ოთხ ძირითად ტიპში: დიფუზური, მოზაიკური, პულსირებადი და ციკლური. დიფუზური ტიპის პოპულაციებში ცხოველები დისპერსულად არიან განაწილებული და არ წარმოქმნიან განცალკევებულ დასახლებებს. მობინადრე ცხოველების განთავსების მოზაიკური ტიპი იქმნება იმ შემთხვევაში, თუ დასახლებისათვის ვარგისი ბიოტოპები არათანაბრადაა სივრცეში გავრცელებული. სივრცობრივი სტრუქტურის პულსირებადი ტიპი დამახასიათებელია პოპულაციებისთვის რიცხოვნობის მკვეთრი ცვალებადობით. სივრცობრივი სტრუქტურის ციკლური ან ნასვენი ტიპი ხასიათდება წლის განმავლობაში ტერიტორიის კანონზომიერი ცვლადი გამოყენებით. ბინადარი ცხოველებით ტერიტორიის ციკლური ათვისება არსებითად არ განსხვავდება მომთაბარე პოპულაციების მიერ რესურსების გამოყენებისაგან.

ცხოვრების მომთაბარე წესის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ცხოველები არ არიან დამოკიდებული კონკრეტულ ტერიტორიაზე არსებული საკვების მარაგზე. ამასთან ერთად, ცალკეული ინდივიდის მუდმივი გადაადგილება ზრდის მტაცებლებისგან მათი დალუპვის საშიშროებას. ამიტომ ცხოვრების მომთაბარე წესი პრაქტიკულად არ არის დამახასიათებელი მარტოხელა ცხოველებისათვის, ისინი მომთაბარეობენ ჯგუფებად: ჯოგებად, გუნდებად.

ცხოველების ქცევის კანონზომიერებანი შეადგენს მეცნიერების განსაკუთრებული დარგის – ეთოლოგიის საგანს. პოპულაციებში ინდივიდების თანაარსებობის ფორმები მრავალფეროვანია. ცხოვრების მარტოხელა წესი, რომლის დროსაც პოპულაციის ინდივიდები დამოუკიდებელია და განცალკევებულია ერთმანეთისაგან, დამახასიათებელია მრავალი სახეობისათვის, მაგრამ მხოლოდ სასიცოცხლო ციკლის გარკვეულ სტადიებზე. ბუნებაში ორგანიზმების სრულებით მარტოხელა არსებობა არ გვხდება, რადგანაც ამ დროს შეუძლებელი იქნებოდა მათი ძირითადი სასიცოცხლო ფუნქციის – გამრავლების განხორციელება. მაგრამ ზოგიერთი სახეობისათვის დამახასიათებელია ერთად მცხოვრებ ინდივიდებს შორის ძალიან სუსტი კონტაქტები. ცხოვრების ოჯახური წესის დროს, აგრეთვე ძლიერდება კავშირები მშობლებსა და მათ შთამომავლებს შორის. კოლონიები წარმოადგენს ბინადარი ცხოველების ჯგუფურ დასახლებებს. ისინი შეიძლება არსებობდნენ ხანგრძლივად ან იქმნებოდნენ მხოლოდ გამრავლების პერიოდში. გუნდებს მიეკუთვნება ცხოველების დროებითი გაერთიანებები, რომლებიც ამჟღავნებენ ქმედების ბიოლოგიურად სასარგებლო ორგანიზებას. გუნდები ამსუბუქებენ სახეობის ცხოვრებაში რომელიმე ფუნქციის განხორციელებას: მტრებისგან თავდაცვა, საკვების მოპოვება, მიგრაცია. ცხოვრების გუნდური წესი ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული ფრინველებსა და თევზებში, ნაწილობრივ ძუძუმწოვრებში. ქმედების კოორდინაციის ხერხის მიხედვით გუნდები იყოფა ორ კატეგორიად: 1) ეკვიპოტენციალური, რომელიმე წევრის დომინირების გარეშე და 2) გუნდები ლიდერებით, რომელშიც ცხოველები ორინტირებულნი

არიან ერთ ან რამდენიმე ყველაზე გამოცდილ ინდივიდზე. ჯოგი, გუნდებთან შედარებით, წარმოადგენს ცხოველების უფრო ხანგრძლივ და მუდმივ გაერთიანებას. ჯოგებში ხორციელდება სახეობის ცხოვრების ყველა ძირითადი ფუნქცია: საკვების მოპოვება, თავდაცვა მტაცებლისგან, მიგრაცია, გამრავლება და ა.შ. ჯოგში ცხოველების ჯგუფური ქცევის საფუძველს წარმოადგენს დომინირება-დაქვემდებარების ურთიერთობები, რაც ეფუძნება ინდივიდებს შორის არსებულ განსხვავებას. ჯოგების ორგანიზაციის ერთ-ერთ ვარიანტს წარმოადგენს ჯგუფები დროებითი ან შედარებით მუდმივი ლიდერებით, რომლებზეც ხდება დანარჩენების ყურადღების გამახვილება და რომლებიც თავისი ქცევით განსაზღვრავენ გადაადგილების მიმართულებას, კვების ადგილებს, რეაქციას მტაცებლებზე და სხვა თვისებებზე. ჯოგი ბაძავს ლიდერს და იქცევა როგორც ერთიანი მთელი. ლიდერის ქმედება არ არის მიმართული უშუალოდ სხვა ინდივიდების დაქვემდებარებაზე. ლიდერად ხდება ჯოგის ყველაზე გამოცდილი წევრი.

ჯგუფში ცხოვრება ნერვული სისტემის მეშვეობით აისახება ცხოველის ორგანიზმში მიმდინარე მრავალ ფიზიოლოგიურ პროცესზე.

თეორიულად ნებისმიერ პოპულაციას შეუძლია რიცხოვნობის შეუზღუდავი ზრდა. ასეთ პიპოტეტიურ შემთხვევაში, პოპულაციის ზრდის სისწრაფე დამოკიდებული იქნება მხოლოდ სახეობისთვის დამახასიათებელ ბიოტურ პოტენციალზე, რომლის ცნება ეკოლოგიაში 1928 წელს შემოიღო რ. ჩეპმენმა. ეს მაჩვენებელი ასახავს ერთი წყვილიდან (ან ინდივიდიდან) შთამომავლების თეორიულ მაქსიმუმს დროის ერთეულში – წელი ან მთლიანად სასიცოცხლო ციკლი. პოპულაციის ბიოტური პოტენციალი არასდროს არ რეალიზდება მთლიანად.

პოპულაციების რიცხოვნობის საერთო ცვლილებები შედგება რამდენიმე მოვლენისაგან: შობადობა, სიკვდილიანობა, განსახლება. შობადობა წარმოადგენს პოპულაციაში დროის ერთეულში ახალი ინდივიდების რაოდენობას მისი წევრების გარკვეულ რიცხვზე გაანგარიშებით. შობადობის სიდიდე დამოკიდებულია მრავალ მიზეზზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს იმ ინდივიდების წილს, რომლებსაც შეუძლიათ მოცემულ პერიოდში გამრავლება, რაც განისაზღვრება სქესების და ასაკობრივი ჯგუფების შეფარდებით. ასევე მნიშვნელოვანია გენერაციების თანმიმდევრობის სიხშირე.

სიკვდილიანობაც მრავალ მიზეზზეა დამოკიდებული: ინდივიდების გენეტიკურ და ფიზიოლოგიურ სრულყოფაზე, გარემოს არახელსაყრელი პირობების, მტაცებლების, პარაზიტების, ავადმყოფობის გავლენაზე. განსახლება ანუ პოპულაციების შესახლება ან გამოსახლება (მიგრაცია) წარმოადგენს კანონზომიერ მოვლენას, რომელიც ეფუძნება სახეობის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ბიოლოგიურ ნიშანს, მის განსახლებით უნარს. ყოველ პოპულაციაში ინდივიდების ნაწილი რეგულარულად ტოვებს მას, ამდიდრებს მეზობელ, ან სახლდება ახალ, ჯერ კიდევ დაუკავებელ ტერიტორიებზე. ეს არის პოპულაციის დისპერსიის პროცესი. განსახლება იწვევს ახა-

ლი ადგილსამყოფელის დაკავებას, სახეობის საერთო არეალის გაფართოებას, მის წარმატებას არსებობისათვის ბრძოლაში.

მცენარეების ყველა გაზომვითი და ხარისხობრივი მახასიათებლები ცენოპოპულაციებში ფართო დიაპაზონში იცვლება. ანუ იცვლება ისეთი მაჩვენებლები, როგორიცაა საერთო რიცხოვნობა და სიმჭიდროვე, ფიტომასა, პოპულაციის მიერ დაკავებული ფართობი, პროექციული გადაფარვა, ასაკობრივი სპექტრი. ფლუქტუაცია წარმოადგენს შექცევად, განსხვავებულ ცვლილებებს, როდესაც ცენოპოპულაციებში ხდება დაბერების და გაახალგაზრდავების მონაცვლეობა და თაობები უწყვეტად ცვლიან ერთმანეთს. ასეთ შემთხვევაში პოპულაცია ინარჩუნებს დაკავებულ ფართობს.

გარკვეული რიცხოვნობის უზრუნველყოფა წარმოადგენს პოპულაციის პომეოსტაზს. პოპულაციის მიერ პომეოსტაზის უნარს საფუძვლად უდევს ყოველი ინდივიდის ფიზიოლოგიური თავისებურებანი, ზრდის, ქცევის ცვლილებები პოპულაციების წევრების ზრდის და შემცირების საპასუხოდ. პოპულაციის პომეოსტაზის მექანიზმი დამოკიდებულია სახეობის ეკოლოგიურ სპეციფიკაზე, მის მოძრაობის უნარზე, მტაცებლების და პარაზიტების ზემოქმედების ხარისხზე და სხვ. პოპულაციის პომეოსტაზი შეიძლება მუდავანდობდეს ხისტი ფორმით, რაც იწვევს ჭარბი ინდივიდების სიკვდილს, ან შერბილებული – პირობითი რეფლექსების საფუძველზე ნაყოფიერების დაქვეითებაში. შიდასახეობრივი კონკურენციის ხისტი ფორმას მიეკუთვნება მცენარეებში თვითგამოხშირვის მოვლენა. აღმონაცენის მაღალი სიხშირის დროს მცენარეების ნაწილი იღუპება უფრო ძლიერი მეზობლების მიერ ფიზიოლოგიური დათრგუნვის შედეგად. მცენარეების რიცხვის შემცირება ხდება მაშინაც, როდესაც თესვები გენეტიკურად ერთგვაროვანია. ამ დროს მნიშვნელოვანია განსხვავება ზომებში, აღმონაცენის გამოჩენის დროში, მიკროგარემოცვის დეტალები. ცხოველებში პოპულაციების სიმჭიდროვის რეგულაციის ხისტი ფორმები, ჩვეულებრივ, მუდავანდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვების, წყლის და სხვა რესურსის მარაგები მკვეთრად შეზღუდულია, ხოლო მოცემულ პერიოდში ცხოველებს არ შეუძლიათ სხვა ტერიტორიაზე რესურსების მოძიება, ან ის არააფექტუარია. მრავალ სახეობაში პოპულაციების ზრდის შემზღუდველ მექანიზმებს შორის დიდ როლს თამაშობს ინდივიდების ქიმიური ურთიერთქმედებები. პოპულაციების რიცხოვნობის შეზღუდვის სხვა მექანიზმია სიმჭიდროვის გაზრდისას ისეთი ცვლილებები ფიზიოლოგიაში და ქცევაში, რომლებიც, საბოლოო ჯამში, იწვევენ მასიური მიგრაციის ინსტინქტების გამომჟღავნებას. შედეგად ხდება პოპულაციის მეტი წილის განსახლება იმ ტერიტორიის გარეთ, რომელიც დაკავებულია ბინადრობის პერიოდში. ცხოველების ტერიტორიული ქცევა მუშავდება ევოლუციის შედეგად როგორც ინსტინქტების სისტემა – მოცემულ ფართობზე პოპულაციის რიცხოვნობის ზრდის შებოჭვის ყველაზე ეფექტური მექანიზმი. ნაკვეთების დანიშვნა და დაცვა, რომელიც გამორიცხავს „სხვა“ ინდივიდების გამრავლებას, განაპირობებს ტერი-

ტორიის რაციონალურ გამოყენებას. პოპულაციის ჭარბი ნაწილი ამ დროს არ მრავლდება ან იძულებულია გამოსახლდეს დაკავებული სივრცის ფარგლებს გარეთ. ეს ეხება გამოყვანილ შთამომავლობას, რომელთა შორის მხოლოდ მცირე ნაწილი ბუნებრივი სიკვდილიანობის შედეგად იკავებს განთავისუფლებულ ნაკვეთებს.

პოპულაციების სომჭიდროვის გადიდება შეიძლება თან ახლდეს ისეთივე ცვლილებები ინდივიდების ფიზიოლოგიაში, რომლებიც ინვევენ გამრავლების უნარის დაქვეითებას და სიკვდილიანობის ზრდას. ძუძუმწოვრებში ცნობილია სტრესის მოვლენა. რომელიმე ფაქტორის უარყოფითი ზემოქმედების საპასუხოდ ორგანიზმში იქმნება ორი ტიპის რეაქცია: 1) სპეციფიკური, რომელიც დამოკიდებულია დაზიანებული აგენტის ბუნებაზე; 2) დაძაბულობის არასპეციფიკური რეაქცია, როგორც ორგანიზმის საერთო ძალისხმევა მიესადაგოს შეცვლილ პირობებს. ეს საერთო რეაქცია მოიცავს მთელ რიგ ფიზიოლოგიურ და მორფოლოგიურ ცვლილებებს, რომლებიც თანდათანობით იძენენ საერთო პროცესის იერს. დაძაბულობის რეაქცია, ან სტრესი, იქმნება გარემოს ნებისმიერი უარყოფითი ზემოქმედების საპასუხოდ, მათ შორის ოპტიმუმისგან პოპულაციის სიმჭიდროვის გადახრის შემთხვევაში.

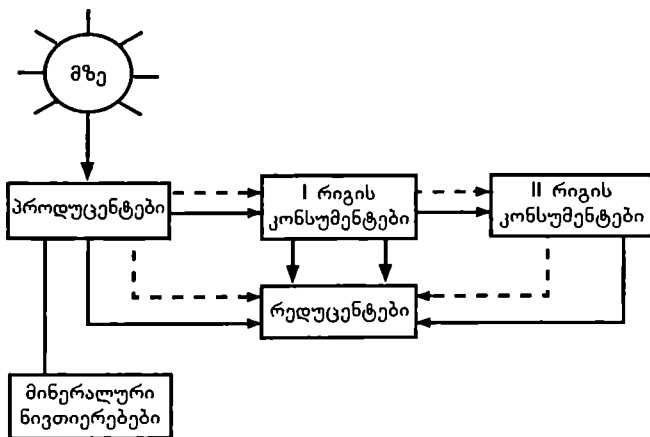
თავი 3. ცნება ეკოსისტემების შესახებ

ორგანიზმების თანასაზოგადოებები დაკავშირებულია არაორგანულ გარემოს-თან მჭიდრო მატერიალურ-ენერგეტიკული კავშირებით. ეკოლოგიური სისტემა ან ეკოსისტემა – ბუნებრივი გარემოს ობიექტურად არსებული ნაწილი, რომელსაც აქვს სივრცობრივ-ტერიტორიული საზღვრები. მისი ცოცხალი და არაცოცხალი ელემენტები ურთიერთმოქმედებენ, როგორც ერთიანი, ფუნქციონალური მთლიანი სისტემა და ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან ნივთიერებების და ენერგიის ურთიერთმონაცვლეობით. ტერმინი შემოღებული იყო 1935 წელს ინგლისელი ეკოლოგის ა. ტენსლის მიერ, რომელიც აღნიშნავდა, რომ ასეთი მიდგომით არაორგანული და ორგანული ფაქტორები წარმოადგენენ თანაბარუფლებიან კომპონენტებს და დაუშვებელია ორგანიზმის განცალკევება კონკრეტული გარემოსაგან. ეკოსისტემური მიდგომის დროს კვლევის მთავარ საგანს წარმოადგენს ბიოტას და ფიზიკურ გარემოს შორის ნივთიერებების და ენერგიის ტრანსფორმაციის პროცესები, ე.ი. ზოგადად ეკოსისტემაში ნივთიერებების ბიოგეოქიმიური წრებრუნვა. ამის შედეგად შესაძლებელია მრავალი ცალკეული ორგანიზმის ცხოველმოქმედების შედეგების განზოგადოებული, ინტეგრირებული შეფასება, რადგანაც ბიოგეოქიმიური პროცესების შედეგად ისინი უფრო ერთგვაროვანია თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით და შენებით. მაგალითად, ყველა უმაღლესი მცენარე იყენებს ერთი და იგივე ნივთიერებებს, სინათლეს და ფოტოსინთეზის წყალობით წარმოქმნის მიახლოებული შემადგენლობის ორგანულ ნივთიერებებს, გამოყოფს ჟანგბადს. ბუნებაში ეკოსისტემების მასშტაბები სხვადასხვაა. ეკოსისტემებს შეიძლება მიეკუთვნოთ ნებისმიერი ბიოტური თანასაზოგადოება – დანყებული ტბით და დამთავრებული ზღვით ან ბუჩქით და ა.შ.

სისტემაში ნივთიერებების წრებრუნვის უზრუნველსაყოფად საჭიროა წრებრუნვებში მონაწილე არაორგანული ნივთიერებები (C, N, CO₂, H₂O, P, O და სხვ.), ორგანული ნაერთები (ცილები, ნახშირწყლები, ლიპიდები, ჰუმუსოვანი ნივთიერებები და სხვ.), რომლებიც აკავშირებენ ბიოტურ და აბიოტურ ნაწილებს; ჰაეროვანი, წყლოვანი და სუბსტრატული გარემო აბიოტური ფაქტორებით; და ფუნქციონალურად განსხვავებული ორგანიზმების სხვადასხვა ეკოლოგიური ჯგუფების (პროდუცენტების, კონსუმენტების და რედუცენტების) არსებობა. პროდუცენტებია ავტოტროფული ორგანიზმები, რომლებსაც შეუძლიათ თავისი სხეულების აგება არაორგანული ნაერთების ხარჯზე. კონსუმენტები იყენებენ პროდუცენტების ან სხვა კონსუმენტების ორგანულ ნივთიერებას და გარდაქმნიან მას ახალ ფორმაში. რედუ-

ცენტრები არსებობს მკვდარი ორგანული ნივთიერების ხარჯზე, რომელიც გადაყავთ არაორგანულ ნაერთებში. ეკოსისტემების ზოგიერთ ტიპში მათ გარეთ ნივთიერების გატანა იმდენად დიდია, რომ მათი სტაბილურობა ხორციელდება გარედან იმავე რაოდენობის ნივთიერების შემოდენით, მაშინ როდესაც შიდა წრებრუნვა ნაკლებად ეფექტურია. ასეთია გამდინარე წყალსატევები, მდინარეები, ციცაბო ფერდობებზე ნაკვეთები მთებში. სხვა ეკოსისტემებს გააჩნიათ ნივთიერებების უფრო სრული წრებრუნვა და შედარებით ავტონომიურობა (ტყეები, მდელოები გავაკებულ ნაკვეთებზე, ტბები და ა.შ.).

ბუნებრივი ეკოსისტემები წარმოადგენენ ღია სისტემებს: ისინი იღებენ და გაცემენ ნივთიერებებს და ენერგიას. ორგანიზმების და, პირველ რიგში, პროდუცენტების შესათვისებელი ნივთიერებების მარაგები არ არის უსასრულო. მათი მრავალჯერადად გამოუყენებლობის შემთხვევაში დედამიწაზე სიცოცხლე შეუძლებელი იქნებოდა.



ნახ. 4. ბუნებრივი ეკოსისტემებში ნივთიერებების (უწყვეტი ხაზი) და ენერგიის (წყვეტილი ხაზი) გადატანის სქემა

ორგანიზმების კვებითი ურთიერთმოქმედების თვალსაზრისით ეკოსისტემის ტროფიკული სტრუქტურა იყოფა ორ იარუსად: 1) ზედა – ავტოტროფული იარუსი, ან „მწვანე სარტყელი“, რომელიც მოიცავს მარტივი არაორგანული ნაერთებიდან რთული ორგანული მოლეკულების შემქმნელ ფოტოსინთეზირებად ორგანიზმებს; 2) ქვედა – ჰეტეროტროფული იარუსი ან ნიადაგების და ნალექების „ყავისფერ სარტყელს“, რომელშიც ჭარბობს მკვდარი ორგანული ნივთიერებების დაშლა მარტივ მინერალურ წარმოქმნამდე.

ფოტოსინთეზირებადი ორგანიზმები ქმნიან დედამიწაზე ორგანულ ნივთიერებებს – პროდუქციას საერთო რაოდენობით 100 მლრდ ტ/წელიწადში. ნივთიერებების დაახლოებით ასეთივე რაოდენობა მცენარეების სუნთქვის შედეგად გარდაიქმნება ნახშირორჟანგში და წყალში. 300 მლნ წლის წინ შეიქმნა ორგანული ნივთიერების სიჭარბე, რაც გამოიხატა დანალექ ქანებში ნახშირის დაგროვებით იმის შედეგად, რომ შეფარდებაში O_2/CO_2 ბალანსი გადაიხარა CO_2 -კენ და პროდუქციის ნაწილი არ იხარჯებოდა სუნთქვაზე და არ იხრწნებოდა და ქვევდებოდა ნალექებში. სუნთქვა არის დაჟანგვის, დაგროვილი ორგანული ნივთიერების „წვის“ პროცესი. განანსხვავებენ აერობულ და ანაერობულ სუნთქვას და დუღილს. *აერობული სუნთქვა* ფოტოსინთეზის საწინააღმდეგო პროცესია, სადაც აირისებრი დამჟანგველი ჟანგბადი იერთებს წყალბადს. *ანაერობული სუნთქვა* ხორციელდება უჟანგბადო არეში, დამჟანგველებია სხვა ნივთიერებები, მაგალითად, გოგირდი. *დუღილი* ანაერობული პროცესია, სადაც დამჟანგველი ხდება თვით ორგანული ნივთიერება.

წინადაგში ან ფსკერულ ნალექში დეტრიტის (ორგანული ლექი ან წყლოვან არეში ორგანიზმების ნარჩენები) დიდი რაოდენობით დაგროვებისას ბაქტერიები, სოკოები, უმარტივესები სწრაფად ხარუჯვენ ჟანგბადს მის გახრწნაზე და ის მკვეთრად ნელდება მხოლოდ ანაერობული მეტაბოლიზმის „მუშაობის“ შედეგად. ეს უკანასკნელი მნიშვნელოვნად ჩამორჩება აერობულს სიჭარბეში. ამ დროს ხდება დროში პეტეროტროფული დაშლის ჩამორჩენა პროდუქტებისგან, რაც არის ეკოსისტემის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისება. ეს შეიმჩნევა ბიოსფეროს დონეზეც, მაგრამ ადამიანის საქმიანობის შედეგად ამ თვისებას საშიშროება ემუქრება, რადგანაც ხდება შიდა წვის ძრავების ჟანგბადის უსაზღვრო მოხმარება. დეტრიტის გახრწნა მისი ფიზიკური დაქუცმაცების და ბიოლოგიური ზემოქმედების გზით და საპროფაგებით ჰუმუსის წარმოქმნა (ჰუმფიფიკაცია) მიმდინარეობს საკმაოდ სწრაფად. მაგრამ უკანასკნელი ეტაპი, ჰუმუსის მინერალიზაცია, ნელი პროცესია, რადგანაც გახრწნა წინადაგში, ჰუმუსის დაგროვებასთან შედარებით, შენელებულია. ბიოტური ფაქტორების გარდა, ორგანიკის გახრწნის პროცესებში მონაწილეობას იღებენ, აგრეთვე, აბიოტური ფაქტორები (ხანძრები, რომლებსაც თვლიან „გახრწნის აგენტებად“). და მაინც გადამწყვეტია მკედარი ორგანიზმების გახრწნა პეტეროტროფული მიკროორგანიზმებით და საპროფაგებით. ასე რომ არ ხდებოდეს, საკვები ნივთიერებები დარჩებოდნენ მკედარ სხეულებში და ახალ ცხოვრებას ადგილი არ ექნებოდა.

დედამიწაზე სიცოცხლე არსებობს მზის ენერგიის ხარჯზე. მცენარეები ფოტოსინთეზით ქმნიან ორგანულ ნივთიერებას და „კვებავენ“ დანარჩენ ცოცხალ სამყაროს, ე.ი. მზის ენერგია მცენარეებით გადაეცემა ორგანიზმს საკვები ან ტროფიკული ჯაჭვით: პროდუცენტებიდან კონსუმენტამდე და ასე 4-6-ჯერ ერთი ტროფიკული დონიდან მეორეზე.

ტროფიკული დონე წარმოადგენს ყოველი რგოლის ადგილს საკვებ ჯაჭვში. არჩევენ რამდენიმე ტროფიკულ დონეს. პირველი დონე მიეკუთვნება პროდუცენტ-

ტებს, ყველა დანარჩენი – კონსუმენტებს. მეორე დონე – მცენარეული საკვებით მკვებავი კონსუმენტები; მესამე – ცხოველური საკვებით მკვებავი; მეოთხე – სხვა ცხოველური საკვებით მკვებავი კონსუმენტები და ა.შ. მამასადამე, შესაძლებელია კონსუმენტების დაყოფა: პირველი, მეორე, მესამე და ა.შ. რიგებად. ენერგეტიკული ხარჯები დაკავშირებულია მეტალიტურ პროცესებთან ანუ სუნთქვის ხარჯებთან, ნაკლები რაოდენობა მიდის ქსოვილების წარმოქმნაზე, ხოლო საკვების დარჩენილი ნაწილი გამოიყოფა ექსკრემენტების სახით. საბოლოო ჯამში, მთელი ეს ენერგია გარდაიქმნება სითბურში და გაიფანტება გარემოში, ხოლო შემდგომ უფრო მაღალ ტროფიკულ დონეზე გადაიცემა წინა ტროფიკული დონის არა უმეტეს 10%. ჰეტეროტროფების მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს საპროფაგები და საპროფიტები (სოკოები), რომლებიც იყენებენ დეტრიტუს ენერგიას. ეკოსისტემაში სხივური ენერგიის ნაკადი ნაწილდება ტროფიკული ბადეების ორი სახესხვაობით. შედეგად, იმისათვის, რომ არსებობდეს სიცოცხლე, უნდა ხდებოდეს გაბნეული და დანაკარგი ენერგიის აღდგენა.

ეკოსისტემაში ნივთიერებების წრებრუნვაში ხშირად ერთვება გარედან მოხვედრილი ნივთიერებები და ამის შედეგად ხდება ტროფიკულ ჯაჭვებში მათი ბიოლოგიური დაგროვება. ბიოლოგიური დაგროვება გასათვალისწინებელია გარემოში ნებისმიერი გამაბინძურებლის თუნდაც მცირეოდენი მოხვედრის შემთხვევაში.

საკმაოდ მნიშვნელოვანია ეკოსისტემის პროდუქტიულობა, რომელიც წარმოადგენს ფოტოსინთეზის დროს პროდუცენტების მიერ სხივური ენერგიის შეთვისების სისწრაფეს. წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც საკვები. არჩევენ ორგანული ნივთიერების პროდუქციების სხვადასხვა დონეს, რომლის დროსაც იქმნება პირველადი და მეორადი პროდუქცია. პროდუცენტების მიერ დროის ერთეულში შექმნილი ორგანული მასა წარმოადგენს პირველად პროდუქციას, ხოლო კონსუმენტების მასის შემატება დროის ერთეულში – მეორად პროდუქციას. პირველადი პროდუქცია იყოფა ორ დონედ – მთლიანი და წმინდა პროდუქცია. მთლიანი პირველადი პროდუქცია წარმოადგენს მთლიანი ორგანული ნივთიერების საერთო მასას, რომელიც იქმნება მცენარის მიერ დროის ერთეულში ფოტოსინთეზის მოცემული სიჩქარის პირობებში და მოიცავს ხარჯებს სუნთქვაზე. მთლიანი პროდუქციის ის ნაწილი, რომელიც არ დახარჯულა სუნთქვაზე, წარმოადგენს წმინდა პირველად პროდუქციას. ის წარმოადგენს მცენარეების შემატების სიდიდეს და სწორედ ამ პროდუქციას იყენებენ კონსუმენტები და რედუცენტები. მეორადი პროდუქცია არ იყოფა მთლიანსა და წმინდაზე, რადგანაც კონსუმენტები და რედუცენტები, ანუ ყველა ჰეტეროტროფი ზრდის თავის მასას პირველადი პროდუქციის ხარჯზე, ე.ი. იყენებს ადრე შექმნილ პროდუქციას. ეკოსისტემის ყველა ცოცხალი კომპონენტი – პროდუცენტები, კონსუმენტები და რედუცენტები წარმოადგენენ თანასაზოგადოებას მთლიანად, ან ორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფის საერთო ბიომასას („ცოცხალ წონას“). ბიომასას გამოხატავენ გ/სმ² ნედლი ან მშრალი სახით, ან ენერგეტიკულ ერთეულებში – კალორიებში, ჯოულებში და ა.შ. ბიომასის

ნარმოქმნაზე იხარჯება ის ენერგია, რომელიც ქმნის პირველად პროდუქციას. თუ კონსუმენტების მიერ ბიომასის ამოღების სისწრაფე ჩამორჩება მცენარეების შემატების სისწრაფეს, მაშინ ხდება პროდუცენტების ბიომასის თანდათანობითი შემატება და მკედარი ორგანული ნივთიერების დაგროვება. სტაბილურ თანასაზოგადოებებში მთელი პროდუქცია იხარჯება ტროფიკულ ბალებში, ხოლო ბიომასა რჩება მუდმივი ან უმნიშვნელოდ იცვლება.

შექმნის ფარდობითი სისწრაფის და სუფთა პირველადი პროდუქციის ხარჯის სისწრაფის მიხედვით ეკოსისტემები საკმაოდ მრავალფეროვანია. მაგრამ ყველა ეკოსისტემისთვის დამახასიათებელია პირველადი და მეორადი პროდუქციის გარკვეული რაოდენობრივი შეფარდება, რამაც მიიღო *პროდუქციის პირამიდის წესის* სახელწოდება: ყოველ წინა ტროფიკულ დონეზე დროის ერთეულში შექმნილი ბიომასის რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე მომდევნოში. გრაფიკულად ეს წესი გამოიხატება პირამიდების სახით, რომლებიც ზემოთ ვიწროვდება და წარმოადგენენ ერთმანეთზე დალაგებულ სხვადასხვა სიმაღლის სწორკუთხედებს. მათი სიმაღლე შეესაბამება პროდუქციის მასშტაბებს შესაბამის ტროფიკულ დონეებზე. პროდუქციის პირამიდა ასახავს კვების ჯაჭვებში ენერგიის ხარჯვის კანონებს. ორგანული ნივთიერების შექმნის სისწრაფე არ ასახავს მის ჯამურ მარაგს, ე.ი. ყოველი ტროფიკული დონის ყველა ორგანიზმის საერთო ბიომასას. კონკრეტულ ეკოსისტემებში პროდუცენტების ან კონსუმენტების არსებული ბიომასა დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ შეეფარდება ერთმანეთს გარკვეულ ტროფიკულ დონეზე ორგანული ნივთიერების დაგროვების ტემპები და მისი გადაცემა ზემოთ მდგომს, ე.ი. რამდენად ძლიერად არის ნარმოქმნილი მარაგების ამოჭმა.

ხმელეთის უმრავლეს ეკოსისტემებში მოქმედებს, აგრეთვე, *ბიომასის პირამიდის წესი*, ე.ი. მცენარეების ჯამური მასა მეტია, ვიდრე ყველა ფიტოფაგის და ბალახის მძოველთა მასა, ხოლო მათი მასა აჭარბებს ყველა მტაცებლის მასას. ხმელეთის ეკოსისტემებში მცენარეულობის წლიური შემატების შეფარდება ბიომასასთან შედარებით მცირეა. სხვადასხვა ფიტოცენოზებში, სადაც ძირითადი პროდუცენტები განსხვავდება სასიცოცხლო ციკლის ხანგრძლივობით, ზრდის სიდიდით და ტემპებით, ეს შეფარდება მერყეობს 2-დან 75%-მდე. განსაკუთრებით დაბალია ბიომასის ფარდობითი შემატების ტემპები სხვადასხვა ტყეში და შეადგენს მსხვილი ხეების საერთო მასის მხოლოდ 2-6%. თანასაზოგადოებებში ბალახა ფორმების სიჭარბით ბიომასის აღწარმოების სისწრაფე გაცილებით მეტია: სტეპებში წლიური პროდუქცია შეადგენს 41-55%, მდელოებსა და ეფერულ-ბუჩქოვან ნახევარუდაბნოებში კი 70-75% აღწევს.

ტროფიკულ ჯაჭვებში, ხშირად ადგილი აქვს *რიცხვების პირამიდის წესს*: კვების ჯაჭვებში მონაწილე ინდივიდების საერთო რიცხვი ყოველი რგოლით მცირდება. ეს აიხსნება იმით, რომ მტაცებლები, როგორც წესი, თავისი კვების ობიექტებზე უფრო მსხვილებია და ერთი მტაცებლის ბიომასის მხარდასაჭერად საჭიროა მათი გადიდებული რაოდენობა.

პირამიდების სამივე წესი – პროდუქციის, ბიომასის და რიცხვის – საბოლოო ჯამში, გამოხატავენ ეკოსისტემებში ენერგეტიკულ ურთიერთობებს. პირველი ორი წესი მჟავნდება თანასაზოგადოებებში გარკვეული ტროფიკული სტრუქტურით, ხოლო რიცხვების პირამიდას უნივერსალური ხასიათი აქვს.

ეკოსისტემების პროდუქტიულობის კანონების ცოდნას, ენერგიის ნაკადის რაოდენობრივი აღრიცხვის შესაძლებლობას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. აგროცენოზების პირველადი პროდუქცია და ადამიანის მიერ ბუნებრივი თანასაზოგადოებების ექსპლოატაცია წარმოადგენს კაცობრიობისათვის კვების მარაგების ძირითად წყაროს. არა ნაკლებ მნიშვნელოვანია მეორადი პროდუქცია, რომელიც მიიღება სასოფლო-სამეურნეო და სამრეწველო ცხოველების ხარჯზე, რადგანაც ცხოველური ცილები შეიცავს მთელ რიგ ადამიანებისათვის შეუცვლელ ამინომჟავებს, რომლებიც არ არის მცენარეულ საკვებში. ეკოსისტემების ენერგიის ნაკადების და პროდუქტიულობის მასშტაბების ზუსტი გაანგარიშება საშუალებას იძლევა ისე მართონ ნივთიერებების წრებრუნვა, რომ მიიღონ ადამიანისათვის საჭირო პრაქტიკის მაქსიმალური გამოსავალი.

ნებისმიერი ეკოსისტემა დინამიკურია, მასში მუდმივად მიმდინარეობს მათი ნევრების მდგომარეობის, სიცოცხლისუნარიანობის და პოპულაციების შეფარდების ცვლილება. ეკოსისტემაში მიმდინარე ნებისმიერი ცვლილება შეიძლება იყოს ორი ტიპის: ციკლური და წინსვლითი.

თანასაზოგადოების ციკლური ცვლილებები ასახავს გარემო პირობების დღე-ღამურ, სეზონურ და მრავალწლიურ პერიოდულობას და ორგანიზმების ენდოგენურ რიტმებს. დღეღამური ცვლილებები, ჩვეულებრივ, მით უფრო ძლიერადაა გამოხატული, რაც უფრო მნიშვნელოვანია ტემპერატურის, ტენიანობის და გარემოს სხვა ფაქტორების სხვაობა დღისით და ღამით. სეზონური ცვლილება გამოიხატება არა მარტო მდგომარეობის და აქტიურობის ცვლილებებში, არამედ ცალკეული სახეობების რაოდენობრივ შეფარდებაში მათი გამრავლების ციკლების, სეზონური მიგრაციების, წლის განმავლობაში ცალკეული გენერაციების კედომაში და ა.შ. მრავალი სახეობა წლის გარკვეული დროით, პრაქტიკულად, მთლიანად გამოითიშება თანასაზოგადოების ცხოვრებიდან, გადადიან ღრმა მოსვენებაში (გაშეშება, მძინარობა, დიაპაუზები). სეზონურ ცვალებადობას განიცდის ტყის იარუსული სტრუქტურა: წლის შესაბამის სეზონში მცენარეების ცალკეული იარუსი, მაგალითად ბალახეული, შეიძლება მთლიანად ქრებოდეს. სეზონური რიტმები ყველაზე ნათლად მჟღავნდება კლიმატურ ზონებსა და ოლქებში ზაფხულის და ზამთრის კონტრასტული პირობებით. მრავალწლიური ცვალებადობა წარმოადგენს ნორმალურ მოვლენას ეკოსისტემის ფუნქციონირებაში. ის დამოკიდებულია წლების მიხედვით მეტეოროლოგიური პირობების ცვალებადობაზე ან სხვა გარეშე ფაქტორზე (მდინარის გადმოსვლა ნაპირიდან). ამის გარდა, მრავალწლიური პერიოდულობა შეიძლება იყოს დაკავშირებული მცენარის სასიცოცხლო ციკლის თავისებურებასთან, ცხოვე-

ლების ან მცენარისთვის პათოგენური მიკროორგანიზმების მასიური გამრავლების გამოვლენასთან და ა.შ.

წინსვლითი ცვლილება იწვევს თანასაზოგადოების შეცვლას გაბატონებული სახეობების სხვა წყობით. ასეთი ცვლილება შეიძლება იყოს ერთი მიმართულებით გარეშე ფაქტორების მოქმედების შედეგი. ამ გზით ერთი ეკოსისტემის შეცვლა სხვა ეკოსისტემით ცნობილია ეკოგენეტიკურის სახელწოდებით. იმ შემთხვევაში თუ ფაქტორის გაძლიერებული გავლენა იწვევს თანასაზოგადოების გამარტივებას, შემადგენლობის პროდუქტიულობის შემცირებას მაშინ საქმე გვაქვს დიგრესიულ ცვლასთან ან დიგრესიასთან.

სუქცესია (ლათინურად სუქცესიო – მემკვიდრეობითობა) წარმოადგენს თანასაზოგადოების თვითგანვითარების პროცესს. სუქცესიას საფუძვლად უდევს მოცემულ ცენოზში ბიოლოგიური წრებრუნვის არასრულობა. ცხოველმოქმედების შედეგად ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი თავის გარშემო ცვლის გარემოს, იღებს ნივთიერების ნაწილს და ამდიდრებს მეტაბოლიზმს პროდუქტებით. პოპულაციების ხანგრძლივი არსებობის შემთხვევაში, ისინი ცვლიან თავის გარემოცვას არახელსაყრელი მიმართულებით და შედეგად იდევნიებიან სხვა სახეობის პოპულაციებით, რომელთათვისაც შეცვლილი გარემო ეკოლოგიურად მომგებიანია. თანასაზოგადოების ხანგრძლივი არსებობა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ერთი ორგანიზმის ქმედებით გამოწვეული გარემოს შეცვლა, კომპენსირდება სანინალმდეგო ეკოლოგიური მოთხოვნილებებით არსებული სხვა ორგანიზმების ქმედებით. სუქცესიის მსვლელობაში სახეობების კონკურენტული ურთიერთმოქმედების საფუძველზე თანდათანობით ხდება უფრო მდგრადი კომბინაციების ფორმირება, რომლებიც შეესაბამება გარემოს კონკრეტულ აბიოტურ ფაქტორებს.

ნანილი II

გარემოს კომპონენტები

ჩვენი პლანეტის სფერულ აგებულებაში ბირთვის ირგვლივ რამდენიმე გეოსფეროა, მათ შორის, ლითოსფერო, პედოსფერო, ბიოსფერო, პიდროსფერო, ატმოსფერო, მაგნიტოსფერო. ლითოსფერო 4 მლრდ წლის წინ წარმოიშვა. ფხვieri ნაფენები (დანალექი ქანები) გაჩნდა 3,8 მლრდ წლის წინ (მისი ნაკვალევი აღმოჩენილია გრენლანდიაში). თითქმის ამავე დროს, 3,5 მლრდ წლის წინ დედამიწის ირგვლივ ჩამოყალიბდა მაგნიური გარსი. იმავე დროით თარიღდება ბიოსფერო, რომლის პირველი ნიშნები აღმოჩენილ იქნა სამხრეთ აფრიკასა და გრენლანდიაში.

თავი 1. ატმოსფერო

ატმოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი

ატმოსფერო (ძვ. ბერძნ. *atmos* – ორთქლი და *sphaira* – ბუშტი) წარმოადგენს გეოსფეროს გაზოვან გარსს, რომელიც გარს აკრავს დედამიწას. ატმოსფერო შეხებაშია პიდროსფეროსთან, ბიოსფეროსთან, პეროსფეროსთან, ნაწილობრივ ლითოსფეროსთან, აღწევს ამ გეოსფეროებში და იცვლის თავის შედგენილობას. ატმოსფეროს ზედა საზღვარი გადის დედამიწის ზედაპირიდან 3 000 კმ მანძილზე და მისი მასა შეადგენს დედამიწის მასის დაახლოებით მემილიონედ ნაწილს. სიმაღლის მატებასთან ერთად ატმოსფეროს სიმკვრივე და წნევა მკვეთრად მცირდება, ხოლო ტემპერატურა იცვლება რთულად და არათანაბრად. ატმოსფეროს ფარგლებში სხვადასხვა სიმაღლეზე ტემპერატურის ცვალებადობა განისაზღვრება აირების მიერ მზის ენერგიის არათანაბარი შთანთქმით, ატმოსფეროზე მზის აქტიურობის და მაგნიტური ქარიშხალის გავლენით. სითბური პროცესები ყველაზე ინტენსიურად მიმდინარეობს ტროპოსფეროში, ამასთან, ატმოსფერო ცხელდება ქვემოდან, ოკეანისა და ხმელეთის ზედაპირიდან.

ატმოსფერო წარმოადგენს სიცოცხლის არსებობის მთავარ ეკოლოგიურ პირობას. ის არის ჟანგბადის წყარო დედამიწაზე სიცოცხლის ყველა ფორმისთვის, იცავს პლანეტის ცოცხალ ორგანიზმებს კოსმოსური გამოსხივების მომაკედიწებელი გავლენისა და მეტეორიტების დარტყმებისაგან, არეგულირებს სეზონურ და დღეღამურ ტემპერატურულ რყევებს. ატმოსფეროს გარეშე დღისით ტემპერატურა 100°C მიღწევდა, ხოლო ღამით -100°C , ე.ი. ტემპერატურის დღეღამური ამპლიტუდა 200°C

შეადგენდა. ტემპერატურის ასეთ რყევადობას ვერ გაუძლებს დედამიწაზე ამჟამად არსებული ვერც ერთი არსება.

ამჟამად დედამიწის საშუალო წლიური ტემპერატურა 14°C უდრის. დიდია ატმოსფეროს დაცვითი ფუნქციები. იგი იცავს დედამიწას სხვადასხვა მანერ კოსმოსური გამოსხივებისაგან – რენტგენის, ულტრაიისფერი სხივებისა და მეტეორიტებისაგან. ატმოსფერო სინათლისა და ბგერის გავრცელების არეა. ჰაერის გარეშე დედამიწაზე სამარადისო სიჩუმე იქნებოდა. ტემპერატურის რეგულაციის გარდა, ატმოსფერო ჰაერის ტენიანობასაც განსაზღვრავს.

ატმოსფერო არა მარტო „ბუფერია“ კოსმოსსა და ჩვენი პლანეტის ზედაპირს შორის, არამედ სითბოსა და ტენის მატარებელია, განსაზღვრავს ფოტოსინთეზს, რომელზეც ენერგიის ნაკადი გადის. ფოტოსინთეზი განსაზღვრავს მის არსებობას და, ამგვარად, წარმოადგენს ბიოსფეროს უმთავრეს პროცესს. ატმოსფერო გავლენას ახდენს ლითოსფეროში მიმდინარე ყველა ექზოგენური პროცესის (ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვა, ქარი, ბუნებრივი წყლები, მზრალბა, მყინვარები) მოქმედების ხასიათსა და დინამიკაზე.

ატმოსფეროზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ჰიდროსფეროს განვითარებაც, რადგან ზედაპირული და მიწისქვეშა აუზების და აკვატორიუმების წყლის ბალანსი და რეჟიმი ფორმირდება ნალექების და აორთქლების რეჟიმების გავლენით. ჰიდროსფეროს და ატმოსფეროს პროცესები მჭიდროდაა დაკავშირებული ერთმანეთთან. წყალში გახსნილი ჟანგბადი გამოიყენება ბიოტით და მისი შემცველობა განისაზღვრება ატმოსფეროს მდგომარეობით. ბიოსფეროსთვის მეტად მნიშვნელოვანია, რომ ატმოსფეროს შემადგენლობაში არის წყლის ორთქლი, რომლის რაოდენობა საკმაოდ მერყეობს დროსა და სივრცეში. წყლის ორთქლი, ძირითადად, ტროპოსფეროშია და განსაზღვრავს ატმოსფერული ნალექების წარმოქმნას, ე.ი. ხმელეთის ბიოტის წყლის მთავარ წყაროს წარმოადგენს. ატმოსფეროს მნიშვნელოვანი ცვლადი კომპონენტია ნახშირორჟანგი, რომლის ტევადობა და შემცველობა დაკავშირებულია მცენარეების ცხოველმოქმედებასთან, მის ხსნადობასთან ზღვის წყალში და ადამიანის საქმიანობასთან (სამრეწველო და სატრანსპორტო გამონატყორცნები, მოხვნის და სხვა ნიადაგური სამუშაოების დროს ნიადაგური ჰუმუსის ტრანსფორმაცია). ამ ბოლო დროს ატმოსფეროში მზარდ როლს თამაშობს აეროზოლური მტკრიანი ნაწილაკები – ადამიანის საქმიანობის პროდუქტები, რომლებიც აღინიშნება არა მარტო ტროპოსფეროში, არამედ უფრო დიდ სიმაღლეზეც.

ატმოსფერული ჰაერი მეტ-ნაკლებად გამჭვირვალეა მოკლელტალღიანი რადიაციისთვის, რის შედეგადაც დედამიწის მიერ მზის გამოსხივების უმეტესი ნაწილი შთაინთქმება დედამიწის ზედაპირის მიერ, რაც ატმოსფეროსთვის სითბოს ძირითად წყაროს წარმოადგენს. დედამიწის ზედაპირიდან თბური ენერგია გადაიცემა ატმოსფეროში გრძელტალღიანი გამოსხივების გზით, ტურბულენტური თბოგაცვლის მეშვეობით და ხმელეთის და წყალსატევების ზედაპირიდან აორთქლებაზე სითბოს

დანახარჯის შედეგად (ეს სითბო შემდგომ ხდება ატმოსფეროში აორთქლების შედეგად წარმოქმნილი წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად).

დედამიწის სფერული ფორმის გამო, მზის ენერგიის ყველაზე დიდი რაოდენობა მთაინთქმება დაბალ განედებში, სადაც დედამიწის ზედაპირთან ჰაერის ტემპერატურა ჩვეულებრივ უფრო მაღალია, ვიდრე საშუალო და მაღალ განედებში. ტემპერატურების ეს სხვაობა წარმოადგენს ატმოსფეროში ჰაერის მასების და ოკეანეებში წყლის მასების მოძრაობის ენერგიის ძირითად წყაროს. ატმოსფერული ცირკულაცია წარმოადგენს ჰაერის პორიზონტალური და ვერტიკალური მოძრაობის რთულ სისტემას. ტროპოსფეროსგან განსხვავებით, სადაც ვერტიკალური მოძრაობები დიდ როლს თამაშობენ, სტრატოსფეროში ეს მოძრაობები, ჩვეულებრივ, შესუსტებულია. ატმოსფეროს და ოკეანეების საერთო ცირკულაცია უზრუნველყოფს ქვედა განედებიდან საშუალო და ზედა განედებში სითბოს მნიშვნელოვან რაოდენობას, რაც ამცირებს ჰაერის ტემპერატურის მერიდიანულ გრადიენტს. მზის ენერგიის მიერ დედამიწის ზედაპირის გაცხელება ხელს უწყობს ჰაერის აღმავალი დინების განვითარებას, რომლებიც საკმაოდ მაღალი ტენიანობის დროს ინევევენ ღრუბლების წარმოქმნას და ატმოსფერული ნალექების მოსვლას.

ატმოსფეროსთვის წყლის ორთქლის ძირითადი წყაროა აორთქლება ოკეანეების ზედაპირიდან, თუმცა რეგიონებში ეს აორთქლება, დაბალი დასხივებით ჩვეულებრივ, უმნიშვნელოა.

ატმოსფერო დიდ გავლენას ახდენს ხმელეთსა და წყალსატენებში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ატმოსფეროში ჟანგბადის (რომელსაც ორგანიზმები იყენებენ სუნთქვის დროს და ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის შემთხვევაში), ნახშირორჟანგის (რომელიც იხარჯება ავტოტროფული მცენარეების ფოტოსინთეზის მსვლელობაში) და ოზონის (რომელიც აკავებს ორგანიზმებისთვის მავნე მზის ულტრაიისფერ რადიაციას) არსებობა. ატმოსფეროს გარეშე შეუძლებელია მეტ-ნაკლებად რთული ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა, რაც ნათლად ჩანს სიცოცხლეს მოკლებულ მთვარის მაგალითზე, რომელსაც არ აკრავს ატმოსფერო.

ატმოსფეროს განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული გეოლოგიურ და გეოქიმიურ პროცესებთან, აგრეთვე, ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედებასთან. ავტოტროფული მცენარეების გაჩენიდან (დაახლოებით 3 მლრდ წლის წინ) ატმოსფეროში დაიწყო ჟანგბადის დაგროვება – ჯერ ნელა, ხოლო შემდეგ პალეოზოურ ერაში კონტინენტებზე მცენარეული საფარის განვითარების შემდეგ – უფრო სწრაფად. გეოლოგიურ წარსულში ვულკანური აქტიურობის არათანაბრობა ინევენდა რყევებს, ატმოსფეროს და მისი მასის ცვლილებას.

ატმოსფერო დიდ გავლენას ახდენდა ქანების ფიზიკური გამოფიტვის პროცესზე, ე.ი. ლითოსფეროს ევოლუცია მასთან უშუალოდ იყო დაკავშირებული. გამოფიტვის პროცესში, ძირითადად, მინანილეობდნენ ნალექები და ქარი, რომლებსაც

სხვადასხვა მანძილზე გადაჰქონდათ მთის ქანების წვრილი ფრაქციები. ნალექების და ქარის გარდა ქანების დაშლას ხელს უწყობდა ტემპერატურის რყევადობა და სხვა ატმოსფერული ფაქტორები. ფიზიკური გამოფიტვა ჩქარდებოდა წყლის გავლენით, რომელიც ქანების ბზარებში ქმნიდა დიდი სიძლიერის კაპილარულ წნევას. უფრო ძლიერდება წყლის დამანგრეველი ძალა გაყინვის დროს. ამასთან, ის ფართოვდება თავისი მოცულობის $1/10$ -ით და ქმნის ძალიან დიდ დაწოლას ბზარების კედლებზე. არიდული კლიმატის პირობებში არანაკლებ მნიშვნელოვანია მარილები, რომლებიც ბზარებში შეღწევისას კრისტალიზირდებიან. მაგალითად, ანჰიდრიტი (CaSO_4) წყლის მიერთების შემდეგ გარდაიქმნება თაბაშირში ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) და 33%-ით იზრდება მოცულობაში.

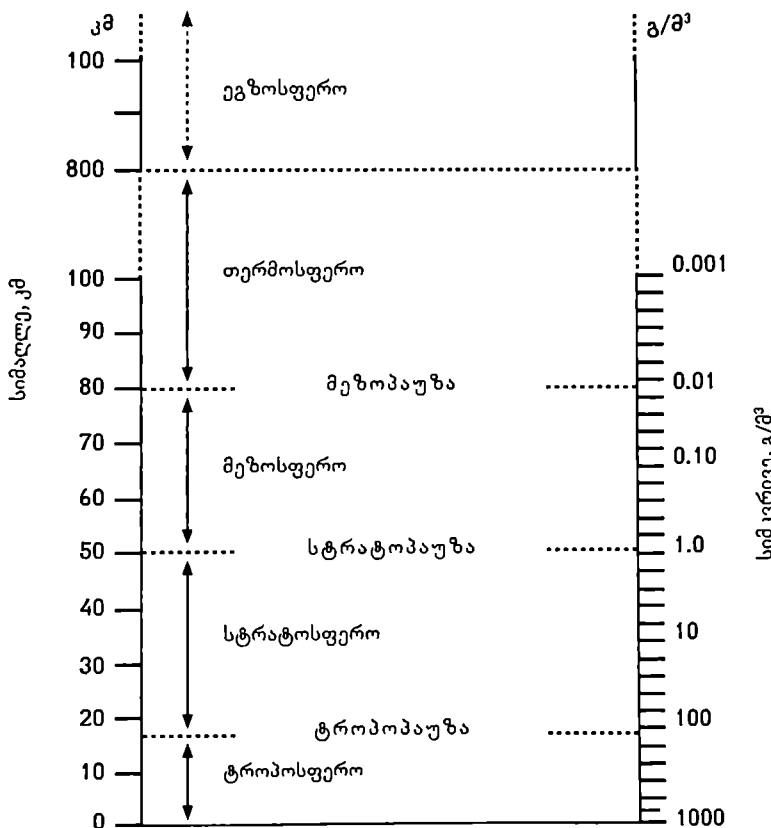
ქიმიური გამოფიტვაც უშუალოდ უკავშირდება ლითოსფეროს ევოლუციას. ამ მხრივ პირველ რიგში აღსანიშნავია ატმოსფერული ჟანგბადი, წყალი და ნახშირორჟანგი. წყალი ქანების და მინერალების ენერგიული გამხსნელია. წყლით მინერალების დაშლა ძლიერდება ტემპერატურის ზრდისა და ნახშირორჟანგისგან გაჯერების შედეგად. ქანების და მინერალების ქიმიურ დაშლაზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, ტემპერატურაც. მისი ზრდა ყოველი 10°C -ით იწვევს ქიმიური რეაქციების დაჩქარებას 2-2,5-ჯერ. ამიტომაც პოლარული სარტყლებიდან ეკვატორისკენ ქიმიური გამოფიტვის ინტენსიურობა იზრდება.

ჰიდროსფეროს ევოლუცია უშუალოდ უკავშირდება ლითოსფეროს ევოლუციას, რადგანაც წყალსატევების წყლის ბალანსი უშუალოდ უკავშირდებოდა ნალექებისა და აორთქლების რეჟიმებს. ამასთან ერთად, ატმოსფეროს ევოლუცია მჭიდრო კავშირში იყო ჰიდროსფეროს და, პირველ რიგში, ოკეანეების მდგომარეობასთან. შეიძლება ითქვას, რომ ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს ევოლუცია არსებითად ერთიანი პროცესი იყო.

ცოცხალი ორგანიზმების ევოლუცია უშუალოდ უკავშირდებოდა ატმოსფეროს ფაქტორებს, ატმოსფეროში ჟანგბადის დაგროვებამ ხელი შეუწყო რთული ორგანიზმების შექმნას. ჟანგბადის რაოდენობა უნდა ყოფილიყო საკმარისი აერობული პროცესების განვითარებისათვის, რაც უზრუნველყოფდა ორგანიზმებისთვის საჭირო ენერგიის შემოღინებას. ავტოტროფული მცენარეების არსებობა მჭიდროდ იყო დაკავშირებული ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობასთან. მისი შეცვლა ატმოსფეროს ევოლუციის პროცესში გარკვეულ გავლენას ახდენდა მცენარეული საფარის სტრუქტურაზე და, შესაბამისად, ყველა ორგანიზმზე, რომელთა ცხოველმოქმედება ავტოტროფულ ორგანიზმებთან იყო დაკავშირებული.

ატმოსფეროს შრეები

ატმოსფეროს აგებულება შრეობრივია. სხვადასხვა შრეები თანმიმდევრულად ცვლიან ერთმანეთს: ტროპოსფერო (ბერძნულად მოტრიალება და სფერო), სტრატოსფერო (ლათინურად შრე და ბერძნულად სფერო), მეზოსფერო (შუალედური სფერო), თერმოსფერო (თბური სფერო), ეკზოსფერო (გარეშე სფერო). საზღვარი შრეებს შორის თანდათანობითია და მათი სიმაღლე დამოკიდებულია განედზე და



ნახ. 5. დედამიწის ატმოსფეროს აგებულება

ნლის დროზე. შრეობრივი სტრუქტურა ნარმოადგენს სხედასხვა სიმაღლეზე ტემპერატურული ცვლილების შედეგს.

ტროპოსფერო განლაგებულია უშუალოდ დედამიწის ზედაპირთან 9-17 კმ სიმაღლემდე, პოლუსების თავზე 8-10 კმ-მდე, ზომიერ განედებში – 9-12 კმ-მდე და ეკვატორთან – 15-17 კმ-მდე. ტროპოსფერო შეიცავს ატმოსფერული ჰაერის საერთო მასის 80%. ტროპოსფერო ატმოსფეროს ქვედა ფენას წარმოადგენს. ტროპოსფეროს ზედა საზღვარი ზაფხულში უფრო მაღლა გადის, ვიდრე ზამთარში. სწორედ ტროპოსფეროში ხდება ამინდის ფორმირება. ამ ფენაში ხორციელდება ასევე ჰაერის მასების ჰორიზონტალური და ვერტიკალური გადაადგილება. ტროპოსფეროში ხდება ღრუბლებისა და ატმოსფერული ნალექების ფორმირებაც. ატმოსფეროს წყლის ორთქლი მთლიანად ტროპოსფეროშია მოქცეული, რაც განაპირობებს ღრუბლების წარმოქმნას. ეკვატორთან დედამიწის ზედაპირის საშუალო წლიური ტემპერატურა აღწევს $+26^{\circ}\text{C}$, ჩრდილოეთ პოლუსზე – კი -23°C . ტროპოსფეროში მიმდინარე პროცესებს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვთ დედამიწის ზედაპირთან ამინდისა და კლიმატის ფორმირებაში. მაღალი სიმკვრივის გამო ატმოსფერო უშუალოდ ვერ თბება მზისგან. მზის სხივები ტროპოსფეროს გავლის შემდეგ ათბობენ დედამიწას. მზის სხივებით გამთბარი დედამიწა კი გამოასხივებს სითბოს, რომელიც გროვდება ტროპოსფეროში. ნახშირორჟანგი, მეთანი და წყლის ორთქლი იკავებენ სითბოს. მზის რადიაციით დედამიწისგან ატმოსფეროს გათბობის მექანიზმი ცნობილია სასათბურე ეფექტის სახელწოდებით. იმის გამო, რომ ატმოსფეროსთვის სითბოს წყარო დედამიწაა, ამიტომ, სიმაღლის მატებასთან ერთად, ჰაერის ტემპერატურა ეცემა ყოველ 100 მეტრზე 0,60-ით. საზღვარი ტურბულენტურ ტროპოსფეროსა და წყნარ სტრატოსფეროს შორის ცნობილია ტროპოპაუზის სახელწოდებით. აქ ყალიბდება სწრაფად მოძრავი ქარები ე.წ. „რეაქტიური ნაკადები“. ტროპოსფეროს ზემოთ ტემპერატურა ჯერ მუდმივია, ხოლო შემდგომ აღინიშნება მისი მომატება.

სტრატოსფერო წარმოდგენილია ტროპოსფეროს ზემოთ 50-55 კმ-მდე. სიმაღლის მატებასთან ერთად მისი ტემპერატურა იზრდება. სტრატოსფეროსთვის დამახასიათებელია ძლიერი ჰორიზონტალური მშრალი ქარები, რის გამოც ღრუბლების წარმოქმნა ძალიან იშვიათია. სტრატოსფეროში მოქცეულია ატმოსფეროს ოზონის ძირითადი რაოდენობა, რომელიც შთანთქავს სიცოცხლისთვის მავნე ულტრაიისფერ გამოსხივებას. ულტრაიისფერი გამოსხივების შთანთქმით ოზონი აცხელებს სტრატოსფეროს. წყლის ორთქლი სტრატოსფეროში უმნიშვნელოა. მაგრამ 20-25 კმ სიმაღლეზე ფორმირდება ძალიან თხელი, ე.წ. სადაფის ღრუბლები. დღის სინათლეზე ისინი არ ჩანან, ხოლო ღამით ანათებენ, რადგანაც მათ ანათებს ჰორიზონტის მიღმა არსებული მზე. დედამიწიდან დაახლოებით 50 კმ სიმაღლეზე სტრატოსფეროს ზედა საზღვარზე ტემპერატურა იწყებს დაცემას და იწყება შემდგომი – მეზოსფეროს შრე.

ატმოსფეროს ფენები	ძირითადი მახასიათებლები	ნ წ ე ბ ა ნ ფ ა ფ ე ბ
ეგზოსფერო >800 კმ	დედამინის ატმოსფეროს გარე ნაწილი	
თერმოსფერო 800 კმ-მდე	300 კმ-ზე: დღისით $t = +1300, +2500^{\circ}\text{C}$; ღამით $t = +900, +1700^{\circ}\text{C}$. ქვედა ზღვართან: ცივი იზოთერმული ფენა, $t = -107^{\circ}\text{C}$.	
მ ე ზ ო პ ა უ ზ ა		
მეზოსფერო 80 კმ-მდე	ზედა ზღვართან: $t = -107^{\circ}\text{C}$; ქვედა ზღვართან: $t = -56^{\circ}$ -დან $+10^{\circ}\text{C}$ -მდე.	
ს ტ რ ა ტ ო პ ა უ ზ ა		
სტრატოსფერო 25/50-55 კმ-მდე	იზოთერმული ფენა $t = -56^{\circ}\text{C}$	ქვედა ატმოსფერო
ტ რ ო პ ო პ ა უ ზ ა		
ტროპოსფერო 9-17 კმ-მდე	ზედა ზღვართან: $t = -56^{\circ}\text{C}$; ქვედა ზღვართან: (ზ.დ.) $t = +14^{\circ}\text{C}$	

ნახ. 6. ატმოსფეროს ფენების ძირითადი მახასიათებლები

მეზოსფერო ვრცელდება დაახლოებით 80 კმ-მდე. სიმაღლის მატებასთან ერთად ტემპერატურა ეცემა ნულის ქვემოთ რამდენიმე ათეული გრადუსით. ტემპერატურის სწრაფი ვარდნის გამო ძლიერად არის განვითარებული ტურბულენტობა. მეზოსფეროს ზედა საზღვართან (75-90 კმ) აღინიშნება ყინულის კრისტალებისგან შემდგარი ე.წ. ვერხლისფერი ღრუბლები, რომლებიც, აგრეთვე, ნათდება მზით ღამის საათებში. მეზოსფეროში აღინიშნება ატმოსფეროს ყველაზე დაბალი ტემპერატურა: -2 -დან -138°C -მდე. ტროპოსფეროში, სტრატოსფეროსა და მეზოსფეროში თავმოყრილია ატმოსფეროს მასის 99,5%-ზე მეტი.

თერმოსფერო, რომელიც 800 კმ სიმაღლემდე ვრცელდება, წარმოადგენს დედამინის ატმოსფეროს ზედა ნაწილს და ხასიათდება ქვედა ზღვართან ცივი (107°C) იზოთერმული ფენით, ხოლო 300 კმ-ზე მაღლა ძალიან მაღალი ტემპერატურებით.

მასში არჩევენ ორ ნაწილს: იონოსფეროს, რომელიც ვრცელდება მეზოსფეროდან ათას კილომეტრამდე და მის ზემოთ მდებარე გარე ნაწილს – ეგზოსფეროს, რომელიც გადადის დედამიწის გვირგვინში. პაერი თერმოსფეროში ძალიან გაიშვიათებულია. სწორედ მეზოსფეროშია განლაგებული კოსმოსური ხომალდების ორბიტები. თერმოსფეროს ზევით კი, 800 კმ-ზე მაღლა, თერმოსფერო გადადის ეგზოსფეროში – დედამიწის ატმოსფეროს გარე ნაწილში.

ატმოსფეროს ძირითადი თვისებები

ატმოსფეროს შემადგენლობა საკმაოდ დინამიკურია, თუმცა, ზოგადად, უკანასკნელი 50 მლნ წლის მანძილზე აღინიშნება გარკვეული მუდმივობა. ბოლო დროს ატმოსფერო საკმაოდ ბინძურდება ადამიანის საქმიანობასთან დაკავშირებული ნივთიერებებით (ქვარტლი, ცემენტის მტვერი და სხვ.). ბუნებრივი ატმოსფეროს ქიმიური შემადგენლობა მოტანილია ცხრ. 1. ატმოსფეროში აირების კონცენტრაცია პრაქტიკულად მუდმივია, გამოწვევის ნარმოადგენს წყალი (H_2O) და ნახშირორჟანგი (CO_2). ცხრილში მოტანილი აირების გარდა, ატმოსფეროში უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება ნახშირწყალბადები, HCL , HF , Hg , I_2 ორთქლი, აგრეთვე NO და მრავალი სხვა აირი. ტროპოსფეროში მუდმივადაა დიდი რაოდენობით შენონილი მყარი და თხიერი ნაწილაკები (აეროზოლები). ყველაზე დინამიკურია CO_2 -ის შემცველობა, რომლის მნიშვნელობა კლიმატის შეცვლაში ამჟამად გადამწყვეტია. უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე CO_2 -ის შემცველობა შესამჩნევად გაიზარდა. ვარაუდობენ, რომ დაგროვების პერიოდები ადრეც აღინიშნებოდა, რაზეც მეტყველებს კირქვების დაგროვების პერიოდები. ნიადაგების კარბონატულ რეჟიმში (კარბონატების შემცველობა და დინამიკა) დიდი მნიშვნელობა აქვს თვით კლიმატს, თერმულ და წყლის რეჟიმს. თანამედროვე ნიადაგურ ატმოსფეროში CO_2 -ის შემცველობა საკმაოდ იზრდება (თითქმის 2%-მდე). ატმოსფეროს სიმძლავრე აღწევს 2000-3000 კმ. ჰაერის ჯამური მასა შეადგენს $(5,1-5,3) \cdot 10^{18}$ კგ.

ცხრ. 1. ატმოსფეროს ქიმიური შემადგენლობა

აირი	მოცულობითი შემცველობა, %
წყალბადი H_2	$-2 \cdot 10^{-5}$
ჟანგბადი O_2	21
ოზონი O_3	-10^{-5}
აზოტი N_2	78

ნახშირორჟანგი CO ₂	$3 \cdot 10^{-5}$
წყლის ორთქლი H ₂ O	-0,1
მზუთავი აირი CO	$1,2 \cdot 10^{-4}$
მეთანი CH ₄	$1,6 \cdot 10^{-4}$
ამიაკი NH ₃	-10^{-5}
გოგირდის დიოქსიდი SO ₂	$-5 \cdot 10^{-9}$
ჰელიუმი H	$5 \cdot 10^{-4}$
ნეონი Ne	$1,8 \cdot 10^{-3}$
არგონი Ar	0,9
კრიპტონი Kr	$1,1 \cdot 10^{-4}$
ქსენონი Xe	$8,7 \cdot 10^{-6}$
საშუალო მოლეკულური მასა	28,8

ატმოსფერო ამარაგებს ადამიანს ჟანგბადით, რაც აუცილებელია მისი სუნთქვისათვის. სიმაღლის მატებასთან ერთად ატმოსფეროს საერთო წნევის დაცემის შედეგად მცირდება ჟანგბადის პარციალური წნევა. ზღვის დონიდან 5 კმ სიმაღლეზე ადამიანს უჩნდება ჟანგბადის შიმშილი და ადაპტაციის გარეშე შრომისუნარიანობა მნიშვნელოვნად მცირდება. სწორედ ამ სიმაღლეზე მთავრდება ატმოსფეროს ფიზიოლოგიური ზონა. ადამიანის სუნთქვა ხდება შეუძლებელი 15 კმ სიმაღლეზე, თუმცა დაახლოებით 115 კმ-ზე ატმოსფერო შეიცავს ჟანგბადს. ადამიანის ფილტვებში მუდმივად არის ალვეოლარული ჰაერის დაახლოებით 3 ლიტრი. ნორმალური ატმოსფერული წნევის პირობებში ალვეოლარულ ჰაერში ჟანგბადის პარციალური წნევა შეადგენს სინდიყის სვეტის 110 მმ, ნახშირორჟანგის წნევა – სინდიყის სვეტის 40 მმ, ხოლო წყლის ორთქლის – სინდიყის სვეტის 47 მმ. სიმაღლის მატებასთან ერთად ჟანგბადის წნევა ეცემა, ხოლო ფილტვებში წყლის ორთქლის და ნახშირმჟავას ჯამური წნევა რჩება თითქმის მუდმივი – დაახლოებით სინდიყის სვეტის 87 მმ. ფილტვებში ჟანგბადის შეღწევა მთლიანად წყდება მაშინ, როდესაც ჰაერის წნევა გაუთანაბრდება ამ სიდიდეს. 19-20 კმ სიმაღლეზე ატმოსფეროს წნევა ეცემა სინდიყის სვეტის 47 მმ-მდე. ამ სიმაღლეზე იწყება წყლის და ქსოვილშორისი სითხის დუღილი. ამ პირობებში ჰერმეტიკული კაბინის გარეშე სიკვდილი დგება თითქმის მყისიერად. ამგვარად, ადამიანის ფიზიოლოგიის თვალსაზრისით, „კოსმოსი“ იწყება უკვე 15-19 კმ-დან. ჰაერის მკვრივი შრეები (ტროპოსფერო და სტრატოსფერო) იცავენ ადამიანს რადიაციის მომაკვდავი მოქმედებისგან. 36 კმ ზემოთ, გაიშვიათებული ჰაერის პირობებში, ორგანიზმზე ინტენსიურ მოქმედებას ახდენს მაიონიზირებული რადიაცია – პირველადი კოსმოსური სხივები; 40 კმ ზემოთ მოქმედებს ადამიანის-

თვის საშიში მზის სპექტრის ულტრაიისფერი ნაწილი. დედამიწის ზედაპირიდან უფრო დიდ სიმაღლეზე თანდათანობით სუსტდება, ხოლო შემდგომ სრულებით ქრება ისეთი მოვლენები, როგორიცაა ბგერის გავრცელება, აეროდინამიკური ამწევი წინალობის ძალის გაჩენა, კონვენციით სითბოს გადაცემა და სხვ.

ჰაერის გაიშვიათებულ შრეებში არ ხდება ბგერის გავრცელება. 90-100 კმ ზემოთ შეუძლებელია ჰაერის წინალობის და ამწევი ძალის გამოყენება აეროდინამიკური ფრენის მართვის მიზნით. ამ სიმაღლეზე ატმოსფერო მოკლებულია სხვა მნიშვნელოვანთვისებას – კონვექციის (ჰაერის გადარევის მეშვეობით) გზით შთანთქმის, გაატაროს და გადასცეს თბური ენერგია.

ატმოსფეროს ძირითადი კომპონენტებია აზოტი, ჟანგბადი, ნახშირორჟანგი, კეთილშობილური აირები.

დიდი რაოდენობით აზოტის (N_2) წარმოქმნა განპირობებულია ამიაკურ-ჟანგბადოვანი ატმოსფეროს დაჟანგვით მოლეკულური O_2 -ით, რომლის შემოსვლა ფოტოსინთეზის შედეგად პლანეტის ზედაპირიდან დაიწყო ჯერ კიდევ 3 მლრდ წლის წინ. ატმოსფეროში აზოტი, აგრეთვე, გამოიყოფა ნიტრატების და სხვა აზოტმემცველი ნაერთების დენიტრიფიკაციის შედეგად. ატმოსფეროს ზედა შრეებში აზოტი იჟანგება ოზონით NO -მდე. აზოტი შედის რეაქციაში მხოლოდ სპეციფიკურ პირობებში (მაგალითად, ელვის განმუხტის დროს). მოლეკულური აზოტის დაჟანგვა ელექტრული განმუხტის დროს გამოიყენება აზოტის სასუქების სამრეწველო დამზადებისას. მცირე ენერგოდანახარჯებით აზოტის დაჟანგვა და გადაყვანა ბიოლოგიურად აქტიურ ფორმებში შეუძლია ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს და კოჟრის ბაქტერიებს. ატმოსფეროში ჟანგბადის (O_2) არსებობა სულ ცოტა 1,8 მლრდ წელს ითვლის. ამავედროულად ფანეროზის განმავლობაში ჟანგბადის შემცველობა იცვლებოდა. მისი ცვალებადობა უკავშირდება ორგანული დანალექი ქანების დალექვის სისწრაფეს. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის (CO_2) შემცველობა დამოკიდებულია ვულკანურ ქმედებასთან და დედამიწის გარსში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებთან, მაგრამ ყველაზე მეტად დედამიწის ბიოსფეროში ბიოსინთეზის ინტენსიურობას და ორგანული ნივთიერების დაშლას. პლანეტის მთელი ბიომასა (დაახლოებით $2,4 \cdot 10^{12}$ ტ) წარმოიქმნება ატმოსფერულ ჰაერში არსებული ნახშირორჟანგის, აზოტის წყლის ორთქლის ხარჯზე. ოკეანეში, ჭაობებში და ტყეებში ნამარხი ორგანული ნივთიერება გარდაიქმნება ქვანახშირში, ნავთობში და ბუნებრივ აირში. ფოტოსინთეზისთვის საკმარისია ატმოსფეროში CO_2 -ის დაბალი შემცველობა – სულ 0,03%. 6%-მდე CO_2 -ს შემცველობა იწვევს ცხოველებში ლეტალურ შედეგს. კეთილშობილური (ინერტული) აირების – არგონი, ჰელიუმი და კრიპტონი – წარმოქმნა უკავშირდება ვულკანურ ამოფრქვევებს და რადიოაქტიური ელემენტების დაშლას. კოსმოსთან შედარებით დედამიწა და, მათ შორის, ატმოსფერო საერთოდ გაღარიბებულია ინერტული აირებით.

ატმოსფეროს დაბინძურება

ატმოსფეროს ეკოლოგიაზე ადამიანი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს. მისი საქმიანობის შედეგია წინა გეოლოგიურ ეპოქებში დაგროვილი ნახშირწყალბადოვანი საწვავის გამოყენების და ნიადაგის ჰუმუსის დანაკარგები მასიური გადახენის შედეგად. გარემოზე ადამიანის ზემოქმედებას უკავშირდება ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის მუდმივი მნიშვნელოვანი ზრდა. CO_2 -ის მნიშვნელოვანი როლდენობა გამოიყენება ფოტოსინთეზის დროს და შთაინთქმება მსოფლიო ოკეანით. ეს გაზი ხვდება ატმოსფეროში კარბონატული მთის ქანების და მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ორგანული ნივთიერებების დაშლის, და, აგრეთვე, ვულკანიზმის და ადამიანის საწარმოო ქმედების შედეგად. უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე ატმოსფეროში CO_2 -ის შემცველობა გაიზარდა 10%-ით, ამასთან, ძირითადი ნაწილი (360 მლრდ ტ) მოხვდა ატმოსფეროში საწვავის წვის შედეგად. თუ საწვავის მოხმარების ტემპები შენარჩუნებულ იქნება, მაშინ უახლოეს 50-60 წელნადში ატმოსფეროში CO_2 -ის რაოდენობა გაორმაგდება და გამოიწვევს კლიმატის გლობალურ შეცვლას. საწვავის წვა დამაბინძურებელი გაზების (CO , NO , SO_2) ძირითადი წყაროა. ატმოსფეროს ზედა შრეებში გოგირდის დიოქსიდი იყვანება ჰაერის ჟანგბადით SO_3 -მდე, რომელიც, თავის მხრივ, ურთიერთმოქმედებს წყლის და ამიაკის ორთქლთან და, ამასთან, წარმოქმნილი გოგირდმჟავა (H_2SO_4) და ამონიუმის სულფატი ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) უბრუნდება დედამიწის ზედაპირს ე.წ. მჟავეური წვიმების სახით. შიდაწვის ძრავების გამოყენება იწვევს ატმოსფეროს მნიშვნელოვან დაბინძურებას აზოტის ოქსიდებით, ნახშირწყალბადებით და ტყვიის ნაერთებით. ატმოსფეროს აეროზოლური დაბინძურება განპირობებულია როგორც ბუნებრივი მიზეზებით (ვულკანების ამოფრქვევა, მტკრიანი ქარიშხლები, ზღვის წყლის წვეთების და მცენარეების ყვავილის მტკრის გადატანა და სხვ.), ისე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით (მადანის და სამშენებლო მასალის მოპოვება, საწვავის წვა, ცემენტის წარმოება და ა.შ.).

კლიმატურ პირობებზე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის გავლენა უშუალოდ არის დაკავშირებული დედამიწის ზედაპირის თბური ბალანსის შეცვლასთან. დედამიწის ზედაპირის მდგომარეობა ბევრად განისაზღვრება მისი არეკვლითი უნარით (ალბედოთი). ამ უკანასკნელის მცირე შეცვლა იწვევს ჰაერის ქვედა შრის ტემპერატურის გადიდებას ან დაქვეითებას.

ცხრ. 2. ხმელეთის ბუნებრივი ზედაპირისთვის ალბედოს საშუალო მნიშვნელობა

ზედაპირი	ალბედო
მდგრადი თოვლის საფარი (ჩრ.გ. 60°)	0,80
არამდგრადი თოვლის საფარი	0,45
ტუნდრა	0,18
წინვოვანი ტყე	0,14
ფოთლოვანი ტყე	0,18
სტეპი	0,18
სავანები ტენიან პერიოდში	0,18
სავანები მშრალ პერიოდში	0,25
ნახევრად უდაბნო	0,25
უდაბნო	0,30

კლიმატზე ადამიანის გავლენა დაიწყო უხსოვარი დროიდან და უშუალოდ უკავშირდება მცენარეული საფარის მოსპობას. ადამიანი წვედა ტყეს მსხვილ ცხოველებზე ნადირობის მიზნით. ხანძრების შედეგად მტაცებლურად ისპობოდა გარეული ცხოველები და იშლებოდა ბუნებრივი ეკოსისტემები. ეს ქმედება თარიღდება ზედა პალეოლითით. ნეოლიტში, როდესაც მეცხოველეობა და მინათმოქმედება გახდა სამეურნეო საქმიანობის ძირითადი სახე, მცენარეული საფარის გადანვამ განსაკუთრებით დიდი მასშტაბები მიიღო. მინათმოქმედების ასეთი სისტემის დროს ნიადაგის ნაყოფიერება სწრაფად იკლებს და რამდენიმე წლის შემდეგ საჭირო ხდება ტყის ახალი ნაკვეთების გაკაფვა. მცენარეულობის გადანვა იწვევდა ბუნებრივი პირობების, მათ შორის კლიმატის, მკვეთრ შეცვლას. იზრდებოდა ქარის სიჩქარე დედამიწის ზედაპირთან, იცვლებოდა ქვედა შრეების და ნიადაგის ტემპერატურის და ტენიანობის რეჟიმი, მატულობდა აორთქლება.

ატმოსფერო განსაკუთრებით დაბინძურებულია მსხვილ ქალაქებში. არსებობს ცნობები XVII საუკუნეში ლონდონის ჰაერის დიდი დაბინძურების შესახებ. ქალაქებში იცვლება ზედაპირის ალბედო, აორთქლება დედამიწის ზედაპირიდან, იზრდება სითბოს გამოყოფა და დაბინძურება სხვადასხვა მყარი, თხიერი და გაზისებრი მინარევებით, როგორც ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგი.

ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზისთვის და შესაფასებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს მისი საშემოშოების კრიტერიუმების არსებობას. ჰაერის დაბინძურების საშემოშოების ძირითად კრიტერიუმად იყენებენ ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზღპ) ან მათ შესაფერის ჰაერის ხარისხის სტანდარტებს.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰაერის განსაკუთრებით საშიში დაბინძურების, მათ შორის, ინტენსიური სმოგების წინასწარმეტყველება. მათ შეიძლება თან ახლდეს მძიმე დაავადებები და ზოგჯერ სასიკვდილო შემთხვევებიც.

აშშ-ში მიღებულია ასეთი შემთხვევისთვის განგაშის სხვადასხვა დონეები:

I – ყურადღების გამახვილების დონე;

II – გამაფრთხილებელი დონე;

III – კრიტიკული დონე;

IV – ძალიან საშიში დონე.

ყოველი ამ დონისთვის დადგენილია ფოტოოქსიდანტების, მათ შორის, ოზონის და ოთხი ყველაზე გავრცელებული მინარეის: SO_2 , მტვერი (მყარი ნაწილაკები), CO , NO_2 კონცენტრაციის დამახასიათებელი მნიშვნელობა.

ცხრ. 3. ზღპ-ის მაქსიმალური მაჩვენებლები ცალკეულ ქვეყნებში

ნივთიერება	ზღპ, მგ/მ³	ქვეყნები
აზოტის ორჟანგი	0,085	ბულგარეთი
	0,3	რუმინეთი, ჩეხეთი
	0,41	კანადა
	0,56	ფინეთი
აზოტის ოქსიდები	0,45	ესპანეთი
	0,6	იტალია
	2,0	გერმანია
აზოტის ჟანგი	0,8	გერმანია
ამიაკი	0,2	ბულგარეთი, უნგრეთი
	0,3	რუმინეთი, ჩეხეთი
	1,5	უნგრეთი
აცეტონი	0,35	ბულგარეთი, უნგრეთი
	5,0	რუმინეთი
	24,0	ისრაელი
	360	გერმანია
ტყვია	0,002	უნგრეთი
	0,05	იტალია

ჭვარტლი (მური)	0,15	უნგრეთი, რუმინეთი
გოგირდმჟავა	0,3	ბულგარეთი, უნგრეთი
გოგირდწყალბადი	0,008	ბულგარეთი, უნგრეთი
	0,01	ესპანეთი
	0,03	რუმინეთი
	0,1	იტალია
	0,15	ფინეთი
	0,3	უნგრეთი
ტოლუოლი	0,6	ბულგარეთი, რუმინეთი
ფენოლი	0,01	ბულგარეთი
	0,1	რუმინეთი
ფორმალდეჰიდი	0,03	რუმინეთი
	0,035	ბულგარეთი
ქლორი	0,1	ბულგარეთი
	0,3	ესპანეთი, რუმინეთი
	0,6	იტალია
ეთილენი	3,0	ბულგარეთი

ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზებს ქალაქებსა და სამრეწველო რაიონებში დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

თავი 2. ლითოსფარო

ლითოსფაროს ზოგადი თავისებურებანი

ლითოსფერო წარმოადგენს დედამიწის მყარ გარსს, რომელიც შედგება დედამიწის ქერქისა და მანტიის ზედა ნაწილისგან. ლითოსფეროსა და დედამიწის მანტიას შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი. დედამიწის ქერქის სიმძლავრე საშუალოდ უდრის 35-40 კმ. ახალგაზრდა მაღალი მთების ქვეშ ის აღემატება 50 კმ (ჰიმალაებში აღწევს 90 კმ). ოკეანეების ქვეშ ქერქი უფრო თხელია, საშუალოდ 7-10 კმ, ხოლო წყნარი ოკეანის ზოგიერთ ადგილას არ აღემატება 5 კმ. დედამიწის ქერქის საზღვარი განისაზღვრება სეისმური ტალღების გავრცელების სისწრაფით. სეისმური ტალღებით, აგრეთვე, შესაძლებელია მსჯელობა მანტიის თვისებებზე. ზედა მანტია, ძირითადად, შედგება მაგნიუმის და რკინის სილიკატებისგან. ქვედა მანტიის შედგენილობა უცნობია.

დედამიწის ქერქი, ჰიდროსფერო და ატმოსფერო წარმოიქმნა ახალგაზრდა პლანეტის ზედა მანტიიდან ნივთიერებების განთავისუფლების შედეგად. ამჟამად ზოგიერთ ქედში ოკეანეების ფსკერზე ფორმირდება ოკეანური ქერქი, რასაც თან ახლავს აირების და წყლის მცირე რაოდენობის გამოყოფა. თანამედროვე დედამიწის ქერქის საშუალო ქიმიური შედგენილობა ხასიათდება ჟანგბადის დიდი შემცველობით, შემდეგ მიყვებიან კაუბადი და ალუმინი.

სხვადასხვა კლარკების შეფარდება ქანში, ნიადაგსა და მცენარეში იძლევა ელემენტების ძვრადობის შეფასების საშუალებას, მის ბედს ბიოსფეროში. ასეთი ანალიზების საფუძველზე დადგენილია ელემენტების სამი ჯგუფი:

გეოქიმიური – ქანისთვის დამახასიათებელი და ნიადაგში გადასული;

ბიოქიმიური – ცოცხალი ორგანიზმების ელემენტური შედგენილობა;

ბიოგეოქიმიური – თვით ნიადაგური, სადაც გადახლართულია მინერალების გეოქიმიური და ბიოქიმიური ერთობა;

ტექნოგენური (ანთროპოგენური) – მეურნეობის (ნიაღვრის მოპოვება, მათი გამდიდრება, ტერიტორიის დაბინძურება) გაძლოის დროს ადამიანის მიერ შექმნილი.

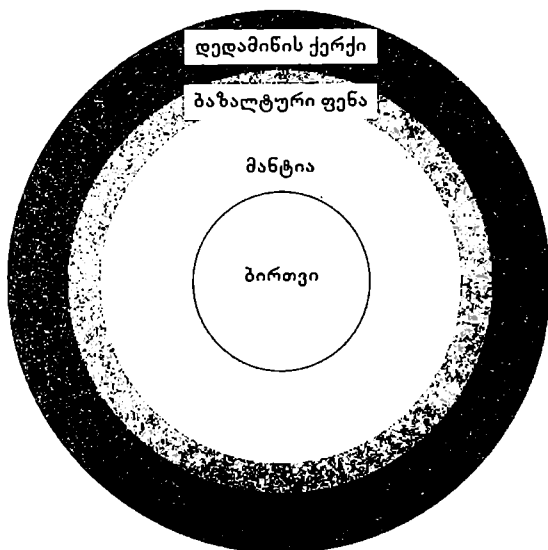
ცხრ. 4. დედამინის ქერქში მთავარი ელემენტების შემცველობა

ელემენტი	შემცველობა, %		
	მასით	მოცულობით	ატომურით
O	46,60	9,197	62,55
Si	27,72	0,80	21,22
Al	8,13	0,77	6,47
Fe	5,00	0,68	1,92
Mg	2,09	0,56	1,84
Ca	3,63	1,48	1,94
Na	2,83	1,60	2,62
K	2,59	2,14	1,42

მოცემულ ტერიტორიაზე რაც უფრო მეტად განსხვავდება საშუალოსგან რომელიმე ელემენტის კლარკი, მით უფრო ზუსტად შეიძლება მოიძებნოს ამ ელემენტის წყარო ნიადაგში. კლარკის მნიშვნელობის ანალიზი იძლევა ქიმიური ელემენტების განაწილების მრავალი კანონზომიერების გაგების საშუალებას. დედამინის ქერქის ქიმიური ელემენტის კლარკი განსხვავდება ათჯერ უფრო მეტად. მაგალითად, თუ დედამინაში ალუმინის შემცველობა მასის მიხედვით აღემატება რვა პროცენტს, მაშინ რკინის – $4,3 \cdot 10^{-7}\%$, სპილენძის – $5 \cdot 10^{-3}\%$, ურანის – $3 \cdot 10^{-4}\%$, ხოლო ისეთი იშვიათი ლითონის კლარკი როგორიცაა რენიუმი – სულ $7 \cdot 10^{-8}\%$. ელემენტები მცირე კლარკით, ჩვეულებრივ, გაბნეულია სხვა ელემენტების ქიმიურ ნაერთებს შორის. ელემენტები, რომელთა კლარკები $0,01\%$ -ზე ნაკლებია, ცნობილია იშვიათების სახელწოდებით. ლითონფეროს შემქმნელი ძირითადი ნაერთებია კაჟბადის დიოქსიდი, სილიკატები და ალუმოსილიკატები. ლითონფეროს უმეტეს ნაწილს შეადგენს კრისტალური ნივთიერებები, რომლებიც წარმოიქმნენ მაგმის (დედამინის ნიაღში გამდნარი ნივთიერება) გაციებისას. ქანების ბზარებში გავლისას მაგმა ცივდება და და გამოიყოფოდა მათში არსებული ნივთიერებები, წარმოიქმნებოდა ასევე მეორადი თიხამინერალები (კაოლინიტი, მონტმორილონიტი). რადგანაც ზოგიერთი მინერალი სტაბილურია მხოლოდ გარკვეულ პირობებში, ამიტომ ტემპერატურის და წნევის შეცვლისას ისინი იშლება. მრავალი სილიკატი, რომლებიც წარმოიქმნება ღრმად ქერქში მაღალი ტემპერატურის პირობებში, დედამინის ზედაპირზე მოხვედრისას იშლება. მეორე მხრივ, დიდ სიღრმეზე დედამინის შენაგანი სითბოს და გადიდებული წნევის მოქმედებით მრავალი ქანი იცვლის თავის იერს, წარმოქმნის ახალ კრისტალურ ფორმებს.

ლითოსფეროს თავისებურებას უშუალოდ უკავშირდება ქვეყნის სანეავ-ენერგეტიკული მოთხოვნილება. საქართველო მხოლოდ ნაწილობრივ კმაყოფილდება შინაგანი რესურსებით. ქვეყნის ენერგოუზრუნველყოფის მდგრადობა დამოკიდებულია არ მარტო არსებულ მარაგებზე, არამედ უფრო მეტად ენერგორესურსების ექსპლოატაციაზე, შემცველობასა და შენახვაზე. ამასთან დაკავშირებით, განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ქვეყნის ტერიტორიაზე ნავთობპროდუქტების და გაზის მინისქვეშა საცაგების მშენებლობა, რომლებიც საჭირო და ეკონომიკურად მიზანშეწინილია როგორც მშვდობიან, ისე ექსტრემალურ სიტუაციებში.

ბოლო დროს მსოფლიოში სწრაფი ტემპებით დაიწყო მინისქვეშა საცაგების მონყობა. აშშ-ის ტეხასის და ლუიზიანას შტატებში მოეწყო მსოფლიოში ნავთობის ყველაზე დიდი 250 მლნ ბარელის (1 ბარელი უდრის 158,6 ლ) ტეეადობის საცავი. ამჟამად აშშ-ში ფუნქციონირებს 600-ზე მეტი მინისქვეშა საცავი. გერმანიაში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ზარალი მიღებული აირის შეწყვეტის დროს 14-ჯერ აღემატება მინისქვეშა საცაგების მონყობის ღირებულებას.



ნახ. 7. დედამინის აგებულება

ცხრ. 5. დედამინის ამგებელი ფენების ძირითადი მახასიათებლები

10-45 კმ	დედამინის ქერქი	A ფენა	O _ 48%; Si _ 27% Al _ 9%; Fe _ 6% Ca _ 5%; Mg _ 3% Na _ 1,3%; K _ 1,2%	ტიქტონოსფერო
		მოხოროვიჩის განყოფი		
400 კმ	მანტია	B ფენა	ზედა მანტია (არაერთგვაროვანი)	
1000 კმ		C ფენა (გოლიცინის ფენა - გარდამავალი)		
2900 კმ		D ფენა	ქვედა მანტია (ერთგვაროვანი)	
5100 კმ		ბირთვი	თხევადი	
ცენტრამდე	მყარი		შიდა ბირთვი	

ქანების გამოჟიჭვა

ნიადაგი ფორმირდება ქანის გამოჟიჭვის პროდუქტებზე. ნიადაგწარმოქმნილი ქანი (დედაქანი) წარმოადგენს სუბსტრატს, რომელზეც შემდგომ ვითარდება ნიადაგი. დედაქანის ძირითადი შედგენილობა მინერალურია, რაც არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაზე. ქანის აგებულება და სტრუქტურა განსაზღვრავს ნიადაგის მექანიკურ, წყლოვან-ფიზიკურ და სხვა თვისებებს. დედაქანი წარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის განსაკუთრებულ ფაქტორს. ამ ფაქტორის გავლენით განპირობებულია ნიადაგების მრავალფეროვნება.

ქანი, რომელიც ხდება დედამინის ზედაპირზე, კარგავს თავის მდგრადობას და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ზემოქმედებას განიცდის. ამდენად, დედამინის ზედაპირზე ნიადაგწარმოქმნის პროცესი წარმოადგენს გამოჟიჭვას. ტერმინი „გამოჟიჭვა“ გერმანული სიტყვის Verwitterung არაზუსტი თარგმანია და ხშირად ასოცირდება ქარის მოქმედებასთან. გამოჟიჭვის სინონიმად ხშირად იყენებენ უფრო ზუსტ ტერმინს „ჰიპერგენეზს“.

გამოჟიჭვა (ჰიპერგენეზი) – ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ბიოსფეროს ზემოქმედებით ქანის და ამგები მინერალის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებების რთული და ნაირგვარი პროცესის ერთობლიობა.

ქანის ის ფენა, სადაც მიმდინარეობს გამოფიტვის პროცესი, წარმოადგენს გამოფიტვის ქერქს. მასში არჩევენ ორ ზონას: ზედაპირული, ანუ თანამედროვე გამოფიტვის, და სიღრმითი, ანუ ძველი გამოფიტვის. თანამედროვე გამოფიტვის ქერქის, სადაც შეიძლება მიმდინარეობდეს ნიადაგწარმოქმნელი პროცესი, სიმძლავრე მერყეობს რამდენიმე სანტიმეტრიდან 2-20 მეტრამდე.

გამოფიტვის პროცესში ამა თუ იმ ფაქტორის მოქმედების გამოხატულებით არჩევენ სამ ფორმას – ფიზიკურს, ქიმიურს და ბიოლოგიურს.

ფიზიკური გამოფიტვა – ქანის მექანიკური დაშლა მისი ქიმიური შედგენილობის შეუცვლელად. გამოფიტვა იწყება ზედაპირიდან, სადაც იქმნება დღეღამური და სეზონური ტემპერატურების დიდი გრადიენტები. თანდათანობით გამოფიტვა აღწევს ქანის უფრო ღრმა ფენებამდე და წყდება მუდმივი ტემპერატურის სარტყელში. ყველაზე ინტენსიურად გამოფიტვა მიმდინარეობს ტემპერატურის რყევადობის დიდი ამპლიტუდების პირობებში, მაგალითად, ცხელ უდაბნოებში ქანის ზედაპირი ცხელდება 60-70°C-მდე, ხოლო ღამით – თითქმის 0°C-მდე ეცემა.

ფიზიკურ გამოფიტვას აჩქარებს წყალი, რომელიც აღწევს ქანის ნაპრალებში, ქმნის კაპილარულ წნევას. წყლის უფრო ძლიერი დამანგრეველი ძალა იქმნება გაყინვისას. ამ დროს ის ფართოვდება თავისი მოცულობის 1/10-ით და ახდენს ძლიერ დანოლას ქანის ნაპრალების კედლებზე.

არიდული კლიმატის პირობებში ანალოგიურ როლს თამაშობენ მარილები, რომლებიც აღწევენ ნაპრალებში და კრისტალიზდებიან. მაგალითად, ანჰიდრიდი (CaSO_4) წყალთან შეერთებისას გადადის თაბაშირში ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) და 33%-ით მატულობს მოცულობაში.

ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად ქანს შესწევს უნარი გაატაროს ჰაერი და წყალი და დააკავოს მათი გარკვეული რაოდენობა. ფიზიკური გამოფიტვა მასიური ქანის დაქუცმაცებით და გაფხვიერებით მნიშვნელოვნად ზრდის საერთო ზედაპირს და ამით ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ქიმიური გამოფიტვისთვის.

ქიმიური გამოფიტვა – ქანის და მინერალის ქიმიური შედგენილობის შეცვლისა და დაშლის პროცესია, რომლის შედეგად წარმოიქმნება ახალი მინერალი და ნაერთი.

ამ პროცესის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია წყალი, ნახშირმჟავა აირი და ჟანგბადი. წყალი – ქანის და მინერალის ენერგიული გამხსნელია.

წყლის ზემოქმედებით მინერალის დაშლა ძლიერდება ტემპერატურის ზრდასთან დაკავშირებით და მისი გაჯერებით ნახშირმჟავა აირით. ამ უკანასკნელის გავლენით ხსნარი იძენს მჟავე რეაქციას და ამით იზრდება მინერალზე დამანგრეველი გავლენა. მინერალის ქიმიური დაშლის მსვლელობაზე გავლენას ახდენს ტემპერატურაც. მისი ზრდა ყოველ 10°C-ზე აჩქარებს ქიმიური რეაქციის მსვლელობას 2-2,5-ჯერ. ამით შეიძლება აიხსნას ინტენსიური ქიმიური გამოფიტვა ეკვატორულ ოლქებში და შენელებული – პოლარულში. ქანის წყლით გახსნა, განსაკუთრებით იმ

ქანის, რომელიც შეიცავს CO₂-ს და სხვა ნივთიერებას, ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში.

მინერალის ხსნადობა წყალში იზრდება მაშინ, როდესაც წყალი შეიცავს მარილებს, განსაკუთრებით – ქლორიდულს.

ჰიდროლიზი, როგორც მაგმური ქანის მინერალთან წყლის ძირითადი ქიმიური რეაქცია, იწვევს კრისტალური მესრის ტუტე და ტუტემინა ელემენტების კატიონების შეცვლას წყლის დისოცირებული მოლეკულების წყალბადის იონებით.

წყლის მოქმედებასთან დაკავშირებულია, აგრეთვე, **ჰიდრატაცია** – მინერალების ნაწილაკებთან წყლის ნაწილაკების მიერთების ქიმიური პროცესი.

ჰიდრატაცია აღინიშნება უფრო რთული შედგენილობის მინერალში – სილიკატში და ალუმოსილიკატში. ჩვეულებრივ იწვევს მინერალის ზედაპირის გაფხვიერებას, რაც უზრუნველყოფს მის ურთიერთმოქმედებას წყალთან და გამოფიტვის სხვა ფაქტორთან.

ჟანგვა წარმოადგენს გამოფიტვის ზონაში ფართოდ გავრცელებულ რეაქციას. ჟანგვას განიცდის მინერალი, რომელიც შეიცავს რკინის ქვეჟანგს ან ჟანგვის უნარის მქონე სხვა ელემენტს. გამოფიტვის დროს დაჟანგვითი რეაქციის დამახასიათებელ მაგალითს წარმოადგენს წყალში სულფიდების ურთიერთქმედება მოლეკულულ ჟანგბადთან.

დაჟანგვის პროცესში იცვლება ქანის პირვანდელი შეფერვა, ჩნდება ყვითელი, ყომრალი, ნითელი ფერი. ძლიერ დაჟანგული ქანი ჩვეულებრივ იძენს ფოროვან აგებულებას (მაგალითად, გამოფიტვის ფერალიტური ქანი).

ქიმიური გამოფიტვის შედეგად იცვლება მინერალის ფიზიკური მდგომარეობა და იშლება კრისტალური მესერი. ქანი მდიდრდება ახალი (მეორადი) მინერალით და იძენს ბმულობას, ტენტევადობას, შთანთქმის უნარიანობას და სხვა თვისებებს.

ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის მაკონტროლებელი შინაგანი ფაქტორია ქანის და მისი მინერალური შედგენილობის ტექსტურა და სტრუქტურა – ქანის ამგები პირველადი და მეორადი მინერალის მდგრადობა.

ბიოლოგიური გამოფიტვა არის ორგანიზმის და მისი ცხოველმოქმედების ზემოქმედებით ქანის და მინერალის მექანიკური დაშლისა და ქიმიური შეცვლის პროცესი. დედამიწის ზედაპირულ შრეში ქანის დაშლაში აქტიურად მონაწილეობს ცოცხალი ორგანიზმი. არ არსებობს გამოფიტვის სუფთა აბიოტური (უსიცოცხლო) მექანიკური და ქიმიური პროცესი. ბიოლოგიური გამოფიტვის დროს ორგანიზმი თავისი სხეულის აღნაგობისთვის ქანიდან იღებს საჭირო მინერალურ ნივთიერებას, აგროვებს ქანის ზედაპირულ ჰორიზონტში და ამით ქმნის ნიადაგის ფორმირების პირობებს. ქანზე ორგანიზმის დასახლებით გამოფიტვა ძლიერდება. მცენარის ფესვები და მიკროორგანიზმები გამოყოფენ ნახშირმჟავა აირს და სხვადასხვა მჟავას (მჟაუნმჟავას, ვაშლის, ქარვის), რომელიც მინერალზე ახდენს დამანგრეველ ზემოქმედებას. ნიტრიფიკატორები წარმოქმნიან აზოტმჟავას, გოგირდბაქტერიები კი

– გოგირდმჟავას. ეს მჟავები ხსნიან მინერალურ ნაერთს და აძლიერებენ გამოფიტვის პროცესს.

დიატომურ წყალმცენარეს კაჟმინიდან თავისი ჯავშანის შექმნისას შესწევს უნარი დაშალოს ალუმოსილიკატი. *Meghatherium*-ის გვარის სილიკატური ბაქტერიის ლორწოვანი გამონაყოფი შლის მინდვრის შპატებს. *Penicillium*-ის გვარის სოკო გამოყოფს ნივთიერებას, რომელიც შლის პირველად მინერალს.

მასიური ქანის ბიოლოგიურ გამოფიტვაში მნიშვნელოვან მონაწილეობას იღებს ლიქენი, რომელიც გამოყოფს ნახშირმჟავას და სპეციფიკურ მჟავას. ლიქენი შლის ქანს როგორც ქიმიურად, ისე, ნაწილობრივ, მექანიკურად ჰიფების შეღწევით პირველადი მინერალის მარცვლებში.

ცხოველი, ისე როგორც მცენარე, მექანიკურად შლის ქანს და თავისი გამონაყოფებით ხელს უწყობს მის გარდაქმნას.

გამოფიტვის დროს დაშლის ხასიათი დამოკიდებულია გარემოს პირობებზე, ქანის მინერალოგიურ შედგენილობაზე, კერძოდ SiO_2 -ის შემცველობაზე, რომელიც გავლენას ახდენს გამოფიტვის პროდუქტის შედგენილობაზე. მაგალითად, მჟავე ქანის გამოფიტვის დროს ძირითადად წარმოიქმნება ქვიშა და ქვიშნარი, საშუალო ქანების გამოფიტვისას – თიხნარი, ხოლო ფუძე ქანების გამოფიტვისას – ძძიმე თიხნარი და თიხა.

სხვადასხვა ქანსა და მინერალს გამოფიტვის პროცესისადმი განსხვავებული მდგრადობა გააჩნია. ყველაზე მდგრადია მეტამორფული ქანი (მაგალითად, კვარციტი), ნაკლებად მდგრადია დანალექი ქანი. ყველაზე მეტად განიცდის გამოფიტვას ვულკანური ფერფლი, რომელიც გამოირჩევა მაღალი ფორიანობით და ისეთი მინერალების შემცველობით, რომლებიც ადვილად განიცდიან გამოფიტვას. მინერალიდან გამოფიტვისადმი ყველაზე მდგრადია კვარცი, ამიტომ, იგი გროვდება გამოფიტვის ქერქში. გამოფიტვისადმი ნაკლებად მდგრადია რკინის ქვეყანგის შემცველი მინერალი. შუალედურ მდგომარეობას იკავებს მინდვრის შპატი.

გამოფიტვის დროს პირველადი მინერალის დაშლისას წარმოიქმნება მეორადი მინერალი.

გამოფიტვის პროცესების განვითარებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ხსნარის კონცენტრაციას და მარილების შემადგენლობას, არეს რეაქციას (pH-ის სიდიდე), ჟანგვა-აღდგენით პირობებს და ა.შ. გამოფიტვის პროცესი მნიშვნელოვნად განპირობებულია კლიმატით. გამოფიტვის ინტენსიურობა დამოკიდებულია ტემპერატურასა და ნალექების რაოდენობაზე. გვალვიანი კლიმატის პირობებში გროვდება გამოფიტვის ხსნადი პროდუქტი, ხოლო ტენიანი კლიმატისას – გამოიფიტება. ამიტომ, დედამიწაზე წარმოიქმნება განსხვავებული მინერალოგიური შედგენილობის სხვადასხვა ტიპის გამოფიტვის ქერქი.

არჩევენ გამოფიტვის ქერქის ორ ძირითად ტიპს:

ს ი ა ლ ი ტ უ რ ს , რომელიც გავრცელებულია ზომიერად ტენიანი კლიმატის რეგიონებში. მისთვის დამახასიათებელია, ძირითადად, მონტმორილონიტის ჯგუ-

ფის და პიდროქარსების ტიპის თიხამინერალის წარმოქმნა, ყველაზე მდგრადი პირველადი მინერალის შენარჩუნება.

ა ლ ი ტ უ რ ს , რომელიც ფორმირდება ტენიანი სუბტროპიკული და ტროპიკული კლიმატის პირობებში. მისთვის დამახასიათებელია რკინის და ალუმინის პიდროქარსების ჯგუფის მეორადი მინერალის სიჭარბე, პირველადი მინერალის (გარდა კვარცისა) თითქმის სრული დაშლა, ფუძის და კაჟმინის გამოტანა; თიხამინერალებში ჭარბობს კაოლინიტი და პალუაზიტი.

ცნობილი მეცნიერის, ს. ზონის მიხედვით მიღებულია გამოფიტვის ქერქის დაყოფა ლექის ფრაქციაში $SiO_2: R_2O_3 < 2,5$, მოლეკულური შეფარდების მიხედვით.

1. ალიტური ($SiO_2: R_2O_3 < 2,5$) დაყოფით ალიტური (Al_2O_3 , მკვეთრად ჭარბობს Fe_2O_3), ფერალიტური (Al_2O_3 , ჭარბობს Fe_2O_3) და ფერიტური (Fe_2O_3 , ჭარბობს SiO_2 და Al_2O_3 , არა მარტო ლექის ფრაქციაში, არამედ მთლიანად ქერქში).

2. სიალიტური ($SiO_2: R_2O_3 > 2,5$) დაყოფით სიალიტურსა და ფერსიალიტურზე უკანასკნელისთვის დამახასიათებელია $SiO_2: R_2O_3$ შევინროვებული შეფარდება.

დედამინის თბილ და ტენიან ოლქებში სუსტად დანაწევრებული რელიეფის პირობებში ქიმიური გამოფიტვა უსწრებს ქანის ფიზიკურ დაშლას და ფხვიერი მასალის გადატანას; ამ პირობებში ქანის ზედაპირი დაფარულია გამოფიტვის მძლავრი თიხიანი ქერქით.

აჭარის ზღვისპირეთში, ტენიანი სუბტროპიკების პირობებში გვხვდება 10-20-მეტრიანი ვერტიკალური „კედელი“ (პროფილე), რომელსაც აქვს ნითელი, წარინჯის და ჟანგმინა შეფერილობა. შორიდან ის წააგავს მასიურ ჭრელ ქანს. კარგად ჩანს მასიური ქანისთვის დამახასიათებელი ტექსტურა (საერთო აგებულება), ნათლად გამოირჩევა დიაკლაზი – ტექტონიკური მოძრაობის დროს მასიური ქანის ბლოკის ერთმანეთის მიმართ სიბრტყე. მაგრამ მიახლოებისას ჩანს, რომ ეს არის არა ქვიანი, არამედ თიხიანი მასალა. მართალია მან შეინარჩუნა საწყისი ქანის სტრუქტურა, მაგრამ იჭრება დანით ან ბარით. მხოლოდ ყველაზე ღრმა უბნებში და მდინარეების ნაპირების ბექობზე ჩანს თუ როგორ თანდათანობით იცვლება ნითელი ფერის თიხა ჯერ ძლიერ შეცვლილი, ხოლო შემდგომ მკერვი და ახალი დიაბაზური პორფირიტით – ეულკანური ქანით, რომლებსაც აქვთ ფართო გავრცელება. ასეთი მძლავრი თიხიანი გამოფიტვის ქერქის წარმოქმნის დრო საკმაოდ დიდია და შეადგენს ასი ათასობით და მილიონ წელიწადს, რომლის განმავლობაში წყალი და მასში გახსნილი ნახშირმჟავა, ჟანგბადი და ორგანული მჟავა – ორგანიზმის სიცოცხლის და დაშლის პროდუქტი არსებითად ცვლიან საწყისი ქანის მინერალოგიურ, ქიმიურ შედგენლობას და ფიზიკურ თვისებას.

ჩვეულებრივ, გამოფიტვის სისწრაფეზე გავლენას ახდენს ბიოსფერო, ხმელეთის რელიეფი, კლიმატი, წყლის შემადგენლობა, დედაქანის ტიპი და სხვ.

ქანების კლასიფიკაცია

ქანების კლასიფიკაციის საფუძველია მათი წარმოშობა, ხოლო განსხვავება მუღავნდება მინერალების შემადგენლობაში, აგებულებასა და შენებაში. არჩევენ ქანების წარმოქმნის პროცესების სამ ჯგუფს:

ენდოგენური, რომელიც დაკავშირებულია მაგმურ კერებთან და, ძირითადად, მისადაგებულია დედამიწის ქერქის ბაზალტის შრესთან, სადაც ბატონობს მაღალი ტემპერატურა და წნევა.

ეკზოგენური ან პიპერგენური, რომლებიც ხორციელდება პიდროსფეროში და დანალექი ქანების ზონაში; განსაკუთრებით აქტიურადაა შრეებში, რომლებიც მდებარეობენ ზედაპირთან, ან მასთან ახლოს. ეკზოგენური პროცესების გავრცელების ზონისთვის დამახასიათებელია დაბალი ტემპერატურა და დაბალი წნევა.

მეტამორფული, რომლებიც წარმოიქმნება, ძირითადად, დედამიწის ქერქის გრანიტულ შრეში და ქვემოთ – სიღრმითი ქანების მყარ მასაში მაღალი წნევის და მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენით, მაგრამ არა საკმარისად მაღალი, რათა გადაიყვანოს მინერალური მასა გამდნარ მდგომარეობაში.

წარმოქმნის ზონის მიხედვით არჩევენ ქანების სამ გენეტიკურ ტიპს: მაგმურს, დანალექსა და მეტამორფულს.

მაგმური ქანები იყოფა სიღრმით (ინტრუზიულ), რომლებიც წარმოიქმნა ენდოგენულ ზონაში მაგმის ნელი გაციების დროს, შედგება კარგად გაკრისტალიზებული მინერალებისგან და **გადმოღვრილ** (ეფუზიურ) ქანებად, მინისებრი, ფოროვანი, ფარულადკრისტალური და პორფირული სტრუქტურით, რაც ვულკანების ამოფრქვევისას განაპირობებს დედამიწის ზედაპირზე მაგმის სწრაფ გაციებას. საკლასიფიკაციო მიზნებისთვის ძალიან მოსახერხებელია მაგმური ქანების (ინტრუზიულების და ეფუზიურების) დაყოფა კვარცის საფუძველზე, ე.ი. SiO_2 -ის საშუალო მთლიანი შემცველობის მიხედვით, როგორც ყველაზე მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნანილი-სა. ამის მიხედვით არჩევენ მაგმური ქანების ხუთ ჯგუფს:

ცხრ. 6. SiO_2 -ის საშუალო შემცველობა მაგმურ ქანებში

მაგმური ქანები	SiO_2 საშუალო მთლიანი შემცველობა, %
I. ულტრამაფე	>75
II. მჟავე	65-75
III. საშუალო	52-65
IV. ფუძე	40-52
V. ულტრაფუძე	<40

რადგან ეფუზური ქანები წარმოიქმნება მაგმის იგივე შემადგენლობისგან, როგორც ინტრუზიული, არსებობს მათი ანალოგები მინერალების შემადგენლობის მიხედვით. ყველა მაგმური ქანი, ისევე როგორც ენდოგენური წარმოშობის მინერალები, მიეკუთვნება პირველადებს.

დანალექი ქანები წარმოიქმნენ ქიმიურად მლაშე მინერალების წყლის აუზებში, ან ორგანული მასალის მცენარეული ნარჩენების, ან მინიანი მასების ჩამდინარე წყლების სუსპენსიებიდან დალექვის შედეგად. ყველა დანალექი ქანი მიეკუთვნება მეორად წარმონაქმნებს. მინიანი მასებით წარმოდგენილი დანალექი ქანების განსაკუთრებით დიდი ჯგუფი წარმოიქმნა მყარი მაგმური და მეტამორფული ქანების ფიზიკური გამოფიტვის, ქარის, ზღვის, მდინარეების, მყინვარების, მყინვარული, ნადნობი და წვიმის წყლების შემდგომში მრავალჯერადი ფიზიკური დაშლის და გადალექვის შედეგად. ასეთმა ქანებმა შეიძინეს მასიური მკერძივი ქანებისგან განსხვავებული ახალი თვისებები. ისინია ფხვიერი, ჰერ- და წყალგამტარი. ამის შედეგად მათში აქტიურად მიმდინარეობს ქიმიური გამოფიტვის რეაქციები. ისინი შეიძლება იყვნენ ფხვიერი (ქვიშები), ან მკერძივი (მშრალ მგდომარეობაში). ზოგჯერ დანალექ ქანებში აღინიშნება ცხოველების და მცენარეული ორგანიზმების ნარჩენები. დანალექი ქანები შედგენილობის, შენების აგებულების და წარმოქმნის პროცესების გათვალისწინებით, სამ ჯგუფად იყოფა: ნატეხი, ქიმიური და ორგანოგენური.

ნიადაგწარმოქმნისთვის ნატეხ დანალექ ქანებს აქვთ განსაკუთრებული მნიშვნელობა. ისინი ცნობილია ნიადაგწარმოქმნის ან დედაქანების სახელწოდებით, რადგანაც მათზე ფორმირდება ნიადაგი. ნიადაგწარმოქმნის ქანების უმრავლესობა წარმოიქმნა უკანასკნელ გეოლოგიურ დროში – მეოთხეულ პერიოდში, ამიტომაც მათ გამოყოფენ მეოთხეულების სახელწოდებით. უფრო ძველია ქანები, რომლებიც განთავსებულია მეოთხეულების ქვეშ. ნიადაგმცოდნეობაში ისინი მიეკუთვნება ძირეულ ქანებს, მაგრამ ზედაპირზე მოხვედრისას ისინიც ნიადაგწარმოქმნელნი ხდებიან.

პედოსფერო, ძირითადად, წარმოიქმნება დანალექ ქანებზე. დანალექი ქანები განსხვავდებიან გრანულომეტრული შედგენილობით, რაც შემდგომში განსაზღვრავს სხვადასხვა ქანებზე განვითარებული ნიადაგების გრანულომეტრულ შედგენილობას.

ქანების ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია მათ მინერალოგიურ შედგენილობაზე, გარკვეულ ქანებში ცალკეული მინერალების არსებობაზე. მაგალითად, ფუძე და ულტრაფუძე ქანებში (გაბრო, დიაბაზი, დუნიტი) არ უნდა გვხვდებოდეს კვარცი, ორთოკლაზი, მიკროკლინი, ოლიგოკლაზი. ამ ქანებზე განვითარებულ ნიადაგებში აღნიშნული მინერალების არსებობა მიუთითებს გარედან მათ შეღწევაობაზე. ადვილად გადაიტანება ტალკი, ქლორიტები, და სხვა თიხამინერალები.

ცხრ. 7. დანალექი ქანების კლასიფიკაცია
გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით

ქანის დასახელება გრანულომეტრული შედგენილობით	<0,01 მმ დიამეტრის ნანილაკების შემცველობა, % მასისგან	ნიადაგების ხვედრითი ზედაპირი, მ ² /გ
ქვიშა ფხვიერი	0-5	<20
ქვიშა ბზული	5-10	20-24
ქვიშნარი	10-20	25-45
თიხნარი მსუბუქი	20-30	35-70
თიხნარი საშუალო	30-40	55-90
თიხნარი მძიმე	40-50	70-115
თიხა მსუბუქი	50-65	90-120
თიხა საშუალო	65-80	100-130
თიხა მძიმე	>80	>120

ცხრ. 8. ზოგიერთ დანალექ და მეტამორფულ ქანებში
ქანგანმსაზღვრელი მინერალები

გაბატონებული მინერალი	დანალექი	მეტამორფული
კალციტი (CaCO_3)	კირქვა	მარმარილო
დოლომიტი (CaCO_3 , MgCO_3)	დოლომიტი	მარმარილო
კვარცი	ქვიშნარი	კვარციტი
თიხები	ფიქალი	შიფერი
ნარევი	კონგლომერატი	გნეისი

მეტამორფული ქანი შეიძლება იყოს ნებისმიერი – დანალექი ან მაგმური, რომელიც დედაქანების მეტამორფული პროცესების ზონაში ჩაძირვისას განიცდის შედგენილობის და სტრუქტურის ცვლას და მაღალი წნევის, ტემპერატურის, ხსნარების და აირების (ე.ი. მეტამორფიზმის ფაქტორების) ზეგავლენით იძენს ახალ თვისებებს. მაგალითად, თიხებისგან თიხოვანი ფიქალი, ქვიშნარებიდან – კვარციტები, კირქვებიდან – მარმარილოები, გრანიტებიდან – გრანიტოგნეისები და ა.შ. დედამიწის

ქერში მაგმურ ქანებზე მოდის დაახლოებით 95%, ხოლო დანალექ ქანებზე დაახლოებით 5%. თუ განვიხილავთ მხოლოდ ჰიპერგენურ (ზედაპირთან მიახლოებული ან ზედაპირის) ზონას, მაშინ დანალექ ქანებზე მოდის დაახლოებით 70-75%, ხოლო მაგმურებზე – დაახლოებით 20-25%.

ქანები და ნიადაგნარმოქმნა

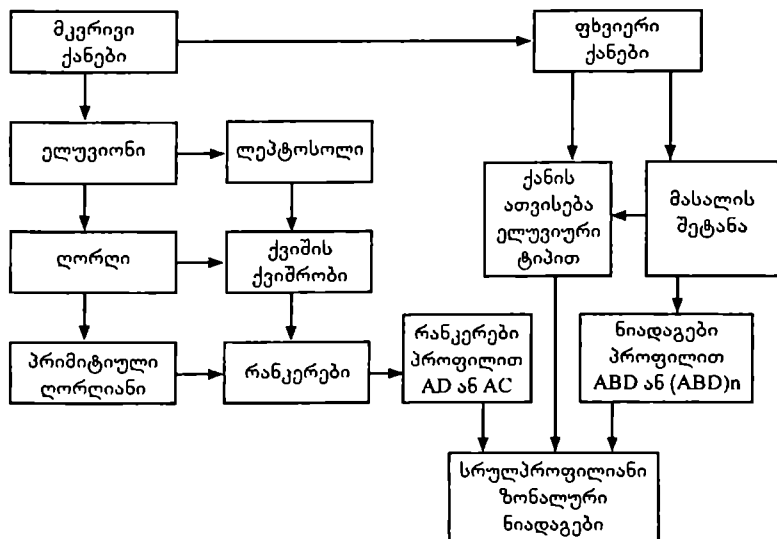
ქანების ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობით შეიძლება წარმოდგენა ვიქონიოთ ნიადაგების შედგენილობის ძირითად მაჩვენებლებზე, მაგალითად, ფუძე ქანებზე განვითარებული ნიადაგები მდიდარია Ca, Mg, მაგრამ ღარიბია K. მჟავე ქანები, პირიქით, ღარიბია Ca, მაგრამ მდიდარია K. ნიადაგების მინერალოგიური და მთლიანი ქიმიური შედგენილობით შეიძლება ვიმსჯელოთ მათ გენეზისზე, განვსაზღვროთ ნიადაგნარმოქმნელი ქანის ტიპი და ნიადაგნარმოქმნისას მისი ცვალებადობის თავისებურებანი. უმთავრესია ნიადაგნარმოქმნელი ქანები. ისინი შეიცავენ ქანებიდან მემკვიდრეობით მიღებულ პირველად და მეორად მინერალებს, რომლებიც წარმოიშვნენ ქანების გამოფიტვის და ნიადაგნარმოქმნის პროცესში.

საკმაოდ საინტერესოა კარბონატული ქანები. მკრივ კირქვებზე, ისე როგორც სხვა კარბონატულ ქანებზე, არსებული წერილმინა წარმოადგენს გაუხსნელ ნალექს კარბონატების გახსნის შემდეგ. ჩვეულებრივ, კარბონატულ ქანებზე ეს ნალექი შეადგენს ქანების მასის 1-6%. მასალის 90%-ზე მეტი მოდის Ca (ოქსიდზე გადაანგარიშებით 30-55%) და Mg (იმავე გადაანგარიშებით 8-22%) კარბონატებზე. ჰუმიდურ ზონაში ხდება კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატების გახსნა და გამორეცხვა. დადგენილია, რომ ნალექების რაოდენობის 100 მმ-ით გადიდების შემთხვევაში HCl-ისგან მხოლოდის ხაზი (ნიადაგში ახალწარმოქმნილი მეორადი კარბონატები) ქვეითდება 30 სმ-ით.

დადგენილია, რომ ყველა ნიადაგი პრიმიტიულიდან დაწყებული სრულპროფილიანამდე წარმოიქმნა ფხვიერ დანალექ ქანებზე. არ დადგინდა ჰიპოთეზა, რომ მყარ ქანებზე ლიქენები წარმოქმნიან ფხვიერ წარმონაქმნებს, რომელზეც შემდგომში სახლდება მცენარეები. მყარი ქანების ზედაპირი შეიძლება იშლებოდეს, მაგრამ აუცილებლად ხდება წარმოქმნილი მასალის გადალაგება და ფორმირდება ფხვიერი ქანები. ჩვეულებრივი ნიადაგნარმოქმნელი ქანებია – ნატეხი, ქვიშები, თიხნარები, თიხები. თიხიანი ქანები იკავებენ დანალექი ქანებით დაკავებულ ხმელეთის 53-დან 80%-მდე, ქვიშები – 11-22%, კარბონატულები – 5-20%.

დანალექი ქანების შრეობრიობა ქმნის მთელ რიგ ახალ თვისებას სუბსტრატებში და ცვლის ნაფენების წყალგამტარობას და წყალანევით უნარს. ამიტომ, მნიშვნელოვანია დავადგინოთ რითი განისაზღვრება ნიადაგის შემქნელი შრეების ნაირგვარობა: მათი გენეზისით თუ დანალექი ქანებიდან მიღებული მემკვიდრეობით.

თანამედროვე გამოფიტვის ქერქი, ფხვიერი ნიადაგწარმოქმნელი ქანები წარმოადგენს, ან ძირულ ელუვიონს (ადგილზე დარჩენილი მყარი ქანების გამოფიტვის პროდუქტები), ან გადალექილ გამოფიტვის ქერქს (დანალექი ნაფენები). გადალექილ დანალექ ქანებს შორის არჩევენ: ალუვიონს (მდინარეების ნაფენებს), პროლუვიონს (მთის მდინარეების გამონატანი), დელუვიონს (ფერდობის ძირში დალექილი ფერდობიდან ჩამორეცხილი მასალა), კოლუვიონს (ბზარებში ჩარეცხილი ან ჩაყრილი მხვიერი მასალა), ტბის ნაფენებს. მათ, აგრეთვე, ეკუთვნის ეოლური ნაფენები (გადაქარული ქვიშები, ლიოსები). დანალექი ქანების დიდ ჯგუფს შეადგენს მორენული ნაფენები და მათთან დაკავშირებული საფარი თიხნარები. დანალექი ქანები შეიძლება შეიცავდნენ სხვადასხვა მინერალებს. მაგმური ქანები შეიცავენ პირველად მინერალებს. გამოფიტვის შედეგად წარმოიქმნება მეორადი მინერალები, რომლებიც შეადგენენ თიხების საფუძველს. ნიადაგები ნიადაგწარმოქმნელი ქანებიდან იძენენ პირველად და მეორად მინერალებს, მაგრამ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ხდება ამ მინერალების შეცვლა.



ნახ. 8. ნიადაგში ქანის გარდაქმნის სქემა

ნიადაგში ქანების გარდაქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით. მყარი ქანები დაშლისას წარმოქმნიან ჯერ ხირხატიან ელუვიონს, რომელშიც შემდგომი გამოფიტვისას გროვდება წერილიმინა და ფორმირდება პრიმიტიული ხირხატიანი

ნიადაგი, რომელიც შემდგომში განიცდის ევოლუციას ზონალურში. მყარი ქანები შეიძლება იშლებოდნენ მსხვილ ლოდად ან ქვად დიამეტრით 1 მ-მდე და მეტი. ამ შემთხვევაში ქვებს შორის გროვდება მტვერი, ხეების ჩამონაცენი, ფორმირდება მკედარი საფარი, რაზედაც სახლდება მცენარეები. ეს უკანასკნელები აგროვებენ თავის ირგვლივ მტვერს, თანდათანობით აესებენ ბზარებს. ჯერ ფორმირდება კუ-რუმოზემები (ქვები გადაფარებული მკედარი საფარით და სხვა ორგანოგენური ჰორიზონტებით: კორდიანი, ბუჩქნარ-ფესვიანი), შემდგომ ხდება მისი ევოლუცია (მტვრის გადატანისას) რანკერებში (ლითოზემი) და ამის შემდეგ ზონალურ ნიადაგში. ლითოზემი არის ნიადაგი უშუალოდ მყარ ქანზე, სადაც მცენარეები იყენებენ ყოველ ბზარსა და ჩაღრმავებას.

დედამინის მაგნიტოსფერო

დედამინის მაგნიტოსფერო ანუ მაგნიტური ველი წარმოადგენს გეოცენტრული დიპოლის ველს, რომელსაც დედამინის ბრუნვის ღერძის მიმართ აქვს დახრილობა 11,5°. დიპოლის ცენტრი გადაადგილებულია დედამინის ცენტრიდან აღმოსავლეთ ნახევარსფეროში 430 კმ-ით. მაგნიტური ველის ძალოვანი ხაზები „შედიან“ პლანეტაში ჩრდილოეთ გეოგრაფიულ პოლუსთან და „გამოდიან“ სამხრეთი პოლუსის მახლობლად. იქ, სადაც ძალოვანი ხაზები „შედიან“ დედამინაში, წარმოდგენილია „სამხრეთის მაგნიტური პოლუსი“. მაშასადამე, ჭეშმარიტი სამხრეთი მაგნიტური პოლუსი იმყოფება ჩრდილოეთ გეოგრაფიულ პოლუსთან. ისტორიული ტრადიცია იყენებს შებრუნებულ აღნიშვნას: მოილაპარაკეს რომ მოსახერხებელია სამხრეთი მაგნიტური პოლუსი იყოს ჩრდილოეთის სახელწოდებით (რადგანაც ის იმყოფება ჩრდილოეთ გეოგრაფიულ პოლუსთან). დედამინის მაგნიტური ველი ვექტორული სიდიდეა. ვექტორის მდებარეობა სივრცეში და მისი დაძაბულობა ახასიათებს მაგნიტურ ველს. დედამინის გეომაგნიტური ველი უკანასკნელი 2,0-2,5 მლრდ წლის განმავლობაში (რაც შეადგენს მისი გეოლოგიური ისტორიის ნახევარზე მეტს), პრინციპულად არ შეცვლილა.

ლითოსფეროს მაგნიტური თვისებები დამოკიდებულია ქანების შემადგენელი მინერალების შემცველობასა და ორიენტირებაზე. ყველა ნივთიერება იყოფა დიამაგნიტურად, პარამაგნიტურად და ფერომაგნიტურად. დიამაგნიტური ნივთიერება ხასიათდება იმით, რომ მათ ატომებს არ გააჩნიათ მუდმივი მაგნიტური მომენტები და დიამაგნიტიკის ატომის საერთო მაგნიტური მომენტი ნულის ტოლია. პარამაგნიტურ ნივთიერებას გააჩნია საკუთარი მაგნიტური მომენტები. ფერომაგნიტური ნივთიერება ხასიათდება ატომებში მაგნიტური მომენტების მონესრიგებული (პარალელური) განლაგებით. ფერომაგნიტიკებისთვის არსებობს ტემპერატურის დონე, ე.წ. კიური წერტილი, რომლის ზემოთ მაგნიტური მომენტების მონესრიგება არ ნარჩუნდება, ამიტომ ვულკანების ლავეები იძენენ დამაგნიტებას მხოლოდ კიურის წერ-

ტილის ქვემოთ გაციების შემდეგ. ქანებში ფერომაგნეტიკები წარმოადგენენ მაგნიტური თვისებების ძირითად მატარებლებს.

ნიადაგებში მაგნიტური ამთვისებლობა მევეთრად მცირდება, მაგრამ ჰუმუსოვან პორიზონტებში ჩვეულებრივ უფრო მაღალია, ვიდრე უფრო ღრმა შრეებში.

მაგნიტური ამთვისებლობა მეტად განსხვავებულია სხვადასხვა ნიადაგში. ნითელმინაში (ჩაქვი) გენეტიკური პორიზონტების მიხედვით ის შემდეგნაირად იცვლება: პორ. A – 370×10^{-6} სმ/კგ; პორ. AB – 180; პორ. B – 230 და პორ. C – 480×10^{-6} სმ/კგ. შავ ნიადაგში (ალაზნის ველი) – პორ. A1 – 8×10^{-6} სმ/კგ; პორ. A1' – 8; პორ. B – 8 და პორ. C – 8×10^{-6} სმ/კგ.

ნებისმიერი ქანი, დანალექი ან მაგმური, წარმოქმნის მომენტში იძენს დამაგნიტებას მოცემული კონკრეტული დროის მონაკვეთის მაგნიტური ველის მიმართულების და სიდიდის მიხედვით. თუ ეს დანალექი ქანია, მაშინ მაგნიტური ნაწილაკები, რომლებიც ილექება ტბის, ზღვის ან ოკეანის ფსკერზე, ან აერალური ნაფენებით აღინიშნება ჭალებში, გამოზიდვის კონუსებში განიცდიან ორიენტაციას გეომაგნიტური ველის იმ ძალოვანი ხაზებით, რომლებიც არსებობენ ამ დროს მოცემულ ადგილას. მაგმური ქანები, ლავის ნაკადები, ინტრუზული მასივები, რომლებიც გაცივდა დედამიწის ზედაპირზე, ან დედამიწის ქერქში, იძენენ დამაგნიტებას კიური წერტილის მიღწევის შემდეგ, რომელიც განსხვავებულია სხვადასხვა მაგმური ქანისთვის. შეძენილი დამაგნიტების მიმართულება ემთხვევა მაგნიტური ველის დაძაბულობის ვექტორის მიმართულებას. დანალექი ქანების შემთხვევაში შეძენილი დამაგნიტება არის ორიენტირებული, ხოლო ამონალვარი ქანების – თერმოსტატიკური.

სხვადასხვა კონტინენტზე სხვადასხვა ასაკის ქანების მაგნიტური თვისებების მასიურად გაზომვამ და ღრმა ჭაბურღილების ბურღვამ ოკეანეებში მოგვცა დედამიწის გეომაგნიტური ველის ისტორია და ევოლუციის გამოვლენის შესაძლებლობა. სწორედ ამაშია პალეომაგნიტოლოგიის არსი. გეოლოგიურ წარსულში კონტინენტების ურთიერთგანლაგების აღდგენამ, რომელიც ეფუძნება პალეომაგნიტურ მონაცემებს, დაადასტურა, რომ არსებობს მატერიკების გადამტანი ლითოსფერული ფილების ნელი, მაგრამ მუდმივი მოძრაობა.

გეომაგნიტური ველი წარმოიქმნა დაახლოებით 1 მლრდ წლის წინა თვით პლანეტის წარმოქმნის შემდეგ, რომლის ასაკი შეადგენს დაახლოებით 4,5 მლრდ წელს. დედამიწის ნივთიერების დიფერენციაციის შედეგად შეიქმნა ფიზიკური თვისებების მქონე სხვადასხვა გარსები. დაახლოებით ამავე დროს (3,6 მლრდ წლის წინ) უკავშირდება პლანეტაზე სიცოცხლის (ბიოსფეროს) გაჩენა, ხოლო მანამდე, 3,8 მლრდ წლის წინ – დანალექი ქანების. ამგვარად, დედამიწა შედგება მაგნიტოსფეროსაგან, აიროვანი გარსისაგან, ჰიდროსფეროსაგან, ბიოსფეროსაგან, დედამიწის ქერქისაგან, მანტიისაგან, გარეშე თხევადი ელექტროგამტარი ლითონის ბირთვისა და შიდა მყარი ბირთვისაგან.

გეომაგნიტურმა ველმა გავლენა იქონია დედამიწის სხეულის, ბიოსფეროს და ადამიანის ევოლუციაზე და თვისებებზე. სხვადასხვა ორგანიზმები – ბაქტერიები-

დან ხერხემალიანებამდე – ამჟღავნებენ განსხვავებულ რეაქციას გეომაგნიტური ველის შეცვლაზე. ეს მეტყველებს იმაზე, რომ გეომაგნიტური ველი აღიქმება ორგანიზმებით და წარმოადგენს გარემოს არსებით კომპონენტს. ყოველივე ეს სრულად ეხება ადამიანსაც. ცნობილია, რომ ადამიანები განსხვავებულად რეაგირებენ მაგნიტური აქტიურობის შეცვლაზე, ზოგი ძალიან მგრძნობიარეა მაგნიტური გრიგალისადმი. ამიტომ, დედამიწის მაგნიტურ ველს აქვს განსაკუთრებული ეკოლოგიური მნიშვნელობა. გარკვეულწილად ის განსაზღვრავს დედამიწაზე სიცოცხლის შესაძლებლობას. მაგნიტური ველი წარმოქმნის პლანეტის მაგნიტოსფეროს, რომელიც წარმოადგენს მზის ქარისა და კოსმოსური გამოსხივების ბუნებრივ ბარიერს დედამიწის ზედაპირზე. მაგნიტოსფეროს რადიაციული ზონები აკავებენ და იტაცებენ მზის და კოსმოსური გამოსხივების მალალი ენერგიის ნაწილაკებს დედამიწის ატმოსფეროს ფარგლებს გარეთ. მაგნიტოსფერო ვრცელდება მზისკენ ათი დედამიწის რადიუსის (დედამიწის რადიუსი შეადგენს 6371 კმ) მანძილზე და დაახლოებით 1000 მიწის რადიუსის მანძილზე სანინალმდეგო მიმართულებით. მზის ქარი წარმოადგენს პლაზმის მუდმივ ნაკადს, რომელიც შედგება მაღალენერგეტიკული პროტონებისაგან, ელექტრონებისგან და ჰელიუმის ბირთვის მცირე რაოდენობისაგან, უნაგბადის, კაჟბადის, გოგირდის, რკინის და სხვა იონებისაგან, რომლებიც ყოველდღიურად უდიდესი სისწრაფით უახლოვდება ჩვენს პლანეტას. ამ ნაწილაკების სისწრაფე დედამიწის ორბიტასთან აღწევს 350 და ზოგჯერ 700 კმ/წ, რაც ათასჯერ აღემატება ბგერის ტალღების სისწრაფეს მშრალ ჰაერში.

გეომაგნიტური ველი წარმოადგენს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის პირობების და განვითარების ერთ-ერთ აუცილებელ პირობას, იცავს მას მზის ქარის და კოსმოსური სხივების დამანგრეველი ზემოქმედებისგან. უფრო მეტიც, დედამიწაზე სიცოცხლე შეიძლება გაჩენილიყო მხოლოდ დედამიწის ნივთიერების დიფერენციაციის, ბირთვის და, შესაბამისად, გეომაგნიტური ველის შექმნის შემდეგ. გეომაგნიტური ველის გაჩენამდე დედამიწის ზედაპირი განიცდიდა „მასტერილიზებული“ კოსმოსური რადიაციის უწყვეტ ზემოქმედებას, რაც ხელს უშლიდა ბიოგენეზის დაწყებას. სიცოცხლის გაჩენის შემდეგ ის მილიარდი წლის განმავლობაში ვითარდებოდა სხვადასხვა გეომაგნიტური მოვლენების პირობებში: სხვადასხვა პერიოდების მაგნიტური ვარიაციები და პულსაციები, მაგნიტური ქარიშხლების, პოლარული ციალი. ყველა ამ მაგნიტურ ეფექტს ცოცხალი ორგანიზმები მიესადაგებოდნენ და ევოლუცირებდნენ ისე, რომ გამოეყენებინათ ის თავისი არსებობის გასაუმჯობესებლად. მზეზე ანთება იწვევს მზის ქარის ინტენსიურობის შეცვლას, რაც, თავის მხრივ, წარმოადგენს გეომაგნიტური ველის და მაგნიტოსფეროს აღშფოთების ძირითად მიზეზს. ეს აღშფოთებები წარმოადგენს დედამიწაზე გეომაგნიტური სიგნალების – მაგნიტური ქარიშხლების და ქვექარიშხლების – ყველაზე ინტენსიურ წყაროს. ქვექარიშხალი არის მაგნიტური ქარიშხალი, რომელსაც აქვს ლოკალური გეოგრაფიული ხასიათი და აქვს მაგნიტურ ქარიშხალთან შედარებით ნაკლები „გაქანება“. მრავალ ადამიანში მაგნიტური ქარიშხლები იწვევენ ცუდ შეგრძნებას, რაც

დაკავშირებულია წნევის ცვალებადობასთან და სხვა თანაუფექტებთან. ადამიანის სისხლისა და ლიმფის შემადგენლობაში შედის რკინის იონები, ხოლო რკინას, როგორც ცნობილია, გააჩნია მაგნიტური მომენტი და მაგნიტურ ველში დამაგნიტების უნარი. ამიტომაცაა ადამიანი ასე მგძნობიარე გეომაგნიტური ველის ინტენსიურობის ნებისმიერ, თუნდაც უმნიშვნელო გამოვლინების მიმართ.

ჯერ კიდევ მრავალი ამოცანა დაკავშირებულია გეომაგნიტურ ველთან. ფრინველების, ფუტკრების და ფაუნის სხვა წარმომადგენლების ნავიგაცია მჭიდროდ არის დაკავშირებული გეომაგნიტურ ველთან.

დიდი რაოდენობის სხვადასხვა ასაკის ქანების შესწავლის და მიღებული პალეომაგნიტური ინფორმაციის განზოგადების საფუძველზე შეიქმნა ე.წ. ინვერსიების მაგნიტურ-ქრონოლოგიური სკალა, რომელიც მიუთითებს თუ რომელ გეოლოგიურ ეპოქაში ემთხვეოდა ძველი გეომაგნიტური ველის მიმართულება თანამედროვეს და როდის იყო მისი საპირისპირო. პალეომაგნიტურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ იცვლება არა მარტო გეომაგნიტური ველის ინტენსიურობა, არამედ მისი ნიშანიც. მაშასადამე, რეგულარულად ხდება დედამიწის მაგნიტური ველის ინვერსია (გადაპოლუსირება), რომლის დროსაც ჩდრილოეთი და სამხრეთი პოლუსები იცვლიან ადგილებს. გეოლოგიური ისტორიის უკანასკნელი 600 მლნ წლის განმავლობაში აღინიშნება ათასზე მეტი ინვერსია. მაგნიტური პოლუსების ინვერსია არამარტო ჩვენი პლანეტის განმანსხვავებული ნიშანია. მზეზე მაგნიტური ველის პოლარობის ცვლა ხდება რეგულარულად, ყოველი 11 წლის შემდეგ. დედამიწის მაგნიტური ველის ინვერსია საშუალოდ ხდება 1 მლნ წლის პერიოდით, ხოლო ინვერსიის ხანგრძლივობა საშუალოდ შეადგენს 5000 წელს.

ადამიანის სიცოცხლის ყველა სფერო გამსჭვალულია გეომაგნიტური ველით. თანამედროვე საზღვაო და საჰაერო ნავიგაცია ხორციელდება კომპასის გამოყენებით, რომელიც, როგორც ცნობილია, ყოველთვის ორიენტირებულია ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებით. თუმცა კომპასის გარდა ნავიგაციის დროს გამოიყენება აგრეთვე გეოდეზიური გაზომვები. წყალქვეშა ნაგები მოძრაობისას ორიენტირებას ახდენენ მხოლოდ გეომაგნიტური ველის მიმართულებით. გეომაგნიტური ველის გაზომვის მონაცემები, აგრეთვე, ფართოდ გამოიყენება სეისმოლოგიაში, როგორც მინისძვრის მომასწავებელი. მზის პლანეტების უმეტესობას გააჩნია მაგნიტური ველები. დიპოლური მაგნიტური მომენტის მიხედვით პირველ ადგილზეა იუპიტერი და სატურნი, მათ მისდევნენ დედამიწა, მერკური და მარსი.

მაგნიტოსფერო წარმოადგენს დედამიწის მიმდებარე კოსმოსურ სივრცეს, რომელიც კონტროლდება დედამიწის მაგნიტური ველით. მაგნიტოსფერო ფორმირდება ატმოსფეროს ზედა შრეების პლაზმასთან და დედამიწის მაგნიტურ ველთან მზის ქარის ურთიერთმოქმედების შედეგად. ფორმით მაგნიტოსფერო წარმოადგენს კავერნას და გრძელ კუდს, რომლებიც იმეორებენ მაგნიტური ძალოვანი ხაზების ფორმას. მზის მიმდებარე წერტილი საშუალოდ იმყოფება 10 დედამიწის რადიუსის მანძილზე, ხოლო მაგნიტოსფეროს კუდი ვრცელდება მთვარის ორბიტის მიღმა.

მაგნიტოსფერო მოცილებულია პლანეტათაშორისი სივრცისგან მაგნიტოპაუზით. მაგნიტოპაუზის გასწვრივ კორპუსკულარული ნაკადების ნაწილაკები გარს უვლიან მაგნიტოსფეროს. მზის ქარის გავლენა დედამიწის მაგნიტურ ველზე ზოგჯერ ძალიან ძლიერია. მაგნიტოპაუზა არის დედამიწის მაგნიტოსფეროს გარეშე საზღვარი, რომელზეც მზის ქარის დინამიკური წნევა წონასწორდება საკუთრივ მაგნიტური ველის წნევით.

გეომაგნიტური ველის საუკუნოვანი ვარიაციები (მინდვრის ინვერსიები) და ექსკურსები (როდესაც გეომაგნიტური მინდვრის მოდულის სიდიდე მნიშვნელოვნად შემცირდა სტაბილურ დონესთან შედარებით) „მართავენ“ კლიმატის მკვეთრი გათბობის პერიოდების გაჩენას და, აგრეთვე, დედამიწის ბიოლოგიური ევოლუციის მკვეთრი ცვლილებების, მათ შორის, ადამიანის ევოლუციის ეტაპებს. მაშინ, როდესაც მინდორი ველარ ასრულებს დაცვით ფუნქციებს, დედამიწის ატმოსფეროში მიეჩანება დამუხტული ნაწილაკების ნაკადი, რაც ინვევს პლანეტის რადიაციული ფონის ზრდას. გადიდებული რადიაცია შლის სტრატოსფერული აეროზოლის შრეს, რომელიც იცავს დედამიწას მზის გამოსხივებისგან. ყოველივე ეს ინვევს მკვეთრ გათბობას და მყინვარების დნობას. ამჟამად დედამიწის მაგნიტური პოლუსები ნელა უახლოვდება ეკვატორებს, რის შედეგად მაგნიტური ველი სუსტდება და კარგავს თავის დაცვით ფუნქციებს. მნიშვნელოვნად რთულდება ცხოველების ცხოვრება. ბევრი მათგანისთვის მაგნიტური ველი წარმოადგენს ბუნებრივ ნავიგატორს. მისი მეშვეობით პოულობს სწორ გზას გადამფრენი ფრინველი და ზღვის კუ. ამჟამად დედამიწის მაგნიტური ველის ყველაზე მონყვლადი ზონა იმყოფება ატლანტიკის ოკეანის სამხრეთ ნაწილში; უკანასკნელი 150 წლის მანძილზე იქ მაგნიტური ველი შესუსტდა 10%-ით. უკანასკნელ წლებში სწორედ ამ რეგიონშია შესამჩნევი ცვლილებები, რომლებმაც შეიძლება მოგვიახლოვონ გლობალური კატასტროფა. უკანასკნელი 10-20 წლის მანძილზე მიღებულია ახალი მონაცემები, რომლებიც ეხება კლიმატის შეცვლას და ცხოველთა სამყაროს და ადამიანის ევოლუციას, რომლებიც მიმდინარეობს თანამედროვე პერიოდამდე ასი ათასი და მილიონი წლის მანძილზე. ფაქტია, რომ მაგნიტოსფეროს დიდი როლი ეკუთვნის კლიმატის რყევადობაში, ევოლუციაში და, შესაძლებელია, დანალექი ქანების დალექვაში. ნათელია, რომ აღინიშნება დროში ძირითადი გეოსფეროების გაჩენის თანხვედრა, მათ შორის ატმოსფეროს, ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროს, მაგნიტოსფეროს, პედოსფეროს და ბიოსფეროს.

თავი 3. ჰიდროსფერო

ჰიდროსფეროს ზოგადი თავისებურებანი

ჰიდროსფერო (ძვ. ბერძნ. hidro – ორთქლი, sphaira – ბუბტი) წარმოადგენს დედამიწაზე წყლის ყველა მარაგის ერთობლიობას. ჰიდროსფეროს განმარტავენ როგორც დედამიწის უწყვეტ გარსს, რომელიც მოიცავს მთელ წყალს თხიერ, მყარ, გაზისებრ, ქიმიურად და ბიოლოგიურად დაკავშირებულ მდგომარეობაში.

წყალი ყველაზე გავრცელებული ნივთიერებაა დედამიწაზე. ის ბუნების ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. წყალი მუდმივ წრებრუნევაშია, მაგრამ მასში ყოველ გარკვეულ მომენტში წყლის საერთო მარაგის მხოლოდ 0,005% მონაწილეობს. დედამიწაზე წყლის მთლიანი ოდენობა დაახლოებით 1454,2 მლნ კმ³ აღწევს. ოკეანეებისა და ზღვის წყლები მთელი წყლის ოდენობის 96,53% შეადგენს, რაც 1338,5 მლნ კმ³ უდრის. ადამიანის არსებობისთვის უმთავრესად მნიშვნელობა აქვს მტკნარ წყალს. მტკნარი წყლის საერთო მოცულობა უდრის დაახლოებით 28,25 მლნ კმ³, რაც ჰიდროსფეროს მხოლოდ 2% შეადგენს. დღეს მსოფლიოს რიგი ადგილი, მეტადრე მჭიდროდ დასახლებული, განიცდის სწორედ მტკნარი წყლის უქმარისობას.

ადამიანს შეუძლია საჭმლის გარეშე იცოცხლოს ორ თვემდე, მაგრამ უწყლოდ ერთი კვირაც შეუძლებელია. ადამიანის სხეული 65%-მდე წყლისგან შედგენა, ე.ი. საშუალოდ მასში 40-50 ლიტრი სითხეა. ადამიანის ორგანიზმში წყალი თერმორეგულაციის, გამხსნელის, ჰორმონების, ფერმენტების, მინერალების ტრანსპორტირების და სხვა მნიშვნელოვან ფუნქციებს ასრულებს. ადამიანი ყოველდღიურად შარდის სახით 1,4-2,4 ლიტრ, ოფლის სახით 0,6 ლ და სუნთქვის – 0,6 ლ წყალს გამოყოფს. სიკვდილი გარდაუვალია, თუ წყლის შემცველობა ორგანიზმში 12%-ზე მეტით შემცირდა.

ჰიდროსფეროს მიეკუთვნება: მსოფლიო ოკეანე, კონტინენტური და მიწისქვეშა წყლები. წყლის უმეტესი ნაწილი თავმოყრილია ოკეანეში, მნიშვნელოვნად ნაკლები – კონტინენტურ მდინარეთა ქსელში და მიწისქვეშა წყლებში. ასევე წყლის დიდი მარაგებია ატმოსფეროში ღრუბლებისა და წყლის ორთქლის სახით. ზღვები და ოკეანეები შეადგენენ ჰიდროსფეროს მოცულობის 96%-ზე მეტს, დაახლოებით 2% – მიწისქვეშა წყლებია, 2%-მდე მყინვარები, თოვლის საფარი და მზრალბობა (კრიოსფერო). ზედაპირული წყლები იკავებენ შედარებით მცირე წილს ჰიდროსფეროს საერთო მასაში, მაგრამ მეტად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მიწისზედა ბიოსფეროს

არსებობაში. ისინი წარმოადგენენ წყალმომარაგების, მორწყვის და განყლიანების ძირითად წყაროს. გარდა ამისა, ჰიდროსფეროს ეს ნაწილი იმყოფება მუდმივ ურთიერმოქმედებაში ატმოსფეროსთან და დედამიწის ქერქთან. ამ წყლების ურთიერთმოქმედება და გარდაქმნა ერთი სახეობიდან მეორეში წარმოადგენს დედამიწაზე წყლის რთულ წრებრუნვას.

მსოფლიო ოკეანის ფართობი უდრის 361,3 მლნ კმ², ხოლო საშუალო სიღრმე 3790 მ. მაღალი სიმაღლის გამო წყლის მარაგი პრაქტიკულად არ გამოიყენება სამეურნეო მიზნებისთვის. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ტბებისა და მდინარეების წყლები, რომელთა რესურსებს ადამიანი ფართოდ იყენებს. დედამიწაზე 145 დიდი ტბაა, რომელთა ზედაპირის ფართობი აღემატება 100 კმ². ყველაზე დიდი მლაშე ტბაა – კასპიის „ზღვა“, ხოლო ყველაზე დიდი მტკნარი ტბა – ბაიკალი, რომელშიც მოქცეულია დედამიწაზე მტკნარი წყლის მარაგის 20%-ზე მეტი. საქართველოში აღრიცხულია სხვადასხვა სიღრმის 850 ტბა საერთო ფართობით 170 კმ².

წყლის მნიშვნელოვანი მარაგი დაჭაობებულ ტერიტორიებზეა მოქცეული. დედამიწაზე ჭაობების საერთო ფართობია 2682 კმ². აქედან ევრაზიაში – 925, აფრიკაში – 341, ჩრდილოეთ ამერიკაში – 180, სამხრეთ ამერიკაში – 1332 და ავსტრალიაში – 4 კმ².

მსოფლიო ოკეანე ყოველწლიურად საშუალოდ აორთქლებს 505 ათას კმ³ წყალს. უმეტესი ნაწილი (458 ათასი კმ³) მას უბრუნდება ნალექების სახით, ხოლო 47 ათასი კმ³ (9,3%) გადაიტანება ჰაერის მასების მიერ და ქმნის კონტინენტების წყლის რესურსებს.

მდინარეთა წყლის რესურსებით ყველაზე მდიდარია ბრაზილია, რუსეთი, ჩინეთი, კანადა, ინდოეთი, აშშ. ამ ქვეყნებზე მოდის მდინარეების საერთო ჩამონადენის 54,4%. ყველაზე წყალუხვი მდინარეა ამაზონი, მისი საშუალო მრავალწლიური ხარჯია 220 000 მ³/დ-ლ. რუსეთში ყველაზე წყალუხვია ენისეი – 17 600 მ³/დ-ლ.

საქართველოს ტერიტორიაზე წყლის რესურსები არათანაბრადაა განაწილებული: დასავლეთ საქართველოში 1 კმ²-ზე 2-3-ჯერ მეტი ნალექი მოდის, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში. ქართლსა და კახეთში დიდი ფართობების სასოფლო-სამეურნეო მიწები მოითხოვს ჰიდროტექნიკურ მელორაციულ ღონისძიებებს. წყლის სიმცირე განსაკუთრებით იგრძნობა ზაფხულობით მდინარეთა ქვედა უბნებზე.

დედამიწაზე წყლის მუდმივი ბრუნვისას მისი შევსება ხდება ხმელეთიდან, ოკეანეებიდან და ზღვებიდან აორთქლებული წყლით. წყალს სუნთქვით აორთქლებენ, აგრეთვე, ადამიანები და ცხოველები, ტრანსპირაციით მცენარეები და სხვ. ნალექების სახით აორთქლებული წყალი ბრუნდება უკან. ასეთია წყლის დაუსრულებელი ბრუნვის ციკლი, რის შედეგადაც ხდება ოკეანეებიდან და ზღვებიდან ორთქლის სახით წყლის განაწილება კონტინენტებზე, რაც შემდეგ განიცდის კონდენსაციას და ისევ უკან უბრუნდება ოკეანეებსა და ზღვებს დედამიწის ზედაპირიდან ჩადენილი წყლის სახით; მოსული ნალექების ნაწილი კი იჟონება ნიადაგში, ატენიანებს მას და ქმნის ე.წ. გრუნტის წყლებს.

წყლის რაციონალურად გამოყენება ნიშნავს შევაკავთ წყლის დინება იქ, სადაც მას სარგებლობის მოტანა შეუძლია; შევანელოთ წყლის მჩქეფარე დინება იქ, სადაც სწრაფი დინებით ზიანი მოაქვს, ავაჩქაროთ წყლის ნელი დინება იქ, სადაც ის გუზდება და ჭაობებს ქმნის.

წყალს დიდი როლდენობით შეიცავს პროდუქტები, რომლითაც იკვებება ადამიანი. მაგალითად, პური შეიცავს 50% წყალს, ვაშლი – 80% და ა.შ. წყლის დიდი როლდენობა იხარჯება სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოებაზე.

წყალსაცავების შექმნა უკავშირდება ცივილიზაციის, კერძოდ, ირიგაციის და მინათმომქმედების განვითარებას ეგვიპტეში, მესოპოტამიაში, ჩინეთში, ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკაში. პირველი წყალსაცავები შექმნილი იყო ძველ ეგვიპტეში ჩვენს ნელთალრიცხვამდე სამი ათასი წლის წინ. დაახლოებით 2300 წელს ძვ. წ. შემქნილი იყო მერიის ცნობილი წყალსაცავი მოცულობით 1 კმ³, რომელსაც შემდგომში ჰეროდოტემ უწოდა სამყაროს ერთ-ერთი სასწაული. თანდათანობით წყალსაცავების მშენებლობა იღებდა სულ უფრო ფართო მასშტაბს. იაპონიაში 522 წლიდან 1603 წლამდე აშენებული იყო 30-მდე წყალსაცავი (სიღრმით 15 მეტრზე მეტი), ხოლო მომდევნო 200 წლის განმავლობაში – 540 წყალსაცავი.

დღემდე გამოყენება მთელი რიგი წყალსაცავი, რომელიც აშენდა ჩვენს ნელთალრიცხვამდე 400-500 წლის წინათ. მათ შორის, ჩეხეთში და სლოვაკეთში: დვორჟიტე (1367 წ.), იორდანი (1493 წ.) პარუზიცი (1512 წ.), სტანკოვსკი (1545 წ.), როჟბერკი (1590 წ.); პოლონეთში 10 წყალსაცავი, რომელიც აშენდა XIV-XVII საუკუნემდე; გერმანიაში: გროსხამერსდორფი (1524 წ.), ობერ-პარტი (1591 წ.), ტოლფელსტახი (1696 წ.); ირანში: ბენდე-მიჟანი მდ. კარუნზე (ახ. წ. IV საუკუნე) და სხვ.

XX საუკუნის მეორე ნახევარი ხასიათდება წყალსაცავების შექმნის დინამიკური ტემპებით. მათი რიცხვი 1950 წლიდან გაოთხმაგდა, ხოლო მათი ჯამური მოცულობა გაიზარდა 8-ჯერ. ამ პერიოდში შეიქმნა მსოფლიოს ყველა მსხვილი წყალსაცავი თითოეული 50 კმ³-ზე მეტი მოცულობით, მათ შორის, ბრატსკის (რუსეთი) ანგარაზე – 169,3 კმ³, ასუანის (ეგვიპტე, სუდანი) ნილოსზე – 157,0 კმ³, ვოლტას (განა) ვოლტაზე – 148,0 კმ³, გურის (ვენესუელა) კარონზე – 111,2 კმ³ და სხვ.

საქართველოში დიდი როლდენობის წყალს შეიცავს ხრამისა და სიონის წყალსაცავები. ჩვენთან სულ 12 წყალსაცავია საერთო ფართობით 100 კმ².

წყალსაცავების წყალი გამოიყენება როგორც ჰიდროელექტროსადგურების ასამუშავებლად, ისე სარწყავად. წყალსაცავები და დამბები რამდენიმე სასარგებლო მოვალეობას ასრულებენ: აგროვებენ და ზოგავენ წყალს სოფლის მეურნეობის, მოსახლეობის საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო საჭიროებისათვის. წყალსაცავების სანაპიროები შეიძლება გამოყენებული იყოს რეკრეაციისთვის, სპორტულ ბაზებად და სხვ.

დიდი როლდენობით ხარჯავს წყალს სამრეწველო წარმოება. მაგალითად, 1 ტონა შაქრის წარმოებაზე იხარჯება 1 000 მ³ წყალი, 1 ტონა ქაღალდის წარმოებას ესაჭიროება 250 მ³ წყალი. ასევე დიდი როლდენობით ხარჯავს წყალს მეტალურგიული

მრეწელობა. 1 ტონა ფოლადის გამოდნობაზე საჭიროა 140-230 მ³ წყალი; 1 ტონა ნიკელის გამოდნობას სჭირდება 4 000 მ³ და სხვ.

დედამიწაზე წყლის განაწილება მტკნარ და მლაშე წყლებად სრულებით არ არის ადამიანისათვის ხელსაყრელი. საერთოდ დედამიწის ზედაპირზე წყალს უკავია 71%, ხმელეთს 29%. წყლის საერთო რაოდენობიდან მტკნარ წყალზე მოდის მხოლოდ 2%. მტკნარ წყალში 1 ლიტრზე მარილების რაოდენობა 2 გრამს არ უნდა აღემატებოდეს (ოპტიმალურია 1 გრამი). კაცობრიობა სასმელად და სხვა საჭიროებისათვის ძირითადად იყენებს მტკნარ წყალს. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ იმ 2% მტკნარი წყლიდან, რომელიც ზემოთ იყო აღნიშნული, ადამიანისთვის ყველა ხელმისაწვდომი არაა. მაგალითად, ანტარქტიდის მყინვარები შეიცავენ 35 მლნ მ³ წყალს, კავკასიის მყინვარებში აკუმულირებულია 140 კმ³. მტკნარი წყლის დიდი რაოდენობაა ატმოსფეროში ორთქლისა და ღრუბლების სახით, რომელიც ადამიანისათვის ასევე მიუწვდომელია. მტკნარი წყლის საკმაოდ დიდი რაოდენობა არის მიწის ზედაპირის ქვეშ და მას ადამიანი ჯერჯერობით ვერ სწვდება. დასავლეთი ევროპის ზოგიერთი ქვეყანა მტკნარი წყლის მწვავე ნაკლებობას განიცდის. მტკნარი წყალი შემოაქვთ შვედეთიდან, ნორვეგიიდან და, აგრეთვე, ახალი ზელანდიიდან. ავსტრალიაში და აშშ-ში მუშაობენ ანტარქტიდის წყლებიდან აისბერგების ტრანსპორტირების პროექტზე.

დედამიწაზე მოსული ნალექები არათანაბრად ნაწილდება. დედამიწის ერთ ნაწილზე წელიწადში მოდის ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა – 12 000 მმ, ხოლო ზოგან ნალექი პრაქტიკულად არ მოდის. მოსული ნალექების მიხედვით გამოყოფენ სამ ძირითად ზონას: ჰუმიდურს – ჭარბი ნალექებით, სემიარიდულს – შეზღუდული ნალექებით და არიდულს – ნალექების მნიშვნელოვანი უკმარისობით.

ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა ნაწილდება შემდეგნაირად:

120 მმ და ნაკლები	– უდაბნო;
120-250 მმ	– მშრალი ჰავა – ნახევრად უდაბნო;
250-500 მმ	– ნახევრად მშრალი ჰავა – ველი;
500-1000 მმ	– ზომიერად ტენიანი ჰავა – ტყე;
1000-2000 მმ	– ტენიანი ჰავა;
2000 მმ და მეტი	– ჭარბტენიანი ჰავა.

ნალექებით დატენიანების პირობებით არჩევენ კლიმატის ექვს მთავარ ჯგუფს:

კლიმატის ჯგუფი	დატენიანების კოეფიციენტი
ძალიან ტენიანი (ექსტრაჰუმიდური)	> 1,33
ტენიანი (ჰუმიდური)	1,33 - 1
ნახევრად ტენიანი (სემიჰუმიდური)	1 - 0,55
ნახევრად მშრალი (სემიარიდული)	0,55 - 0,33
მშრალი (არიდული)	0,33 - 0,12
ძალიან მშრალი (ექსტრაარიდული)	< 0,12

ასეთი დაყოფის კრიტერიუმს წარმოადგენს ნალექების რაოდენობის შეფარდება, რომელმაც მიიღო დატენიანების კოეფიციენტის სახელწოდება.

ნალექების არათანაბარი განაწილება იწვევს ზოგ ადგილებში წყლის ნაკლოვანებას. იქაც კი, სადაც საკმარის რაოდენობის ნალექი მოდის და მდინარეები და ტბებიც მოგვეპოვება, წყალზე დიდი მოთხოვნილების გამო, ბოლო დროს მაინც იგრძნობა მტკნარი წყლის ნაკლებობა.

მტკნარი წყლის დიდი ხარჯი გამოიწვევდა ამ წყლის მარაგის ამოწურვას, ადგილი რომ არ ჰქონდეს წყლის ბრუნვას ბუნებაში. მართო მცენარეულობა ფოტოსინთეზის პროცესში წლიურად ხარჯავს 65^{10} ტ წყალს.

ცნობილია, რომ წყალმომარაგების სისტემები იყოფა სწორადდენად, თანმიმდევრულად და ბრუნვითად. წყლის დაზოგვის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა ბრუნვითი წყალმომარაგება. წყალმომარაგების სწორადდენადის სისტემის დროს წყალს იღებენ წყაროდან და სანარმოო პროცესში გამოყენების შემდეგ, იგი ბრუნდება უკან. თანმიმდევრული სისტემის დროს ხდება წყლის ორმაგი და სამმაგი გამოყენება. ამის შემდეგ, წყალი უკვე დიდი დანაკარგებით ბრუნდება წყალსატევეში. ბრუნვითი წყალმომარაგების დროს კი წყლის დაბრუნება წყალსატევეში არ ხდება.

მიჩნეულია, რომ დედამიწაზე სიცოცხლე პირველად პიდროსფეროში ჩაისახა და მხოლოდ პალეოზოოურ ერაში დაიწყო ცხოველების და მცენარეული ორგანიზმების თანდათანობითი გადასახლება ხმელეთზე. პიდროსფეროს დამახასიათებელი თვისებაა პროცესების მაღალი დინამიკურობა. გეოლოგიური მოვლენების მასშტაბში ეს, პირველ რიგში, ეხება დედამიწის პლანეტის ზედაპირზე წყლის სარკის მოხატულობის შეცვლას. წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში ზღვების და ოკეანეების კონფიგურაცია იყო სხვანაირი. ეს ნიშნავს იმას, რომ ახლანდელი ხმელეთის ნაწილი დამუშავებული იყო პიდროსფეროს (ზღვები და ოკეანეები) მძლავრი გავლენით. ზოგადად დედამიწის გეოლოგიურ ისტორიაში მიმდინარეობდა ოკეანის ფართობის შემცირება: 3 მლრდ წლის წინ მისი ფართობი შეადგენდა 506 მლნ კმ², 2 მლრდ წლის წინ – 499 მლნ კმ², 1 მლრდ წლის წინ – 462 მლნ კმ². პერმის ეპოქაში დაახლოებით 240 მლნ წლის წინ, ოკეანის ფართობი შედგენდა 411 მლნ კმ², რაც მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე ამჟამად (361,8 მლნ კმ²). ზღვის დონის აწევის ხანგრძლივ პერიოდებს და მათთან დაკავშირებულ ხმელეთის დიდი ფართობების დატბორვას ადგილი ჰქონდა არაერთხელ. ტრანსგრესიის შედეგად ოკეანის პირდაპირ ზემოქმედებას განიცდიდნენ ტერიტორიები, რომლებიც შემდგომში გახდნენ თანამედროვე ხმელეთის ნაწილები. მათ მიეკუთვნება რუსეთის ვაკის, დასავლეთ ციმბირის, შორეული აღმოსავლეთის უმეტესი ნაწილი. ცარცის პერიოდში ზღვები იკავებდნენ თანამედროვე ევროპის, ჩრდილოეთი და სამხრეთი ამერიკის, აფრიკის ჩრდილოეთ ნაწილს, აზიის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილს და თანამედროვე ავსტრალიის მნიშვნელოვან ნაწილს. ცარცის ტრანსგრესიის პერიოდში (რომლის მაქსიმუმი იყო 90-97 მლნ წლის წინ) წყლის ქვეშ იმყოფებოდა თანამედროვე ხმელეთის 36%. მსოფლიო ოკეანის ფართობი მაშინ იყო 415 მლნ კმ², რაც შეადგენდა დედამიწის მთელი ზედაპირის 81%.

ეს მონაცემები მეტყველებს ჰიდროსფეროს უდიდეს მნიშვნელობაზე დედამიწის იერის ფორმირებაში. გეოლოგიურ წარსულში მას უფრო მეტად ჰქონდა ადგილი, ვიდრე ამჟამად.

არსებობს განუწყვეტელი კავშირი ჰიდროსფეროს თვისებებსა და ბიოსფეროში მის ფუნქციებს შორის.

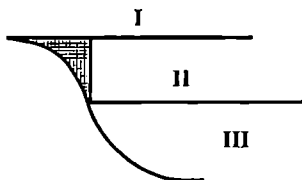
კონტინენტების ზედაპირზე მტკნარი წყლები წარმოქმნის მდინარეებს, ტბებს, ჭაობებს, ავსებს ხელოვნურ ტბორებს და მსხვილ წყალსაცავებს. მტკნარი წყლები შეიძლება იყოს სამ მდგომარეობაში: მდოვრ, მდგომ და შუალედურში. აღინიშნება ზოგიერთი წყალსატევის გადასვლა ერთი მდგომარეობიდან მეორეში. მართალია, მტკნარწყლიანი ეკოსისტემები შეადგენს ჰიდროსფეროს ძალიან მცირე ნაწილს (ატმოსფეროში წყლის შემცველობა სულ ცოტა 10-ჯერ აღემატება მის რაოდენობას მსოფლიოს მდინარეებში), მაგრამ მათი მნიშვნელობა ადამიანისთვის განსაკუთრებულია, რადგან ისინი წარმოდგენს საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო საჭიროებებისთვის პრაქტიკულად ერთადერთ წყაროს.

წყლის გარემოს ძირითადი მალიმიტირებელი ფაქტორებია: ტემპერატურა, გამჭვირვალობა, დინება, დამლაშება და სხვ. მრავალი წყლის ცხოველი მიეკუთვნება სტენოთერმულს. ამიტომ მათთვის სახიფათოა გარემოს თუნდაც უმნიშვნელო თბური გაბინძურება. გამჭვირვალობა განისაზღვრება იმ სიღრმით, რომელშიც მზის სხივის შეღწევისას შესაძლებელია ფოტოსინთეზი (რამდენიმე სანტიმეტრიდან ძალიან მღერი წყალსატევებში 30-40 მეტრამდე სუფთა მთის ტბებში). დინება გავლენას ახდენს ორგანიზმების გავრცელებაზე და აირების და მარილების შემცველობაზე. წყლის ეკოსისტემებში მნიშვნელოვან მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს ჟანგბადის კონცენტრაცია. ანთროპოგენური გავლენით აიხსნება ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაცია. ბიოგენური მარილებიდან მალიმიტირებელია ნიტრატები და ფოსფატები.

საინტერესოა მარილების კონცენტრაცია ჰიდრობიონტებში და გარემომცველ წყლის არეში. მათი სხვაობა შეიძლება გამოიწვიოს ოსმოსურმა მოვლენებმა საზღვარზე „ორგანიზმი-წყალი“. თევზის სიკვდილს იწვევს მის სხეულში სითხის წნევის ცვალებადობა. მტკნარწყლიან ადგილებში და ზღვაში მობინადრე თევზებს აქვთ განსხვავებული ოსმოსური ბუნება. ამიტომ მტკნარწყლიანი თევზები ვერ ცხოვრობენ ზღვაში, ხოლო ზღვის – მდინარეში ან მტკნარ ტბაში. ზოგიერთ თევზს გააჩნია ოსმოსური რეგულაციის სპეციალური მექანიზმი და მათ ძალუძთ იცხოვრონ ორ გარემოში (ორაგული და სხვ.).

მტკნარწყლიან წყალსატევებში ხშირად აღინიშნება წყლის ორგანიზმების, განსაკუთრებით თევზების, სივრცობრივი დიფერენციაცია: სხვადასხვა წყალსატევი ერთსა და იმავე ეკოლოგიურ ნიშას იკავებს სხვადასხვა სახეობის თევზი. წყალსატევებში საკვები ჯაჭვები კარგად არიან განვითარებული და წარმოდგენილია ყველა ტროფიკული დონის ორგანიზმებით.

წყლის ორგანიზმი ეკოლოგიური თავისებურებით და წყალსატევეში ადგილმდებარეობით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ბენტოსი, პერიფიტონი, პლანქტონი, ნექტონი, ნეისტონი. ბენტოსი – ფსკერს მიმაგრებული ორგანიზმია, რომელიც ცხოვრობს ლამიან ნალექში ან უბრალოდ იმყოფება ფსკერზე. პერიფიტონი – ცხოველი ან მცენარე, რომელიც მიმაგრებულია წყლის მცენარის ღეროს ან სხვა შვერილზე წყალსატევის ფსკერს მაღლა. პლანქტონი – მოცურავე ორგანიზმია, შეუძლია აქტიურად გადაადგილება, მაგრამ, ძირითადად, გადაიტანება ღინებით. ნექტონი – წყალში თავისუფლად გადაადგილებადი ორგანიზმია: თევზები, ამფიბიები და სხვ. ნეისტონი – ზედაპირზე მცურავი ან უძრავი ორგანიზმია.



ნახ. 9. წყალსატევის ძირითადი ზონები

I – ლიტორალური; II – ლიმნიკური; III – პროფუნდალური

ორგანიზმის განაწილებისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს წყალსატევეების ცალკეულ ზონებს. ლიტორალური ზონა – წყლის სიზრქე, სადამდეც მზის სხივი აღწევს ფსკერს. ლიმნიკური ზონა – წყლის სიზრქე იმ სიღრმემდე, სადამდეც აღწევს მზის სინათლის მხოლოდ ერთი პროცენტი და აღინიშნება ფოტოსინთეზის მილევა. პროფუნდალური ზონა – ფსკერი და წყლის სიზრქე, სადამდეც მზის სხივი არ აღწევს.

გამდინარე წყალსატევეებში ზემოთ აღნიშნული ზონები ძნელად გამოიყოფა, თუმცა მათი ელემენტები აღინიშნება საკმაოდ ხშირად. ჩქერი – წყალმცირე უბნები სწრაფი ღინებით; ფსკერი ლექის გარეშე, ძირითადად, პერიფიტონის და ბენტოსის მიმაგრებული ფორმები. მუხლი – ღრმანწყლიანი უბნები, წყნარი, ფსკერზე რბილი ლამიანი სუბსტრატი და მღრნელი ცხოველები.

მდგომი წყალსატევეების ჰიდრობიონტებზე ისეთი მალიმიტირებელი ფაქტორების მოქმედება როგორიცაა ჟანგბადის შემცველობა, ტემპერატურა და განათებულობა, დამოკიდებულია წყალსატევეების (ტბა, ტბორი, ხელოვნური წყალსაცავი) სპეციფიკურ თავისებურებებზე.

ტბები წარმოადგენს ბუნებრივ მტკნარწყლიან წყალსატევეებს. ტბების უმეტესობას გააჩნია პროფუნდალური ზონა, რაც გავლენას ახდენს წყლის სიზრქის ტემპერატურულ რეჟიმზე, მის შერევაზე და მასში ჟანგბადის განაწილებაზე. ყველა ეს პროცესი, როგორც ტემპერატურული რეჟიმით ტბის სტრატეფიკაცია, ატარებს სე-

ზონურ ხასიათს. წყლის სიმკვრივე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე: ყველაზე მაღალი სიმკვრივე (1 გ/სმ³) წყალს აქვს მაშინ, როდესაც მისი ტემპერატურა უდრის 4°C. ამ მაჩვენებლის ზემოთ ან ქვემოთ სიმკვრივე მცირდება. ზაფხულის პერიოდში ტბის წყლის სიზრქის ზედა ნაწილში ტემპერატურა უფრო მაღალია და გადარევა არ აღინიშნება; დგება სტაგნაციის ზაფხულის პერიოდი. შემოდგომით აღინიშნება წყლის საერთო შერევა და ჟანგბადით გამდიდრება, როგორც ტემპერატურის გათანაბრების შედეგი. ზამთარშიც აღინიშნება სიმკვრივის შემცირება, რადგანაც წყლის ტემპერატურა ყინულის ქვეშ ეცემა 4°C ქვემოთ; თავიდან ხდება ტემპერატურული სტრატეფიკაცია და დგება ზამთრის სტაგნაცია. ყველაზე ხელსაყრელია გაზაფხული, როდესაც ყინულის გადნობის შემდეგ წყლის ტემპერატურა აღწევს 4°C, მძიმდება და ხდება გაზაფხულის შერევა.

ფიტოპლანქტონის ყვავილობა, ჩვეულებრივ, უკავშირდება შერევას, როდესაც განათებულ ზონაში ჩნდება ბუნებრივი ბიოგენური კომპონენტებით გამდიდრებული წყლები. პროდუქტიულობის მიხედვით ტბები იყოფა ორ ჯგუფად: 1) ოლიგოტროფული (მწირსაკვებიანი) და 2) ევტროფული (საკვებიანი).

წყალსაცავი იქმნება ადამიანის მიერ ჰიდროენერგეტიკული და ჰიდრომელიორაციული კომპლექსების აგებისას. წყალსაცავი წარმოადგენს ბუნებრივ-ტექნიკურ და არა ბუნებრივ ეკოსისტემას.

წყალსაცავში სითბოს და ბიოგენების განაწილება დამოკიდებულია კაშხალის ტიპზე. თუ ხდება წყლის ფსკერული გადაშვება, მაშინ წყალსაცავი ახდენს სითბოს აკუმულირებას და ბიოგენური ნივთიერებების ექსპორტირებას. ხოლო თუ კაშხალის ზემოდან, მაშინ ხდება სითბოს ექსპორტირება და ბიოგენების აკუმულირება. ღრმაწყლიანი დინებებით მდინარეში შეიძლება მოხდეს უფრო მარილიანი წყალი და ბიოგენებმა გამოიწვიონ მდინარის ევტროფიკაცია.

წყალსაცავები წარმოადგენს წყლის რესურსების მართვის ყველაზე ეფექტურ საშუალებას. სოფლის მეურნეობა წყალსაცავების ყველაზე მსხვილი წყალმომხმარებელია.

ცხრ. 9. სარწყავი მიწების განაწილება წლების მიხედვით (მლნ ჰა)

კონტინენტი	1900 წ.	1950 წ.	1970 წ.	2000 წ.
ევროპა	3,5	10,0	21,0	45,0
აზია	30,0	65,0	170,0	300,0
აფრიკა	2,5	5,0	9,0	18,0
ჩრდ. ამერიკა	4,0	13,0	25,0	35,0
სამხ. ამერიკა	0,5	3,0	7,0	15,0
ავსტრალია	0	0,5	1,6	3,0
მთელი მსოფლიო	40,0	96,0	234,0	420,0

მდინარე უძრავი წყალსატევისგან განსხვავდება სამი ძირითადი პირობით: 1) დინება – მნიშვნელოვანი მაღლიმიტირებელი და მაკონტროლებელი ფაქტორი; 2) გაცვლა წყალსა და ხმელეთს შორის მნიშვნელოვნად უფრო აქტიურია; 3) ჟანგბადის განაწილება უფრო თანაბარია, რადგანაც პრაქტიკულად გამორიცხულია სტრატოფიკაცია ანუ ვერტიკალურად სხვა სიმკრივის შრის განლაგება.

დიდ მდინარეებში შეიმჩნევა შემდეგი სახის ზონალობა: მდინარის ზედა ნელში – ჩქერების თანასაზოგადოება, მდინარის ქვედა ნელში – მუხლების, მათ შორის ზოგან ჩნდება ხან ერთი, ხან მეორე. მდინარის ქვედა ნელში კი სახეობრივი შემადგენლობა ღარიბდება, მაგრამ იზრდება თევზის ზომები.

დაჭაობებული საეარგულები და ჭაობები. ჭაობები თავისი წარმოშობით არიან მაღლითი და დაბლითი. დაბლითი იკვებება მინიქვეშა წყლებით და წარმოიქმნება ტბის, მდინარის და სხვა წყალსატევის გაბარდვით, ხოლო მაღლითი – ატმოსფერული ნალექებით, შეიძლება წარმოიქმნან ნებისმიერ დადაბლებაშიც და მთის ფერდობზეც. ჭაობები დაფარულია წყლის მაკროფიტებით, ჭაობის მცენარეებით და ბუჩქნარებით. ჭაობის ნიადაგები და ტორფნარები დიდი რაოდენობით შეიცავენ წყალბადს (14-20%). მათი სასოფლო-სამეურნეო დამუშავება იწვევს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის დიდი რაოდენობით გამოყოფას, რაც ართულებს „CO₂“-ის პრობლემას“.

ზღვის გარემო მუდმივია და იკავებს პლანეტის 70%-ზე მეტს. ოკეანის სიღრმე საკმაოდ დიდია, მაგრამ სიცოცხლე აღინიშნება პრაქტულად ყველგან, ყველაზე მეტად ხმელეთის სიახლოვეს. ცხოველების გადაადგილების თარგს წარმოადგენს ტემპერატურა, დამლაშება, სიღრმე, თუმცა ოკეანეში არ აღინიშნება აბიოტური ზონები. მუდმივად მოქმედი ქარების – პასატების წყალობით, ოკეანეებში და ზღვებში ხდება წყლის ცირკულაცია მძლავრი დინების (თბილი და ცივი) მეშვეობით, რაც გამორიცხავს ჟანგბადის დეფიციტს ოკეანის სიღრმეში. ყველაზე პროდუქტიულია აპველინგის ოლქები.

აპველინგი წარმოადგენს ოკეანის სიღრმიდან ცივი წყლების აწევის პროცესს იმ ადგილებში სადაც ქარების მეშვეობით მუდმივად ხდება ხმელეთის ციკაბო ფერდობიდან შემოსული წყლის გადაადგილება. ამის მაგიერ სიღრმიდან ამოდის ბიოგენებით გამდიდრებული წყალი. იქ, სადაც ეს პროცესი არ აღინიშნება, ჩაძირული ორგანული ნარჩენების ბიოგენური ელემენტები ხანგრძლივად იკარგება ფსკერის ნაფენებში.

განსაკუთრებით მაღალპროდუქტიული და ბიოგენებით მდიდარია ესტუარიების წყლები. ი. ოდუმის განმარტებით ეს არის აუტგელინგის მოვლენა. ესტუარია (ლათ. aestuarium – მდინარის დატბორილი შესართავი, ლაგუნა) წარმოადგენს ოკეანეებსა და ზღვებში მდინარეების ძაბრისებრ, ფართო და ღრმა შესართავს. განსაკუთრებით კარგად არიან განვითარებული მდინარეებში, რომელთა შესართავები განიცდიან ძლიერ მოქცევას. დამახასიათებელია მსოფლიოს მრავალი მდინარისთვის (ენისიე, ტემზა, ელბა, სენა, ტაზო, წმინდა ლავრენტი და სხვ.). სანაპირო ზონაში საკმაოდ მნიშვნელოვანია მოქცევის მოვლენები, რომლებიც გამოწვეულია მთვა-

რის და მზის მიზიდულობით. ისინი განაპირობებენ თანასაზოგადოების არსებობაში შესამჩნევ პერიოდულობას („ბიოლოგიური საათები“).

ოკეანეების საშუალო მარიალიანობა უდრის 35 გ/ლ. მლაშე წყლების მარილ-თა შემცველობა ცვალებადია: ბალტიის ზღვაში – 5 გ/ლ, შავ ზღვაში – 18 გ/ლ, წითელ ზღვაში – 41 გ/ლ, ყარა-ბოლაზგოლის უბეში (კასპიის „ზღვა“) – 300 გ/ლ. მლაშე წყლებში დაახლოებით 25% მოდის ნატრიუმის ქლორიდზე, დანარჩენია – კალციუმის, მაგნიუმის და კალიუმის მარილები (სულფატები, კარბონატები, ბრომიდები და სხვ.), და მხოლოდ ერთ პროცენტზე ნაკლები მოდის სხვა ათეულ ელემენტზე. ზღვის წყალსატევებისთვის დამახასიათებელია მდგრადი ტუტე არე – $\text{pH} = 8,2$, მაგრამ თვით მარილიანობა იცვლება. მდინარის შესართავის ყურეში მარილიანობა მცირდება, თუმცა მერყეობს წლის სეზონების მიხედვით.

მტკნარ წყალში გახსნილ ნივთიერებათა რაოდენობა არ აღემატება 1 გ/ლ.

მტკნარი წყლის საერთო მოცულობა დაახლოებით 28,25 მლნ კმ³ უდრის, რაც ჰიდროსფეროს მხოლოდ 2% აღწევს.

მტკნარი წყლის რესურსები შეიძლება გაიზარდოს:

მდინარის ზედაპირიდან, ტბიდან, წყალსაცავიდან წყლის აორთქლების შემცირებით;

მლაშე და ოკეანის წყლების გამტკნარებით;

მინისქვეშა წყლების გამოყენების გადიდებით;

წყალსატევების გაჭუჭყიანების შემცირება/შენეცეტი;

მყინვარების გამოყენებით.

საჭიროა მლაშე წყლების გამტკნარების პროცესის გაფართოება, მათ შორის ისეთი ტიპებით როგორიცაა:

დისტილაციური პროცესი;

ყინულწარმოქმნის პროცესი;

ქიმიური მეთოდი – იონგაცვლითი, რეაგენტული;

ექსტრაქციული პროცესი;

მემბრანული მეთოდი – ჰიპერფილტრაცია, ელექტროდიალიზი;

ბიოლოგიური მეთოდი.

ზღვის არეში მნიშვნელოვანი მალიმიტირებული ფაქტორია ბიოგენური ელემენტები. მათი შემცველობა ძალიან მცირეა და შეადგენს წყლის მილიარდ ნაწილზე მხოლოდ რამდენიმე ნაწილს. ამავე დროს ეს ელემენტები სწრაფად შეითვისება ორგანიზმებით, ვერ აღწევენ პეტროტროფულ ზონას (ბიოლოგიურ წრებრუნვას), რადგანაც ხედებიან მათ ტროფიკულ ჯაჭვებში. ამგვარად, ბიოგენების დაბალი კონცენტრაცია არ მიუთითებს მათ საერთო დეფიციტზე.

ჰიდროსფერო, როგორც ჰიდრობიონტების სასიცოცხლო არე

დედამიწაზე თხიერი წყლის მთელი მოცულობა პრაქტიკულად დასახლებულია ორგანიზმებით. მსოფლიო ოკეანის მოცულობაა 1342 მლნ კმ³, რომლისგან, დაახლოებით, 30 ათასი კმ³ მოდის აისბერგებზე. ტბების საერთო მოცულობაა 176-275 ათასი კმ³; წყალსატევების ჯამური სრული მოცულობა – დაახლოებით 6 ათასი კმ³, ჭაობების წყლის ჯამური მოცულობა – დაახლოებით 12 ათასი კმ³, მდინარეთა ქსელის საერთო მოცულობა – დაახლოებით 2120 კმ³.

ორგანიზმების, განსაკუთრებით, ჰიდრობიონტების, სიცოცხლის ყველა მხარეზე (კვება, გამრავლება, გადაადგილება, მეტაბოლიზმი) წყლის ქიმიური და ფიზიკური თვისებები ახდენენ გადამწყვეტ ზემოქმედებას.

წყალს, როგორც ჰიდრობიონტების არსებობის გარემოს და ევოლუციის გარემოს გარდა აქვს სხვა მნიშვნელობაც. წყლის ფუნდამენტური როლი მჟღავნდება სიცოცხლის ყველაზე ბასიზურ, მოლეკულურ დონეზე. წყალი ცოცხალ უჯრედებში (როგორც წყლის, ისე ხმელეთის ორგანიზმებში) წარმოადგენს უნიკალურ მატრიცას, რომელიც განსაზღვრავს უჯრედის უმნიშვნელოვანესი მოლეკულების (ცილების, ლიპიდების, ნუკლეინის მჟავების და სხვ.) კონფორმაციას და ურთიერთმოქმედებას. წყლის მეშვეობით ხდება ბიომოლეკულების ორიენტაცია და აგრეგაცია ამ მოლეკულების ან მათი ნაწილების ჰიდროფილური და ჰიდროფობური თვისებების შესაბამისად. ამის შედეგად, იქმნება ბიომემბრანები, რომლებიც წარმოადგენენ უჯრედის არსებობის და ცხოველმოქმედების სტრუქტურულ საფუძველს.

ორგანიზმები (ჰიდრობიონტები), თავის მხრივ, გავლენას ახდენენ წყლის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე. წყლის ორგანიზმები გავლენას ახდენენ წყლის ქიმიზმზე, მასში შენონილი ნივთიერებების შემცველობაზე, გამჭვირვალობაზე და სხვა ფიზიკურ თვისებებზე.

ჰიდროსფეროში სრულდება ორი მეტად მნიშვნელოვანი პროცესი – მსოფლიო ოკეანის მცენარეების (პირველ რიგში წყალმცენარეების) ფოტოსინთეზი და ორგანული ნივთიერების დაშლა (დაჟანგვა). ოკეანეში ფოტოსინთეზის შედეგად ფორმირდება ფიტოპლანქტონი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით – წელიწადში ნედლი ბიომასის 10^{12} ტონა, რაც შეადგენს წელიწადში $6 \cdot 10^{10}$ ტონა ნახშირბადს. მსოფლიო ოკეანის ზედა 200 მეტრში ფიტოპლანქტონის საერთო ბიომასა შეადგენს ნედლი მასის დაახლოებით $6,7 \cdot 10^9$ ტონას ან ნახშირბადის $4 \cdot 10^8$ ტონას. ფიტოპლანქტონის მაღალ გეოქიმიურ აქტიურობაზე მეტყველებს ის ფაქტი, რომ ბაქტერიალური დაჟანგვა შეადგენს წელიწადში $60-100 \cdot 10^9$ ტონა ნახშირბადს, ხოლო საერთო დაჟანგვა – წელიწადში ნახშირბადის $85-150 \cdot 10^9$ ტონას. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ფიტოპლანქტონის გლობალური ბიომასა ორი რიგით ნაკლებია გლობალური პროდუქციის საერთო რაოდენობაზე, რომელიც იქმნება წელიწადში ამ ფიტოპლანქტონის მიერ, ე.ი. წელიწადში ფიტოპლანქტონის მასის ერთი ერთეული ქმნის ახალი ბიომასის დაახლოებით ას ერთეულს. ყოველი ეს ხელს უწყობს ფიტოპლანქტონში

ქიმიური ელემენტების მძლავრი ნაკადების არსებობას. მეტად საინტერესოა ჰიდროსფეროს აბიოტური ნაწილის და ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთმოქმედება და ურთიერთგავლენა. ცოცხალი ორგანიზმების ზემოქმედება წყლის არეზე მეტად მრავალფეროვანია, მათ შორის, წყლის გამჭვირვალობაზე, შენონილი ნაწილაკების შემცველობაზე, ქიმიზმზე, ოპტიკურ თვისებებზე და ა.შ. ამავედროულად, წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები გავლენას ახდენს წყლის არეში მოზინადრე მრავალრიცხოვანი ორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე. ეს გავლენა მჟღავნდება არა მარტო წყალში მოზინადრე ორგანიზმებზე. მაგალითად, ხმელეთის მცენარეულობა ბევრად არის დამოკიდებული წყლის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, რომელიც წარმოადგენს მცენარეების მინერალური კვების ელემენტების შემცველი (N, P, S, Fe, Mg, Cu, Mn, Mo, Zn, Se და სხვ.) ნივთიერებების უნივერსალურ გამხსნელს. ამ ნივთიერებების წყლის ხსნარი უზრუნველყოფს ხმელეთის მცენარეებს მინერალური კვების აუცილებელი ელემენტებით ფესვთა სისტემასთან კონტაქტის მეშვეობით. მცენარეებში წყალი ხდება ნიადაგის წყლის ფაზიდან და შემდგომ განაპირობებს ნივთიერებების ტრანსპორტირებას, ტურგორულ წნევას, მცენარეების დაცვას გადახურებისა და გამოშრობისგან. ამის გარდა წყალი ამარაგებს მცენარეების ფოტოსინთეზურ აპარატს წყალბადით, რომლისგან გამოიყოფა ფოტოსინთეზის პროცესის საფუძველი მკვებავი ქლოროპლასტების ელექტრონულ-სატრანსპორტო ჯაჭვის ელექტრონები. ამგვარად, წყალს ხმელეთის მცენარეულობისთვის გააჩნია რამდენიმე მნიშვნელოვანი სასიცოცხლო ფუნქცია – სატრანსპორტო, სტრუქტურული (ტურგორის უზრუნველყოფა), ენერგეტიკული (მცენარეების ტემპერატურული რეჟიმის სტაბილიზაცია) და ბიოენერგეტიკული (ფოტოსინთეზის ბიოენერგეტიკისთვის ელექტრონების წყარო). წყალი წარმოადგენს ხმელეთის მცენარეულობის, როგორც ბიოსფეროს მთელი ბიომასის ძირითადი ნაწილის, არსებობის ფუნდამენტურ პირობას. ერთლიანი მცენარეების გლობალური ფიტომასა შეადგენს ნახშირბადის დაახლოებით $130 \cdot 10^9$ ტონას, მრავალწლიანი მცენარეების გლობალური ფიტომასა – ნახშირბადის დაახლოებით $700 \cdot 10^9$ ტონას, ხმელეთზე გლობალური ფოტოსინთეზი ნახშირბადის დაახლოებით $50 \cdot 65 \cdot 10^9$ ტონას. თავის მხვრივ, ხმელეთის მცენარეულობა წარმოადგენს ხმელეთზე სიცოცხლის საფუძველს.

ჰიდროსფერო წარმოადგენს ცოცხალი ბუნების მრავალი სახეობის არსებობის და ევოლუციის სარბიელს. ბუნებრივია, რომ წყლის არე გავლენას ახდენს მასში მაცხოვრებელ ორგანიზმზე. ჰიდრობიონტებს გააჩნია დამახასიათებელი მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური თავისებურებანი. გარეგნულად ეს მჟღავნდება ჰიდრობიონტების მორფოლოგიურ ტიპებსა და სასიცოცხლო ფორმებში (თევზმაგვარი, სწრაფად მცურავი ხერხემლიანების გარშემოედნილი ტიპი; ფილტრატორების ფსკერზე მჯდომიარე კომპაქტური მორფოლოგიური ტიპი; რბილი (ქვიშიანი და ლექიანი) ფსკერის გრუნტების მოზინადრეების ჭიასებრი ტიპი). ყოველივე ეს საკმაოდ თვალსაჩინოა ნებისმიერი წყლის ორგანიზმების განხილვის დროს. ნაკლებად თვალსაჩინოა საწინააღმდეგო მიზეზ-შედეგის კავშირები, ე.ი. ჰიდრობიონტების გავლე-

ნა მათი ბინადრობის წყლიან არეზე. უფრო ნათელია ბიოტის მონაწილეობა ზღვის და მტკნარწყლიან ეკოსისტემებში წყლის თვითგანმეგობრებაში.

ხმელეთის ორგანიზმების შემადგენლობაში წყლის როლი განსაკუთრებით დიდია. ხმელეთის ორგანიზმებში წყლის ჯამური რაოდენობა საკმაოდ დიდია, ზოგიერთი ბიომასა 80% წყალს შეიცავს. ბიოლოგიურად დაკავშირებული წყალი წარმოადგენს ჰიდროსფეროს სტრუქტურაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ბლოკს. ხმელეთის ბიოტის საკმაოდ აქტიური ბლოკია მცენარეების მიერ წყლის ტრანსპირაცია, რომელიც შეადგენს წელიწადში 8,4 ათას კმ³, ანუ ხმელეთიდან ატმოსფეროში აორთქლებული წყლის 12%.

ჰიდროსფეროს გავლენა გარემოს სხვადასხვა კომპონენტებზე

ჰიდროსფეროს, როგორც ატმოსფეროს ფორმირების ფაქტორის და მასზე ზემოქმედების განხილვისას, გასათვალისწინებელია, რომ წყლების და ხმელეთის ზედაპირიდან წყლის აორთქლება წარმოადგენს ბიოსფეროში წყლის გადატანის ციკლის ფორმირების მნიშვნელოვან ფაქტორს. მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან ყოველწლიურად აორთქლდება 407 150 კმ³, ხოლო კონტინენტების ზედაპირიდან – 69 910 კმ³.

ატმოსფეროს სხვადასხვა თვისებების ფორმირებისთვის მნიშვნელობა აქვს პროცესებს, რომლებიც ხორციელდება ან დამოკიდებულია ჰიდროსფეროზე:

მცენარეების მიერ წყლის ტრანსპირაცია (დაახლოებით 8,4 ათასი კმ³ მოცულობით); ატმოსფეროში CO₂ შემცველობის (CO₂ შთანთქმის და გამოყოფის პროცესების ბალანსი) რეგულაცია; ოკეანის ზედაპირიდან ზღვის მარილების ნაწილაკების ემისია, რომლებიც წარმოადგენს აეროზოლების და გოგირდის ნაერთების წყაროს;

წყალმცენარეებით და წყლის ბაქტერიებით ღრუბლების წარმოქმნაზე მოქმედი ნივთიერებების ემისია.

ჰიდროსფერო მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხმელეთის ზედაპირის ფორმირებაზე. ამ გავლენას აქვს ორგვარი ხასიათი. ერთი მხრივ, კონტინენტების ზედაპირზე ნალექები (წელიწადში 119 830 კმ³) ხელს უწყობენ ქანების გამოფიტვას; მეორე მხრივ, წყალი წარმოადგენს რელიეფის ფორმირების უშუალო გეომორფოლოგიურ ფაქტორს. ამის მაგალითია მდინარის ხეობები, რომლებიც ფორმირდება მდინარეებით.

ხმელეთის რელიეფის ფორმირება მნიშვნელოვანია არამარტო გეომორფოლოგიის თვალსაზრისით. ბიოსფეროში ცოცხალი ორგანიზმების განაწილება ექვემდებარება განედურ და ვერტიკალურ ზონალობას. ამიტომ რელიეფი წარმოადგენს ცოცხალი ბუნების სახეობების არეალის გადამწყვეტ ფაქტორს. განსაკუთრებულად დიდი იკავებს მდინარის ხეობები, რადგანაც თავისი თვისებებით არიან ინტრა-ზონალური ბუნების და ქმნიან ხელსაყრელ პირობებს ისეთი სახეობებისთვის, რომ-

ლებიც სხვანაირად ვერ გავრცელდებოდნენ მოცემული გეოგრაფიული ზონის ფარგლებში. ამ გზით უზრუნველყოფილია მცენარეების და ცხოველების სახეობების საკმაოდ დიდი წრის არსებობა, იზრდება ბიომრავალფეროვნება.

ჰიდროსფერო მონანილობის მთელი ლითოსფეროს, და არამარტო ხმელეთის, ზედაპირის ფორმირებაში, რადგანაც წყლის მეშვეობით ხორციელდება მძლავრი ზემოქმედება ლითოსფეროს წყალქვეშა ნაწილის ზედაპირზე. წყლის სისტემების ფსკერზე (ე.ი. წყლით დაფარული ლითოსფეროს ზედაპირზე) ხდება სხვადასხვა ბუნების დანალექი მასალა – ნელინადში ფხვიერი ნაფენების დაახლოებით 60 მლრდ ტონა. საგულისხმოა, რომ ამ რაოდენობის მნიშვნელოვანი ნაწილი არა უბრალოდ მიიღება ჰიდროსფეროსგან, არამედ იქმნება მისი გაღვნიით. მაგალითად, მდინარეების მყარი ჩამონადენი შეადგენს ნელინადში 21,3 მლრდ ტონას, ან ფსკერზე მოხვედრილი დანალექი მასალის სართო რაოდენობის 35,7%; ნალექების წარმოქმნა ნაპირების გადარეცხვის შედეგად შეადგენს ნელინადში 16,7 ტონას, ან შემოსული საერთო რაოდენობის 27,9%; მყინვარებით მყარი ნივთიერებების გამოტანა ნელინადში – 2,5 მლრდ ტონა ან საერთო რაოდენობის 4,2%; ნალექწარმოქმნა ბიოგენური სედიმენტაციის შედეგად ნელინადში დაახლოებით 1,8 მლრდ ტონა, ან საერთო რაოდენობის 3%. ნალექწარმოქმნის ტემპები ნელინადში შეადგენენ დაახლოებით 30 კმ³.

დედამიწის ხმელეთი ნელინადში შთანთქავს მზის ენერგიის დაახლოებით 50 კკალ/სმ², ხოლო მსოფლიო ოკეანე თითქმის ორჯერ მეტს – 90 კკალ/სმ².

ჰიდროსფერო არსებითად არეგულირებს, ხოლო ზოგჯერ განსაზღვრავს თბური ბალანსის ისეთ მნიშვნელოვან ფაქტორს, როგორიცაა ალბედო. ხმელეთის ალბედო ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგის ტენიანობაზე, რადგანაც ის განსაზღვრავს მცენარეული საფარის მდგომარეობას. ზედაპირული წყლების ალბედოც ექვემდებარება გარკვეულ კანონზომიერებას. ენერგიის შთანთქმა დამოკიდებულია წყლის სიმღვრივეზე, რომელიც განისაზღვრება შენონილი ნაწილაკების და, შესაბამისად, ფიტოპლანქტონის შემცველობაზე. ფიტოპლანქტონის რაოდენობა და შემადგენლობა განისაზღვრება წყლის ეკოსისტემის მრავალი ორგანიზმით. წყალში შთანთქმული სითბო დამოკიდებულია ბიოტის მდგომარეობაზე. შთანთქმული სითბო ნაწილდება წყლის სვეტის იმ ნაწილში, რომელშიც გადის ელექტრომაგნიტური რადიაცია. მისი გამსჭვალვა დამოკიდებულია წყლის ოპტიკურ თვისებებზე. წყლიდან ფიტოპლანქტონის და საერთოდ შენონილი ნივთიერების მოცილება, ე.ი. წყლის თვითგანმწედა, ხორციელდება მთელი რიგი ბიოტური პროცესის მონაწილეობით.

ჰიდროსფეროს და წყლის ბალანსს შორის კავშირის კიდევ ერთ მნიშვნელოვან მხარეს წარმოადგენს კავშირი წყლის აორთქლებასა და სითბოს შთანთქმას შორის. მოსული თბური ენერგიის არსებითი ნაწილი იხარჯება წყლის აორთქლებაზე, რომელსაც გააჩნია ორთქლწარმოქმნის მაღალი ფარული სითბო. 20°C ტემპერატურის დროს ის შეადგენს დაახლოებით 585-600 კალ/ტ. ოკეანეში შთანთქმული ენერგიის დაახლოებით 80% იხარჯება ნელინადში 500 ათასი კმ³ წყლის აორთქლებაზე. წყლის

აორთქლება ნანილობრივ ხდება მცენარეების, მათ შორის, წყლის მაკროფიტების ტრანსპირაციით. მაკროფიტების საშუალო აორთქლება შეიძლება აღწევდეს მნიშვნელოვან სიდიდეს, მაგალითად, ნილოსის პაპირუსის ჭაობები (სამხრეთი სუდანი, რ. გ. 10⁶) წელიწადში აორთქლებენ საშუალოდ 240 სმ, რაც თითქმის ორჯერ აღემატება ოკეანის ზედაპირიდან საშუალო აორთქლებას (116-124 სმ). წყლის მაკროფიტების, როგორც წყლის აორთქლების (ტრანსპირაციის) ზრდის საშუალების, ეკოლოგიური და კლიმატწარმოქმნის მნიშვნელობა საკმაოდ არსებითია. აორთქლებასთან დაკავშირებულია კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს თბურ ბალანსზე. ეს არის ღრუბლების წარმოქმნა, რომლებიც არეკლავენ ატმოსფეროში შემოსული რადიაციის ნაწილს. ღრუბლების წარმოქმნა დამოკიდებულია კონდენსაციის ცენტრებზე, რომელთა ნანილი დაკავშირებულია ატმოსფეროში გოგირდის ბედთან, რადგანაც ოკეანეების თავზე სხვა ნანილებთან ერთად, კონდენსაციის ცენტრების როლს ასრულებენ სულფატის SO₄²⁻ ნანილაკები. კონდენსაციის ცენტრების ამ ნანილის წარმოქმნა დამოკიდებულია ატმოსფეროში იმ ნივთიერებების შემოსვლაზე, რომელთა წყარო იმყოფება ჰიდროსფეროში. ასეთებია ზღვის მარილის და ზღვის წყლის ნანილაკები, აგრეთვე ზღვის ორგანიზმების მიერ გამოყოფილი გოგირდშემცველი ნაერთები, მაგალითად, დიმეთილსულფოქსიდი. წყალმცენარეებით (ზღვის ფიტოპლანქტონით) გამოყოფილი დიმეთილსულფოქსიდი სულფატამდე იყვანება ატმოსფეროში. მისი ნანილაკები წარმოადგენენ ტენის კონდენსაციის ცენტრებს. ეს იწვევს კლიმატსა და თბურ ბალანსზე გავლენის მნიშვნელოვანი ფაქტორის – ღრუბლების წარმოქმნას. დედამიწის ზედაპირზე წყალი გადაადგილდება დიდ მანძილებზე და მაღალი თბოტევადობის გამო გადააქვს სითბოს მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ეს ხელს უწყობს დედამიწაზე სითბოს სივცობრივი განაწილების არაერთგვარობის გასაშუალებას, რაც, თავის მხვრივ, აბრკოლებს სითბოს ექსტრემალური ამინდის მოვლენების განვითარებას. წყლის მაღალი თბოტევადობა ხელს უწყობს იმასაც, რომ ხდება პლანეტის ზედაპირზე მოსული თბური ენერგიის რყევების გათანაბრება.

ბიოფეროში წყლის წრებრუნვა ძალიან აქტიურია. ატმოსფეროში წყლის მოლეკულის არსებობის დრო მცირეა. ატმოსფეროში ტენის სრული ცვლა ხდება საშუალოდ 9-10 დღეში. ატმოსფეროში წყლის საერთო მარაგი შეადგენს 14 ათას კმ³, ხოლო ატმოსფეროდან მოსული ნალექების საერთო რაოდენობა აღწევს 577,1 ათას კმ³. ამგვარად, წლის განმავლობაში წყლის ატმოსფერული მარაგი ნალექებთან ერთად უბრუნდება დედამიწას 41-ჯერ. ყოველივე ეს მიუთითებს წყლის ნაკადის ინტესიურობაზე ხმელეთიდან და წყლის ზედაპირიდან (წყლის ორთქლის სახით) და პირიქით, ქვემოთ (ატმოსფერული ნალექების სახით). წყალი შეიძლება ორთქლდებოდეს დედამიწის ერთ ნაწილში და ნალექებთან ერთად უბრუნდებოდეს სულ სხვა რეგიონს. მდინარის კალაპოტით წყალი შეიძლება სწრაფად გადაადგილდეს დიდ მანძილზე. წყლის წყალბრუნვა ტბებში, წყალსატევებში და ჭაობებში საშუალოდ შეადგებს 7-33 წელს; ნიადაგური ტენის მარაგების ცვლა ხორციელდება 1-5 წლის განმავლობაში,

რაც განპირობებულია მცენარის მიერ წყლის მძლავრი ტრანსპირაციით. მდინარეებში წყალცვლა სრულდება 15-60 დღის განმავლობაში. განსაკუთრებით შთამბეჭდავია ოკეანური დინებების მასშტაბები. წყალს დინების მეშვეობით დიდი რაოდენობით გადააქვს ქიმიური ნივთიერება და პასიურად მიგრირებადი ორგანიზმები. თანამედროვე თვალთახედვით რაოდენ ბრძნული იყო თავის დროზე გამოთქმული ლეონარდო და ვინჩის აფორიზმი – „წყალი – ბუნების მეეტლეა“.

მსოფლიო ოკეანესა და კონტინენტებს შორის კავშირების განხორციელებაში წყალს აქვს ორგვარი ხასიათი. ჯერ ერთი, ოკეანიდან აორთქლებული წყლის გადატანა. ოკეანის ზედაპირიდან აორთქლებული წყალი ნაწილობრივ გადაიტანება ჰაერის მასებთან ერთად და ნალექების სახით ხვდება კონტინენტების სხვადასხვა ტერიტორიაზე. ყოველწლიურად ოკეანის ზედაპირიდან აორთქდება დაახლოებით 116-124 სმ წყალი, რაც აღემატება ოკეანეებზე მოსული ნალექების საშუალოწლიურ ჯამს – 107-114 სმ. სხვაობას შეადგენს წყალი, რომელიც მოდის კონტინენტებზე და გამოიტანება ოკეანეში მდინარის ჩამონადენით (დაახლოებით 10 სმ). მდინარის საერთო ჩამონადენი წელიწადში შეადგენს დაახლოებით 50 ათას კმ³. მეორე – მდინარეებით მსოფლიო ოკეანეში ნივთიერებების გამოტანა. მდინარის წყლით კონტინენტების ტერიტორიებიდან გამოიტანება გამოფიტვის პროდუქტების და სხვა ნივთიერებების მნიშვნელოვანი რაოდენობა. მაგალითად, ყოველწლიურად მდინარეების წყლებით ოკეანეში ხვდება დანალექი მასალით (მყარი ჩამონადენი) სხვადასხვა შენონილი ნივთიერებების დაახლოებით 21,3 მლრდ ტონა. ოკეანეში აგრეთვე ყოველწლიურად ხვდება 3,2-დან 3,5 მლრდ ტონამდე მდინარის წყალში გახსნილი ნივთიერებები. მყინვარული ჩამონადენით ოკეანეში წელიწადში ხვდება დაახლოებით 1,8 მლრდ ტონა მყარი ნივთიერებები. კონტინენტურ ხმელეთსა და კონტინენტურ წყალსატევებს შორის კავშირების განხორციელებაში წყლის ფუნქციები აგრეთვე ორმაგია. ერთი მხრივ, ეს არის კავშირები და ზემოქმედება მიმართული წყალსატევიდან და წყალსადინარიდან ხმელეთისკენ. კონტინენტური წყალსატევების ზედაპირიდან (ტბები, წყალსატევები) და წყალსადინარებიდან აორთქლებული წყალი ნაწილობრივ გადაიტანება ჰაერის მასებით და ნალექების სახით მოდის კონტინენტალური ხმელეთის ტერიტორიაზე. მეორე მხრივ, ეს არის კავშირები და ზემოქმედება მიმართული ხმელეთისგან წყალსატევების და წყალსადინარებისკენ. წყალშემკრების ტერიტორიაზე შეგროვილი გამოფიტვის პროდუქტები და სხვა ნივთიერება გამოიტანება წყალსადინარებით ქვემოთ დინების მიმართულებით. ყველაფერი ჩადის ტბებში, რომლის ქიმიზმი შეიძლება არსებითად შეიცვალოს შემოსული ნივთიერებების ზეგავლენით. წყლის მეშვეობით ხორციელდება ორმხრივი კავშირი დედამიწის ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის. ჯერ ერთი, ეს არის ჰიდროსფეროს კავშირი და ზემოქმედება მიმართული დედამიწის ზედაპირიდან (წყალსატევების ზედაპირი) ატმოსფეროსკენ. წყალსატევების ზედაპირიდან ატმოსფეროში ხვდება მრავალი მნიშვნელოვანი კომპონენტი: წყალი, ნახშირორჟანგი, ჟანგბადი, აზოტის, გოგირდის ნაერთები და სხვა ნივთიერება, რომლებსაც გამოყოფენ ჰიდრობიონ-

ტები, მათ შორის, ზღვის ბაქტერიების მიერ წარმოქმნილი გოგირწყალბადი ან ფიტოპლანქტონით გამოყოფილი ორგანული გოგირდმცველი ნივთიერება. მეორე მხრივ, ეს არის კავშირები და ზემოქმედება მიმართული ატმოსფეროდან დედამიწის (წყალსატევების) ზედაპირისკენ. გარდა ნალექებიდან მოსული წყლისა, ასეთი ზემოქმედების უმნიშვნელოვანესი ფაქტორებია ნახშირბადის დიოქსიდის, ჟანგბადის და, აგრეთვე, აზოტის ნაკადები, რომლის შეთვისება ხდება აზოტფიქსატორებით (ციანობაქტერიები და სხვ.) ატმოსფეროდან წყლის ზედაპირზე ხედება აზოტის და გოგირდის ნაერთები. წვიმებით ოკეანეების ზედაპირზე გოგირდის ნაერთების (როგორიცაა SO_2 , SO_4^{2-}) დალექვა წელიწადში შეადგენს 217 მლნ ტონას (სულფატებზე გადაანგარიშებით), ხოლო წვიმებთან ერთად ან ნაერთების მოსვლა ხმელეთის ზედაპირზე შეადგენს წელიწადში 258 ტონას. ბოლო დროს ანთროპოგენური დაბინძურების შედეგად გაიზარდა ატმოსფეროდან წყალსატევებში გოგირდის და აზოტის შემოსვლა. ნალექებთან ერთად მოსული მჟავებით დაბინძურება იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ პრობლემა გახდა მთელი წყალსატევების ზედაპირის დამჟავება.

დადგენილია კავშირები პირდოსფეროს და ხმელეთის ბიოტებს შორის. ხმელეთზე მობინადრე მთელი რიგი ცხოველი იყენებს წყლის ეკოსისტემების ბიოლოგიურ რესურსს საკვებად. საჭიროა აღინიშნოს თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ბიოსფეროში მიგრირებადი პიდრობიონტები. რიგ პიდრობიონტს გააჩნია სასიცოცხლო ციკლები, რომლებიც მოიცავენ მიგრაციას ოკეანიდან (ზღვიდან) კონტინენტურ წყალდინებებში და უკუ მიმართულებით. ამ მიგრაციების ყველა ეტაპზე პიდრობიონტები წარმოადგენენ ეკოსისტემების ამა თუ იმ სახეობისთვის რესურსულ ობიექტს, რომელზეც გადის მიგრაციის გზები. ამით ეს პიდრობიონტები ერთეულა ლოკალურ კვებით ჯაჭვებში და მათთან დაკავშირებულ ლოკალურ ნაკადში და ნივთიერებათა ნრეზერვუაში.

პიდროსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედება

ბოლო პერიოდში დაფიქსირდა პიდროსფეროს და ბიოსფეროს მთელი რიგი პარამეტრის შეცვლა, რასაც ძირითადად აქვს ანთროპოგენური ბუნება. მათ რიცხვს მიეკუთვნება:

დათბობის განვითარება და ოკეანეს, კონტინენტებს, ჩრდილოეთ და სამხრეთ განედებს შორის ტემპერატურების კონტრასტულობის ზრდა და, როგორც შედეგი, ატმოსფეროში ცირკულაციური პროცესების ინტენსიფიკაცია, ევროპაში ციკლონების რაოდენობის ზრდა (1910 წლიდან 2000 წლამდე მათი რიცხვი გაიზარდა 50%-ით);

ჩრდილოეთ ანტლანტიკაში ურაგანების და ტროპიკული ციკლონების რაოდენობის ზრდა;

წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილის აღმოსავლეთით ტროპიკული ციკლონების რაოდენობის ზრდა (1965-2000 წლების პერიოდში მათი რიცხვი გაიზარდა 30%);

დაახლოებით 4%-ით ოკეანის ზედაპირიდან აორთქლების ზრდა და როგორც შედეგი – ოკეანეს, ატმოსფეროს და კონტინენტებს შორის თბოტენცევის შეცვლა; ატმოსფეროში ღრუბლიანობის ზრდა როგორც ოკეანეზე, ისე კონტინენტებზე (1900 წლიდან 2000 წლამდე ევროპაში, ინდოეთში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, ავსტრალიაში ზრდა დაახლოებით 10%-ით);

ატმოსფერული ნალექების ზრდა, განსაკუთრებით კონტინენტების ოკეანისპირა ფერდობზე და კუნძულებზე;

ზღვის კუნძულების ტერიტორიაზე მდინარის ჩამონადენის ზრდა, რაც უკავშირდება მიმდებარე აკვატორიებიდან ტენის აორთქლების ზრდას; ჰაერის ნაკადებით აორთქლებული ტენი გადაიტანება, კონდენსირდება და ნალექების სახით უბრუნდება კუნძულებს;

ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში წარმოქმნილი თოვლის საფარის ფართობის შემცირება (1972-1996 წლების პერიოდში 2 მლნ კმ²-ზე მეტი სიდიდით);

მსოფლიო ოკეანის დონის ზრდა (1860-1996 წლების პერიოდში დაახლოებით 20 სმ-ით).

დადგენილია ჰიდროსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების რამდენიმე სახე. ნაკადების გადანაწილება, ჰიდროსფეროს შორის კავშირების შეცვლა. მეტად მნიშვნელოვანია თანამედროვე და მომავალი ანთროპოგენური ზემოქმედების მასშტაბები თვით ჰიდროსფეროს სტრუქტურაზე. ამასთან ირრვევა როგორც წყლის ნაკადები ჰიდროსფეროს შორის, ისე წყლის მარაგის შეფარდება ჰიდროსფეროს ცალკეულ ბლოკებში. მდინარიდან წყლის ამოღება იწვევს მდინარის შესართავში, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობისთვის დიდი წყალმომარაგებით გვალვიან რეგიონებში მდინარის ჩამონადენის და მტკნარი წყლის მოცულობის შემცირებას. დაფიქსირებულია წყლის მარაგის არსებითი შემცირება მყინვარებით წარმოდგენილ ჰიდროსფეროს ბლოკებში.

კონტინენტური მთის გამყინვარების მყინვარების მოცულობა 1984-1975 წლების პერიოდში შემცირდა 1886 კმ³-ით, ე.ი. 5%-ით. 1882-1985 წლების პერიოდში ყინულის მასის ყოველწლიური შემცირება შეადგენდა დაახლოებით 23-25 კმ³. გამყინვარების ყველა რაიონის, მათ შორის ანტარქტიდის, გათვალისწინებით, გამყინვარების საერთო შემცირება აღწევს წელიწადში 400 კმ³. საუკუნის მანძილზე ზოგიერთი მყინვარის მოცულობა (მათ შორის ევროპაში) ორჯერ შემცირდა. ოკეანის მოცულობის ზრდა შეადგენს წელიწადში დაახლოებით 610 კმ³. წყალცვლაზე ანთროპოგენური გავლენა გამოიხატება მსოფლიო წყალმომარაგების, დაუბრუნებელ წყლის დანაკარგების ზრდაში, დამატებითი ნალექების წარმოქმნაში, ზედაპირული ჩამონადენის შეცვლაში. ამჟამად მსოფლიოში წყალმომარაგება აღწევს წელიწადში 4 ათას კმ³-ზე მეტს. სოფლის მეურნეობაში მორწყვისთვის გამოიყენება მოხმარებული წყლის 80%. ადამიანის საქმიანობა იწვევს წყლის აორთქლების ზრდას, რაც, თავის მხრივ, იწვევს წელიწადში 1 ათასი კმ³ დამატებით ატმოსფერულ ნალექებს.

კაშხალების შექმნა 70 კმ²-მდე ზრდის მდინარის ქსელში წყლების მოცულობას. ამის შედეგად მდინარის წყლების წყალცვლა ნელდება 10-12-ჯერ.

გლობალურმა და რეგიონულმა დათბობამ გამოიწვია ელ-ნინოს მოვლენასთან (წყნარი ოკეანის სამხრეთ ნაწილში ზედაპირული წყლების თბილი სეზონური დინება) დაკავშირებული მსხვილმასშტაბიანი კლიმატპირობოლოგიური ანომალიების სიხშირის ზრდა. ამ დინების გაძლიერება იწვევს ატმოსფეროში მსხვილმასშტაბიან ცვლილებებს და ამინდის ანომალიებს ბევრ რაიონში. ადრე ელ-ნინოს გაძლიერება ხდებოდა საშუალოდ ყოველ 11 წელიწადში ერთხელ, მაგრამ დათბობასთან დაკავშირებით ამ მოვლენის სიხშირე გაიზარდა და აღინიშნება ყოველ 4-5 წელიწადში ერთხელ.

ჰიდროსფეროს დაბინძურება. დაბინძურების უმნიშვნელოვანესი სახეებია ნავთობროდუქტებით, პესტიციდებით, მძიმე ლითონებით და ნივთიერებების ზოგიერთი სხვა კლასით.

ზემოქმედება ჰიდროსფეროს ბიოტაზე. ამ ზემოქმედების საშიშრობა მდგომარეობს იმაში, რომ ბიოტა წარმოადგენს ჰიდროსფეროს შემადგენელ ნაწილს, ხოლო, მეორე მხრივ, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლის ხარისხზე. ადგილსამყოფელის დარღვევა, გადამეტებული რენვა და სხვ. ამცირებს ჰიდრობიონტების მრავალი სახეობის რიცხოვნობას. ზოგი სახეობა საერთოდ ისობა. ჰიდრობიონტებს შორის დიდია იმ სახეობების წილი, რომლებიც იმყოფება მაღალი კატეგორიის საფრთხის წინაშე ან მათი მდგომარეობა იწვევს შეშფოთებას. ევროპაში თევზებს შორის ასეთი სტატუსი აქვთ სახეობების 40%-ზე მეტს, ჩრდილოეთ ამერიკაში – 30%-ზე მეტი, ავსტრალიაში – 25%-ზე მეტი. თევზების გაუზინარების მთავარ მიზეზად ითვლება ადგილსამყოფელის შეცვლა ან დაკარგვა. სერიოზულ ნეგატიურ ფაქტორს წარმოადგენს წყლის ხარისხი ჰიდრობიონტების პოპულაციების ფუნქციონალური აქტივობის შემცირებაში. ასეთი ჰიდრობიონტების მაგალითია ორსაგდულიანი მოლისკა, რომელიც ფილტრავს წყალს. ჩრდილოეთ ამერიკაში მტკნარწყლიანი ორსაგდულიანი მოლისკების სახეობების და ქვესახეობების 43% ან განადგურების საშიშროების ქვეშ იმყოფება, ან უკვე განადგურდა.

ჰიდროსფეროს ბიოტაზე ანთროპოგენური ზეგავლენა, აგრეთვე, უკავშირდება ზემოთ აღნიშნულ ელ-ნინოს მოვლენას, რომლის ზრდა აძლიერებს თბილ დინებას, რაც აფერხებს ჟანგბადის ჩაღწევას ზღვის წყლის სიღრმეში და დამლუპველად მოქმედებს პლანქტონზე და თევზებზე.

მსოფლიო ოკეანე მოიცავს მრავალ გაუხსნელ საიდუმლოებას. დღემდე გაციანად რჩება უკანასკნელი 900 მლნ წლის მანძილზე ზღვის წყლის მუდმივი ქიმიური შედგენილობა და ეს მაშინ, როდესაც ოკეანეში ჩამდინარე მდინარის წყლებს გააჩნია სულ სხვა ქიმიური შედგენილობა.

იმის გათვალისწინებით, რომ ჰიდროსფეროს თავისი თვისებებით (როგორც წყლის აბიოტური მასა და მასში აქტიურად ფუნქციონირებადი ცოცხალი ნივთიერება) გააჩნია ბიოსფეროსთვის უმნიშვნელოვანესი პროცესების და პარამეტრების რეგუ-

ლაციის, ინტეგრაციის და სტაბილიზაციის ფუნქცია, ჰიდროსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედება სამიშია არა თავისთავად, არამედ იმითაც, რომ შეიძლება გამოიწვიოს ჰიდროსფეროს ბიოსფერული ფუნქციების მეორადი, ნეგატიური შედეგები.

ჩამდინარე წყლის განმენდის და გაუვნებლობის მეთოდები

ცნობილია ჩამდინარე წყლის განმენდის სამი მეთოდი: მექანიკური, ქიმიური და ბიოქიმიური.

ჩამდინარე წყლების განმენდის მეთოდების შერჩევისას მხედველობაში იღებენ ჩამდინარე წყლის რაოდენობას, გაჭუჭყიანების ხასიათს, ხარისხს და წყალსაცავში ჩაშვების შესაძლებლობას. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში საჭიროა შერჩეულ იქნეს შედარებით მარტივი და ეკონომიური ხერხი.

ჩამდინარე წყლის მექანიკური განმენდა (რეგენერაციული მეთოდი). ეს ხერხი გამოიყენება მსხვილი მყარი ნაწილაკების მოსაცილებლად, ასევე, თხევადი დისპერგირებული ნაწილაკების გამოსაყოფად. მსხვილ დისპერგიულ მდგომარეობაში მყოფ ნივთიერებებს დანდომით აცილებენ, შედარებით მსხვილ მინერალურ ნაწილებს კი გამოყოფენ ქვიშა-საჭერებში.

ჩამდინარე წყლების მექანიკური განმენდისათვის იყენებენ:

1. გისოს-ხერეტილებს ზომით 16-20 მმ. როდესაც წყლის ნაკადის სიჩქარე 0,8-0,9 მ/წ, აყენებენ ქვიშასაჭერის წინ მსხვილი ნაწილების დასაჭერად. მისი დანიშნულებაა დაიცვას დანადგარი და მილგაყვანილობა მსხვილი ნაწილების დანაგვიანებისგან. ბიოქიმიურ გამმენდ სადგურებში გამოიყენება მექანიზებული გისოსები ან ე.წ. კამინუტორები (გისოსის სამსხვერველა).

2. ქვიშასაჭერებს იყენებენ ქვიშის და სხვა მინერალური მინარევის დასაჭერად, რომელთა დიამეტრია 0,15-0,2 მმ. ქვიშასაჭერები წყლის ნაკადის დინების მიხედვით არის პორიზონტალური ან ვერტიკალური. მასში წყლის ნაკადის დინების სიჩქარე უნდა იყოს 0,15-0,3 მ/წ. ნაკლები სიჩქარისას ქვიშასაჭერებში ხდება წერილდისპერსული თხიანი ფრაქციის გამოყოფა, რომელიც შემდეგში აძნელებს ნალექის ტრანსპორტირებას და შემკრებში გაუწყურების პროცესებს.

3. ტბორდამწვდომი. ხშირ შემთხვევაში შეწონილი და ემულგირებული ნივთიერებებისგან დამატებით განმენდისათვის იყენებენ ტბორდამწვდომებს (გუბურა დამწვდომი). ტბორდამწვდომი წარმოადგენს აუზს, რომელიც წარმოქმნილია შემოზვინული მიწის ჯებირით ან ამოთხრილია მიწაში. ტბორის სველი ფერდობი გამაგრებულია ბეტონის ფილებით.

ტბორის მუშაობის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ქარი. წყლის დინების მიმართულების გასწვრივ, ძალიან სუსტი ქარიც კი იწვევს წყლის ნაკადის მოძრაობას ვიწრო ზოლით, რომლის დროსაც არ ხდება ტბორის მთელი მოცულობის ნატაცება, შემხვედრი ქარი კი პირიქით ამუხრუჭებს წყლის მოძრაობას და მუშაობაში ჩა-

ერთეება ტბორის დიდი მოცულობა. ამიტომ ტბორები შეძლებისდაგვარად საჭიროა განლაგდეს მოცემული უბნისათვის გაბატონებული ქარის მხედველობაში მიღებით, ისე, რომ გაბატონებული ქარების ქროლვა იყოს წყლის მოძრაობის შემხვედრი. ტბორიდან ნალექის ამოღება ხდება თვითშემწოვი მცურავი მიწის მწოვით.

ჩამდინარე წყლების ქიმიური განმენდა (დესტრუქციული მეთოდი). ამ პროცესით ხდება მჟავე და ტუტე ხასიათის ჩანადენების ნეიტრალიზაცია. კონკრეტული გოგირდნაერთების შემცველი ჩამდინარე წყლების განმენდას კი აწარმოებენ ჟანგბადით ან ჟანგბადით გამდიდრებული ჰაერით დაჟანგვით. ჩამდინარე წყლების ქიმიური განმენდისას გამოიყენება შემდეგი დანადგარები:

1. *კოაგულაციური*. ამ დანადგარებში ნალექის წარმოქმნა ხდება კოაგულაციის პროცესის საშუალებით.

კოაგულაცია დისპერსულობის ხარისხის შემცირების პროცესია. კოაგულაციისას კოლოიდურ-დისპერსიული ფაზა გამოიყოფა ნალექში და წარმოქმნის გელს. კოაგულაცია შესაძლებელია ორ ზოლს შორის, თუ მათი ნაწილაკები სანაწილმდეგოდ არიან დამუხტული. კოაგულაციას უწოდებენ აგრეთვე აჭრას.

კოაგულაცია შეიძლება გამოვიწვიოთ ელექტროლიტებით (კოაგულატორებით). მდგრადი ემულსიის მქონე ჩამდინარე წყლებს წმენდენ მხოლოდ კოაგულაციით. მაგალითად, ნავთობგადამუშავებისას ჩამდინარე წყლების კოაგულატორებად შეიძლება გამოვიყენოთ ალუმინის სულფატი $Al_2(SO_4)_3$, რკინის სულფიტი $FeSO_4$, რკინის ქლორიდი $FeCl_3$ კირის რძესთან ერთად. კოაგულატორების მიწოდება ჩამდინარე წყალში ხდება ხსნარის სახით (სველი დოზირება) ან ფხვნილის სახით (მშრალი დოზირება). ყველაზე დიდი ეფექტი მიიღება მაშინ, როდესაც ჩამდინარე წყლის $pH=8-9$.

2. *ადპეზიურ-კასკადური დანადგარები*. ეს დანადგარები მუშაობს ადპეზიის უნარზე. ადპეზია ანუ გადაბმა არის ერთი ნივთიერების უნარი მტკიცედ დამაგრდეს მეორე ნივთიერების ზედაპირზე. ადპეზიურ-კასკადური დანადგარის მოქმედებას საფუძვლად უდევს ფლოტაციური ეფექტი, რომელიც წარმოიქმნება სიმაღლიდან ჩამდინარე წყლების ნაკადის ვარდნილ სითხეში ჰაერის ჩართვისას. ჩანადენები გამანაწილებელი მილით ხვდება გისოსს, სადაც ნაწილდება მცირე ნაკადებად და წვეთებად. ფანჯრიდან შახტში ხვდება ჰაერი, რომელიც ინტენსიურად ერევა ვარდნილ სითხეს. ჰაერით ნაჯერი ჩანადენები შემრევი კამერიდან ხვდებიან სეპარაციის კამერას, სადაც გატყუქყიანებული ნაწილები მოძრაობენ მოძრავი ადპეზიური დოლის ზედაპირის მიმართულებით და ეკვრიან მას, საიდანაც მათ აცლიან დანით.

ადპეზიურ-კასკადური სეპარაციის დანადგარი დასამზადებლად და ექსპლუატაციისთვის მარტივია. განმენდის ხარისხი 50-60%-ია.

3. *ნეიტრალიზაციური დანადგარები*. ჩამდინარე წყლები, რომლებიც, ხშირ შემთხვევაში, შეიცავენ მინერალურ ან ორგანულ მჟავეებს, წყალსაცავებში მოხვედრამდე უნდა განეიტრალდნენ.

ჩამდინარე წყლების ნეიტრალიზაციის ხერხებია:

ა) ტუტე და მჟავე ჩანადენების ნეიტრალიზაცია, რომელიც ხდება საცავიდან (რომლის მოცულობა უნდა იყოს არანაკლები 24 საათის მარაგისა). ტუტე წყლები თანაბარზომიერად ხვდება საკანალიზაციო ქსელს, სადაც ერევა მჟავე ხასიათის ჩამდინარე წყლებს და ანეიტრალუბენ მათ.

ბ) ნეიტრალიზაცია რეაგენტების დამატებით. ეს ხერხი გამოიყენება მხოლოდ ჭარბი მჟავიანობის და ტუტეანობის გასანეიტრალეზად, რომლებიც არ შეიძლება განეიტრალდნენ მჟავე და ტუტე ხსნარების შერევით. რეაგენტებად ორგანული მჟავეებისათვის იყენებენ კირის რძეს და 25%-იანი ამიაკის წყლის ნარევს.

მინერალური მჟავეების ნეიტრალიზაციისთვის იყენებენ სოდას, შედარებით იაფ კირის რძეს და კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატებს.

ნეიტრალიზაციისას საჭიროა გავარჩიოთ ჩამდინარე წყლების სამი სახე. ჩამდინარე წყლები, რომლებიც შეიცავენ: 1) ძლიერ მჟავეებს (HCl , HNO_3), რომელთა კირის რძით ნეიტრალიზაციის შედეგად წარმოიქმნება წყალში კარგად ხსნადი კალციუმის მარილები; 2) ძლიერ მჟავეებს (H_2SO_4 , H_2SO_3), რომელთა კალციუმის მარილები ძნელად ხსნადია წყალში; 3) სუსტ მჟავეებს (H_2CO_3 და სხვ.).

პირველი ტიპის წყლისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ზემოთ ჩამოთვლილი რეაქტივი. მეორე ტიპის წყლისათვის – კირის რძე. კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატების გამოყენება არ არის სასურველი. მესამე ტიპის წყლების ნეიტრალიზაცია შეიძლება შედარებით იაფი ტუტით – ჩამქრალი კირით და წვრილი დისპერსიული კირით.

ჩამდინარე წყლის ბიოქიმიური განმენდა. თუ ჩამდინარე წყალი მექანიკური და ფიზიკურ-ქიმიური განმენდის შემდეგ კიდევ შეიცავს 20%-მდე ორგანულ ნივთიერებას, მიზანშეწონილია საბოლოოდ გაინმინდოს ბიოლოგიური მეთოდით.

წყლის ბიოლოგიური წესით განმენდისათვის დიდად მნიშვნელოვანია ე.წ. ჟანგბადის ბიოლოგიური საჭიროება – წყალში გახსნილი ორგანული ნივთიერების მახასიათებელი, რომელიც განიცდის ბიოლოგიურ დაჟანგვას. მაგალითად, ჟანგბადის მთლიანი ბიოლოგიური მოთხოვნილება წყლისათვის, რომელიც 1000 გ/ლ ფენოლს შეიცავს, არის 1100 მგ/ლ, აცეტალდეჰიდისათვის 1068 მგ/ლ. ზოგიერთი ნივთიერება, მაგალითად, სპილენძი, დარიშხანი, ვერცხლისწყალი, ციანიდები, ფტორი, ამილის სპირტი მცირე კონცენტრაციისას ბიოლოგიურ პროცესს მთლიანად წყვეტენ.

ჩამდინარე წყლების ბიოქიმიური განმენდის საწარმოო დანადგარებია: აგროფილტრები, აეროტენკები და ბიოლოგიური ტბორები.

აეროფილტრი წარმოადგენს რკინაბეტონის ან აგურის რეზერვუარს, რომელიც გავსებულია საფილტრავი მასით. ეს მასა დაწყობილია ფსკერზე მოთავსებულ გისოსზე. საფილტრავ მასაზე თხელი ბიოლოგიური გისოსის სახით დასახლებულია მიკროორგანიზმები. ჩამდინარე სითხის გისოსთან კონტაქტისას მიკროორგანიზმები იღებენ სითხიდან ორგანულ ნივთიერებებს ბიოლოგიური კატალიზური ჟანგვითი პროცესებისათვის, რის შედეგად ჩამდინარე წყალი იწმინდება. ჰაერი აეროფილ-

ტრებში მიეწოდება ვენტილატორით. აგროფილტრებზე შეიძლება ერთდროულად მივანოდოთ სანარმოო და საყოფაცხოვრებო წყლები შეფარდებით 1 : 1.

აეროტენკები წარმოადგენენ რკინაბეტონის რეზერვუარებს, რომელთა სიგ-რძეა 30-100 მ, სიგანე 3-10 მ, სიღრმე 3-5 მ. აეროტენკებში ჩამდინარე წყლის განმე-და ხდება მიკროორგანიზმების გროვის მოქმედებით (აქტიური შლამი). ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის აეროტენკებში აწვდიან ჰაერს.

ბიოლოგიური ტბორი – ბუნებრივი ან ხელოვნური წყალსაცავია. ბუნებრივ ტბორში მიმდინარეობს ჩამდინარე წყლის თვითგანმენდის პროცესი. ტბორებში ჩამდინარე წყალს სუფთა წყლით აზავებენ, რის გამოც მინარეების კონცენტრაცია მცირდება. შემდეგ ჟანგბადის, ულტრაიისფერი სხივებისა და ბიოლოგიური პროცე-სების შედეგად ხდება წყლის განმენდა.

წყალსაცავების სიდიდე, წყალბადიონების კონცენტრაცია და წყალში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია დიდ გავლენას ახდენს წყლის თვითგანმენდის პროცესზე.

თვითგანმენდის პროცესი ბიოლოგიურ ტბორებში მიმდინარეობს ნელა, დაახ-ლოებით 60 დღე. ზამთრის პირობებში მუშაობის ეფექტურობა მცირდება. უკეთესი გათბობის, განათებისა და აერაციისათვის მათ მცირე სიღრმისას აკეთებენ.

მცირეეფექტური ბიოლოგიური ტბორების ნაცვლად გამოიყენება მაღალმწარ-მოებლური აერირებული სტაბილური ტბორები.

უკანასკნელ ხანებში ჩამდინარე წყლის გასანმენდად ფართოდ იყენებენ წყლის ოზონირებას. ოზონს აქვს მაღალი რეაქციის უნარი და ძლიერი მჟანგველი მოქმე-დება და, გარდა ამისა, დაჟანგვის შემდეგ არ ტოვებს რაიმე არასასურველ ჟანგვის პროდუქტებს.

თავი 4. პედოსფერო

პედოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი

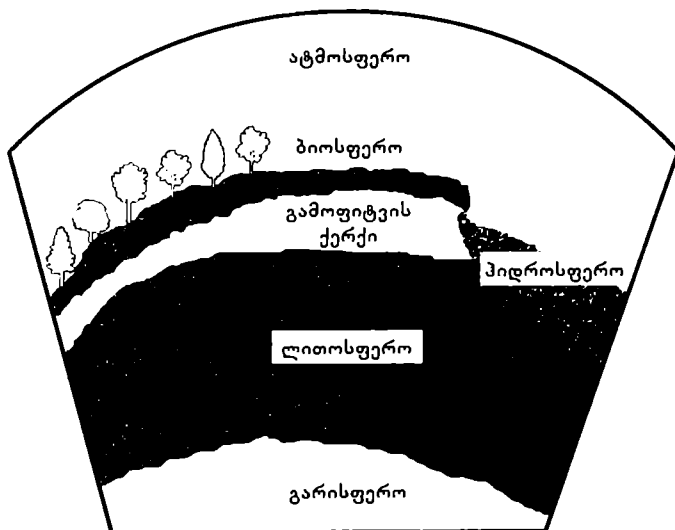
პედოსფერო თხელი შრით ფარავს ლითოსფეროს, ძირითადად, დანალექ ქანებს, წარმოადგენს ერთგვარ ლაბადას, რომელიც დანაწევრებულია პიდროსფეროს და ლითოსფეროს ელემენტებით. უკანასკნელი 10 ათასი წლის მანძილზე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად პედოსფეროს მთლიანობა დარღვეულია გზებით, დასახლებებით, სამთო სამუშაოებით და ადამიანის ყოფის სხვა ელემენტებით. მიუხედავად მცირე სიმძლავრისა – რამდენიმე სანტიმეტრიდან 2-3 მეტრამდე, პედოსფერო ასრულებს მრავალ პლანეტარულ, მათ შორის, ბიოსფეროს არსებობის განმსაზღვრელ ეკოლოგიურ ფუნქციას. ამავე დროს, თავისი წარმოშობით და ფუნქციონირებით, პედოსფერო უშუალოდ არის დაკავშირებული სხვა გეოსფეროებთან.

პედოსფერო წარმოადგენს დედამიწის დამოუკიდებელ რთულ სპეციფიკურ ბიოგენურ გარს, რომელშიც მოქცეულია კონტინენტების ხმელეთი და ზღვების და ტბების წყალმარჩხი ადგილები. ქანების (ლითოსფეროს) ზედაპირული პორიზონტები განიცდის ორგანიზმების მრავალი თაობის, ატმოსფეროს და პიდროსფეროს ზემოქმედებას, გარდაიქმნება ნიადაგურ საფარში, რომელსაც გააჩნია მცენარეების ზრდის და პროდუქტიულობის უზრუნველყოფის უნარი, ე.ი. წარმოქმნიან ფიტომასას, რომელიც პლანეტის ისტორიაში უდიდეს გეოფიზიკურ და ბიოგეოქიმიურ როლს ასრულებს. ნიადაგს განმარტავენ როგორც „დედამიწის კეთილშობილურ ჟანგს“ მხედველობაში აქვთ, ის რომ პედოსფერო წარმოიქმნება პლანეტის გეოფიზიკური გარსების – ლითოსფეროს, ატმოსფეროს, პიდროსფეროსა და ბიოსფეროს ურთიერთქმედების შედეგად. „კეთილშობილური“ იმიტომ, რომ გააჩნია განვითარებული ნაყოფიერების უნარი, ე.ი. უნარი აწარმოოს მცენარეების მოსავალი; „ჟანგი“ კი იმიტომ, რომ პედოსფერო წარმოადგენს საწყისი ქანების გადამუშავების პროდუქტს. ნიადაგთან არის დაკავშირებული უმაღლესი მწვანე მცენარეების არსებობა და, მაშასადამე, ცხოველური სამყაროს და ადამიანის – ყოველივე ცოცხალის არსებობა დედამიწაზე.

პედოსფერო იკავებს გარკვეულ ადგილს გეოსფეროებს შორის და წარმოადგენს ერთგვარ სტადიას პლანეტის ევოლუციაში.

თავის დროზე, ჩვენი პლანეტა წარმოადგენდა ნაღობ მასას გარშემორტყმულს გაფარვარებული აირებით. გაციებისას მის ზედაპირზე წარმოიქმნა წყლის გარსი – პიდროსფერო. სტიქიების ბრძოლაში მათი ურთიერთმოქმედების შედეგად ჩამოყალიბდა დედამიწის მყარი გარსი – ლითოსფერო. ზედაპირზე გამოსულმა ქანებმა

განიცადეს ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს ზემოქმედება, დაიწყეს დაშლა და დაფარვა ფხვიერი გამოფიტვის ქერქით. მოგვიანებით თანდათანობით მასზე გაჩნდა ორგანიზმები: ჯერ განვითარდნენ უმდაბლესი უქლოროფილო მცენარეები, შემდეგ უმაღლესი – მწვანე. როგორც ჩანს, ზღეების სიღრმეში წარმოქმნილმა მცენარეებმა თანდათან გადაინაცვლეს ხმელეთზე და დასახლდნენ გამოფიტვის ფხვიერ ქანზე.



ნახ. 10. პედოსფეროს მდებარეობა გეოსფეროებს შორის

ამ დროიდან დაიწყო მცენარეული საფარის თანდათანობითი ზემოქმედება ქანებსა და მათი გამოფიტვის პროდუქტებზე. მცენარეულობა თვითონ ეგუებოდა არსებობის ახალ პირობებს და „აგუებდა“ ქანების ზედაპირს თავის მოთხოვნილებას. მცენარის ყოველი თაობა კედომისას ამდიდრებდა გამოფიტვის ქერქს ორგანული ნივთიერებებით, ამზადებდა ნიადაგს მომავალი გენერაციებისათვის, აგროვებდა ზედა შრეში საკვებ ელემენტებს და აუმჯობესებდა მის ფიზიკურ თვისებებს. ამიტომ, შეიძლება ითქვას, რომ პედოსფერო გაჩნდა ბიოსფეროს მოთხოვნილებებისადმი ლითოსფეროს შეგუების შედეგად. მეორე მხრივ, ხშირი მცენარეული საფარი მდელს ან სტეპის კორდის, ან შეკრული ტყის წარგავების სახით იცავდნენ ქანებს და მათი გამოფიტვის პროდუქტებს აბიოტური ფაქტორების ენერგიული ზემოქმედებისგან, რომლებიც ცდილობდნენ ლითოსფეროს დაშლას და რელიეფის უსწორმასწორობის ნიველირებას.

პედოსფერო, ანუ დედამიწის ნიადაგური საფარი, შედგება მრავალრიცხოვანი სხვადასხვა ნიადაგისაგან. ეროვნული და საერთაშორისო კლასიფიკაციების თანახ-

მად, მსოფლიოში აღინიშნება ნიადაგების ასეული ტიპი და მრავალი ათასი სახეობა და სახესხვაობა, რომლებიც განსხვავდებიან შენებით, ფიზიკური და ქიმიური თვისებით, პიდროთერმული რეჟიმით, მათში მოზინადრე ცხოველების და მიკროორგანიზმების შემადგენლობით და მათი ცხოველმოქმედებით.

პედოსფეროს გააჩნია ხმელეთის მცენარეების მინერალური, წყლოვანი, ნახშირმჟავიანი და აზოტის კვების მოთხოვნილების უზრუნველყოფის უნარი, რაც წარმოადგენს მცენარეების ფოტოსინთეზური საქმიანობის უმნიშვნელოვანეს პირობას. ამ გზით ხდება მცენარეული ორგანული ნივთიერების მასაში მზის ენერგიის კოლოსალური რაოდენობის აკუმულირება. ნიადაგების მცენარეულობა ფოტოსინთეზის და ორგანული ნივთიერებების ახალი მასის შექმნით ნელინადში აკუმულირებს დაახლოებით $0,5 \cdot 10^{15}$ კვს მზის ენერგიას.

დედამინაზე სანავის, საჭმლის და საკვების ფორმით ყოველწლიურად იხარჯება ამ ენერგიის დაახლოებით $7,0 \cdot 10^{12}$ კვს. ენერგიის დაახლოებით $16,2 \cdot 10^{12}$ კვს გამოიყენება კაცობრიობის მიერ წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში მცენარეების მიერ (ქვანახშირი, ტორფი, ნავთობი) ნამარხი სანავის წვის შედეგად, იმის გათვალისწინებით, რომ ენერგიის სხვა ფორმები (მდენარის, ქარის) ჯერ კიდევ მცირეა, ხოლო ენერგიის ახალი წყაროები (ბირთვული, მიმოქცევის ენერგია, შიდადინის სითბო და სხვ.) უმნიშვნელოა, ნათელია, რომ ამჟამად, და კიდევ ხანგრძლივი დროის მანძილზე მომავალში, კაცობრიობის ცხოვრებაში სისტემა ნიადაგი-მცენარე-ცხოველი იქნება მზის ტრანსფორმირებული ენერგიის მთავარი მიმწოდებელი. კაცობრიობის კინეტიკური ენერგიით და საკვებით უზრუნველყოფისთვის მზის სხივის უშუალო გარდაქმნის პროცესი კინეტიკური ენერგიის ორგანული ნივთიერების პოტენციურ ენერგიად დღემდე ხორციელდება მხოლოდ ცოცხალი ორგანიზმებით – მწვანე მცენარეებით.

დედამინაზე ცხოვრება თავმოყრილია ხმელეთის ზედაპირზე და ტბების, ზღვების, ოკეანეების ზედა შრეებში. საერთოდ კი ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა ვრცელდება დედამინის ქერქის და ოკეანის ათეული, ასეული და ათასეული მეტრის სიღრმეზე და 2-3 ათეული კილომეტრის სიმაღლეზე. ორგანიზმების არსებობის სივრცე წარმოქმნის დედამინის ბიოსფეროს, რომელიც მთლიანად ერწყმის ან ნაწილობრივ მოიცავს ჩვენი პლანეტის დანარჩენ გარსებს. განსაკუთრებით ეს ეხება პედოსფეროს, რომელიც წარმოადგენს ბიოსფეროს და ლითოსფეროს ურთიერთმოქმედების პროდუქტს. ნიადაგები წარმოადგენს ხმელეთის მცენარეულობის, ცხოველების და მიკროორგანიზმების გარემოს და არსებობის არეს. ნიადაგი არის ცოცხალი ნივთიერების მთავარი სათაესო, ფესვების ან ხმელეთის უხერხემლო ცხოველების, მეტაბოლიზმის პროდუქტების და სიკვდილის შემდგომი ნარჩენების მიმღები, მცენარეების და მრავალი სხვა ორგანიზმის წყლის, აზოტის, ნაცროვანი და ვიტამინური კვების წყარო. პედოსფერო უზრუნველყოფს უმაღლესი მცენარეების მოთხოვნილებას საკვებით, ასევე ქმნის ფიტობიომასას, რომელიც გამოიყენება ცხოველების და მიკროორგანიზმების და, აგრეთვე, ადამიანის მიერ. ყოველწლიურად ხმელეთზე უმაღლესი მცენარეები ახდენენ დაახლოებით $10 \cdot 10^{16}$ ტონა მშრალი მცენარეული ნივთიერების სინთეზს. ერთდროულად ამ ფიტომასის დაახლოებით

0,5% განიცდის მთლიან მინერალიზაციას. საშუალოდ 200-300-500 წლის განმავლობაში ხდება ყოველწლიურად ხმელეთის მცენარეებით და ნიადაგით შემქნილი ფიტომასის მინერალიზაცია.

ადამიანი საკვებად იყენებს სინთეზირებული ფიტომასის უმნიშვნელო ნაწილს – ნელინადში დაახლოებით $3,6 \cdot 10^6$ ტონას, ე.ი. რამდენიმე პროცენტს. ამგვარად, ხმელეთზე ბიოსფეროს ფარგლებში სისტემაში ნიადაგი-ორგანიზმები (ძირითადად მცენარეები) არსებობს ენერგიით და ნივთიერებით საერთო პლანეტარული ცვლა, რომელიც მოიცავს ნახშირბადის, აზოტის, ფანგბადის, წყალბადის, ფოსფორის, გოგირდის, კალციუმის, კალიუმის, კაჟმინის, რკინის, მაგნიუმის და სხვ. ნაერთების მთანთქვას, ორგანულ ნივთიერებებში გადასვლას და შემდგომ მინერალიზაციას. თუ ჩავთვლით, რომ ნაცროვანი ნივთიერებები და აზოტი შეადგენენ ფიტომასის დაახლოებით 5%, მაშინ პლანეტის მასშტაბში ხმელეთზე ყოველწლიურად ბიოგენურ წრებრუნვაში ერთვება მცენარეების კვების ელემენტების 10^{10} ტონამდე. მინერალური ნივთიერებების ამ რაოდენობის უმეტესი ნაწილი ფიტომასის გახრწნისას ყოველწლიურად ბრუნდება ნიადაგსა და წყალში. სწორედ ეს პროცესი წარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის უმთავრეს მამოძრავებელ ძალას, ნიადაგის ნაყოფიერების და ხმელეთზე ჰუმუსოვანი გარსის შესაქმნელად.

დედამიწის ატმოსფეროს თანამედროვე შედგენილობა იმყოფება პედოსფეროს და მცენარეული საფარის უდიდესი გავლენის ქვეშ. დედამიწაზე ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი კომპონენტების ფანგბადის, ნახშირორჟანგის, აზოტის, წყალბადის, წყლის ორთქლის დინამიკა აუცილებლად მოიცავს სისტემას მცენარე – ცხოველები, მიკროორგანიზმები – ნიადაგი. ფანგბადი, ნახშირბადი, აზოტი, წყალბადი სხვადასხვა ფორმით და სხვადასხვა შეფარდებებით მონაწილეობენ მცენარეების მიერ ორგანული ნივთიერების სინთეზში; ეს ნაერთები განიცდიან ნიადაგში რთულ გარდაქმნებს, განსაკუთრებით, ნიადაგური ფაუნის და მიკროორგანიზმების ზეგავლენით.

ნიადაგის გაზობრივი/აიროვანი ფაზა იმყოფება ატმოსფერულ ჰაერთან უწყვეტი გაცვლისა და ურთიერთმოქმედების მდგომარეობაში და აწვდის მას ნახშირმჟავას, ამიაკს, აზოტის ფანგებს, ელემენტარულ აზოტს, გოგირწყალბადს, მეთანს, წყლის ორთქლს. ნიადაგი და მოზინადრე ორგანიზმები უწყვეტად მთანთქავენ ჰაერიდან აირებს და განსაკუთრებით ინტენსიურად ატმოსფერულ ფანგბადს.

თანამედროვე გეოქიმიით დამტკიცებულია, რომ ატმოსფეროში ფანგბადის არსებობა განპირობებულია მცენარეებით, ხოლო ატმოსფერული ნახშირმჟავა მრავალჯერად არის გავლილი ორგანიზმებში და ნიადაგში. აზოტი აქტიურ მონაწილეობას იღებს ცილის სინთეზში. ატმოსფეროს აზოტის ისტორია დაკავშირებულია მცენარეებთან, ცხოველებთან და ნიადაგთან. ატმოსფეროს ქიმია მნიშვნელოვნად განისაზღვრება დედამიწის ნიადაგურ-მცენარეული საფარით. თუმცა, მსოფლიო ოკეანე, რომელიც შეადგენს პლანეტის 70%, თავისი ორგანიზმებით წარმოადგენს ატმოსფეროს გაზისებრი რეჟიმის უფრო მძლავრ მარეგულირებელ ფაქტორს.

დედამიწაზე წყლის ბრუნვაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ნიადაგის ტენსაც. პედოსფერო ითვისებს ატმოსფერულ ტენს შემდგომ კი აორთქლებით და მცე-

ნარეების ტრანსპორაციით უბრუნებს მას ატმოსფეროს. ნიადაგის წყლოვან თვისებას, ძირითადად, განსაზღვრავს წყლის მოძრაობის პროცესები, მისი ჩამონადენი და აორთქლება. ზედაპირული ჩამონადენი და გრუნტის წყლები წარმოადგენს მდინარეების კეების ძირითად წყაროს. მდინარის წყლებით ზღვებსა და ოკეანეებში ხვდება, აგრეთვე, მინერალური ხსნარები. მდინარის წყალი საშუალოდ შეიცავს დაახლოებით მინერალური ნაერთების 02-04 გ/ლ. მარილების გარდა, მდინარის წყალში ყოველთვისაა ნიადაგის ზედაპირიდან ჩამორეცხილი ჰუმუსოვანი ნივთიერებები და მინერალური ნაწილაკები. მდინარის წყალში მყარი შენონილი ნივთიერებების რაოდენობა 2-5-10 გ/ლ აღწევს. ყველა ეს მინერალური და ორგანული ნივთიერება წარმოადგენს ხმელეთზე გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროდუქტებს. ამგვარად, მდინარეების და მდინარეების ნატანების ქიმიზმი უშუალოდ არის დაკავშირებული პედოსფეროს ქიმიზმთან. ზღვების, ოკეანეების და დანალექი ნაფენების ქიმიური შედგენილობა, პირველ რიგში, დაკავშირებულია მდინარეების ქიმიზმთან და მათი მეშვეობით პედოსფეროსთან.

დედამინაზე სიცოცხლე და ნიადაგწარმოქმნელი პროცესები მილიარდი წლის მანძილზე მომდინარეობს. ამ ხნის განმავლობაში დედამინის ქერქში ჩამოყალიბდა ზღვიური და კონტინენტური წარმოშობის დანალექი ქანების მძლავრი (ათეული კილომეტრის) დანალექი ნაფენები. ნაფენების ეს სიზრქე შეიცავს ძვირფას სასარგებლო ნიაღისეულს: ნახშირს, ნავთობს და ტორფს, რკინას, მანგანუმს და ალუმინს, კერამიკულ თიხებს, მარილებს, ფოსფორიტებს და ა.შ.

კონტინენტური წარმოშობის დანალექმა ქანებმა მეტ-ნაკლებად განიცადეს შესაფერისი გეოლოგიური ეპოქის ძველი პედოსფეროს და ხმელეთის ძველი მცენარეულობის პირდაპირი ზემოქმედება, მაგრამ ზღვის ტიპის დანალექმა ქანებმა, განსაკუთრებით წყალმარჩ ზონაში, სედიმენტაციის პროცესში განიცადეს ძველი წყალქვეშა ნიადაგწარმოქმნის გავლენა. ეს ეკუთვნის დანალექ ქანებს, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ ორგანულ ნივთიერებას, და პირველ რიგში, ქვანახშირს, ტორფს, ფიქლებს, კაოლინურ და მონტმორილონიტურ თიხებს, რკინის და ალუმინის ნაერთების დაგროვებებს (ლატერიტები, ბოქსიტები).

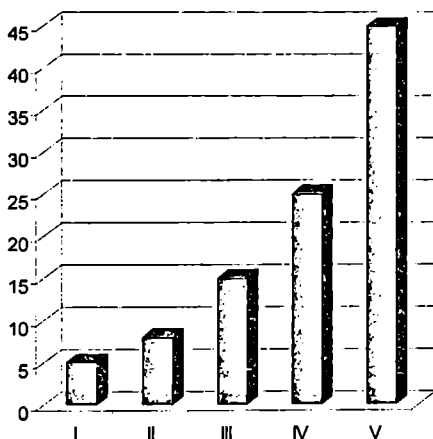
ამგვარად, ატმოსფერო, ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ბიოსფერო და პედოსფერო მჭიდროდ არიან დაკავშირებული ერთმანეთთან და იმყოფებიან უწყვეტ ურთიერთქმედებაში.

პედოსფერო, როგორც მნიშვნელოვანი გეოგრაფიული სხეული, მეტად მნიშვნელოვანია გარემოს შესწავლის, შეფასების, მართვის საკითხებში. არსებობს ქრესტომატიული ჭეშმარიტება, რომ „ნიადაგი არის ლანდშაფტის სარკე“. სინამდვილეში ეს დებულება მართებულია მხოლოდ ახალგაზრდა (პოლოცენი) ასაკის ნიადაგებისთვის. სხვა შემთხვევებში პედოსფეროში აღინიშნება მაჩვენებლები, რომელთა წარმოქმნა ვერ აიხსნება თანამედროვე პირობებით.

პედოსფერო, რომელსაც გააჩნია ნაყოფიერება და შესწევს უნარი აწარმოოს მცენარეული ნივთიერების მოსავალი, წარმოადგენს ადამიანის არსებობის და სოფლის მეურნეობის გაძღოლის ძირითად პირობას. პედოსფეროს ნაყოფიერება იძლევა

ადამიანისთვის საჭირო სურსათის და ნედლეულის მიღების საშუალებას. ძველი ცივილიზაციების ჩასახვა ხდებოდა პლანეტის იმ რეგიონებში, სადაც ბუნებრივი ნაყოფიერება იყო განსაკუთრებით დიდი (მდინარეების დელტები, ვულკანური ზონების ნიადაგები, სტეპების შავმიწები). მიწათმოქმედება, რომელიც მოიცავს სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციას, სატყეო მეურნეობას, მეცხოველეობას, მეთევზეობას პირდაპირ ან ირიბად ეფუძნება ნიადაგური ნაყოფიერების პოტენციური შესაძლებლობების გამოყენებას და გავლენას ახდენს თანამედროვე ნიადაგური პროცესების მიმართულებაზე.

უკანასკნელი საუკუნის გამოცდილებამ დამაჯერებლად გვიჩვენა ნიადაგების ნაყოფიერების და მოსავლიანობის ზრდა მჭიდროდ დასახლებულ ინდუსტრიულ ქვეყნებში.



ნახ. 11. მარცვლეულის მოსავლის ზრდა ინდუსტრიულ-განვითარებულ ქვეყნებში

I – XVIII საუკუნე – მელიორაციები (დაშრობა, მოკირიანება, მორწყვა), სამშენდერიანი სისტემა; მოსავალი 7 ტ/ჰა;

II – XIX საუკუნე – XVIII საუკუნის ღონისძიებები + თესლბრუნვა; მოსავალი 16 ტ/ჰა;

III – XX საუკუნის პირველი ნახევარი – XIX საუკუნის ღონისძიებები + მინერალური სასუქები; თესლბრუნვა სამეურნო; მოსავალი 28-30 ტ/ჰა;

IV – XX საუკუნის მეორე ნახევარი – XX საუკუნის პირველი ნახევრის ღონისძიებები + სასუქების მაღალი დოზები, ახალი ჯიშები, პესტიციდები; მოსავალი 40-50 ტ/ჰა;

V – XXI საუკუნე – XX საუკუნის მეორე ნახევრის ღონისძიებები + ფიზიოლოგიურად აქტიური ნაერთები, ფოტოსინთეზის გადიდებული სასარგებლო ქმედების კოეფიციენტი (სქკ); მოსავალი 80-100 ტ/ჰა.

მრავალი ძვირფასი სასოფლო-სამეურნეო მცენარე ვერ იტანს ნიადაგების მა-
ლალ მჟავიანობას (ხორბალი, სიმინდი, სამყურა), სხვები ითრგუნებიან ნახშირმჟავა
კალციუმის ჭარბი შემცველობით (ჩაის ბუჩქი, ციტრუსები); ზოგიერთი ამჟობინებს
ნიადაგების სუსტ დამლაშებას (ჭარხალი); მცენარეების უმრავლესობა ვერ იტანს
ნიადაგების დაჭაობებას და დამლაშებას, მაგრამ ეს არ ეხება ბრინჯს. სასოფლო-
სამეურნეო მცენარეების ყველა ეს ფიზიოლოგიური თავისებურებანი და გარემო-
სადმი მათი მოთხოვნილება შესაძლებელია შეფასდეს მხოლოდ ნიადაგმცოდნეობის
მონაცემების საფუძველზე.

საქართველო გამოირჩევა მეტად საინტერესო და მრავალფეროვანი ნიადაგური
საფარით. აქ გვხვდება მსოფლიოში გავრცელებული მრავალი ნიადაგი. შემთხვევითი
არაა, რომ ჩვენს ქვეყანას უწოდებენ „ნიადაგების ბუნებრივ მუზეუმს ღია ცის ქვეშ“.

ცხრ. 10. ნიადაგის სტრუქტურა საქართველოს ნიადაგებში (A ჰორ./B ჰორ.)

სტრუქტურის ტიპი	ნიადაგის ტიპის							
	ალუვიური	ნითელმინა	ყვითელმინა-ენერი	ყომრალი	ყვითელ-ყომრალი	შავი	შავმინა	ყავისფერი
ფიქალისებრი			-/b					
სვეტისებრი			-/b			-/b		
კაკლოვანი				-/b				
მარცვლოვანი		b/-			-/b	b/-	b/-	b/-
კომტოვანი	b/b	-/b		b/b	b/b		-/b	b/b
ბელტოვანი							-/b	-/b

ნიადაგების სიუხვე, მათი განსხვავებული თვისებები მრავალ საინტერესო მოვ-
ლენაზე მეტყველებს და, ამავდროულად, ადასტურებს მათი დაცვის აუცილებლობას.
საკმაოდ საინტერესოა ნიადაგის სტრუქტურის კავშირი ცალკეულ ტიპთან, მის
მექანიკურ შედგენილობასთან. ნიადაგის სტრუქტურის ზოგიერთი ტიპისთვის მე-
ქანიკური შედგენილობა ავლენს გარკვეულ შეზღუდვებს. მაგალითად, ყვითელმინა
-ენერი ნიადაგის გარდა სხვა ნიადაგში ფიქალისებრი სტრუქტურა არ ფორმირდება;
პუმესოვან პორიზონტში კომტოვანი სტრუქტურა აღინიშნება ალუვიურ, ყომრალ,

ყვითელ-ყომრალ და ყავისფერ ნიადაგებში; კაკლოვანი სტრუქტურა – ყომრალეში და ა.შ.

პედოსფერო, რომელიც წარმოიქმნა დედამიწაზე სიცოცხლის გაჩენასთან ერთად, დიდ როლს თამაშობდა დედამიწის ქერქის ისტორიაში. განსაკუთრებით დიდია ნიადაგური პროცესების მნიშვნელობა დანალექი ქანების და მათთან დაკავშირებული სასარგებლო წიაღისეულის ფორმირებაში. მაგალითად, რკინის და მანგანუმის მადნების საბადოების წარმოქმნა დაკავშირებულია ძველი დაჭაობების პროცესებთან და ამ ნაერთების დალექვასთან ზღვისპირა წყალმარჩხოვებში. ბოქსიტების მადნები, ძირითადად, უკავშირდება ძველ ტროპიკულ ნიადაგწარმოქმნას. წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში მიმდინარე გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესების შედეგად წარმოიქმნა მრეწველობისთვის ძვირფასი თიხის (კაოლინიტი), ფოსფორიტების ბუდობები. ნიტრატების, სოდის, თაბაშირის, კირის, სუფრის მარილი და სხვა მარილის საბადოები დაკავშირებულია ძველ ან თანამედროვე მარილდაგროვებასთან და სხვადასხვა ტიპის დამლაშებული ნიადაგის წარმოქმნასთან.

ნიადაგურ პროცესებს ხშირად უკავშირდება იოდის, ბრომის და სხვა ნაკლებად გავრცელებული ძვირფასი ელემენტების ნაერთების დაგროვება. ნიადაგწარმოქმნის პროცესების და ნიადაგურ პროცესებში ამა თუ იმ ელემენტის და მათი ნაერთების მნიშვნელობის ცოდნა იძლევა მათი კონცენტრაციის სავარაუდო რაიონების წინასწარმეტყველების და საძიებო-სადაზვერვო სამუშაოების მიმართულების დაგეგმვის საშუალებას.

დედამიწის ქერქში ზოგიერთი სასარგებლო წიაღისეულის არსებობა, მაგ., ნავთობის და აირების, აგრეთვე, ცალკეული ელემენტის დაგროვება (სპილენძი, კობალტი, ნიკელი და სხვ.) აისახება ნიადაგების თვისებებზე და იწვევს მოცემული პირობებისათვის დამახასიათებელი ნორმალური ნიადაგწარმოქმნისგან არსებით გადახრას. პედოსფეროში ასეთი „ანომალიების“ ცოდნა იძლევა შესაბამისი სასარგებლო წიაღისეულის ძიების და დაზვერვის მიმართულების დადგენის საშუალებას. ამჟამად მუშავდება სასარგებლო წიაღისეულის ძიების და დაზვერვის სპეციალური, „ნიადაგურ-გეოქიმიური“ მეთოდები, რომლებიც ეფუძნება მოცემული სასარგებლო წიაღისეულის არსებობის დასადგენად ნიადაგების ნიშნების გამოყენებას. ეს მეთოდები პერსპექტიულია ნავთობის, სპილენძის, ურანის და სხვა საბადოებისათვის.

ნიადაგებს გააჩნია განსხვავებული საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებები. ხის, ლითონის და ბეტონის კონსტრუქციების, ფუნდამენტების, კედლების გამძლეობა დამოკიდებულია ნიადაგურ-გრუნტის წყლების ქიმიურ შემადგენლობაზე, ნიადაგების ბიოქიმიურ რეაქციაზე და ურთიერთმოქმედებაზე მასალას, ნაგებობასა და ნიადაგს შორის.

გზების მშენებლობა, აგრეთვე, ეყრდნობა ნიადაგმცოდნეობის სამეცნიერო დებულებებს, რადგანაც ნიადაგების ქიმიური, ფიზიკური და ბიოღინამიკური თვისებები უშუალოდ აისახება გრუნტის საგზაო-სამშენებლო თვისებებში. მაგალითად, ბიცობიან ნიადაგებზე გზები მალე გამოდის მწყობრიდან. ზოგიერთ სარწყავ რაიონ-

ში ნაგებობების ფუნდამენტი იშლება ნიადაგური მარილების ზეგავლენით საძირკვლის ჩაყრიდან 4-5 წლის შემდეგ.

ნიადაგმცოდნეობის მიღწევები, აგრეთვე, გამოიყენება აეროდრომების მშენებლობის დროს. გრუნტების მტვრიალობა, ასაფრენი ზოლების გამძლეობა და მდგრადობა, საფრენ მინდორზე კორდის საფარის შექმნის წარმატება დამოკიდებულია პედოსფეროს თვისებებზე და, განსაკუთრებით, ნიადაგური ხსნარების ქიმიზმზე. საჭიროა აღინიშნოს ბეტონის საფარის და ლითონის კონსტრუქციების სწრაფი დაშლა ტენიანი ოლქების მჟავე ნიადაგების პირობებში. კარგი აეროდრომის ასაშენებლად აუცილებელია დეტალური ნიადაგური რუკის შედგენა და ნიადაგის თვისებების ცოდნა.

დედამიწის ქერქის სიზრქეში დამარბულია ძველი ნიადაგები, ან მათი შორი-ზონტების ნარჩენები. განამარბებული ნიადაგების შესწავლით შესაძლებელია გეოგრაფიული ვითარების იმ დროის აღდგენა, როდესაც წარმოიქმნა ეს ნიადაგები, მათ შორის, ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების (კლიმატის და რელიეფის) ცვლის, მოძრაობის, ძველი გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროდუქტების დაგროვების დადგენა და სხვ. ამგვარად, ნიადაგმცოდნეობა ხელს უწყობს ისტორიული გეოლოგიის და გეოქიმიის მთელი რიგი საკითხის გადაწყვეტას.

რიგი დაავადება, რომლის მიზეზები ადრე უცნობი იყო, დაკავშირებულია გარკვეულ ნიადაგურ და ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებთან (ენდემური დაავადებანი). ნიადაგში ზოგიერთი ქიმიური ნაერთის სიჭარბე ან უქმარისობა ნიადაგური ნწყლების, კვების პროდუქტების და საკვების მეშვეობით აისახება ცხოველების ორგანიზმსა და ადამიანზე.

ზოგიერთი რაიონი მჟავე გამოტუტული ნიადაგებით გაღარიბებულია კალციუმის, კობალტის, ნიკელის, სპილენძის, იოდის ნართებით – ეს კი წინაპირობას ქმნის ისეთი მძიმე დაავადებების განვითარებისთვის, როგორიცაა უროვის დაავადება, რომელსაც თან ახლავს ჩონჩხის არანორმალური განვითარება და მძიმე სიმახინჯე, რაქიტი კალციუმის დეფიციტის დროს, ჩიყვი იოდის ნაკლებობისას და ა.შ. ნიადაგებში სპილენძის დეფიციტი იწვევს ცხოველებში ზურგის ტენის ტაბეს, ხოლო კობალტის ნაკლებობა – ბერნას და ჩონჩხის არანორმალურ განვითარებას მსხვილფეხა რქოსან საქონელში. ნიადაგებში დარიშხანის და სელენის ჭარბი შემცველობა ზოგჯერ არის მონამვლის, ხოლო ტყვიის – ცხოველებში ჰემატურიის მიზეზი. შეიმჩნევა გარკვეული კავშირი კიბოს დაავადებების გავრცელების ზოგიერთი კავშირები ნიადაგური მიკროელემენტების გეოგრაფიასთან.

ნიადაგებში დასახლებულია მრავალი მილიარდი მიკროორგანიზმი, ზოგიერთი მათგანი გამოყოფილია ნიადაგებიდან და გამოიყენება ძვირფასი სამკურნალო პრეპარატების დასამზადებლად – ისეთი ანტიბიოტიკების, როგორიცაა სტრეპტომიცინი, აურომოცინი, პენიცილინი, მიციტინი და სხვ. მთელი რიგი ნიადაგის მიკლოფლორის შემადგენლობაში აღინიშნება პათოგენური მიკრობები, რომლებიც იწვევს მძიმე დაავადებებს, მაგალითად, გაშეშებას.

ამჟამად წარმატებით ვითარდება მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური მრეწველობის ახალი დარგი, რომელიც ამუშავებს ნიადაგური მიკროორგანიზმების გამოყენების პრობლემას ძვირფასი სამკურნალო პრეპარატების, ძლიერი შხამების, აქტივატორების და ა.შ. მისაღებად. ზოგიერთი დაავადება დაკავშირებულია ცხოველებთან, რომლებიც ცხოვრობენ გარკვეულ ნიადაგურ პირობებში. მაგალითად, მღრნელებს, რომლებიც ბინადრობენ მშრალი სტეპების ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებში, გადააქვთ შავი ჭირი, ტულარემია, მალარია, კელმიტოზები და სხვ.

ნათელია, რომ მედიცინის და ვეტერინარიის მთელი რიგი მნიშვნელოვანი საკითხი ვერ გადაწყდება პედოსფეროს თავისებურების სათანადო გათვალისწინების გარეშე.

პედოსფეროს ეკოლოგიური ფუნქციები

პედოსფეროს ორი ურთიერთდაკავშირებული და ურთიერთდამოკიდებული ფუნქციებია: ეკოსისტემური და გლობალური.

ეკოსისტემური ფუნქცია მოიცავს ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოქიმიურ, ფიზიკურ-ქიმიურ, ინფორმაციულ და ერთიანს.

ფიზიკური ფუნქცია. ცოცხალი ორგანიზმების უმრავლესი სახეობების შეზღუდული გავრცელების ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს განსახლებისთვის თავისუფალი და ვარგისი მატერიალური გარემოს უქონლობა, გარემოსი, სადაც მათ შეეძლოთ გამრავლება და განვითარება. ამიტომ დედამიწაზე, დროის ყოველ მომენტში, არსებობს ინდივიდების მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი იმ პოტენციურ ნაწილთან შედარებით, რომელიც შეიძლებოდა გაჩენილიყო მალიმიტირებელი ფაქტორების უქონლობისას. შეზღუდვები რომ არ არსებობდეს, მაშინ ისე სწრაფად განვითარებადი ორგანიზმები, როგორიცაა ბაქტერიები, მთლიანად დაფარავდნენ პლანეტას დღე-ნახევარში, ხოლო ისე ნელა გამრავლებადი ცხოველები, როგორიცაა სპილოები – რამდენიმე ასეული წლის მანძილზე. სინამდვილეში ასე არ ხდება, რადგანაც სხვადასხვა სახეობებს შორის არსებობს მწვავე კონკურენცია, დედამიწის მნიშვნელოვან სივრცეებზე კი არ არსებობს სათანადო პირობები.

ეკოლუციის პროცესში ცოცხალმა ორგანიზმებმა თანდათანობით აითვისეს დედამიწა. ამ ათვისებისას შეიქმნა პედოსფერო, სადაც ბინადრობს ორგანიზმების სხვადასხვა სახეობები. ნიადაგთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული მცენარეების უმეტესი ნაწილი, რადგანაც განვითარების ადრეულ ციკლს გადიან ნიადაგში, ხოლო ზრდასრულ მდგომარეობაში ნიადაგთან უშუალოდ ურთიერთმოქმედებს მათი მიწისქვეშა ორგანოები. ფესვების ორგანული ნივთიერება მერყეობს საერთო ფიტომასის 20-30-დან 90%-მდე. ფესვთა სისტემების ყველაზე დიდი რაოდენობა აღინიშნება მთა-მდელოს ზონაში, სადაც მათი წილი შეადგენს ფიტომასის 60-80%. ნიადაგში ფესვთა სისტემის შეღწევის სიღრმე დამოკიდებულია მის შენებაზე, სიმკრივეზე,

მოცულობით წონაზე და სხვა მაჩვენებლებზე. მაგალითად, აჯამეთის ნაკრძალში გავრცელებული იმერეთის მუხის უმრავლესობას გააჩნია ჰორიზონტალური და არა ღერძული ფესვები, რადგანაც 40-60 სმ სიღრმეზე აღინიშნება მკერივი, წყალგაუმტარი შრე.

ნიადაგში ფესვების შეღწევის უნარი ქვეითდება ნიადაგების მოცულობითი წონის ზრდასთან ერთად. ბევრია დამოკიდებული ნიადაგში წყლის შემცველობაზეც. წყლის შედარებით მცირე დანაკარგმა შეიძლება გამოიწვიოს გამკვრივებულ შრეში ფესვების ზრდის შენელება.

ნიადაგს, როგორც ბინადრობის გარემოს, აქტიურად იყენებენ სხვადასხვა მიკროორგანიზმები – ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, სოკოები, შედარებით ნაკლებად – წყალმცენარეები. მათი რაოდენობა 1 გრ ნიადაგში მილიონობით და მილიარდობით აღწევს. ნიადაგური მიკროორგანიზმების შემადგენლობაში შედიან, აგრეთვე, არაუჯრედოვანი ფორმები (ბაქტერიოფაგები, ვირუსები) და ზოგიერთი მიკროსკოპული ცხოველი.

ნიადაგების მიკრობული მოსახლეობის არსებით თავისებურებას წარმოადგენს შიდაპროფილური დიფერენციაცია. მიკროორგანიზმების ყველაზე დიდი რაოდენობა აღინიშნება ზედა, ჰუმუსირებულ, კარგად გამთბარ ჰორიზონტებში. მაგალითად, დატენიანების ხელსაყრელ პირობებში 0-5 სმ შრეში 2-ჯერ უფრო მეტი რაოდენობის მიკრობი აღინიშნება, ვიდრე 20-30 სმ შრეში. ასევე საგულისხმოა ნიადაგური მიკროფაუნის სეზონური ცვალებადობაც. ნიადაგი თავისი რთული აგებულების შედეგად სხვადასხვა ზომის ცხოველთათვის წარმოადგენს განსხვავებულ არეს. ყველაზე წერილი, მიკროსკოპული ცხოველები, ძირითადად, ნიადაგის წყლის არეში არსებობენ. მსხვილი ცხოველებისთვის (ჭიაყელა, ხოჭოს მატლი, მრავალფეხა და სხვ.) ნიადაგი მთლიანად წარმოადგენს მათი ბინადრობის არეს. მრავალ ნიადაგში მობინადრე ცხოველებისთვის დამახასიათებელია წლის განმავლობაში ჰორიზონტების შეცვლა.

საცხოვრებლის და თავშესაფარის ფუნქციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნიადაგი იცავს მრავალ ცოცხალ ორგანიზმს ზედმეტი გადაციებისა და ზედმეტი გადახურებისაგან, იცავს მათ ნიადაგის ზედაპირზე მობინადრე მტაცებლებისაგან. ნიადაგი ასრულებს საცხოვრებლის ფუნქციას იმიტომ, რომ მასში ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა განიცდის ნაკლებად მკვეთრ მერყეობას, ვიდრე მიწის ზედაპირზე. გასწავთრებით სასარგებლოა ნიადაგის ეს თავისებურება ექსტრემალურ პირობებში, მაღალმთიანეთში, ამინდის მკვეთრი ცვლილების პერიოდებში და სხვ. საცხოვრებლის და თავშესაფარის ფუნქციის თავისებურება თვალნათლივ მჟღავნდება იმ ცხოველების მიმართ, რომლებიც იყენებენ რამდენიმე გარემოს, რომლისგანაც ერთ-ერთი ნიადაგია (ჩვეულებრივი მემინდვრია, ყვითელი და მცირე თრია, ზაზუნა, ბურუნდული და სხვ.). ამ ცხოველების დამახასიათებელი თავისებურება ისაა, რომ ძირითად საკვებს, როგორც წესი, მოიპოვებენ დედამიწის ზედაპირზე. ნიადაგში კი იცავენ თავს მტაცებლებისა და უამინდობისაგან. ბევრი გამოირჩევა ძილით წლის არახელსაყრელ პერიოდში. მღრღნელების მიწისქვეშა საცხოვრებლებს

ხშირად რთული აგებულება აქვს. აქვე იბადება და იზრდება მათი შთამომავლობა. ცხოველების მიერ დაკავებული მიწიქვეშა ნაგებობები საკმაოდ მნიშვნელოვანია მათთვის.

უხერხბლოთა მრავალი ჯიში საკმაოდ ფართოდ იყენებს საცხოვრებლად ზოგიერთი მღრღნელის სოროს. მაგალითად, ზაზუნების სოროებში ბინადრობს ასევე ობობა, ნამისჭამია, ბუზი, ხოჭო. წლის ცივ პერიოდში ეს მათი ზამთრის თავშესაფარია, ხოლო ზაფხულის პერიოდში აქ თავს იცავენ სიცხისგან. მრავალი მწერი ნიადაგში ატარებს განვითარების მხოლოდ გარკვეულ ფაზას. ჭრიჭინობელა დებს კვერხს წვრილი ტოტების ქერქის ან ფოთლების ყუნწების ქვეშ. მათი მატლი კვერცხებიდან გამოსვლის შემდეგ ჩაიმაძრება ნიადაგში ზოგჯერ 1 მეტრის სიღრმეზე, სადაც მისი შემდგომი განვითარება გრძელდება. ამგვარად, ნიადაგი შეიძლება შევადაროთ ხშირად დასახლებულ მიწიქვეშა ქალაქს, სადაც ცხოვრებენ მისი მუდმივი ბინადრები, ისინი, ვინც მოშორებით „მოღვაწეობენ“ (მოულობენ საკვებს დედამიწის ზედაპირზე) და ისინიც, ვინც იმყოფებიან ნიადაგში შეზღუდული პერიოდით და არსებითად „სტუმრობენ“ მას.

საყრდენი ფუნქციის წყალობით მცენარეს შეუძლია შეინარჩუნოს ვერტიკალური მდგომარეობა, იყოს მდგრადი ქარცევალობის მიმართ და წინააღმდეგობა გაუწიოს სიმძიმის ძალას. მცენარეების სივრცობრივი ფუნქციის მთავარ ხერხს წარმოადგენს მისი დამაგრება ნიადაგში ფესვებით, რომლებიც წარმოქმნიან მრავალრიცხოვან განშტოებას. ფესვების შეღწევის სიღრმე, როგორც წესი, ღეროს სიმაღლეზე ნაკლებია. გვერდითი ფესვები, როგორც წესი, გვერდით ტოტებზე უფრო გრძელია, ხოლო ფესვთა სისტემის ჯამური ზედაპირი ჩვეულებრივ აღემატება ღეროს ორგანოების საერთო ზედაპირს. ნიადაგების საყრდენი ფუნქციის შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს გარკვეული ცვლილება მცენარეების მორფოლოგიასა და ვერტიკალურ ორიენტაციაში. მცენარეების ზრდასა და განსახლებაზე საყრდენი ფუნქციის გავლენა ნათლად მჟღავნდება მთიან რაიონებში. აქ, განსაკუთრებით კი კლდის ქანების გაშიშვლების ადგილებში და, აგრეთვე, გრუნტის ინტენსიური ჩამოცეცვის ადგილებში, მცენარეულობის განვითარება ხშირად იზღუდება ნიადაგის არახელსაყრელი მექანიკური თვისებებით, რომელიც მრავალი სახეობისთვის ხშირად არ წარმოადგენს საიმედო საყრდენს.

თესლების და სხვა ჩანასახის შენარჩუნების და შენახვის ფუნქცია გამოიხატება იმაში, რომ ნიადაგების უმრავლესობა თავისი თვისებების გამო წარმოადგენს მიწისზედა ორგანიზმების მრავალი სახეობის არა მარტო სასიცოცხლო სივრცეს, არამედ გარემოს, სადაც ინახება თესლები და მრავალი ჩანასახი. ნიადაგის ზედაპირზე და ჩამონაცვენში ზამთრობენ უმაღლესი მცენარეების თესლები, რათა მომავალ წელს მისცენ ახალი თაობა ან შეავსონ მრავალწლიანი შენახვის თესლის მარაგი. ნიადაგში გარკვეული დროით ინახება მრავალი ორგანიზმის სპორები და უხერხბლოთა კვერცხები. ჭიაყელები დებენ კვერცხებს ჭიის პარკში, რომელიც წარმოიქმნება კანის ჯირკვლების ლორწოვანი გამონაყოფიდან. ჭიაყელას შეუძლია ყოველწლიურად

დადოს 70-100 ჭიის პარკი. ნიადაგში ტემპერატურის და ტენის რყევადობა შემცირებულია, ამიტომ ჭიის პარკები კარგად ინახება კვერცხების განვითარების დამთავრებამდე, რომელიც შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე თვე. ორგანიზმის და მისი ჩანასახების შენარჩუნების უნარი არა მოქმედ, არამედ სიცოცხლისუნარიან მდგომარეობაში ხანგრძლივი დროის მანძილზე იხილება, როგორც გარემოსადმი ადაპტაციის ერთ-ერთი ძირითადი ტიპი. პირველი ტიპის ადაპტაცია (პასიური) უზრუნველყოფს ორგანიზმის გარემოს არახელსაყრელი პირობების აცილებას ჩვეულებრივი კავშირების შესუსტებით ან შეწყვეტით ანაბიოზის შემთხვევაში. ადაპტაციის მეორე ტიპი ქმნის არახელსაყრელი პირობებისადმი აქტიურ შეგუებას.

კვების ელემენტების წყაროს ნიადაგური ფუნქცია საკმაოდ დინამიურია და მისი წარმატებული განხორციელება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე.

ისტორიულად ბიოლოგიაში ძირითადი ყურადღება ექცეოდა უმაღლესი ორგანიზმების გარემოსადმი აქტიურ შემგუებლობას, ე.ი. მეორე ტიპის ადაპტაციას. ნიადაგის უნარი წარმოადგენდეს სიცოცხლისუნარიან მდგომარეობაში ორგანიზმების ჩანასახებისთვის ხანგრძლივი შენარჩუნების ხელსაყრელ ადგილს, დაკავშირებულია მისი, როგორც ბინადრობის გარემოს თავისებურებებთან. ამ მხრივ საგულისხმოა გარემოს მკვეთრი ცვლილებებისგან მნიშვნელოვანი იზოლირება და დაცულობა და, აგრეთვე, ნიადაგურ პაერში ჟანგბადის გაცილებით მცირე შემცველობა. ნიადაგში ორგანიზმების ჩანასახების შენარჩუნების უნარი ინვეეს მათ დაგროვებას, რის შედეგადაც ნიადაგი ინყებს თესლების და სხვა ჩანასახების დეპოს ფუნქციის შესრულებას.

ნიადაგის ქიმიურ და ბიოქიმიურ ფუნქციებს მიეკუთვნება: ნიადაგი, როგორც საკვები ელემენტების და ნაერთების წყარო, ტენის, კვების ელემენტების და ენერგიის დეპო, რიგი ბიოქიმიური პროცესის სტიმულატორი და ინჰიბიტორი.

ბიოლოგიური პროდუქციის უშუალო შექმნაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის საკვებ ელემენტებს, რომლებიც არიან ხსნად ან გაცვლით მდგომარეობაში ან იონების სახით. სწორედ ისინი შთანთქმება მცენარეების მიერ და წარმოადგენენ საწყის რგოლს ტროფიკულ ჯაჭვში. მცენარეული ორგანიზმებისთვის საკმაოდ რთული ქიმიური ნაერთების პირდაპირი გამოყენება, ჩვეულებრივ, არსებითი არ არის. მცენარეების უმეტესობა ერთდროულად ბინადრობს ორ არეში: ნიადაგსა და ატმოსფეროს ქვედა შრეში. ამასთან დაკავშირებით მათთვის დამახასიათებელია კვების ორი ტიპი – ნიადაგური და პაეროვანი. მცენარისთვის ნახშირბადის და ჟანგბადის ძირითადი მიმწოდებელია ატმოსფერო, ხოლო დანარჩენი ელემენტების წყაროა ნიადაგი. თუმცა, ნაწილობრივ, ნაცროვანი და აზოტოვანი კვების ელემენტები შეიძლება ხვდებოდნენ ფოთლების მეშვეობით: ამიაკი და გოგირდის ჟანგები – პაერიდან, მარილები – წვიმის წყლიდან. წყლის გარდა ნიადაგიდან მცენარეები იღებენ სხვადასხვა მინერალურ ნივთიერებებს: აზოტს (ამონიური და ნიტრატული), ფოსფორი (მონო- და დიფოსფატები), კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, გოგირდი, რკინა, მანგანუმი, სპილენძი, მოლიბდენი, ბორი, თუთია და სხვ.

ნიადაგში და მზარდ მცენარეში მაკრო- და მიკროელემენტების საშუალო შემცველობის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნიადაგსა და მინდვრის კულტურას შორის არ აღინიშნება ქიმიური „პარამონია“. მაგალითად, ნიადაგში ხსნადი აზოტის კონცენტრაცია დაახლოებით 500-ჯერ დაბალია, ვიდრე კულტურულ მცენარეში, ფოსფორისა და კალიუმის – დაახლოებით 20-ჯერ. დანარჩენი ელემენტების მიმართ აღინიშნება შებრუნებული სურათი: მაგნიუმისა და კალციუმის შემცველობა ნიადაგში 3-4-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე მცენარეში, ხოლო რკინის – 6-ჯერ მეტი. მცენარეების კვების ოპტიმიზაციის მნიშვნელოვანი ამოცანაა ნიადაგში დეფიციტური ელემენტების (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი) მნიშვნელოვანი ზრდა. ამის გარდა, ნიადაგები საჭიროებენ კალციუმის, მაგნიუმის, გოგირდის და რიგი მიკროელემენტის ზრდას. ამავ დროს, საჭირო ხდება იმ მოძრავი ელემენტების შემცველობის დაქვეითება, რომლებსაც გააჩნია უარყოფითი მოქმედება მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში.

მცენარის კვების ოპტიმალურ ფაქტორს წარმოადგენს მისანვდომი ელემენტების ხელსაყრელი შეფარდება. მინერალური კვების პროცესში ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური მოვლენებით განპირობებული ელემენტების ურთიერთმოქმედება შეიძლება მიმდინარეობდეს როგორც ანტაგონიზმის, ისე სინერგიზმის ტიპით. ანტაგონიზმს აქვს ადგილი როდესაც ერთი ელემენტის კონცენტრაციის ზრდა ამუხრუჭებს სხვა ელემენტის შემცველობის გადიდებას. სინერგიზმის დროს კი ერთი ელემენტის კონცენტრაციის ზრდა ხელს უწყობს მცენარეში სხვა ელემენტის დაგროვებას.

მიუხედავად იმისა, რომ აგროქიმიკატების (სასუქების) გამოყენებას თან ახლავს სირთულეები, ისინი მრავალ ქვეყანაში ჯერ კიდევ მრავალი წლის მანძილზე დარჩება სავარგულების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის ამაღლების გადამწყვეტ ფაქტორად. სასუქებით მცენარეების სრულფასოვანი ნიადაგური კვების გაძლიერება დაკავშირებულია სასუქების ფორმების, ხერხების და შეტანის ვადების ოპტიმიზაციასთან. კვების ელემენტებით უზრუნველყოფის ნიადაგური ფუნქციის ეფექტური გაძლიერების არსებითი მომენტს წარმოადგენს სასუქების ოპტიმალური ვადების და შეტანის ხერხების დაცვა, ხოლო ენერგიის და ტენიის დეპოს ფუნქცია მდგომარეობს იმაში, რომ ნიადაგს გააჩნია რეზერვი, რომელიც ორგანიზმების მიერ გამოიყენება მათი მარაგების გამოლევის შემთხვევაში. ნიადაგურ დეპოს წარმოქმნის ნაერთები, რომლებიც დაკონსერვებულია ამორფულ, კრისტალურ ფორმებში და კოაგულირებულია ჰუმუსოვანი მჟავების მიერ, ღრმა პორიზონტებში მყოფი მოძრავი ნაერთები და ტენი. საკვები ელემენტების დეპოს ფუნქციის განხილვისას საჭიროა აღინიშნოს ნიადაგური ნაყოფიერების მჭიდრო კავშირი კვების ელემენტების პოტენციურად მისანვდომ ადვილადხსნად ფორმებში გადაყვანის მექანიზმის ეფექტურობასთან. მაგალითად, ნიადაგში ორგანულ ნაერთებში მყოფი აზოტის დიდი მარაგები არ წარმოადგენს ფასეულობას, სანამ ისინი არ იქნება გადაყვანილი მინერალურ იონურ ფორმაში.

ნიადაგის, როგორც ბიოქიმიური და სხვა პროცესების სტიმულატორის ფუნქცია განპირობებულია იმით, რომ მასში ხდება მცენარეების, მიკრობების, ცხოველების მეტაბოლიზმის სხვადასხვა პროდუქტები (ამინომჟავები, ცილები, ვიტამინები, სპირტები და სხვ.), რომლებსაც გააჩნია ცოცხალი ორგანიზმების სტიმულირების ან დათრგუნვის უნარი. ამჟამად დაგროვილია მნიშვნელოვანი მასალა, რომელიც ეხება ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთგავლენას ეკოსისტემების ნიადაგურ და ჰაეროვან ნაწილში მეტაბოლიტების შეღწევის შედეგად.

ნიადაგის არის რეაქცია წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთმოქმედების მნიშვნელოვან ფაქტორს, რადგანაც მათი ოპტიმალური განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ pH-ის ვიწრო დიაპაზონში.

ცხრ. 11. სხვადასხვა მცენარის მოთხოვნილება არის რეაქციის მიმართ

მცენარე	pH-ის ოპტიმალური ინტერვალი	მცენარე	pH-ის ოპტიმალური ინტერვალი
ჭვავი	5,5 - 7,5	მზესუმზირა	6,0 - 6,8
შვრია	5,0 - 7,7	ჩაის ბუჩქი	4,5 - 6,0
ხორბალი	6,0 - 7,5	კომბოსტო	6,7 - 7,4
ქერი	6,8 - 7,5	პომიდორი	6,3 - 6,7
სიმინდი	6,0 - 7,0	სტაფილო	5,5 - 7,0
ლობიო	6,4 - 7,1	კიტრი	6,4 - 7,0
კარტოფილი	5,0 - 5,5	ბრინჯი	4,0 - 6,0

ფიზიკურ-ქიმიური ფუნქცია მოიცავს მეტად მნიშვნელოვან მაჩვენებლებს: ატმოსფეროდან შემოსული, გვერდითი და გრუნტის წყლის ნაკადით და მცენარეული ჩამონაცვენით მოხვედრილი წვრილდისპერსული ნივთიერების სორბციის ფუნქციის ძირითადი მექანიზმია კოლოიდებით ნიადაგში სხვადასხვა გზით მოხვედრილი აირები, სითხეები, განსაკუთრებით წყლის, ნივთიერებების მოლეკულების და იონების ადსორბცია. ადგილი აქვს, აგრეთვე, ფორებში სუსპენზიის და ემულსიის ნაწილის მექანიკურ დაკავებას და არახსნადი ნაერთების წარმოქმნისას ნიადაგის მიერ მათ ქიმიურ შთანთქმას. გამოყოფენ, აგრეთვე, ნიადაგის ბიოლოგიურ შთანთქმისუნარიანობას – ელემენტების შეკავებას მიკროორგანიზმებით, ფესვთა სისტემებით და ნიადაგში მობინადრე ცხოველებით. ყველაზე დიდ ინტერესს წარმოადგენს ადსორბცია, რომლის მოცულობა განპირობებულია მრავალი ნიადაგის წვრილმინის გადიდებული აქტიური ზედაპირით. ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობა, რომელიც ყველაზე მეტად დამოკიდებულია წვრილმინის დისპერსულობაზე, როგორც წესი,

შესამჩნევად იზრდება ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის დამძიმებისას. ის არსებითად დამოკიდებულია ნიადაგური კოლოიდების ნივთიერებათა შედგენილობაზე – მათი ორგანული და მინერალური კომპონენტების შეფარდებასა და თიხამინერალუბის ბუნებაზე.

ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნიადაგის და ეკოსისტემის ცხოვრებაში. სორბციული ფუნქციის წყალობით შესაძლებელია არსებობა არა მარტო მდიდარ, არამედ ღარიბ ნიადაგზეც. სორბციული ფუნქცია არსებით გავლენას ახდენს კულტურულ აგროცენოზში მცენარეების უზრუნველყოფაში კვების ელემენტებით. ნიადაგების სორბციული ფუნქციის დადებით გამოქვავებას წარმოადგენს, აგრეთვე, ქვედა ჰორიზონტში ჩარეცხილი კვების ელემენტის შეკავება. ნიადაგის სორბციული ფუნქცია შეიძლება იძლეოდეს უარყოფით ეფექტსაც. ზოგიერთ ნიადაგურ სახესხვაობაში ხდება ელემენტის დაკავშირება ძნელადმისანვლომ ფორმაში, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს სასუქების ეფექტურობას.

ნიადაგური შთანთქმული კომპლექსის ოპტიმიზაციის კონკრეტულ ხერხებს შორის საჭიროა აღინიშნოს გაცვლითი წყალბადის და ალუმინის გადიდებული რაოდენობით შემცველი მჟავე ნიადაგის მოკირიანება, ბიცობი ნიადაგების მოთაბაშირება. დადებითად მოქმედებს ნიადაგების გამდიდრება ჰუმუსით – ნაკელის და მწვანე სასუქების შეტანა, ბალახთესვა.

ნიადაგში მოხვედრილი დამაბინძურებლების შთანთქმის უარყოფით შედეგებს მიეკუთვნება გარემოს და ნიადაგური საფარის რადიოაქტიური დაბინძურება. ბუნებრივი და ანთროპოგენური ლანდშაფტების ნიადაგის რადიოაქტიური დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა – აირები და ატმოსფეროდან შემოსული აეროზოლები, აგრეთვე, რადიონუკლიდები, რომლებიც ხდება ნიადაგში სარწყავი წყლებით და მინერალური სასუქით და განიცდის შემდგომ აქტიურ სორბციას. მცენარის მიერ რადიონუკლიდების დაგროვება არსებითად დამოკიდებულია ნიადაგურ ხსნარში ელემენტების – ბიოფილების – შემცველობაზე, რომელთანაც რადიონუკლიდები იმყოფებიან კონკურენტულ შეფარდებაში. მაგალითად, ნიადაგურ ხსნარში კალციუმის კონცენტრაციის გაზრდისას მცირდება რადიონუკლიდების კონკურენტული უნარი იონურ-გაცვლით ადსორბციაში ფესვების ზედაპირზე.

წერილობით ნიადაგში მობინადრე მიკროორგანიზმების სორბციის ნიადაგურ ფუნქციას აქვს დიდი მნიშვნელობა, რადგან მისი წყალობით მიკროორგანიზმები დაცულია ტენის დაღმავალი დენით გატანით ნიადაგური პროფილიდან. სორბციული უნარი გააჩნია, აგრეთვე, მიკროორგანიზმების როგორც ცოცხალ, ისე მკვდარ უჯრედებს. გადახურებისგან დაღუპული ბაქტერიული უჯრედები 90%-ით ინარჩუნებენ თავის სორბციულ თვისებებს. მიკროორგანიზმების სორბცია დამოკიდებულია, აგრეთვე, მიკრობის უჯრედის და სორბენტის ზედაპირის კონტაქტზე. კონტაქტის ხელსაყრელ პირობებში მიკროორგანიზმების სორბცია ნიადაგებში და მინერალებში სწრაფად მიმდინარეობს და შეიძლება მიაღწიოს მაქსიმუმს 5-10 წუთის შემდეგ. ნიადაგებით და მინერალებით მიკროორგანიზმების შთანთქმაზე გავლენის არსებითი

ფაქტორია, აგრეთვე, ნაწილაკების ზომა. ნაწილაკების ზომების ზრდასთან ერთად, ჩვეულებრივ, აღინიშნება მიკრობების სორბციის შესამჩნევი ზრდა.

საინფორმაციო ფუნქცია. მათ შორის საინტერესოა სეზონური და სხვა ბიოლოგიური პროცესისთვის სიგნალის ფუნქცია, რომელიც, პირველ რიგში, კონტროლდება ნიადაგის პერიოდულად ცვლადი პარამეტრებით – თბური, წყლოვანი, კვებითი და მარილიანობის რეჟიმებით.

ეკოსისტემების რიცხოვნობის, შედგენილობის და სტრუქტურის რეგულაციის ფუნქციის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფორმას წარმოადგენს ნიადაგური ფაქტორების ზემოქმედება ეკოსისტემების კონკრეტულ სტრუქტურაზე. დადგენილია ნიადაგური უხერხემლოების განსახლების კავშირი ნიადაგის კონკრეტულ თვისებებთან. მაგალითად, ჭიაყელების დიფერენციაცია დამოკიდებულია მკვედარი საფარის მასაზე, მოლუსკების – ნიადაგის pH-ზე და ა.შ.

ეკოსისტემის შედგენილობაზე ნიადაგის გავლენის მნიშვნელოვან ფორმას წარმოადგენს მასში მოხვედრილი თესვების განვითარების ხასიათი. თესვების მასიდან აღმოცენდება მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი, რაც ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგის წყლოვან-თბურ, ტემპერატურულ და კვებით რეჟიმებზე, pH-ზე, მეტაბოლიტების შემცველობასა და შეფარდებაზე. მიწების ფართო ათვისებისას და მათში სასუქების შეტანისას ბევრი ნიადაგი განიცდის არსებით ცვლილებას, რაც სხვადასხვა სახით გავლენას ახდენს ნიადაგის აღნიშნულ ფუნქციაზე.

ზოგიერთი სუბსტრატის გამშვები მექანიზმის ფუნქცია მუდმივად ეკოსისტემების შეცვლაში ნიადაგების დამლაშების ან დაჭაობების შედეგად. ყოველივე ეს იწვევს ნიადაგის, როგორც ბინადრობის გარემოს, სტადიურ ცვლილებას და წარმოქმნის შესაბამის სუბსტრატებს.

ნიადაგში გამოიყოფა კიდევ ერთი ფუნდამენტური ინფორმაციული ფუნქცია – „მეხსიერების“ ფუნქცია. მიაჩნიათ, რომ ნიადაგი არის ლანდშაფტის მეხსიერება. მეტად საინტერესოა ვ. ტარგულიანისა და ი. სოკოლოვის კონცეფცია ნიადაგის ორმაგი ბუნების შესახებ, რომლის თანახმადაც ნიადაგური სხეული შედგება ნიადაგი-მეხსიერებისგან – მდგრადი თვისებების და ნიშნების კომპლექსისგან, რომელიც იქმნება მისი განვითარების მთელი ისტორიის მანძილზე და ნიადაგი-მომენტისგან – დაკვირვების მომენტში ნიადაგის ყველაზე ცვლადი პროცესების და თვისებების ერთობლიობისგან. ლანდშაფტის კომპონენტებისგან ნიადაგი გამოირჩევა ყველაზე მკაფიოდ გამოხატული უნარით, ასახოს გეოგრაფიული გარემოს ფაქტორები და „ჩაინეროს“, შეინახოს თავის გენეტიკურ პროფილში ინფორმაციის ყველაზე დიდი რაოდენობა. ნიადაგი, ერთი მხრივ, ასახავს გარემოს, „ინერს, იმპასიონებს, კოდირებს“ გენეტიკურ პროფილში ინფორმაციას ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორების შესახებ; მეორე მხრივ, ნიადაგი ასახავს რა გარემოს, ცდილობს გარდაიქმნას ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორების მოცემულ კომბინაციასთან განონასწორებულ პროდუქტად. ნიადაგის მიერ გარემოს მაქსიმალურად სრული ასახვა დგება მაშინ, როდესაც ყველა ნიადაგური თვისება გამოხატავს თავის „დამახასიათებელ დროს“ (ნიადაგების სრული „კლიმაქსი“).

მთლიანობის ფუნქცია. ეკოსისტემაში არსებული ან მოხვედრილი ნივთიერების და ენერგიის ტრანსფორმაციის არსი მდგომარეობს ნიადაგნარმოქმნის პროცესით, დედაქანების საწყისი ნივთიერებითა და მტვრით, ატმოსფერული ნალექებით, ზედაპირული და გრუნტის წყლებით, მცენარეული ნარჩენებით მოხვედრილი პროდუქტების გარდაქმნაში. ამის შედეგად, ნიადაგის სუბსტრატი იძენს ხელსაყრელ თვისებას მასზე დასახლებული ეკოსისტემებისთვის. მაგალითად, იმ პირიზონტებში, რომლებიც პასუხისმგებელია მცენარეების უზრუნველყოფაში საკვები ელემენტებით, შეიმჩნევა არამარტო მრავალი ნაერთის დაგროვება ხსნად და გაცვლით ფორმაში, არამედ რიგ ელემენტს შორის არსებული შეფარდების გარკვეული ცვლაც იმასთან შედარებით, რაც იყო საწყის ქანში. ამასთან დაკავშირებით, ქანთან შედარებით ნიადაგი ჩვეულებრივ შეიცავს უფრო მეტ ნახშირბადს, აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს და სხვა ელემენტებს, რითაც აიკება ცოცხალი ორგანიზმების სხეული. ეს ხდება ორგანიზმების ცხოველქმედებით ნარმოქმნილი დედაქანების და ორგანოგენური ნარჩენების ნიადაგების და ცოცხალი ნივთიერების მიერ უდიდესი გეოქიმიური გარდაქმნის შედეგად. მოცემული ტრანსფორმაციის მნიშვნელოვანი შედეგია ორგანული ნარჩენების გახსნის შედეგად ფოტოსინთეზით აკუმულირებული ენერგიის გათავისუფლება. არსებითია, რომ ენერგია თავისუფლდება არა მარტო თბური, არამედ ქიმიური ფორმითაც, რასაც არანაკლები მნიშვნელობა აქვს, ორგანული ნაერთების ნარმოქმნასთან შედარებით. მყარი ნივთიერების მუდმივი გარდაქმნის შედეგად ნიადაგები არსებობენ, როგორც გაუნონანსორებული, საკმაოდ დინამიკური, თავისუფალი, ენერგიით მდიდარი სისტემები.

ნიადაგის სანიტარული ფუნქციის გამოყვანებაში გამოიყოფა სამი ძირითადი ასპექტი. პირველი ასპექტი დაკავშირებულია ნიადაგური ორგანიზმების მონაწილეობასთან ზედაპირზე მოსული ორგანული ნარჩენების დესტრუქციაში. მეორე მნიშვნელოვანი ასპექტი დაკავშირებულია ანტისეპტიკურ თვისებებთან, რომლებიც ზღუდავენ მასში დამავადებელი მიკროორგანიზმების განვითარებას. მესამე ასპექტი გულისხმობს ცოცხალი ორგანიზმების გაცვლის პროდუქტების დაშლას ნიადაგური მიკრობებით.

საცავი და ბუფერული ეკოსისტემური ეკრანის ფუნქციის თანახმად, ხანგრძლივი ევოლუციის შედეგად ჩამოყალიბებული ეკოსისტემების ზონალური ტიპები ხასიათდება მნიშვნელოვანი მდგრადობით. ეს შესაძლებელი ხდება მასში ბუფერული და მარეგულირებელი მექანიზმების უკუკავშირის არსებობით. ეს პომეოსტატიკური რეგულირების უნარი მნიშვნელოვანია, რადგან უზრუნველყოფს დედამინის ჩამოყალიბებული ეკოსისტემების ფუნქციონირებას, რაც, თავის მხრივ, ნარმოადგენს ბიოსფეროს კეთილდღეობის საწინდარს.

განსახილველი ფუნქციის არსებითი მხარეა ნიადაგის მიერ ეკოსისტემების დაცვა სხვადასხვა ფაქტორის (წყლის, ქარის, სიმძიმის ძალის) მოქმედებით მექანიკური დაშლისაგან, რაც მიიღწევა ნიადაგის ისეთი თვისებებით, როგორიცაა წყლისმიერი ეროზიის წინააღმდეგობის განევის უნარი, მცენარეების მიერ შეკავება ვერტიკალურ

მდგომარეობაში, წერილობითი გამტკიცების თავიდან აცილება და სხვ. ეს თვისებები, როგორც წესი, კარგად არის გამოხატული ყამირ სახესხვაობებში, მაგრამ ხშირად უარესდება მიწების დამუშავების შედეგად. ამავდროულად, მელიორაციული ღონისძიებების კომპლექსს შეუძლია არა მარტო შეინარჩუნოს ეს თვისებები, არამედ გააუმჯობესოს ისინი, განსაკუთრებით დაბალპროდუქტიული ნიადაგების შემთხვევაში.

ნიადაგების ბუფერული ფუნქციების გამომჟღავნება აისახება ნიადაგური თესლების მარაგის ხარჯზე დარღვეული ეკოსისტემების აღდგენაში, რომელიც აყალიბებს ნიადაგური საფარის სტრუქტურის გავლენას, ხელს უწყობს ფიტოცენოზების პირვანდელი არაერთგვაროვნების აღდგენას.

ყველაზე ინტეგრარულ ფუნქციას წარმოადგენს ნიადაგური ნაყოფიერება, რომელიც განისაზღვრება ნიადაგის ყველა თვისების და ზემოთ დახასიათებული ფუნქციების ურთიერთქმედებით. ხანგრძლივი დროის მანძილზე ნიადაგური ნაყოფიერება მარტივად აიხსნებოდა და უკავშირდებოდა ნიადაგური თვისებების შეზღუდულ რიცხვს. მეცნიერების თანამედროვე მიღწევები მეტყველებს ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების და რეგულირების საკითხებისადმი კომპლექსური დინამიკური მიდგომის აუცილებლობაზე. რომელიმე ფაქტორის ან ფუნქციის გაუთვალისწინებლობამ, შეიძლება გამოიწვიოს სასუქების, სამუშაო დროის და ტექნიკის ფუჭი ხარჯვა.

ნიადაგების გლობალური ფუნქციების კატეგორიაში შედის ფუნქციები, რომელთა რეალიზაცია ხდება ნიადაგური საფარით და მისი ურთიერთქმედებით ლითოსფეროსთან, ჰიდროსფეროსთან, ატმოსფეროსთან, ბიოსფეროსთან და ეთნოსფეროსთან.

ლითოსფერული ფუნქციები. ლითოსფერო თავისი ზედაპირული შრეებით არა მარტო განსაზღვრავს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მიმართულებას და მრავალფეროვნებას, არამედ დამოკიდებულია მის ზედაპირზე არსებული ნიადაგის თხელი გარსის მრავალ გამოვლინებასა და ტრანსფორმაციაზე. ნიადაგწარმოქმნის ზემოქმედებას, პირველ რიგში, განიცდიან გამოფიტვის ქერქი და დანალექი გარსი. მაგრამ თუ ავიღებთ გეოლოგიურ მასშტაბებს, ლითოსფეროს სხვა შემადგენელი ნაწილებიც დაკავშირებულია პლანეტის ნიადაგურ აფსკში მიმდინარე პროცესებთან. პრობლემის მნიშვნელოვანი მხარეა ეკოზოგენური გეოლოგიური პროცესების შესწავლა და მათი გადახლართვა ნიადაგწარმოქმნის პროცესებთან.

ჰიდროსფეროსთან და ჰაეროვან გარსთან მოსაზღვრე ლითოსფეროს ზედა ნაწილი იმყოფება განსაკუთრებულ თერმოდინამიკურ და გეოქიმიურ პირობებში. ლითოსფეროს ზედაპირული ჰორიზონტები განიცდიან რიგი აგენტის მუდმივ დამანგრეველ ზემოქმედებას. ამის ნათელი მაგალითია დედამიწის ანთროპოგენური გაუდაბნოების კატასტროფული სიდიდე. ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიისგან ქვიანი გარსის დღის ჰორიზონტების დაცვის გარდა, ნიადაგი ასრულებს არანაკლებ არსებით ფუნქციას და წარმოადგენს ლითოსფეროს პროგრესული განვითარების მნიშვნელოვან პირობას.

ეკზოგენეზი დედამიწაზე, რომელიც უშუალოდ დაკავშირებულია ცოცხალი ნივთიერების და ნიადაგნარმოქმნის პროცესთან ლითოსფეროზე, წარმოადგენს, აგრეთვე, რელიეფის ახალი ფორმების და ეკზოგენური ნაერთების, მინერალების, ქანების და სასარგებლო წიაღისეულის მთელი კლასის წარმოქმნელების შემქმნელს.

ლითოსფეროს ზედა შრის ბიოქიმიურ გარდაქმნაში ნიადაგი იღებს უშუალო და არაპირდაპირ მონაწილეობას. არაპირდაპირი მონაწილეობა მდგომარეობს იმაში, რომ ნიადაგის გარეშე, რომელიც წარმოადგენს ხმელეთის ორგანიზმების ბინადრობის ძირითად არეს, ლითოსფეროს აქტიური ბიოქიმიური შეცვლა იქნებოდა შეუძლებელი; ნიადაგის გარეშე ცოცხალი ორგანიზმები და მათი მეტაბოლიტები არ წარმოადგენენ დედამიწის გლობალური გარდაქმნის სერიოზულ ფაქტორს. განხილულ პროცესში ნიადაგის უშუალო მონაწილეობა მრავალმხრივია. პირველ რიგში ნიადაგი არის ნიადაგნარმოქმნის პროცესში ფორმირებული სპეციფიკური და არასპეციფიკური ბუნების ორგანული მყავების მიმწოდებელი.

ლითოსფეროს ზედაპირული შრეების ნივთიერების მობილიზაციის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფორმაა მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის გადაყვანა კოლოიდურ და ჭეშმარიტ ხსნარებში, რომლებსაც გააჩნიათ მაღალი მიგრაციული აქტივობა და წყლის ნაკადებთან ერთად შეუძლიათ კონტინენტური სივრცეების გავლით გადაადგილდნენ მსოფლიო ოკეანის სიღრმით ზონამდე. დედამიწის ქერქის ნივთიერების გამოფიტვის და მობილიზაციის ნიადაგური აგენტების ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად მიიღწევა ჰიპერგენეზისის დინამიკური განვითარების და ფუნქციონირების ერთ-ერთი მთავარი პირობა – ლაბილური ნაერთების და ელემენტების ფონდის შექმნა, რომლებიც ქმნიან სხვადასხვა ტიპის ნივთიერებების მიგრაციის და წრებრუნვის საჭირო წინაპირობას.

დედამიწის ლითოსფეროს გარეშე მოხდის ნიადაგური გარსი წარმოადგენს მასში მინერალების, ქანების და წიაღისეულის ფორმირების უმნიშვნელოვანეს წყაროს. მთელი დანალექი და მეტამორფული გარსი წარმოიქმნა იმ ნივთიერების სხვადასხვა მონაწილეობით, რომლებმაც ნათლად განიცადეს ნიადაგნარმოქმნის პროცესის ზემოქმედება.

ნივთიერებების მობილიზაცია, რომლის საფუძველს წარმოადგენს კრისტალურ მესერში დაკონსერვებული ნაერთების გადასვლა მოძრავ მდგომარეობაში, ყველაზე ეფექტურად ხორციელდება განვითარებული ნიადაგური საფარის ტერიტორიაზე, რომელიც საკმარისი ატმოსფერული დატენიანების პირობებში წარმოადგენს როგორც ორგანოგენური, ისე მინერალური ქანების და სასარგებლო წიაღისეულის წარმოების მძლავრ საწარმოს. ატმოსფეროს აკუმულირებული მზის ენერგიის და ნივთიერების დედამიწის წიაღში გადაცემაში ნიადაგის მონაწილეობა სათანადოდ შესწავლილი არ არის, თუმცა ამ პროცესის რეალობა ეჭვს არ იწვევს. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ლითოსფეროს სხვადასხვა შრეებს შორის ენერგიის და ნივთიერების ცვლა.

ლითოსფეროს ევოლუცია და შედგენილობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული იმ პროცესებთან, რომლებიც ვითარდებოდა ყველა ზედა ნაწილში, დედამიწის „სახურავზე“. დანაღები ქანები, მრავალი ეკზოგენური მინერალური სასარგებლო წიაღისეული ფორმირდებოდა ნიადაგური მასალის და ნიადაგწარმოქმნილი პროცესების თანხლებით ან განმსაზღვრელი მონაწილეობით.

ჰიდროსფერული ფუნქციები. ჰიდროსფეროს ცნება შემოღებული იყო ე. ზიუსის მიერ, რომელიც გულისხმობდა დედამიწის მთელ თხიერ გარსს. დედამიწის ქერქისთვის 20-25 კმ სიმძლავრის წყლის მოცულობა სხვადასხვა მდგომარეობაში შეფასებულია $1,3 \cdot 10^9$ კმ³, რაც, დაახლოებით, უდრის მსოფლიო ოკეანის წყლის მოცულობას.

წყლის გარსის სტრუქტურის ანალიზის დროს მკაფიოდ მუდგენდება ჰიდროსფეროს შენების ასიმეტრია. მსოფლიო ოკეანე იკავებს მისი მოცულობის 94% და დედამიწის ზედაპირის 72%-ს. დარჩენილი მოცულობის 6% აგრეთვე ნაწილდება არათანაბრად: 46% მოდის მინისქვეშა წყლებზე, 1,6% – პოლარულ მყინვარებზე, 0,25% – მტკნარ ზედაპირულ წყლებზე, 0,001% – წყლის ორთქლზე. ფართობის ერთეულზე წყლის რესურსებით ყველაზე მდიდარია სამხრეთ ამერიკის ტერიტორია. სრული და მინისქვეშა ჩამონადენი ორჯერ მეტია ვიდრე ევროპაში, რომელიც იკავებს მეორე ადგილს; შემდეგ მოდის აზია, ჩრდილოეთ ამერიკა, აფრიკა და ავსტრალია. მაგრამ სრული და მინისქვეშა საერთო მოცულობით, რაც ფართობზეა დამოკიდებული, კონტინენტები შემდეგნაირად ნაწილდება: პირველ ადგილს იკავებს აზია, შემდეგ სამხრეთ ამერიკა, ჩრდილოეთ ამერიკა, აფრიკა, ევროპა და ავსტრალია ოკეანეთით.

ჰიდროსფეროს დამახასიათებელი ნიშანია მუდმივმოქმედი წყალბრუნვა, რომელიც წარმოდგენილია ერთიან წყლის გარსად.

მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგის ჰიდროლოგიური ფაქტორის როლი, რაც პირველად ნაჩვენები იყო ცნობილი ფრანგი ჰიდროლოგის, ბელგრანდის მიერ XIX საუკუნის მეორე ნახევარში.

ნიადაგის გლობალურ ფუნქციებში ჰიდროსფერულ ნაწილს უკავია მნიშვნელოვანი ადგილი. სულ გამოიყოფა ნიადაგის ოთხი გლობალური ფუნქცია: ლითოსფერული, ჰიდროსფერული, ატმოსფერული და ბიოსფერული.

ატმოსფერული ფუნქცია. თუ ჰიდროსფეროს და ნიადაგის მჭიდრო კავშირი უკვე გახდა საკმარისად აშკარა, ატმოსფერული პროცესების დამოკიდებულება ნიადაგური აფსკისგან შეიძლება მოგვეჩვენოს სუსტი და დაუდგენელი. სინამდვილეში ნიადაგის ზემოქმედება ჰაეროვან აფსკზე ისევე, როგორც ჰიდროსფეროზე მრავალფეროვანია და არსებითი. ეს განისაზღვრება, პირველ რიგში, ჰიდროსფეროს ერთიანობით.

ნიადაგთან ატმოსფეროს შემადგენლობის და დინამიკის მჭიდრო დამოკიდებულება, პირველ რიგში, განპირობებულია მათი ურთიერთშეღწევით ნიადაგის გაზისებრი ფაზის მეშვეობით. ატმოსფეროზე ნიადაგის გავლენის მნიშვნელობა განისაზღვრება კიდევ იმით, რომ თუმცა ატმოსფეროს გარეშე საზღვარი გადის დაახლოებით 1000 კმ სიმაღლეზე, მისი ძირითადი მასა, რომელიც ტოლია $5,27 \cdot 10^{18}$ კგ,

თავმოყრილია შედარებით თხელ მიწისპირა შრეში. რადგანაც ატმოსფეროს სხვადასხვა ნაწილებს შორის არსებობს ნივთიერების და ენერგიის მუდმივი გაცვლა, ამიტომ პაეროვანი გარსის ქვედა შრეების ურთიერთქმედების შედეგები ნიადაგთან სხვადასხვა ხარისხით აისახება მთელ ატმოსფეროზე.

ატმოსფეროს დამახასიათებელი ნიშანია მისი მრავალშრიანობა. ყველაზე მრავალშრიანად და მუდმივად ნიადაგი ურთიერთმოქმედებს ტროპოსფეროსთან, რომლის სიმაღლე წლის სხვადასხვა დროს და სხვადასხვა განედზე განსხვავებულია: პოლუსებზე, დაახლოებით 8-10, ზომიერ განედებში - 9-12, ეკვატორზე - 16-18 კმ. ტროპოსფეროში პაერი მოძრაობს არა მარტო ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით, არამედ განუწყვეტლივ ხდება მისი ერთმანეთში შერევა. ამგვარად, პაეროვან მასებში ნიადაგურ-მცენარეულ საფართან კონტაქტის ზონაში მომხდარი ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებები, მალე ისახება ზემოთ მდებარე შრეებში.

ნიადაგის ატმოსფერულ ფუნქციებს შორის გამოიყოფა მისი გავლენა ატმოსფეროს გაზობრივი შემადგენლობის ფორმირებაზე. ის ორი ძირითადი ფორმით ვლინდება - ატმოსფერული აირების შემადგენლობაზე ნიადაგების გასაშუალებული და პირდაპირი ზემოქმედებით. პირველი განისაზღვრება ნიადაგის თვისებებზე ატმოსფეროს მრავალი პარამეტრის (ჟანგბადის, CO₂, მიკროაირების და სხვ.) ხმელეთის ბიოცენოზების ფუნქციონირებასთან დამოკიდებულებით. პირდაპირი ზემოქმედება მდგომარეობს თვით აირცვლაში ნიადაგსა და პაეროვან გარსს შორის. ატმოსფეროს აიროვან შემადგენლობაზე ნიადაგის გავლენის მასშტაბები შთაბეჭდილია, განსაკუთრებით თუ მას ისტორიულ ჭრილში განვიხილავთ.

ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედების შედეგად ატმოსფეროს შემადგენლობის არსებითი ტრანსფორმაცია დაიწყო ბევრად უფრო ადრე, ვიდრე ხმელეთზე დასახლდებოდა უმაღლესი მცენარეულობა - 3,5-4 მლრდ წლის წინ. არის საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ დაახლოებით ასეთივე დროით შეიძლება განისაზღვროს ნიადაგების მონაწილეობა დედამიწის პაეროვან გეოსფეროსთან ურთიერთმოქმედებაში. სიცოცხლე მისი გაჩენიდან ბაქტერიალური ფორმით მჭიდროდ იყო დაკავშირებული არა მარტო ბინადრობის წყლოვან გარემოსთან, არამედ სხვა გარემოებებთან, მათ შორის, ქანების ზედაპირთან, რომელიც გეოლოგიურად მოკლე ვადებში გარდაიქმნა პედოგენურ სხეულებად და პრიმიტიულ ნიადაგად და რომლებიც უზრუნველყოფენ ატმოსფეროზე უძველესი მიკროორგანიზმების პრინციპულად უფრო ინტენსიურ ზემოქმედებას.

თანამედროვე ატმოსფერო, რომელიც შეიქმნა დედამიწის ხანგრძლივი განვითარების მანძილზე, აირების შემადგენლობით არ იმყოფება სტაბილურ მდგომარეობაში. მიუხედავად იმისა, რომ სხვადასხვა ზონებში შემადგენელი კომპონენტები ხასიათდებიან გარკვეული შეფარდებით, ატმოსფერო არსებობს მათი უწყვეტი სივრცობრივ-დროებითი ცვლილების მდგომარეობაში, განსაკუთრებით, ტროპოსფეროს ქვედა შრეებში, რომელიც ესაზღვრება ნიადაგურ-მცენარეულ საფარს. დადგენილია, რომ ტროპოსფეროს შემადგენლობა საკმაოდ რთული და ნაირგვარია.

ნიადაგური პაერის შემადგენლობის განხილვისას საჭიროა აღინიშნოს, რომ მასში გამოიყოფა მაკროაირები, რომლებიც მუდმივად არიან ნიადაგში, და მიკროაირები – აირები-უფემერები. მაკროაირები შედგება აზოტისგან, ჟანგბადისგან, ნახშირორჟანგისგან.

აზოტის შემცველობა ნიადაგურ პაერში ახლოს არის მის შემცველობასთან ატმოსფეროში. ჟანგბადის რაოდენობა ნიადაგურ პაერში მერყეობს დიდ ფარგლებში – ნილის ათეულიდან 21%-მდე. ნიადაგში ჟანგბადის შემცველობის ძლიერი მერყეობა არსებით გავლენას ახდენს ბიოცენოზების მდგომარეობაზე. ჟანგბადის ნაკლებობა თრგუნავს ფესვის ბუსუსების განვითარებას, ხელს უწყობს დამაავადებელი მიკროორგანიზმების გავრცელებას, რომლებიც ინვევენ ფესვის ლპობას და მცენარეების აღმონაცენის მასიურ განადგურებას.

ნიადაგისა და ატმოსფეროს ურთიერთმოქმედების პრობლემაში მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს არა მარტო აირების გამოყოფა ნიადაგური სისტემებით, არამედ საწინააღმდეგო პროცესიც – ნიადაგის მიერ ატმოსფერული აირების შთანთქმა.

ნიადაგს გააჩნია აირმარეგულირებელი ფუნქცია, რომელიც ვრცელდება ატმოსფერული აირების უდიდეს ნაწილზე.

დედამიწის ზედაპირის გეოსფეროებს შორის ნიადაგის სასაზღვრო მდებარეობა განსაზღვრავს ყოველ მათგანთან მისი ურთიერთქმედების მრავალფეროვნებას. ურთიერთკავშირში ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის არსებითია მათი გაცეცლა არა მარტო აირებით, არამედ წვრილდისპერსული მყარი ნივთიერებით და მიკროორგანიზმებით, რომლებსაც, გარკვეულ პირობებში, შეუძლიათ ნიადაგური ზედაპირიდან პაეროვან გარსში, ხოლო გარკვეული დროის შემდეგ, საკმაო მანძილზე გადაადგილებული სახით კვლავ მას დაუბრუნდნენ. სისტემაში, ნიადაგი-ატმოსფერო მყარი ნივთიერების და მიკროორგანიზმების ორმხვრივი მოძრაობის მთავარი მიზეზი მდგომარეობს პაეროვანი მასების მნიშვნელოვანი ძალის ნაკადების არსებობაში, რომლებსაც შეუძლიათ ნიადაგის ჰორიზონტებიდან წერილმინა (მათი გაშიშვლების შემთხვევაში) აერალური გზით ამა თუ იმ მანძილზე გადაადგილონ შემადგენელი ნაწილაკების ზომების გათვალისწინებით.

არსებით ნიადაგურ ეკოლოგიურ ფუნქციებს შორის გამოიყოფა, აგრეთვე, ნიადაგის გავლენა ენერგეტიკულ რეჟიმსა და ატმოსფეროს წყალბრუნვაზე. ატმოსფეროს თბურ რეჟიმზე ნიადაგური საფარის ზემოქმედება განისაზღვრება, პირველ რიგში, ნიადაგის მიერ მზის რადიაციის შთანთქმით და არეკვლით, რაზედაც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სითბოს და ტენიის დინამიკა ატმოსფეროს ქვედა სარტყლებში. რაოდენობრივად ნიადაგების და დედაქანების მიერ მზის რადიაციის შთანთქმა-არეკვლის პროცესები შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ. აღსანიშნავია, რომ ნიადაგნარმოქმნა ცვლის ქანის არეკვლის უნარს.

კაცობრიობის საქმიანობა, რომელიც გახდა გლობალური მასშტაბის ფაქტორი, არსებითად აირეკლა ნიადაგური საფარის ატმოსფერულ ფუნქციებზეც. ამჟამად უკვე დადასტურებულია პედოსფეროს ეკოლოგიურად მნიშვნელოვანი ატმოსფე-

რული ფუნქციების შესუსტება და ცვლილება. მოცემული მოვლენა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ბიოსფეროში დეგრადაციულ პროცესებთან, რაც გამოწვეულია მისი რესურსების არარაციონალურ გამოყენებასთან.

ნიადაგის გავლენა ატმოსფეროს აიროვან შემადგენლობაზე ბევრად შემცირდა ვრცელ ტერიტორიებზე მიწების დანგრევის და მათი ნაყოფიერების შემცირების შედეგად. ისტორიულ პერიოდში აქტიურად მოქმედი პედოსფეროს ზონა ძლიერ შემცირდა ფიზიკურად (ნიადაგების დანაკარგი ეროზიის, გზების გაყვანის, სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო ობიექტების მშენებლობის და სხვ. გავლენით). ამას გარდა, შემორჩენილმა ნიადაგებმა ძლიერ შეცვალეს თავისი თვისებები, საკმაოდ ხშირად ნეგატიურად. ამის ერთ-ერთი მიზეზია ბიოსფეროს საერთო ანთროპოგენური დებიოლოგიზაცია, რომელმაც არსებითად დაარღვია ევოლუციურად ჩამოყალიბებული ურთიერთკავშირები და შეიმცირა ეკოსისტემების ბუნებრივი და ნიადაგების ნაყოფიერება. ბიომასის ზომების, ორგანიზმების სახეობების რიცხოვნობის და მრავალფეროვნების შემცირება არღვევს საერთო ევოლუციურ პროცესს, კვებით ჯაჭვებს, ამცირებს ენერგეტიკულ რესურსებს, ცვლის ნივთიერებების ბიოგეოქიმიურ წრებრუნვებს ეკოსისტემებში. ნიადაგები ღარიბდება, კარგავს ნაყოფიერებას და აგროკულტურულ ღონისძიებებზე რეაგირების უნარს. ნიადაგების თვისებების, ბიოლოგიური აქტიურობის და ნაყოფიერების გაუარესებასთან ერთად უარესობისკენ იცვლება მათი უმნიშვნელოვანესი ატმოსფერული ფუნქციები. განსაკუთრებით სერიოზული შედეგები იქმნება სისტემაში ნიადაგი-ატმოსფერო ნორმალური აირ-ცვლის დარღვევის დროს. ნეგატიური შედეგები, პირველ რიგში, ვლინდება თვით ნიადაგური ატმოსფეროს შედგენილობაზე.

ნიადაგის ატმოსფერული ფუნქციების ნორმალიზაციის და ოპტიმიზაციის პრობლემის გადასაწყვეტად განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს: 1) ჰაეროვანი გარსის და მთლიანად გარემოს შემდგომი დაბინძურების ბლოკირებას; 2) სოფლის და სატყეო მეურნეობის ეკოლოგიზაციას; 3) ნიადაგური საფარის და ბიოსფეროს დაკარგული პოზიციების აღდგენას; 4) რაციონალური მინათსარგებლობის და ბუნებათსარგებლობის სისტემების და ხერხების გაძლიერებას და მეცნიერული დასაბუთების კონკრეტიზაციას; 5) ამ სისტემების და ხერხებისთვის აუცილებელ ტექნიკურ, ეკონომიკურ და სამართლებრივ ნინაპირობას.

საერთო ბიოსფერული და ეთნოსფერული ფუნქციები. ნიადაგის უდიდესი მნიშვნელობა, როგორც დედამიწის მცენარეების და ცხოველების არსებობის გარემო, პირველ რიგში, მჟღავნდება იმაში, რომ სწორედ მასთან არის დაკავშირებული ცოცხალი ორგანიზმების უმრავლესი სახეობების არსებობა და პლანეტაზე ცოცხალი ნივთიერების ძირითადი მასის წარმოქმნა.

მეტად მნიშვნელოვანია ხმელეთის ცოცხალი ნივთიერების მაღალი კონცენტრაცია სივრცესა და დროში. მიუხედავად იმისა, რომ ხმელეთზე სიცოცხლისთვის ვარგისი სივრცე, ოკეანესთან შედარებით, ფართობით 2,4-ჯერ ნაკლებია, ხოლო მო-

ცულობით 11-ჯერ, ხმელეთის ბიომასა ასეულჯერ ასეულობით ჯერადად აღემატება ოკეანის ცოცხალი ნივთიერების საერთო რაოდენობას. ხმელეთის ცოცხალი ნივთიერების სივრცობრივი კონცენტრაციის თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ ის თავმოყრილია ვერტიკალურად ძალიან ვიწრო (მეტრები – ათეული მეტრები) ფოტოსინთეზის (ლითოსფეროს და ატმოსფეროს კონტაქტის ადგილი) ზოლში. სიცოცხლის უმაღლესი კონცენტრაციის ეს სასაზღვრო ზონა შემოფარგლულია ნიადაგური ფენით და ტროპოსფეროს იმ ქვედა შრით, სადაც ხარობს მერქნიანი მცენარეები.

დროში ხმელეთის ცოცხალი ნივთიერების კონცენტრაცია გამოიხატება იმით, რომ წლის განმავლობაში ბიომასის განახლება და დაგროვება დაკავშირებულია კონკრეტულ, ხშირად შეზღუდული ხანგრძლივობის პერიოდებთან, რომლის გარეთ ალინიშნება უმრავლესი ორგანიზმების აქტიურობის მკვეთრი ვარდნა მათი სრული ან თითქმის სრული მოსვენების მდგომარეობამდე.

მნიშვნელოვანი ნაყოფიერება და, განსაკუთრებით, ჰუმუსში კვების ელემენტების მარაგები იძლევა საშუალებას, რათა ხმელეთის ავტოტროფები უფრო მჭიდროდ დასახლდნენ ხმელეთზე. ამჟამად დედამიწაზე ალინიშნება 2 მლნ ცოცხალი ორგანიზმი, მათ შორის, 1,5 მლნ ცხოველი და დაახლოებით 500 ათასი მცენარეული ორგანიზმი ფართო გაგებით. საერთოდ, პლანეტაზე არსებული ორგანიზმების 90%-ზე მეტი დაკავშირებულია ხმელეთთან. ხმელეთის ცოცხალი ნივთიერების მაღალი სახეობრივი მრავალფეროვნება მეტყველებს ოკეანეებთან შედარებით, ხმელეთზე ევოლუციური პროცესის უფრო დიდ დაძაბულობაზე და შედეგიანობაზე, რაც ბევრად დაკავშირებულია კონტინენტების, განსაკუთრებით ნიადაგური გარემოს კონტრასტულობასა და მაღალ დიფერენცირებაზე.

ხმელეთის გარემოს სირთულე და დიფერენცირება წარმოშობს ხმელეთის ცოცხალი ნივთიერების საკმაოდ დიდ სტრუქტურულ-ფუნქციურ მრავალფეროვნებას. ნიადაგურ-ჰაეროვანი არსებობის გარემოს ცოცხალი ორგანიზმების მაღალი გარდამქმნელი ზემოქმედება ბევრადაა განპირობებული იმით, რომ ხმელეთის ბიოგეოცენოზებს გააჩნიათ სტრუქტურულ-ფუნქციური ორგანიზაციის მაღალი დონე.

ნიადაგური ბინადრობის გარემოს უმნიშვნელოვანესი თავისებურებაა ნიადაგის უნარი იყოს ხმელეთის ორგანიზმებისთვის ნივთიერების და ენერგიის აკუმულატორი და წყარო. დედამიწის ნიადაგურ გარსში თავმოყრილია ჰუმუსის დაახლოებით 2500 მლრდ ტონა. ჰუმუსის მარაგები არათანაბრადაა განაწილებული: დაახლოებით ნახევარი დაკავშირებულია ტროპიკული ნიადაგების ფერალიტურ და შავ ნიადაგებთან; შავმიწებში, მათი შეზღუდული ფართობების გამო, თავმოყრილია ჰუმუსის 200 მლრდ ტონა; ენერ ნიადაგებში – 183 მლრდ ტონა. ნახშირბადზე გადაყვანით ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ყოველწლიური წარმოქმნა შეადგენს 1-2 მლრდ ტონას. ჰუმუსის მარაგების ფორმირების პერიოდია 800-1500 წელი. ამჟამად, ნიადაგური საფარის ფართო გამოყენებასთან და ნიადაგების ეროზიის გაძლიერებასთან დაკავშირებით, ხდება ჰუმუსის მსოფლიო მარაგების შემცირება. წელიწადში ისინი მცირდება 1,2-1,4 მლრდ ტონით, ხოლო უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე დაიკარგა

ჰუმუსის დაახლოებით 400 მლრდ ტონა. აგრეთვე აღინიშნება სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობასთან დაკავშირებული ჰუმუსის წარმოქმნის ტემპების შემცირება ჩამონაცევის დაახლოებით 40%-იანი დაქვეითებით.

ბუნებრივი ზონები წარმოადგენს დედამიწის ნიადაგურ-გეოგრაფიული დარაიონების ძირითად ერთეულს. სწორედ ზონების მონაცვლეობა და სივრცობრივი ორიენტაცია განსაზღვრავს გეოგრაფიული გარსის და ბიოსფეროს კონტინენტური ნაწილის სტრუქტურას. მართალია, ბუნებრივი ზონების კლიმატური განცალკევება საკმაოდ მნიშვნელოვანია, მაგრამ ნიადაგური საფარის მნიშვნელობა ზონების განცალკევებაში, შიდა დიფერენციაში, ფუნქციონირებასა და ევოლუციაში, საკმაოდ დიდია. გეოგრაფიული გარსის ზონალურ დიფერენციაში ნიადაგური საფარის წვლილი შეიძლება განსხვავებული იყოს.

ნიადაგი წარმოადგენს დამაკავშირებელ ჯაჭვს ბიოლოგიურ და გეოლოგიურ წრებრუნვებს შორის. ბიოლოგიური და გეოლოგიური წრებრუნვების ერთ-ერთი მთავარი განსხვავებაა მათი სრული ციკლის ტემპები და დასრულების ვადები. გეოლოგიური წრებრუნვა, ბიოლოგიურისგან განსხვავებით, შეუდარებლად უფრო ნელა მიმდინარეობს. ამიტომ, შედარებით მოკლე ვადაში, რომელიც იზომება ათეული ასეული წლებით, გეოლოგიური წრებრუნვის ცალკეულ ნაკვეთებზე დომინირებს ნივთიერებების ნაკადის ერთი მიმართულება – ჩამოტანა პლაკორებიდან და დაგროვება აკვატორიებში. იმავე ვადებში ბიოლოგიურმა წრებრუნვამ შეიძლება უზრუნველყოს მთელი ციკლი (ბიომასის შექმნიდან მის დაშლამდე). ხმელეთის უდიდეს ნაწილზე მათი მნიშვნელოვანი განსხვავება მდგომარეობს ურთიერთქმედების წინააღმდეგობრიობაში. გეოლოგიურისგან განსხვავებით, ბიოლოგიური წრებრუნვა მიმართულია ელემენტების აკუმულაციასა და შეკავებაზე წყალგამყოფებზე, რომლებიც განიცდიან მუდმივ დენუდაციას. ბიოლოგიური წრებრუნვის აკუმულაციური საქმიანობის რეალიზაციაში ნიადაგის მნიშვნელობაზე მეტყველებს სხვადასხვა ბუნებრივ ზონებში ელემენტების ბიოქიმიური ციკლების მასალები.

ნიადაგური საფარი ბიოლოგიური და გეოლოგიური წრებრუნვების ურთიერთქმედების მნიშვნელოვანი რეგულატორია და დედამიწის ნიადაგური გარსის დარღვევისას აუცილებლად იქმნება ღრმა ცვლილებები ბიოსფეროს ჩამოყალიბებულ გეოქიმიურ ციკლებში. ამრიგად, დაურღვეველი ნიადაგური საფარი წარმოადგენს ბიოსფეროს საცავ ბარიერს და ნორმალური ფუნქციონირების პირობას.

ამჟამად დაგროვილია ვრცელი ცნობები, რომელიც მეტყველებს ნიადაგის დიდ მნიშვნელობაზე ბიოსფეროს ბიოლოგიურ ევოლუციაში. ნიადაგური გარსი უმთავრესი ეკოლოგიური თავისებურებებით შეიძლება იხილებოდეს, როგორც გარდამავალი (წყლოვანსა და ჰაეროვანს შორის) გარემო, რომლის მეშვეობით შესაძლებელია ცოცხალი ორგანიზმების ორგანიზაციის მკვეთრი ცვლილებების გარეშე სიცოცხლის თანდათანობითი გადასვლა წყლოვანი წესიდან – ხმელეთის წესზე. ნიადაგის ასეთი თავისებურება, პირველ რიგში, განისაზღვრება მისი წყლოვან-ჰაეროვანი თვისებებით, რომლის მიხედვით ის არის გარდამავალი წყალსა და ატმოსფეროს შორის.

ნიადაგების ზოგადბიოსფერული ფუნქციების ანთროპოგენური ცვლილებების ძირითადი ტენდენციები, ზოგადად, იგივეა, რაც აქვთ ნიადაგური საფარის ჰიდროსფერულ, ატმოსფერულ და ლითოსფერულ ფუნქციებს. ეს ტენდენციები მდგომარეობს ნიადაგების ბუნებრივი ბიოსფერული ფუნქციების ნაწილობრივ ან არსებით რედუქციაში. ხდება ხმელეთის ორგანიზმების სიცოცხლის ნიადაგური პირობების გლობალური გაუარესება და კონტინენტებზე სიცოცხლისთვის ვარგისი სივრცეების საერთო შემცირება იმიტომ, რომ ხდება ფართობების მნიშვნელოვანი ნაწილის ამოღება საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო მშენებლობისთვის, ეროზიის შედეგად ნიადაგების დაკარგვა, გაუდაბნობა, ღია წესით სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება და სხვ. გარდა ამისა, დეგრადაციული პროცესების პროგრესირების შედეგად, აღინიშნება ნიადაგურ-ეკოლოგიური ნიშების მრავალფეროვნების შემცირება. ერთდროულად ჩნდება ახალი ანთროპოგენურად განპირობებული ნიადაგურ-ეკოლოგიური ნიშები, რომელთა ნაწილი ხელსაყრელია ხმელეთის ორგანიზმების ბინადრობისთვის (წარმატებულად მელიორირებული მიწები, ნიადაგები ხელოვნური ტყის ნარგავების ქვეშ და ა.შ.).

ბოლო დროს გამოყოფენ ნიადაგის ეთნოსფერულ ფუნქციებს, რომლებიც არსებითად განსაზღვრავენ, ეთნოგენეზს და ეთნოსფეროს სიცოცხლეს. ასეთ ფუნქციებს შორის შეიძლება გამოიყოს: ნიადაგის, როგორც ეთნოსფეროს არსებობის და დინამიკის ერთ-ერთი გამორჩეული ფაქტორის მნიშვნელობა, დედამიწის ეთნოსით გამოსაყენებელი სასარგებლო წიაღისეულის და ენერგეტიკული რესურსების ფორმირებაში მისი მონაწილეობა; ნიადაგი, როგორც სამრეწველო და საგზაო ობიექტების მშენებლობის ადგილი; ბუნებრივი გარემოს და ეთნოსების განვითარების შესახებ ნიადაგის მიერ ინფორმაციის შენახვა და სხვ.

პედოსფერო და ადამიანი

პედოსფერო, როგორც გლობალური ბუნებრივი სისტემა, თავისი ფუნქციებით ურთიერთდაკავშირებულია კაცობრიობის ისტორიასთან და თანამედროვე ცხოვრებასთან. ეს კავშირები განსხვავებულია და გამომჟღავნდა ძველი ადამიანის გაჩენისთანავე. ნაკლებად აისახებოდა მინათმოქმედების ჩასახვის პერიოდში, მაგრამ საკმაოდ ნათლად მინათმოქმედების ძველი ცივილიზაციების ფორმირებისას. შემთხვევითი არაა, ყველაზე ადრეული ცივილიზაციების ფორმირება უკავშირდებოდა ალუვიურ, როგორც მაღალი ნაყოფიერების, ნიადაგებს. მათ რიცხვს მიეკუთვნება სამხრეთის ქვეყნების მსხვილი მდინარეების ხეობები – ნილოსის ეგვიპტეში, ტიგროსისა და ეფრატის შესაპოტამიაში, განგის ინდოეთში, იანძის და ხუანხეს ჩინეთში, ამურ-დარიისა და სირ-დარიის შუა აზიაში და სხვ. გამოჩენილი ბიოლოგის და გეოგრაფის ნ. ვავილოვის აზრით, მემცენარეობის მინათმოქმედების ადრეული კერები იყო დედამიწის ტროპიკული და სუბტროპიკული სარტყლები ნაყოფიერი ნია-

დაგებით. შემდგომში მოსახლეობის ზრდის და ხალხების გადასახლების შედეგად მინათმოქმედება სულ უფრო ვრცელდებოდა დედამიწაზე. ზომიერი და ზოგჯერ ჩრდილოეთის განედების ნაკლებად ნაყოფიერი ნიადაგების ათვისება მოითხოვდა მინათმოქმედების სულ უფრო დიდ შრომას, გამოცდილებასა და ცოდნას. დედამიწის დიდი სივრცეების სწრაფ და უკონტროლო გადახვნას თან ახლდა ნიადაგების წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის, მიწების დაჭაობის და დამლაშების პროცესები. XIX საუკუნის მეორე ნახევარში და, განსაკუთრებით, XX საუკუნეში ამ პროცესებმა მიაღწია გლობალურ სიდიდეს და თვალნათლივ დაიწყო მათი გავლენა ბიოსფეროზე და ადამიანების ცხოვრებაზე მრავალ ქვეყანაში.

ცხრ. 12. მსოფლიო მინათმოქმედებაში ნიადაგების გამოყენების შესაძლებლობა

შესაძლებლობის ფაქტორი	მიწების ფართობი	
	მლნ ჰა	% ხმელეთის საერთო ფართობიდან
მყინვარული საფარი	1 440	10
ძალიან ცივი მიწები	2 235	15
ძალიან მშრალი მიწები	2 533	17
ძალიან ციცაბო ფერდობები	2 682	18
ძალიან მცირე სიმძლავრის ნიადაგები	1 341	9
ძალიან ტენიანი ნიადაგები	596	4
ძალიან მწირი ნიადაგები	745	5
სულ: გამოუყენებელი მიწები	11 622	78
დაბალპროდუქტიული ნიადაგები	1 937	13
ზომიერად პროდუქტიული ნიადაგები	894	6
მაღალპროდუქტიული ნიადაგები	447	3
სულ: სახვნავედ ვარგისი მიწები	3 278	22
დედამიწის ხმელეთის საერთო ფართობი	149 მლნ კმ²	

გარემოს მდგომარეობით შეშფოთებამ აიძულა მთელი რიგი საერთაშორისო ორგანიზაციები ჩაეტარებინათ XX საუკუნის 80-90-იან წლებში მსოფლიოში ნიადაგების მდგომარეობის და მიწის რესურსების ანალიზი. აღმოჩნდა, რომ დედამიწაზე სახვნავედ ვარგისი მიწების ფართობი შეადგენს 3 მლრდ 278 მლნ ჰექტარს, ან ხმელეთის მთელი ფართობის 22%. ამასთან, მაღალი და საშუალოდ პროდუქტიული ნიადაგები (უკვე მთლიანად იხვენება) შეადგენს დედამიწის ხმელეთის ფართობის სულ

9%-ს. დანარჩენი მიწები კლიმატური, გეოლოგიური და ოროგრაფიული პირობებით გამოუყენებელია მიწათმოქმედებისთვის. თანამედროვე მსოფლიოს სახანაო მიწები იკავებს დაახლოებით 1,5 მლრდ ჰექტარს. დარჩენილი მოუხანაო მიწები წარმოდგენილია ნაქლებად გამოსაყენებელი ნიადაგებით და ათვისებისთვის საჭიროებენ დიდ დანახარჯებს – ეს არის მშრალი ტროპიკული და სუბტროპიკული სავანების მჭავე და გამოტუტული ფერალიტური, ბიცობიანი და დამლაშებული ნიადაგები. 1990 წელს საერთაშორისო საცნობარო-საინფორმაციო ნიადაგურმა ცენტრმა ნიდერლანდებში გაეროს გარემოს პროგრამასთან (INEP) ერთად შეადგინა ნიადაგების ანთროპოგენური დეგრადაციის რუკა, რომელმაც თვალნათლივ უჩვენა ამ მომკვდინებელი პროცესის გლობალური მასშტაბი. დადგინდა, რომ სხვადასხვა ხარისხით დეგრადაციას განიცდის ნიადაგების 2 მლრდ ჰექტარი. ამ მონაცემებს ემატება ის, რომ ისტორიულ პერიოდში კაცობრიობამ უკვე დაკარგა თავის დროზე ნაყოფიერი ნიადაგების დაახლოებით 2 მლრდ ჰექტარი და გადააქცია ისინი ანთროპოგენურ უდაბნოდ და უფარვის მიწებად. ეს კი აღემატება თანამედროვე მიწათმოქმედების საერთო ფართობს.

ცხრ. 13. დეგრადირებული ნიადაგების ფართობი

დეგრადაციის ტიპები და ხარისხი	მიწების ფართობი	
	მლნ ჰა	%
ტიპები:		
- ჩამორეცხვა და დაშლა წყლისმიერი ეროზიით	1 093,7	55,6
- აფრიალება და დაშლა ქარისმიერი ეროზიით	548,3	27,9
- ქიმიური დეგრადაცია (კვების ელემენტებით გაღარიბება, დამლაშება, დაჭუჭყიანება, დამჟავება)	239,1	12,2
- ფიზიკური დეგრადაცია (გადამკვრივება, დაჭაობება, ჩანოლა)	83,3	4,2
სულ	1 964,4	100
ხარისხი:		
- სუსტი	749,0	38,1
- ზომიერი	910,5	46,4
- ძლიერი	295,7	15,1
- ძალიან ძლიერი	9,3	0,5

ამჟამად გრძელდება ნაყოფიერი, ათვისებული ნიადაგების დაკარგვა. ყოველწლიურად სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებიდან გამოირიცხება დაახლოებით 8 მლნ ჰექტარი მათი ჩამოშორებით სხვა სამეურნეო საჭიროებისთვის და დაახლოებით 7 მლნ ჰა დეგრადაციის სხვადასხვა პროცესების შედეგად. მაშასადამე, ყოველწლიუ-

რად, XX საუკუნის ბოლოს კაცობრიობა კარგავდა ნაყოფიერი სავარგულების დაახლოებით 18 მლნ ჰექტარს.

ნიადაგების დეგრადაციის მსოფლიო რუკაზე ნათლად ჩანს, რომ ქვეყნებს და რაიონებს ძველი ინტენსიური მიწათმოქმედებით მიეკუთვნება დეგრადირებული ნიადაგების ყველაზე დიდი ფართობები. ამ მხვრივ არც საქართველო წარმოადგენს გამონაკლისს.

სურსათით კაცობრიობის უზრუნველყოფაში ნიადაგის მნიშვნელობაზე მეტყველებს ის ფაქტი, რომ მცენარეული სურსათისა და საძოვრულ მეცხოველეობაში ხორცის წარმოება (მარცვლოვან ეკვივალენტში) შეადგენს შესაბამისად 77 და 16%, ე.ი. მთელი სურსათის 90%-ზე მეტს მცენარეული სურსათი წარმოადგენს. ზღვის მეთევზეობის პროდუქციაზე მოდის კვების პროდუქტების მხოლოდ 7%. გაეროს პროგნოზით 2050 წელს მსოფლიოს მოსახლეობა შეადგენს დაახლოებით 9 მლრდ ადამიანს. მაშინ ერთ სულ მოსახლეზე ფართობი მარცვლოვანი კულტურების ქვეშ შემცირდება რამდენიმე ასეულ ჰექტარამდე, ე.ი. კრიტიკულ სიდიდემდე, რომლის კომპენსირება ნიადაგების ნაყოფიერების შემდგომი ზრდით ძალიან ძნელი იქნება. საჭიროა გვახსოვდეს, რომ ნაყოფიერი ნიადაგი წარმოადგენს ადამიანისთვის ალუდგენად ბუნებრივ რესურსს, რომელიც არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე სუფთა ჰაერი და მტკნარი წყალი. ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ ბიოსფეროში ნიადაგური საფარის ეკოლოგიური მნიშვნელობა არ იზღუდება მისი როგორც სასოფლო-სამეურნეო სურსათის მიწმოდებლის როლით, არამედ ვრცელდება დედამიწაზე ადამიანის სიცოცხლის ყველა პირობაზე.

გაეროს ჩარჩოში 1972 წელს სტოკჰოლმში ჩატარდა პირველი მსოფლიო კონფერენცია გარემოს საკითხებთან დაკავშირებით, რომელმაც ყურადღება გაამახვილა მსოფლიოში ნიადაგური საფარის არასახარბიელო მდგომარეობაზე და მიიღო შესაბამისი რეკომენდაციები. 1977 წელს ნაირობიში ჩატარდა გაეროს მსოფლიო კონფერენცია გაუდაბნოების პრობლემებზე, სადაც აღინიშნა, რომ გაუდაბნობას ყოველთვის თან ახლავს ნიადაგების დეგრადაცია. 1982 წელს სურსათის მსოფლიო ორგანიზაციამ (ფაო – FAO) მიიღო ნიადაგების მსოფლიო ქარტია, რომელშიც იყო მოწოდება ყველა ქვეყნის მთავრობებისადმი განიხილონ ნიადაგური საფარი, როგორც კაცობრიობის მსოფლიო განძი და მიიღონ ყველა ზომა მისი შენარჩუნებისა და ფაქიზი სამეურნეო გამოყენებისათვის. 1988 წლიდან გერმანიაში აქტიურად მოქმედებს ნიადაგების დაცვის ევროპული საზოგადოება. ნიადაგმცოდნეთა ყველა საერთაშორისო კონგრესზე, რომლებიც ტარდება ოთხ წელიწადში ერთხელ, იხილება საწარმოო საქმიანობის სხვადასხვა დარგებში ნიადაგების დაცვისა და რაციონალურად გამოყენების საკითხები. აქტიურად საქმიანობს ნიადაგმცოდნეთა საერთაშორისო კავშირი, რომელიც მუდმივად იხილავს დედამიწის ნიადაგური საფარის შენარჩუნების და ნიადაგების ეროზიასთან ბრძოლის, დეგრადაციის, ანთროპოგენური გაჭუჭყიანების პრობლემებს. გარემოზე და განვითარებაზე გაეროს მსოფლიო კონფერენციის გადწყვეტილებებში, რომელიც 1992 წელს ჩატარდა რი-

ო-დე-ჟანერიოში, აღნიშნულია, რომ ნიადაგების დაცვა და რაციონალური გამოყენება უნდა გახდეს სახელმწიფო პოლიტიკის პრიორიტეტი, რადგანაც ნიადაგების მდგომარეობა განსაზღვრავს კაცობრიობის ბედს და ახდენს გადამწყვეტ ზემოქმედებას გარემოზე. მიუხედავად ამისა, ნიადაგური საფარის დეგრადაცია გრძელდება. ამის მრავალი მიზეზი არსებობს, მათ შორის ფინანსურ-ეკონომიკური, მაგრამ ამაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნიადაგების დეგრადაციის პროცესის გლობალური საშიშროების რეალობის არასაკმარისი გააზრება. ყველაფერი ეს იწვევს ბიოსფეროს ჩამოყალიბებული ფუნქციონირების და, შესაბამისად, ადამიანების სიცოცხლის კეთილდღეობის დარღვევას. ძალიან მხატვრულად აღნიშნა გამოჩენილმა ფრანგმა ზოოლოგ-ეკოლოგმა ჟან დორსმა: „ნიადაგი – ჩვენი ყველაზე ძვირფასი კაპიტალია. ბუნებრივი და ხელოვნური ხმელეთის ეკოსისტემების მთელი კომპლექსის სიცოცხლე და კეთილდღეობა, საბოლოო ჯამში, დამოკიდებულია თხელ შრეზე, რომელიც წარმოქმნის დედამიწის ყველაზე ზედა საფარს“.

ნიადაგური საფარის ფორმირება

ფანეროზოიში, რომელიც აერთიანებს უკანასკნელი 570 მლნ წლის მანძილზე დედამიწის ისტორიაში სიცოცხლის აშკარა ნიშნებით არსებულ პერიოდებს (პალეო-ზოური, მეზოზოური და კაინოზოური), ცოცხალი ორგანიზმები, რომლებიც ჩაისახა ოკეანეში და დიდი ხნის მანძილზე (არა ნაკლებ 1 მლრდ წელი) იქ ვითარდებოდნენ, გამოვიდნენ ხმელეთზე (დეკონში). სწორედ ამ დროს გაჩნდა ხმელეთის პირველი მწვანე მცენარეები (ლიკოპოდიუმები, გვიმრები), რომლებმაც ჩამოაყალიბეს პირველი ნიადაგები, პედოსფეროს პირველი ელემენტები. არსებობს მოსაზრება, რომ ხმელეთის პიდროსფერო (მდინარე, ნაკადული, ტბა, გუბე, მინერალური პიდრო-მორფული ჭაობისმაგვარი ნაკვეთები) დასახლებული იყო უფრო ადრე ჯერ მიკროორგანიზმებით, ხოლო შემდეგ უმდაბლესი მცენარეებით (წყალმცენარეებით). დატენიანების პერიოდებში ორგანიზმების ორივე ჯგუფი სახლდებოდნენ უფრო მშრალ ადგილებში. ნიადაგებში დღემდე მიკროორგანიზმები შეადგენენ დიდ ბიომასას, ხოლო მათი საქმიანობა თითქმის არ განსხვავდება მათი შორეული წინაპრებისგან. წყალმცენარეები, აგრეთვე, არსებობენ მთელი რიგი ნიადაგის ზედაპირზე. ნიადაგების გამოშრობისას ისინი გადადიან სველების პერიოდში, ხოლო ნიადაგების დატენიანებას თან ახლავს მათი აქტიური საქმიანობა. მიკროორგანიზმები, ძირითადად, არიან ჰეტეროტროფები, ხოლო წყალმცენარეები – ავტოტროფები და მათი დასახლება ხმელეთზე ნიშნავდა, რომ ხმელეთის სუბსტრატმა დაიწყო გამდიდრება ორგანული ნივთიერებით.

ნიადაგში აღმოჩენილია წყალმცენარეების 2000 სახეობა. მათ შორის ჭარბობს მწვანე (30%), ლურჯ-მწვანე (34%), ყვითელ-მწვანე (10%), დიატომური (26%).

კრიპტოზოში ხმელეთის დასახლებაზე მეტყველებს მონაცემები კლდების დასახლებაზე, სადაც ქანების ზედაპირზე და ბზარებში ბინადრობენ დიატომური, ლურჯ-მწვანე, ერთუჯრედიანი მწვანე წყალმცენარეები. ხმელეთის ზედაპირზე მიბინადრე წყალმცენარეები ახდენდნენ ქანების ზედა შრეების გარდაქმნას. იმ შორეულ პერიოდში ხმელეთის მნიშვნელოვანი ნაწილი იყო დაფარული ფხვიერი ნაფენით და წარმოადგენდა წყალმცენარის მოქმედებით ჩასახული ნიადაგის საფუძველს.

დედამიწის პირველადი ატმოსფეროს პირობები მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა დღევანდელისგან და შესაძლებელი იყო სიცოცხლისთვის საჭირო ნივთიერებების სინთეზი. პირველადი ატმოსფერო, ძირითადად, შედგებოდა ამიაკისგან, წყლისგან, მეთანისგან, ნახშირბადის ოქსიდისგან და დიოქსიდისგან. ჟანგბადი არ აღინიშნებოდა და ამით იქმნებოდა აღდგენითი პირობები. ასეთ პირობებში ორგანული ნივთიერებები იქმნებოდა უფრო მარტივად და შესაძლოა შენარჩუნდნენ დიდი ხნის მანძილზე. რეაქტიულობის საჭირო ენერგიას იძლეოდა მზის რადიაცია, რადგანაც არ არსებობდა დაცვითი ოზონის შრე.

ნიადაგის ელემენტების ფორმირება დაიწყო კრიპტოზოულ პერიოდში. ეს იყო ნიადაგის ჩანასახი ზოგჯერ პრიმიტიული იერით. საწყის, პრიმიტიულ ნიადაგში გროვდებოდა ორგანული ნაერთები. თანდათანობით ძლიერდებოდა გოგირდის, რკინის, აზოტის, ნახშირბადის ციკლები (წრებრუნები). გაძლიერდა მათი აღდგენის და დაჟანგვის პროცესები. შეიქმნა მცირე ბიოლოგიური წრებრუნვა. დევონამდე პედოსფერო შედგებოდა მცირე სიმძლავრის, საშუალოდ ჰუმუსირებული კორდიანი, მდელოს და ლამიან-ჭაობიანი ნიადაგებისგან. შესაძლებელია ზოგჯერ გვხვდებოდა ჯუჯა ენერი და კორდიან-ენერი ნიადაგები. დევონამდე ნიადაგების მცირე სიმძლავრის შესახებ მიუთითებს ის ფაქტი, რომ ამ ნიადაგების სარწმუნო კვალი ჯერ დადგენილი არ არის. ამ ნიადაგების ძიება ალბათ მოითხოვს განსაკუთრებულ მიდგომას. კერძოდ, ჰუმუსოვან პორიზონტზე შეიძლება მიუთითებდეს ოქროს ანომალური კონცენტრაცია (1000-ჯერ უფრო მეტი, ვიდრე მომიჯნავე ფენებში).

დევონში ჩამოყალიბებული ნიადაგები, ძირითადად, იყვნენ ჰიდრომორფული: ნეშომპალა-ლებიანი, მდელოს, ტორფიან-ლებიანი, დაშლამებული ნიადაგები. თანამედროვე ანალოგიური ნიადაგები გავრცელებულია მდინარეების ჭალებში, მურყნარის, ტირიფის, ქასრას, გვიმრის, შეიტას ქვეშ. ისინი მოგვაგონებენ დევონის ნიადაგებს. ბიოსფეროს განვითარების ამ სტადიის დამახასიათებელი ნიშანი იყო მეზოფაუნის მცირე მონაწილეობა ორგანული ნივთიერების დაშლაში. ამის შედეგად ხდებოდა მისი კონსერვაცია მცენარეების კვდომის შემდეგ, მათ შორის გიგანტური გვიმრების ღეროების კონსერვაცია. ალბათ იმიტომ ფორმირდებოდა ნახშირის მძლავრი შრეები, რომლებშიც შენარჩუნებულ იქნა მერქიანი გვიმრების გაქვავებული ღეროები.

კარბონში იწყება მწერების მოქმედება, ძლიერდება ორგანული ნარჩენების დაშლის პროცესები, უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ჰუმუსნარმოქმნა. მიუხედავად ამისა, მაინც ჭარბობს იგივე ნიადაგები, რომელთა ფორმირებაც მოხდა დევონის ბოლოს.

კარბონში (ქვანახშირის პერიოდი) შვიტები, ლიკოპოდიუმები და გვიმრები აღწევნენ ყველაზე დიდ გავრცელებას. მათ ნარმოქმნეს ზღვისპირა და ტბისპირა ტყეები ტორფიანი, ნეშომპალა-ტორფიანი და ლამიან-ტორფიანი ნიადაგებით. უფრო დრენირებულ პირობებში ფორმირდებოდნენ უხეშპეშუსიანი ნიადაგები, რომლებიც გვაგონებს თანამედროვე ნიადაგებს ისეთი ბუჩქნარების ქვეშ, როგორიცაა ჯუჯა არყი და ტირიფი, ლურჯი მოცივი, მოცივი, წყლის იელი. ამ ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია უხეშპეშუსიანი ორგანული ჰორიზონტი და პეშუსირებული ჰორიზონტი A1. ამ პერიოდში ხავსიანი საფარის ქვეშ ფორმირდებოდა ტორფიანი და ტორფიან-ენერი ნიადაგები. ჯერ კიდევ დევონში გაჩნდა ფესვიანი მცენარეები, ე.ი. წყალმცენარეებთან შედარებით ნიადაგზე მცენარის ზემოქმედება მოიცავდა უფრო მძლავრ სიზრქეს. კარბონში გიგანტური, მერე გადაშენებული ლიკოპოდიუმები, ლეპიდოდენდრონები აღწევდნენ სიმაღლეში 30 მეტრს და ჰქონდათ მძლავრი ფესვთა სისტემა. მათ ქვეშ ფორმირდებოდა ტორფიან-ლეპიანი და ნეშომპალა-ლეპიანი ნიადაგები. ასეთივე ნიადაგები იყო გიგანტური გვიმრების ქვეშ. ამის გარდა ფორმირდებოდა თანამედროვე გაგების მდელის ნიადაგები. დევონის, კარბონის და პერმულ პერიოდებში გვიმრების შვიდი კლასიდან ამოწყდა ოთხი. უკვე ტრიასში შვიტისებრების და გვიმრიანების გავლენა ნიადაგურ საფარზე არ იყო არსებითი.

ცხრ. 14. ნიადაგური საფარის შედგენილობის ევოლუცია

პერიოდი	დანყება, მლნ წლის წინ	ნიადაგური საფარის კომპონენტები
მეოთხეული	2	იგივე, რაც მესამეულში, ასევე, შავმიწები
მესამეული	65	იგივე, რაც ცარცის პერიოდში, ასევე, არიდული ნიადაგები (რუხი-მურა)
ცარცი	136	იგივე, რაც იურაში, ასევე, კორდიანი, თანამედროვე მდელის, კორდიან-კარბონატული, შესაძლებელია შავმიწები და რუხი ტყის ნიადაგები
იურა	190	ჭაობის, ენერი, ყომრალი, ნაბლა, შავმიწები, რუხი ტყის, ნითელმიწები, დამლაშებული ნიადაგები
ტრიასი	225	ტორფიან-ენერი, ტორფიანი, ნეშომპალა-ლეპიანი, მდელის, მურა, ყავისფერი, ნითელმიწები, ბიცი, კორდიან-კარბონატული
პერმი	280	ტორფიან-ნეშომპალა-ლეპიანი, ტორფიან-ენერი, მდელის, ნეშომპალა-ჭაობიანი, ბიცი

კარბონი	345	ტორფიან-ლებიანი, ტორფიანი, მდელოს, ნეშომპალა-ჭაობიანი, ჯუჯა ენერი
დევონი	395	ტორფიანი-, ნეშომპალა-ლებიანი, მდელოს, ბიცი და ბიცნარი, ლამიან-ჭაობიანი
სილური	430	პრიმიტიული და ტორფიან-ნეშომპალა-ლებიანი
ორდოვიკი	500	პრიმიტიული
კემბრი	570	პრიმიტიული
კრიპტოზოი	2600	ნიადაგამდელი, პრიმიტიული

ნამყვანი მნიშვნელობა პედოსფეროს ფორმირებაში მეზოზოიში გადავიდა შიშველთესლიანებში. მათი პირველი კლასი – თესლიანი გვიმრები, ლიგნოპტერიდოსიდები, გაჩნდნენ დევონის ბოლოს და იარსებეს ადრეულ ცარცამდე. ამ კლასის წარმოქმნა უკავშირდება კარბონს და პერმულ პერიოდებს. აქაც გავრცელებული იყო ტორფიან-ლებიანი და ნეშომპალა-ლებიანი ნიადაგები, მაგრამ ამ თესლიანი გვიმრების ნაწილმა ჩამოაყალიბა ნეშომპალა კორდიანი და მდელოს ნიადაგები უხეშმუხისიანი მკვდარი საფარით და A¹ პორიზონტით. შიშველთესლიანების მეორე კლასი – ბენეტიტურები, ფართოდ იყვნენ გავრცელებული პერმული და ცარცული პერიოდების განმავლობაში, ხოლო გვიანი ცარცის დასაწყისში ამოწყდნენ. ამ მცენარეების ქვეშ ფორმირდებოდა ყომრალი და ყავისფერი ნიადაგები. ადრეულ კარბონში გაჩნდა წიწვიანები და მათთან ერთად ფართოდ გავრცელდა ენერი, ყავისფერი და ყომრალი ნიადაგები. გვიან პერმულ პერიოდში გაჩნდა არაუკარიული, პოდოკარიული და კიპარისული მცენარეები. ამგვარად, ყომრალი და ყავისფერი ნიადაგები ფორმირდებოდნენ საკმაოდ დიდ ფართობებზე. გვიანა ტრიაში განცალკევდნენ ფიჭვნარები და უთხოვრები ენერ და ყომრალ ნიადაგებზე. თვით კორდიანი ნიადაგები გაჩნდა ცარცულ პერიოდში ფარულთესლიანებთან ერთად. სავარაუდოდ ამ დროს ემთხვევა შავმიწების, ტყის რუხი ნიადაგების ფორმირება, მაგრამ შეზღუდულ ფართობებზე. შავმიწები და ტყის რუხი ნიადაგები ფართოდ გავრცელდნენ მხოლოდ მეოთხეულ პერიოდში. ფარულთესლიანი მცენარეების გაჩენამ ხელი შეუწყო ნამდვილ, თანამედროვე კორდიან და მდელოს, ასევე ნაბლა ნიადაგების, წარმოქმნას. სწორედ ფარულთესლიანებმა ჩამოაყალიბეს კორდი, როგორც განსაკუთრებული პორიზონტი. ჰუმუსირებული პორიზონტების ჩამოყალიბებას ხელი შეუწყო მწერების და ნიადაგური მეზოფაუნის მძლავრმა განვითარებამ.

თანამედროვე ნიადაგური საფარი ჩამოყალიბდა ქვედა ცარცულ პერიოდში.

ნიადაგის რადიოაქტიური დაბინძურება

ნიადაგის რადიოაქტიურობას განსაზღვრავს მასში არსებული რადიოაქტიური ქიმიური ელემენტები. არჩევენ ნიადაგის ბუნებრივ და ხელოვნურ (ანთროპოგენურ) რადიოაქტიურობას.

ბუნებრივი რადიოაქტიურობა გამოწვეულია ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტებით. ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტები იყოფა სამ ჯგუფად:

რადიოაქტიური ელემენტები, რომელთა ყველა იზოტოპი რადიოაქტიურია. მათ ეკუთვნის ურანის თანმიმდევრულად გარდაქმნილი სამი ოჯახი – რადიუმი, აქტინიუმი და თორიუმი. ამ ოჯახების ქიმიური ელემენტების დაშლის შუალედური პროდუქტების როგორც მყარი, ისე გაზისებრი იზოტოპები. მათგან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს: ურანს (^{238}U , ^{235}U), თორიუმს (^{232}Th), რადიუმს (^{226}Ra) და რადონს (^{222}Rn , ^{220}Rn).

„ჩვეულებრივი“ ქიმიური ელემენტების იზოტოპები, რომლებსაც გააჩნიათ რადიოაქტიური თვისებები. მათ მიეკუთვნება კალიუმი (^{40}K), რუბიდიუმი (^{87}Rb), სამარიუმი (^{147}Sm), კალციუმი (^{48}Ca), ცირკონიუმი (^{90}Zr) და სხვ. მათგან ნამყვანი ადგილი ეკუთვნის კალიუმს, რომელიც განაპირობებს ბუნებრივი რადიოაქტიურობის ყველაზე დიდ სიდიდეს.

რადიოაქტიური ოზიოტოპები, რომლებიც წარმოიქმნება ატმოსფეროში კოსმოსური სხივების ზემოქმედებით, ასეთებია: ტრიტიუმი (^3H), ბერილიუმი (^7Be , ^{10}Be) და ნახშირბადი (^{12}C).

ნიადაგის რადიოაქტიურობა, ძირითადად, გამოწვეულია ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტებით, რომლებიც იყოფა ორ ჯგუფად: პირველი ჯგუფი წარმოიქმნება რადიოაქტიური ნიადაწარმოქმნელი ქანებისგან ანუ გეოქიმიური პროცესების შედეგად. მეორე – ატმოსფეროში კოსმოსური სხივების ზემოქმედებით.

ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტები, ძირითადად, წარმოდგენილია ხანგრძლივმცხოვრები იზოტოპებით, რომელთა ნახევრადდაშლის პერიოდია 108-116 წელი. დაშლის პროცესში ისინი გამოყოფენ α , β და γ ნაწილაკებს. აღნიშნული იზოტოპები ატმოსფეროში გაბნეულ მდგომარეობაშია.

ნიადაგში რადიოაქტიური შემცველობა, ძირითადად, დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნელ ქანზე. ნიადაგები, რომლებიც განვითარებულია მჟავე ქანის გამოფიტვის პროდუქტებზე, მეტი რაოდენობით შეიცავენ რადიოაქტიურ ელემენტს, ვიდრე ფუძე და ულტრა-ფუძე ქანებზე ქარმოქმნილი ნიადაგები. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში რადიოაქტიური ელემენტების შემცველობა გაცილებით მეტია, ვიდრე მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში.

სიღრმის მიხედვით, ნიადაგის პროფილში, ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტები განაწილებულია ნიადაგის მიხედვით. კარბონატულ ნიადაგში გაცილებით

მეტია პუმუსოვან პორიზონტში, სიღრმისკენ კლებულობს. გაენრებულ, ლესივირებულ, ბიცობიან, სოლოდ ბიც და ლებიან ნიადაგებში რადიოაქტიური ელემენტები გამოიჩენება ელუვიურ (გამორეცხვის) პორიზონტიდან და გროვდება ილუვიურ და ლებიან პორიზონტებში. ზოგჯერ ამ პორიზონტებში ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტების რაოდენობა შესამჩნევად მეტია. საერთოდ, ნიადაგის პროფილში, ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტების განაწილება მჭიდრო კავშირშია თიხის ნაწილაკების შემცველობასთან და ერთნახევარი ჟანგულების განაწილებასთან.

ნიადაგში არსებული რადიონუკლიდები ფესვთა სისტემის საშუალებით ხვდება მცენარეში, შემდეგ კი საკვებ პროდუქტებში.

ნიადაგის ხელოვნური დაბინძურება გამოწვეულია რადიოაქტიური იზოტოპებით, რომელიც წარმოიქმნება ატომური და თერმობირთვული აფეთქების, ატომური მრეწველობის, ატომური ელექტროსადგურების ავარიების და სხვა შემთხვევებში.

ატომური და თერმობირთვული აფეთქების დროს ურანის (^{235}U , ^{238}U) და პლუტონიუმის (^{239}Pu) მძიმე ბირთვების დაყოფის შედეგად, წარმოიქმნება ახალი რადიოიზოტოპების დიდი რაოდენობა, რომელთა ნახევრადდაშლის პერიოდი სხვადასხვაა (ნამიდან დაწყებული მრავალი წლით დამთავრებული). წარმოქმნილი რადიოაქტიური ნივთიერებები ხვდებიან რა ატმოსფეროში, ვრცელდებიან დიდ მანძილზე, თანდათანობით ილექებიან ხმელეთის ზედაპირზე, მათ შორის ნიადაგზე, რაც იწვევს გლობალურ დაბინძურებას. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი ჰქონდა ჩერნობილის ატომური სადგურის ავარიის დროს. ამ პერიოდში აჭარაში ჩაის ფოთოლში გაცილებით მაღალი რადიოაქტიურობა აღინიშნა, ვიდრე ჩაის პლანტაციებში სოჭის მიდამოებში, რაც გამოწვეული იყო ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესებით და ნალექებით. რუსეთის, უკრაინის და ბელარუსის შემდეგ ჩერნობილის ატომური კატასტროფა საგრძნობლად შეეხო საქართველოსაც.

რადიოაქტიური ფონის მომატების გამო XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან აიკრძალა ატომური და თერმობირთვული იარაღის გამოცდა და გამოყენება.

ნიადაგის რადიოაქტიურობა, ძირითადად, გამოწვეულია სტრონციუმ-90-ით და ცეზიუმ-137-ით. ისინი ძალიან საშიშია ადამიანისთვის, ხელს უწყობს სისხლის გათეთრებას, რადგან მათ დაშლას დიდი დრო სჭირდება. ^{90}Sr ნახევრადდაშლისთვის საჭიროა 28 წელი, ხოლო ^{137}Cs – 33 წელი. მათ გააჩნიათ მაღალი გამოსხივების ენერგია. ნიადაგში სტრონციუმ-90-ის და ცეზიუმ-137-ის რაოდენობა და განაწილების ხასიათი დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე და შედგენილობაზე, იზოტოპების თვისებაზე, მცენარეულობაზე, რელიეფზე და სხვა პირობებზე. სიღრმის მიხედვით განსაზღვრამ აჩვენა, რომ სტრონციუმ-90, ძირითადად, გავრცელებულია ზედაპირულ 0-20 სმ ფენაში.

სტრონციუმ-90, რადიოაქტიური თვისებებით, ახლოა კალციუმთან, ცეზიუმ-137 კი – კალიუმთან. მათი ქცევა ახლოსაა ანალოგიურ ქიმიურ ელემენტებთან.

ცხრ. 15. მდგრადი რადიონუკლიდებით (^{90}Sr , ^{137}Cs)
საქართველოს ნიადაგების დაბინძურება (საშუალო 2005-2008 წწ.)

ნიადაგი	სიღრმე, სმ	სტრონციუმ-90	ცეზიუმ-137
		ბკ/კგ	
ნითელმინა	0 - 20	149 - 503	85 - 662
	20 - 40	93 - 368	87 - 436
ყვითელმინა	0 - 20	83 - 429	0 - 898
	20 - 40	33 - 746	20 - 242
ყვითელმინა-ენერი	0 - 20	114 - 286	62 - 310
	20 - 40	36 - 242	41 - 54
კორდიან-კარბონატუ- ლი	0 - 20	89 - 706	66 - 794
	20 - 40	0 - 219	0 - 728
რუხი-ყავისფერი	0 - 20	57 - 156	15 - 44
	20 - 40	18 - 198	0 - 25
ყავისფერი	0 - 20	19 - 160	0 - 71
	20 - 40	6 - 239	0 - 80
მდელოს-ყავისფერი	0 - 20	79 - 157	0 - 43
	20 - 40	17 - 131	0 - 59
შავმინა	0 - 20	21 - 160	39 - 167
	20 - 40	26 - 175	0 - 66
ყომრალი	0 - 20	94 - 249	21 - 291
	20 - 40	26 - 189	26 - 133
ალუვიური	0 - 20	59 - 382	75 - 653
	20 - 40	24 - 334	0 - 258

სტრონციუმ-90-ის და ცეზიუმ-137-ის დამაგრება და შემცველობა ნიადაგში დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი ფორმის შენაერთის სახისაა ისინი (წყალხსნადი, იონური, გაცვლითი, ძნელადხსნადი). აღნიშნული ნუკლიდების შემცველობა ნიადაგში ერთნაირი არ არის. სტრონციუმ-90, უმეტესად, გაცვლით მდგომარეობაშია და ადვილად გამოიდევენება ნიადაგიდან, ხოლო ცეზიუმ-137 შედარებით მდგრადია. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანისას, ხელოვნური რადიოიზოტოპებით

დაბინძურებული ნიადაგებიდან ისინი გამოაქვთ მცენარეების ფესვებს და გროვდება მოსავალში. მცენარეში მათი შეღწევის შემცირება შესაძლებელია სათანადო ხერხებით. მცენარეში უფრო ინტენსიურად შედის სტრონციუმ-90, ვიდრე ცეზიუმ-137. კალციუმის მოყვარული მცენარეები უფრო მეტ ^{90}Sr შთანთქავენ, ვიდრე კალციუმით ღარიბი. სტრონციუმს ყველაზე მეტად აგროვებენ პარკოსანი კულტურები, შედარებით ნაკლებს – ძირხვენები და ტუბერები, უფრო ნაკლებს – მარცვლოვნები. მცენარეები, რომლებიც მეტი რაოდენობით შეიცავენ კალიუმს, მეტ ^{137}Cs აგროვებენ. მცენარეები, რომლებიც იზრდებიან მსუბუქ და ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე, ნაკლებად ითვისებენ რადიოაქტიურ იზოტოპებს, ვიდრე მძიმე და ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებზე გაზრდილნი. მცენარეებში ^{90}Sr -ის შეღწევა მცირდება გაკულტურებულ ნიადაგებზე მოკირიანების და სასუქების შეტანისას. მკვეთრად ამცირებს მცენარეებში ^{137}Cs -ის შეღწევას კალიუმთან სასუქები.

ცხრ. 16. მდგრადი რადიონუკლიდებით (^{90}Sr , ^{137}Cs)
საქართველოს ნიადაგების დაბინძურება (საშუალო 2005-2008 წწ.)

რეგიონი	სიღრმე, სმ	სტრონციუმ-90	ცეზიუმ-137
		ბკ/კგ	
სამცხე-ჯავახეთი	0 - 40	86 - 393	38 - 319
კახეთი	0 - 40	25 - 566	20 - 469
ქვემო ქართლი	0 - 40	25 - 696	0 - 343
შიდა ქართლი	0 - 40	0 - 397	0 - 173
მცხეთა-მთიანეთი	0 - 40	11 - 416	0 - 385
თბილისის შემოგარენი	0 - 40	71 - 411	0 - 166
იმერეთი	0 - 40	25 - 1050	15 - 965
რაჭა-ლეჩხუმი	0 - 40	0 - 174	0 - 177
ქვემო სვანეთი	0 - 40	0	0
ზემო სვანეთი	0 - 40	0	0
სამეგრელო	0 - 40	90 - 827	166 - 1279
გურია	0 - 40	83 - 871	0 - 640
აჭარა	0 - 40	101 - 1205	10 - 1098
აფხაზეთი	0 - 40	85 - 1392	0 - 637

2005-2008 წლებში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ^{90}Sr -ის და ^{137}Cs -ის შემცველობა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში და ნიადაგში მკვეთრად განსხვავებულია. ამას განაპირობებს არა მხოლოდ ატმოსფეროდან რადიონუკლიდების ჩამოცველის ინტენსივობა, არამედ რელიეფი, ნალექების რაოდენობა, ქარების მიმართულება, ნიადაგის თვისებები და სხვ. კლებადი რიგით ^{90}Sr -ით ნიადაგების დაბინძურება იძლევა შემდეგ სურათს: ნითელმინა > კორდიან-კარბონატული > ყვითელმინა > ალუვიური > ყვითელმინა-ენერი > ყომრალი > ყავისფერი > რუხი-ყავისფერი > შავმინა > მდელის-ყავისფერი. კლებადი რიგით ^{137}Cs -ით ნიადაგების დაბინძურება გვაძლევს შემდეგ სურათს: ყვითელმინა > ნითელმინა > კორდიან-კარბონატული > ალუვიური > ყვითელმინა-ენერი > ყომრალი > შავმინა > ყავისფერი > მდელის-ყავისფერი > რუხი-ყავისფერი. დაბინძურების მზარდი ხარისხის მიხედვით ნიადაგები განლაგდება შემდეგი თანმიმდევრობით: მდელის-ყავისფერი < რუხი-ყავისფერი < ყავისფერი < შავმინა < ყომრალი < ყვითელმინა-ენერი < ალუვიური < ნითელმინა < ყვითელმინა < კორდიან-კარბონატული. რეგიონების მიხედვით შემდეგი სურათია: ქვემო და ზემო სვანეთი (არ აღინიშნება დაბინძურება) < რაჭა-ლეჩხუმი < შიდა ქართლი < თბილისის შემოგარენი < სამცხე-ჯავახეთი < მცხეთა-მთიანეთი < კახეთი < ქვემო ქართლი < გურია < სამეგრელო < იმერეთი < აჭარა < აფხაზეთი.

ნიადაგების დაბინძურება მდგრადი რადიონუკლიდებით აისახება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სანიტარულ-ჰიგიენურ მდგომარეობაში. ყველა კულტურა დაბინძურებულია საკმაოდ მაღალი ხარისხით, მათ შორის, ლიმონი, სიმინდი. სუბტროპიკულ კულტურებში ყველაზე მეტად დაბინძურებულია ფოთლები, შემდეგ 1-2-წლიანი ყლორტები და ყველაზე ნაკლებად ნაყოფი კანის გარეშე.

შექმნილი მდგომარეობის გამოსასწორებლად საჭიროა მკაცრი მონიტორინგის დაწესება და ყველა აპრობირებული ხერხის გამოყენება ეკოლოგიური მდგომარეობის გაჯანსაღებისთვის.

პედოსფერო და კოსმოსური სივრცე

დედამიწაზე ნიადაგური საფარის წარმოქმნა უშუალოდ დაკავშირებულია ბიოსფეროსთან. ტექნოსფეროს გაჩენა იწვევს ბუნებრივი ბიოსფეროსა და ნიადაგების ხელოვნურით შეცვლას და მათი მრავალფეროვნების დაქვეითებას განაპირობებს. გალაქტიკური წლის (მეგაციკლის) არსებობა გვაძებნინებს კავშირს ბიოსფეროს განვითარებასა და გალაქტიკის ცენტრის გარშემო მზის ბრუნვას შორის.

ნიადაგი მიეკუთვნება ბიოდასავსებული სხეულების ფართო კლასს, რომლებიც შედგება მინერალური (დასავსებული, აბიოტური) ნივთიერებებისგან და არსებობის ბიოდასავსებული გარემოს მქონე ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროდუქტებისგან. ამჟამად მრავალ მკვლევარს მიაჩნია, რომ მართებული იქნებოდა „დასავსებულ სხეულზე“ უარის თქმა და როგორც სინონიმის აბიოტური და ბიოტუ-

რი სხეულების გამოყენება. ასეთი შეცვლა დაკავშირებულია იმასთან, რომ ზოგიერთ გეოლოგს მიაჩნია, რომ დასავსებული მატერიალური და გეოლოგიური სხეულები ასევე განიცდიან ევოლუციას და მათი მიჩნევა დასავსებულად მიუღებელია.

ბიოდასავსებულ სხეულებში დასავსებულ, აბიოტურ საწყისს ნარმოადგენს წყალი, მინერალები, სპეციალურად შექმნილი არეები, საკვები ხსნარების ტიპები, ნაყარი გრუნტები. ბიოდასავსებულ სხეულებში ცხოველმოქმედების პროდუქტებია – ნემომპალა, პუმუსი, ტორფი, დეტრიტი (ცოცხალი ორგანიზმების ნარჩენები), ცოცხალი ორგანიზმებისგან ორგანული გამონაყოფები. ბიოდასავსებულ სხეულებს აყალიბებენ ცოცხალი ორგანიზმები: მცენარეები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები, სოკოები. ისინი გავლენას ახდენენ ბიოდასავსებულ სხეულების შემადგენლობაზე, თვისებების და ფუნქციების დინამიკაზე, კერძოდ, მათ ეკოლოგიურ თვისებებზე. მცენარეები, როგორც ავტოტროფები, მზის ენერგიის და ნიადაგიდან და ხსნარებიდან მინერალური სხეულების გამოყენებით, ქმნიან ნახშირორჟანგისგან და წყლისგან პირველად პროდუქციას, რომელიც ნარმოადგენს ყველა ტროფიკული, საკვები ჯაჭვების საფუძველს და საწყისს, რომლის გასწვრივ ჩამწკრივდნენ მომხმარებლები და, მათ შორის, ადამიანი.

ცოცხალი ორგანიზმები და სოკოები, აგრეთვე, მიკროორგანიზმები თავიდან შლიან ორგანულ ნივთიერებას ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე, რასაც ხელს უწყობს ბიოდასავსებული სხეულები. ნიადაგი, ნაწილობრივ, აკონსერვებს ორგანულ ნივთიერებას (ტორფი, პუმუსი, ნახშირი, ფიქლები), რაც იწვევს ბრუნვიდან ნახშირბადის შესამჩნევი რაოდენობის დროებით ამოღებას. ცოცხალი ორგანიზმების და ბიოდასავსებული სხეულების შეხამებით ფორმირდება კოსმოსისთვის ჯერ კიდევ უნიკალური მოვლენა – ბიოსფერო. თანამედროვე ბიოსფეროში ადამიანი შედის როგორც აქტიური მონაწილე. ნავარაუდევია, რომ ჩვენი პლანეტის და მთელი მზის სისტემის ასაკი, შეადგენს 4,5 მლრდ წელიწადს. პირველი ბიოსფერო სიცოცხლესთან ერთად შეიქმნა 3,8 მლრდ წლის წინ. მანამდე 700 მლნ წლის განმავლობაში დედამიწას არ გააჩნდა ბიოსფერო. მეცნიერების აზრით, მისი განვითარება ძალიან ნელა მიმდინარეობდა – თითქმის 3 მლრდ წელი. ეს მონაკვეთი ცნობილია კრიპტოზომის (ფარული სიცოცხლე) სახელწოდებით. სიცოცხლის აშკარა კვალი, რომელიც ითვლის 3,5 მლრდ წელს, აღმოჩენილია სამხრეთ აფრიკულ ქანებში და ნაკლებად სარწმუნო გრენლანდიის ქანებში. ფანეროზოიში სიცოცხლის აშკარა ნიშნებით დაიწყო 500 მლნ წლის წინ.

ჩვეულებრივ სიცოცხლის გაჩენის გარემოდ მიიჩნევენ ხსნარებს (მსოფლიო ოკეანე). ცოცხალი ორგანიზმების წინამორბედები ჰიპერციკლებია, ორგანული ნივთიერებების მოლეკულები, რომელსაც შეუძლიათ თავის თავის აღწარმოება. ამისათვის ისინი უნდა იყვნენ უზრუნველყოფილი სამშენებლო ორგანული მასალით. ჰიპერციკლები იყვნენ პეტეოტროფები, მათ ესაჭიროებოდათ მზა ორგანული რადიკალები. წყლიან გარემოში ასეთ მომარაგებას ხელს უშლის ხსნარების განზავება, რაც აძნელებს ჰიპერციკლების შეხვედრას საკვებ სუბსტრატთან. ამის გარდა,

წყალში შეიძლება არ იყვნენ კატალიზატორები პოლიმერიზაციის რეაქციისთვის და პიპერციკლების მატრიცული აღნარმობისთვის. ოქსაგენი ორგანული ნივთიერებების კონცენტრაცია იყო დაბალი. თანამედროვე ოქსაგენი შეიცავს $C\ 28\text{ მგ/ლ}$ რაოდენობით, ძირითადად, HCO_3 და CO_3 . დედამიწის ქერქში და მთვარის გრუნტში C -ის კონცენტრაცია ერთი რიგით მაღალია – $100\text{--}200\text{ მგ/კგ}$. მაშასადამე, ლითოსფეროს ფოროვან ხსნარებში ორგანული ნივთიერების კონცენტრაცია შესაძლებელია ყოფილიყო უფრო მაღალი. ლითოსფეროში პიპერციკლებს გააჩნდათ უფრო დიდი ალბათობა „კვების პროდუქტებთან“ შესახვედრად. პიპერციკლები მაგრდებოდნენ მინერალურ მატრიცაზე და ახდენენ ჩამდინარე ხსნარებიდან საჭირო ორგანული ნივთიერებების ამოკრეფას. წარმატებული საქმიანობისთვის მინერალური მატრიცა ამარაგებდა მათ კატალიზატორებით (მაგალითად, მანგანუმით). ასეთი ეკოსისტემები პიპერციკლებით შეიძლება წარმოქმნილიყო როგორც ოქსაგენის ფსკერზე, ისე ხმელეთზე.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ სიცოცხლის გაჩენა კორელაციაშია დანალექი ქანების წარმოქმნასთან ($3,8$ მლრდ წლის წინ), რომლის ნაკვალევი შესამჩნევია იგივე გრენლანდიაში. დანალექი ქანების წარმოქმნა გახდა დედამიწაზე ბიოსფეროს გაჩენის, შექმნის ერთ-ერთი ძირითადი პირობა. დედამიწის ზედაპირზე (ოქსაგენი, ხმელეთზე) ორგანული ნივთიერებების დაგროვება დაკავშირებულია მათ სინთეზთან ფერფლიან ღრუბლებში ვულკანური ამოფრქვევის დროს, სადაც არის წყლის, ნახშირორჟანგის და მზუთავი აირის, აზოტის ჟანგეულების, გოგირდწყალბადის, გოგირდოვანი აირის დიდი კონცენტრაცია. მაღალი ელექტრული განმუხტვა ზრდის ორგანული ნივთიერების სინთეზის ალბათობას. ამგვარად, კოლოიდი პიპერციკლით – პირველი ეკოსისტემა, პროტობიოსფერო პროტონიადგაით. ბიოსფეროს ჩამოყალიბება მოხდა ლითოსფეროს, პიდროსფეროს და ატმოსფეროს საზღვარზე. ამიტომ პროტონიადგაი იყო ქეშმარიტი ბიოსფეროს გაჩენის ყველაზე მოსალოდნელი გარემო. მინერალური სუბსტრატი, რომელიც ზედა შრეში შეიცავს ორგანულ ნივთიერებას, სავსებით შეესაბამება „ნიადაგის“ თანამედროვე ცნებას. სულ ცოტა $2,8$ მლრდ წლის განმავლობაში დედამიწის ატმოსფერო არსებითად არ ცვლიდა თავის შემადგენლობას. სიცოცხლის გაჩენამ და მისმა ევოლუციამ არ მოახდინა გადამწყვეტი გავლენა ატმოსფეროზე ალბათ იმიტომ, რომ ის გაჩნდა იმავე პირობებში (ყანგბადოვანი ატმოსფერო). სიცოცხლის გაჩენას შეიძლება ხელს უწყობდეს შემთხვევითი ფაქტორები, მაგნიტური ზემოქმედების გაძლიერებასთან შეთავსებული ვულკანური მოქმედება, რადიაცია. ამაზე არაპირდაპირ მეტყველებს $3,5$ მლრდ წლის წინ რკინის ბირთვის (და დედამიწის მაგნიტური ველის) ფორმირება. მიკროორგანიზმებში პიპერციკლების გარდაქმნას თან ახლდა მათი გაყოფა ავტოტროფებად და ჰეტეროტროფებად, რაც შეიძლება ჩაითვალოს ბიოსფეროს ფუნქციონირების მთავარ პირობად. სწორედ მაშინ ჩამოყალიბდა პირველი პრიმიტიული ნიადაგი. მას გააჩნდა ორგანოგენური პორიზონტი და ხასიათდებოდა პროდუქტიულობით – ხელს უწყობდა ცოცხალი ნივთიერების აღნარმობას.

პირველი იყო ნეშომპალა ნიადაგი, რომელშიც, შესაძლებელია ჭარბობდეს ფულვომიკები. ნიადაგური პროცესები ინვედეს აზოტის, ნახშირბადის, გოგირდის ციკლებს და იყოს ცოცხალი ნივთიერების კონკურენციის და ევოლუციის მიზეზი. პრიმიტიული ნიადაგების არსებობის პერიოდი, როგორც ვარაუდობენ, ითვლიდა 2 მლრდ წელიწადს. ჯერჯერობით შეუძლებელია ამის დამტკიცება, თუმცა, პრიმიტიულ ნიადაგებზე ირიბად მეტყველებს ნახშირბადის რამდენამდე გადიდებული შემცველობა ზოგიერთ ძველ ნაფენში. ერთდროულად ფორმირდებოდა განამარხებული ნეშომპალა პორიზონტების მქონე ვულკანური შრეობრივი ნიადაგები. ლითოსფეროში ცხელ წყაროებთან მიმდინარეობდა მეტასომატოზის პროცესები ფერალიტური გამოფიტვის ქერქის და ნეშომპალა-ფერალიტური ნიადაგების წარმოქმნით. ამგვარად, კრიპტოზოის პერიოდში ფორმირდებოდა ნეშომპალა, თანამედროვე კორდიანი ნიადაგების ანალოგები. საჭიროა აღინიშნოს, რომ კემბრისში წყალმცენარეების განვითარება ხდებოდა როგორც ოკეანეში, ისე ხმელეთზე. ხმელეთის წყალმცენარეები ეხლაც ფართოდაა გავრცელებული მრავალი, მათ შორის, უდაბნოს, ნიადაგის ზედა პორიზონტებში. კრიპტოზოის ფანეროზოით შეცვლისას, რაც დაკავშირებულია წყალმცენარეების სიჭარბესთან (ორგანული ნივთიერების ავტოტროფულ მწარმოებლებთან), გაჩნდა დამლამებული ნიადაგები. მთელი პალეოზოის მანძილზე ნიადაგის შრე იყო ძალიან თხელი, რამდენიმე სანტიმეტრის ფარგლებში. ამიტომაც ასე ძნელია მოიძებნოს პალეოზოის ნიადაგების ნიმუხები.

უმალესი მცენარეების გაჩენამ (სილური-დევონი) გამოიწვია ისეთი ნიადაგების ფორმირება, რომლებიც საკმაოდ მიახლოებული იყო თანამედროვე ნიადაგებს. გაჩნდა ნეშომპალა, ენერი, ტორფიანი, ფერალიტური სრულპროფილიანი ნიადაგები. თანამედროვე ნიადაგური საფარის ფორმირება მისადაგებულია ცარცის პერიოდთან, როდესაც ფარულთესლიანებმა და შიშველთესლიანებმა დაიკავეს ხმელეთი. ფარულთესლიანებში ბალახეულმა საფარმა, საბოლოო ჯამში, გამოიწვია კორდიანი ნიადაგების, შავმიწების, ყომრალეების ფორმირება.

პლანეტის ზედაპირზე კლიმატური რყევადობა ინვედდა ნიადაგური ზონების გადაადგილებას, რაც განსაკუთრებით ნათლად ჩანს პოლოცენში, მყინვარების დახვევისას, ნიადაგური საფარის შეფასებისას. სწორედ მყინვარული პერიოდის დამთავრებასთან დაკავშირებულია თანამედროვე შავმიწის წარმოქმნა, მაშინ, როდესაც არამდგრადი დატენიანების პირობებში ბალახოვანი მცენარეულობის ქვეშ, აერალური გზით მინერალური მასალის (ლესის) მუდმივი შემოვლით წარმოიქმნა თანამედროვე შავმიწები, მძლავრი ჰუმუსოვანი ნიადაგები. ჰუმინის მჟავების წარმოქმნა, აგრეთვე, დაკავშირებულია ფარულთესლიანი მცენარეების გაჩენასთან. კორდი, კორდიანი პორიზონტი წარმოადგენს ჰუმუსის ფაბრიკას. ყველა ღრმად ჰუმუსირებული ნიადაგების წარმოქმნა დაკავშირებულია მათ მატებასთან ზემოთ (ალუვიური, დელუვიური, აერალური ნაფენები).

ამგვარად, თანამედროვე ნიადაგური საფარი ნაწილობრივ ჩამოყალიბდა მყინვარების გადნობის შემდეგ, ნაწილობრივ მემკვიდრეობით შემორჩა მყინვარულამ-

დელი დროიდან. მაგრამ თანამედროვე დროში პედოსფეროს და ბიოსფეროს განვითარების ბუნებრივი პროცესი დარღვეულია ადამიანის საქმიანობით. ნიადაგების მოხვანა და მშენებლობა იწვევს ბუნებრივი ნიადაგური საფარის შეცვლას ხელოვნურით, რომელიც შექმნა ადამიანმა. ხელოვნური ბიოსფეროს ფართობმა უკვე მიაღწია 30 მლნ კმ², ხოლო ხელოვნური ნიადაგების (გადახნული, სარწყავი) ფართობმა 15-17 მლნ კმ². დედამიწის გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე ნიადაგური საფარის ევოლუცია არ იწვევდა ამა თუ იმ ნიადაგის დაღუპვას, ისინი შენარჩუნდნენ. ტექნოსფერო, რომელიც გამოდევნის ნოოსფეროს, ხმელეთის ნაწილზე სპობს ნიადაგურ საფარს, ამავდროულად ცდილობს გადარჩენილი ნიადაგების ჰომოგენიზირებას, მაქსიმალურ გაერთგვაროვნებას, რათა გაადვილდეს მათი გამოყენება. ფორმირდება ერთგვაროვანი აგრომიწები მსგავსი თვისებებით. მაგრამ ნიადაგი დღესაც და მომავალშიც, რჩება, ძირითადად, ბუნებრივ რესურსად, რომელიც უზრუნველყოფს კაცობრიობას საკვებით. არსებული მოსაზრება, რომ ადამიანი გახდება ავტოტროფი, თვითონ მოახდენს საკვების სინთეზირებას, ჯერ არ მართლდება. საქმე არ არის მარტო ენერგეტიკულ ზღურბლში, რომელიც გადასალახია. დღემდე ვერ მოხერხდა ფოტოსინთეზის გამეორება სინჯარაში. ამიტომ მართალი იყო ტ. მალტუსი, რომელმაც პირველმა მიუთითა ნიადაგის ფართობის შეზღუდულობაზე და მისი განადგურებისგან დაცვის აუცილებლობაზე.

ბიოსფეროს ევოლუცია იყო დაკავშირებული ნიადაგების ევოლუციასთან და ორივე ეს ევოლუცია ჯერჯერობით ვექტორულია, გააჩნიათ დროში ერთი მიმართულება. თუ ბიოსფეროს და ნიადაგების ევოლუცია დაკავშირებულია ისეთ ფაქტორებთან, როგორიცაა დედამიწის დელამური და ნლიური ბრუნვა, შესაძლოა მოიძებნოს ევოლუციაზე მოქმედი სხვა კოსმიური ფაქტორები.

დადგენილია, რომ მზე თავისი სისტემით ბრუნავს ჩვენი გალაქტიკის ცენტრის ირგვლივ. ამასთან ჩვენი სისტემა პერიოდულად კვეთს ვარსკლავთა ნივთიერების ნაკადებს (ის იმყოფება ამ ნაკადში დაახლოებით 1 მლნ წელიწადში). დაახლოებით ერთხელ 1 მლრდ წელიწადში მზეს უახლოვდება ვარსკლავი. ბიოსფერო განვითარების გასული 3 მლრდ წლის განმავლობაში მზემ შეასრულა 14 ბრუნვა (მეგაციკლები) დაახლოებით 200 მლნ წლის ხანგრძლივობით. მზე კვეთს ოთხ სპირალურ ელექტრომაგნიტურ ტოტს და ვარსკლავთა ნივთიერების ორ ნაკადს. მაგნიტური ველის ფორმირება შეიძლება დაკავშირებულიყო გალაქტიკურ მაგნიტურ ველთან. გალაქტიკის ზოგიერთ რაიონში პლანეტების ინტენსიურ დასახივებასაც შეეძლო ხელი შეეწყო ბიოსფეროს ევოლუციისათვის. ამ მოსაზრების ილუსტრირება შეიძლება რამდენიმე ფაქტორით. დედამიწის მთიან სისტემებში ალპურ და სუბალპურ ზონებში ფორმირდება სპეციფიკური მაღალჰუმუსიანი ნეშომპალა ნიადაგები. ამ სარტყელში ყველაზე ინტენსიურია ულტრაიისფერი რადიაცია და კოსმოსური სხივების შემოსვლა. ცნობილია მთების მნიშვნელობა მინათმოქმედების ჩასახვაში (ნ. ვავილოვის მიხედვით სწორედ მთებია როგორც მინათმოქმედების, ისე ძირითადი

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების: ხორბლის, ბრინჯის, კარტოფილის სამშობლო). ნებისმიერ შემთხვევაში კოსმოსური ფაქტორი შეიძლება ყოფილიყო პროტონიდაგის, ხოლო შემდეგ ბიოსფეროს წარმოქმნის მიზეზი.

პედოსფეროს დაცვა

ანთროპოგენური შეცვლის უმეტესი ნაწილი ხასიათდება დამანგრეველი მიმართულებით, რაც იწვევს პედოსფეროს სტრუქტურულ-ფუნქციონალურ მოშლას და დეგრადაციას.

არჩევენ პედოსფეროს დაცვის სხვადასხვა დონეს.

პირველი დონე – ნიადაგის დაცვა პირდაპირი განადგურების და სრული მოსპობისგან. მათ რიცხვს მიეკუთვნება სხვადასხვა იბოქტის მშენებლობისთვის ახალი მიწების გამოყოფის შეზღუდვა; სასარგებლო წიაღისეულის ღია და არარაციონალური დამუშავების შეზღუდვა ან აკრძალვა; სამრეწველო და სხვა ობიექტებისთვის ადრე გამოსული ბუნებრივი მდგომარეობიდან ტერიტორიების მაქსიმალური გამოყენება; სრული მოცულობით რეკულტივაციის დროული ჩატარება და სხვ.

ნიადაგების დანაკარგები განსაკუთრებით სუსტად ხორციელდება სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების, დაზვერვის და ტრანსპორტირებისას. ნაყარში დიდი მოცულობით გრძელდება გამოყენებისთვის ვარგისი ქანების და მინერალური ნედლეულის გადამუშავების წარჩენების დაგროვება. ამასთან დაკავშირებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგადგენით სარეკულტივაციო სამუშაოებს, რაც წარმოადგენს პედოსფეროს შენარჩუნების უმნიშვნელოვანეს მიმართულებას.

დღეისათვის არჩევენ სამთოტექნიკურ, ბიოლოგიურ და სამშენებლო რეკულტივაციას.

სამთოტექნიკური რეკულტივაცია წარმოადგენს სამთომოპოვების წარმოების მიერ საბადოს დამუშავების პროცესში შესასრულებელ კომპლექსურ სამუშაოს, რომელიც პასუხობს დანიშნულებისამებრ წყობიდან გამოსული ტერიტორიების შემდგომ გამოყენებას. ამ სახის რეკულტივაცია მოიცავს შემდეგ ღონისძიებებს: სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისათვის გამოსაყენებელი ნიადაგის წინასწარი მომზადება, წყობიდან გამოსული ტერიტორიის ზედაპირის მომზადება შემდგომში ბიოლოგიური რეკულტივაციისათვის, ნაყარი ზედაპირის მომზადება, ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის დაფარვა, აუცილებელი სამელიორაციო სამუშაოების შესრულება (დასაშრობი, სადრენაჟო სამუშაოების ჩატარება, მოკირიანება და სხვადასხვა სასუქებისა და მელიორანტების შეტანა და ა.შ.), აგრეთვე, გზებისა და წყალსატევების მოწყობა, მოსალოდნელი ეროზიის აცილება, ზედაპირის მომზადება მშენებლობისათვის. სამთოტექნიკური რეკულტივაციის ეტაპის საბოლოო მიზანი მდგომარეობს იმაში, რომ წყობიდან გამოსულ ნიადაგებზე შეიქმნას ყველა პირობა ბიოლოგიური რეკულტივაციისათვის.

ბიოლოგიური რეკულტივაცია არის სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზაციების, სატყეო და სხვა მეურნეობების, აგრეთვე, სხვა დაწესებულებების მიერ საძოვრების, სახნავების, ტყის ნარგავების, ბაღების პროდუქტიულობის, აგრეთვე, მეთევზეობისათვის წყალსატევების შესაქმნელად აგროტექნიკური და ტექნიკური სამუშაოების ჩასატარებელ კომპლექსს. ბიოლოგიური რეკულტივაციის ჩატარება დასაშვებია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სამთომოპოვებითი ან სხვა საწარმოო წესრიგში მოიყვანს კარიერს შემდგომი ღონისძიებების ჩასატარებლად. ბიოლოგიური რეკულტივაციის სხვადასხვა სახიდან ყველაზე ეფექტური და გავრცელებულია სასოფლო-სამეურნეო ერთწლიანი კულტურების და მრავალწლიანი ბალახების თესვა, ბაღებისა და ვენახების გაშენება, ტყის ნარგავების, პარკების და მწვანე ზონების შექმნა.

სამშენებლო რეკულტივაცია წარმოადგენს მწყობრიდან გამოსულ ტერიტორიებზე სპეციალიზებული სამშენებლო და თევზმეურნეობების ორგანიზაციების მიერ სხვადასხვა დანიშნულებისა და სახის მშენებლობას და წყალსატევების მოწყობას.

საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ წყობიდან გამოსული მიწების რეკულტივაციის უმთავრეს ამოცანას წარმოადგენს სამეურნეო საქმიანობისთვის და ამ ტერიტორიაზე მანქანა-იარაღების ნორმალური მუშაობისათვის შესაფერისი რელიეფის შექმნა. გრუნტის ან ნაყარის პოტენციური ნაყოფიერება უნდა იქნეს გამოყენებული აგროტექნიკური ან მელიორაციული ღონისძიებების ეფექტურად გამოყენების მიზნით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ქანებს გააჩნიათ ტოქსიკური მახასიათებლები საჭიროა, რომ ქანებს, პირველ რიგში, გადაეფაროს ინერტული მასალა, ხოლო ამ უკანასკნელზე 20-30 სანტიმეტრის სისქეზე დაიყაროს ნიადაგის ჰუმუსოვანი ფენა. ამის შემდგომ შესაძლებელია სასოფლო-სამეურნეო და მრავალწლიანი ნარგავების გაშენება, ბალახების თესვა და ტყის კულტურების გაშენება.

რეკულტივაციის ხერხები და ღონისძიებები, პირველ რიგში, დამოკიდებულია სასარგებლო ნიაღისეულის თუ სამშენებლო მასალის მოპოვების ტექნოლოგიაზე, საბადოს დამუშავების საერთო ორგანიზაციულ-სამეურნეო პირობებზე, მადნის თუ მასალის შრის განლაგებაზე, ქანის ქიმიურ და ფიზიკურ მაჩვენებლებზე, ბიოლოგიურ აქტივობაზე და ბუნებრივ პირობებზე.

რეკულტივაციის სახეებიდან ყველაზე რთული და შრომატევადია სამთოტექნიკური, რადგან დაკავშირებულია ქვარილების დიდი მასის და საბადოს დამუშავებამდე მოხსნილი და დაკონსერვებული ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის გარკვეული წესით არევისა და დაფარვასთან. დადგენილია, რომ რეკულტივაციის ამ სახეზე მოდის დანახარჯების დაახლოებით 80-90%. სამთოტექნიკური რეკულტივაცია იმ შემთხვევაში ხორციელდება წარმატებით, როდესაც ორგანულად ერწყმის სასარგებლო ნიაღისეულის სამშენებლო მასალების მოპოვების ტექნოლოგიურ პროცესს, ე.ი. ერთდროულად სრულდება როგორც მოპოვება, ისე აღდგენითი (სარეკულტივაციო) სამუშაოები. ამასთან, ამა თუ იმ მადნის (მასალის) მოპოვებისას წარმოიშვება ხარისხობრივად ახალი ტექნოლოგიური კომპლექსი, რომელსაც პირობითად შეიძლება ეწოდოს „გადახვნა-რეკულტივაცია“. სასარგებლო ნიაღისეულის თუ

სამშენებლო მასალის ღია (გადახრის) ნესით მოპოვების კომპლექსის შესრულება, ანუ საბადოს ექსპლოატაციის პროცესი, თავის მხრივ, მოიცავს გამომუშავებული ფართობის ტექნოგენური ზედაპირის ოპტიმალურ ფორმირებას იმ მიზნით, რომ შემდგომში გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა მიზნებისათვის.

ნიადაგის ყველა სახის დარღვევა შეიძლება დაჯგუფდეს ექვს კატეგორიად:

ტერიკონები (მადნის მინისქვეშა გამომუშავებით შექმნილი ნაყარებზე და შახტის მოედნებზე ნაპრალები, ნასხლეტები, „ძაბრები“, ეროზიული და მენყრული მოვლენებით);

ლრმულები (სხვადასხვა მადნის და ქვანახშირის მოპოვების შედეგად წარმოქმნილი ღრმა კარიერები და ყრილები, „შლამსაცავები“, ნაცარყრილები);

კარიერები ყრილების გარეშე შეცვლილი რელიეფით, წარმოქმნილი სამშენებლო მასალების ან ტორფის მოპოვების შედეგად;

ნიადაგური საფარის დარღვევები გზების მშენებლობის, გაზის და ნავთობის მილების ჩანყოფის, ელექტროქსელის (ტრანშეები, თხრილები) გაყვანის შედეგად;

ნავთობმოპოვების დროს ნიადაგური საფარის დარღვევები;

სამთო-საძიებო, გეოდეზიური და სამშენებლო სამუშაოების შედეგად დაბინძურებული ტერიტორიები.

ნიადაგური საფარის ნაყოფიერი ფენის მოხსნა და დასაწყობება, რომ შესრულდეს, საჭიროა ნაყოფიერი ფენის მოხსნის სიმძლავრის პარამეტრების დადგენა.

საქართველოს ძირითადი ნიადაგები ხასიათდება ნაყოფიერი და პოტენციურად ნაყოფიერი ფენის მოხსნის განსხვავებული მაჩვენებლებით.

ცხრ. 17. საქართველოს ნიადაგების ნაყოფიერი და პოტენციურად ნაყოფიერი ფენების სიმძლავრე (სმ)

ნიადაგი	ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის სისქე	ნიადაგის პოტენციურ- ნაყოფიერი ფენის სისქე	ნიადაგის ნაყოფიერი და პოტენციურ- ნაყოფიერი ფენების ჯამური სიმძლავრე
ნითელმინა	50-60	30	80-90
ყვითელმინა	40-50	20	60-70
ჭაობიანი	30-50	20	50-70
ყვითელმინა-ენერი	50-60	30	80-90
ყვითელ-ყომრალი	40-50	20	60-70
ყომრალი	30-50	20	50-70

ყომრალ-შავი	40-60	30	70-90
კორდიან-კარბონატული	20-40	30	50-70
რუხი-ყავისფერი	40-60	20	60-80
მდელის-რუხი-ყავისფერი	40-60	30	70-90
ყავისფერი	40-60	20	60-80
მდელის-ყავისფერი	40-60	30	70-90
შავი	50-60	30	80-90
შავმინა	40-60	30	70-90
მთა-ტყე-მდელის	40-50	30	70-80
მთა-მდელის	30-40	20	50-60
დამლაშებული	20-40	20	40-60
ალუვიური	30-50	20	50-70

მეორე დონე – ათვისებული და გამოყენებადი ნიადაგების დაცვა ხარისხობრივი დეგრადაციისგან. მრავალი საუკუნის მანძილზე ეროზია წარმოადგენს ნიადაგების დეგრადაციის მთავარ ფაქტორს. მისგან დაზიანებულია სახნავი მიწების უმეტესი ნაწილი, რომლებიც მწვევედ საჭიროებენ ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებებს. ქარისმიერ და წყლისმიერ ეროზიასთან (დეფლაცია) ბრძოლაში სასურველი შედეგების მისაღწევად საჭიროა მათი ძირითადი კანონზომიერების ცოდნა და ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების პრინციპული დებულებების ჩამოყალიბება. ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები უნდა იყოს კომპლექსური და სრულად ითვალისწინებდეს ადგილობრივი პირობების სპეციფიკას. საჭიროა ეროზიისგან ნიადაგების დაცვის მთავარი ამოცანების ნათელი წარმოდგენა. ეს ამოცანებია: 1) ნიადაგების ეროზიის ფაქტორების ზემოქმედების ძალის შემცირება და მათი მოქმედების თავიდან აცილება; 2) მცენარეულობით და სხვა ეროზიის საწინააღმდეგო საფარით ეროზიის გამომწვევი აგენტებისგან ნიადაგების ზედაპირის მაქსიმალური დაცვა და მათთან ურთიერთმოქმედების დროის შემცირება; 3) ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო მდგრადობის გაზრდა; 4) ეროზირებული მიწების დროული და სრული აღდგენა.

ნიადაგების ხარისხობრივი დეგრადაციის სხვა ფაქტორს წარმოადგენს წყლის მელიორაციების არარაციონალური განხორციელება. არსებობს რუხი-ყავისფერი ნიადაგების მორწყვის (სამხრეთ-აღმოსავლეთი საქართველო) და ჭაობიანი ნიადაგების (კოლხეთი) დამრობის ზოგიერთი საგულისხმო მაგალითი. მორწყვა, მკაცრად ლიმიტირებული მცირე დოზებით, უნდა წარმოადგენდეს დაზღვევით (დამატებითი ბუნებრივი დატენიანებისთვის) ხერხს და ყოველთვის არ უნდა იყოს გამოყენებუ-

ლი. შეცდომები არ უნდა იყოს დაშვებული ასევე დაშრობის დროს. წყლის მელიორაციების გატარებისას საჭიროა ლანდშაფტების და ნიადაგების დაცვის გარკვეული მოთხოვნების დაცვა.

ხარისხობრივი დეგრადაციის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ნიადაგების დაცვა ქიმიური, ბიოლოგიური და რადიაციული დაბინძურებისგან. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით საშიშია ნიადაგებისთვის, რადგანაც მასში მოხვედრილი რადიოაქტიური იზოტოპები, ნიადაგის მძლავრი სორბციული ძალების არსებობის შედეგად, შეიძლება რჩებოდნენ ნიადაგში ათეულობით წლის მანძილზე.

მესამე დონე მოიცავს ათვისებული ნიადაგების ნეგატიურ სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ცვლილებების თავიდან აცილებას. სამწუხაროდ, ნიადაგების დაცვის სამუშაოებში ნაკლებად უწევენ ანგარიშს ნეგატიური ცვლილებების პრევენციას. ეს უკანასკნელი უნდა წარმოადგენდეს დეგრადაციისგან ნიადაგების დაცვის დასაწყისის სისტემას. ამ სისტემის მნიშვნელოვანი კომპონენტებია: ნიადაგების კვებითი, წყლოვანი, თბური და გაზისებრი რეჟიმების რეგულირება, სათანადო დონეზე მათი ბიოქიმიური აქტიურობის შენარჩუნება და სრულყოფილი ნიადაგური ბიოტის შენარჩუნება, ნიადაგების ფიზიკური მდგომარეობის ოპტიმიზაცია და მათი სტრუქტურის მოშლის და გამკვრივების თავიდან აცილება. ამავდროულად, „ნიადაგური დაავადებების“ თავიდან აცილების პროფილაქტიკური ღონისძიებების მთელი კომპლექსის გადანყევტა, იძლევა ხარისხობრივი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღების საშუალებას. აგროქიმიკატების გამოყენების დროს დაუშვებელია ნიადაგების ფუნქციონალური „მოშლა“, რადგანაც სხვანაირად მოხდება ნიადაგში მოზინადრე სასარგებლო ორგანიზმების მონადევა. სასუქების და პესტიციდების გამოყენების გონივრული სისტემა ხელს უწყობს სათანადო დონეზე არა მარტო კვებითი რეჟიმის შენარჩუნებას, არამედ ნიადაგების ბიოტის აქტიურობის გარანტიასაც წარმოადგენს. ამიტომ ნიადაგების დაცვა დაბინძურებისაგან, აგროქიმიკატებისაგან ნიადაგების და გარემოს დაცვის მნიშვნელოვანი პირობაა. ნიადაგების და ლანდშაფტების პესტიციდებიდან დაცვის ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს ნაკლებად ტოქსიკური და ნაკლებად მდგრადი ნაერთების შექმნა, მათი შეტანის დოზების შემცირება და სხვ. სამწუხაროდ, ამ პირობებს ხშირად არ იცავენ. საჭიროა იმის გათვალისწინება, რომ სასუქებისგან განსხვავებით, პესტიციდები ეფექტურია ოპტიმალური დოზების მხოლოდ შედარებით ვიწრო ჩარჩოში. დაუშვებელია ნარგავების არა ამორჩევითი არამედ მთლიანი დამუშავება, დადგენილი ვადების დარღვევა, ბიოციდების გამოყენების დროს ადამიანების და ცხოველების დაცვის მოთხოვნების უგულებელყოფა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული მონადევა და სხვ. ამ დარღვევების თავიდან აცილება წარმოადგენს ნიადაგების, მცენარეების, ცხოველების და საერთოდ, ადამიანის ყოფა-ცხოვრების ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური კეთილდღეობის დაცვის აუცილებელ პირობას.

ნეგატიური სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ცვლილებების თავიდან დროული აცილების მიზნით საჭიროა ეკოტოქსიკანტებით დაბინძურების მასშტაბების ცოდ-

ნა. დადგენილია, რომ ჰერბიციდების 60-90%, ინსექტიციდების და ფუნგიციდების 97-99%, რომლებსაც იყენებენ როგორც მცენარეთა დაცვის საშუალებას, ხვდება ნიადაგში, გამდინარე წყლებსა და წყალსატევებში. საკმაოდ დიდია ნიადაგებში სასუქების შეტანის დროს მათი როგორც მინარევების დაბინძურება მძიმე ლითონებით. გადიდებული დაბინძურებით ხასიათდება ფოსფოროვანი სასუქები, რომელთან ერთად ნიადაგში ხვდება: სპილენძის მოქმედი ნივთიერების 127 გ/ტ, თუთიის 164 გ/ტ, კადმიუმის 3 გ/ტ, ტყვიის 34 გ/ტ, ნიკელის 92 გ/ტ, ქრომის 121 გ/ტ. ნიადაგში მოხვედრილ მძიმე ლითონებს, მისი სორბციული მექანიზმების მოქმედებასთან დაკავშირებით, გააჩნიათ დეგრადების ტენდენცია. ეს მოვლენა კარგად მჟღავნდება ნიადაგებში სუსტად ჩამრეცხი ტენის რეჟიმით, რამაც, დროთა განმავლობაში, შეიძლება განაპირობოს ნიადაგური ნაყოფიერების დაქვეითება და ნიადაგური ეკოფუნქციების შესუსტება.

მიწების დაცვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს დეგრადირებული ნიადაგების დროული აღდგენა. ეს უნდა ხდებოდეს რამდენიმე ეტაპად: 1) ნიადაგების პათოლოგიის ზუსტი დიაგნოსტიკება; 2) დეგრადაციის გამომწვევი ფაქტორების შემდგომი მოქმედების მოხსნა; 3) დეგრადირებული ნიადაგების დროებითი გამოთიშვა აქტიური სამეურნეო გამოყენებისგან; 4) დაბინძურებისგან ნიადაგების განმენდა; 5) ნიადაგების ბიოლოგიზაცია და მათი ნაყოფიერების მდგრადობის აღდგენა სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების შემდგომი ჩართვით მათ მდგომარეობაზე მკაცრი კონტროლის პირობით და სხვ.

ნიადაგის სანყისი მდგომარეობის დაბრუნების ორი მიმართულება არსებობს – კომპლექსურ-აგროტექნიკური და ბუნებრივი. პირველ შემთხვევაში ნიადაგის „მკურნალია“ მზრუნველი მეპატრონე, ხოლო მეორეში – თვით ბუნება.

ნიადაგების ეკოლოგიური პოლიფუნქციონალობა განსაზღვრავს ნიადაგების დაცვის თავისებურებას და აქტუალობას.

თავი 5. ბიოსფერო

ბიოსფეროს ზოგადი თავისებურებანი

ბიოსფერო („სიცოცხლის სფერო“) წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირის რთულ გარე გარსს, რომელიც დასახლებულია ორგანიზმებით და ერთობლიობაში წარმოადგენს პლანეტის ცოცხალ ნივთიერებას. ბიოსფერო არის დედამიწის ერთ-ერთი უმნიშველოვანესი გეოსფერო და წარმოადგენს გარემოს ძირითად კომპონენტს. პლანეტის ევოლუციის პროცესში პედოსფეროს და ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ატმოსფეროს ნაწილები დასახლდა ორგანიზმებით და წარმოიქმნა ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებული გარსი – ბიოსფერო. მეცნიერებაში პირველად ეს დასახელება გამოიყენა ჯერ კიდევ ჟ. ლამარკმა XIX საუკუნის დასაწყისში. ტერმინი „ბიოსფერო“ (ბერძნული ბიოსი – სიცოცხლე, სფერო – ბურთი) შემოიღო გეოლოგმა ე. ზუსმა 1875 წელს, მაგრამ ამ ტერმინმა გავრცელება პოვა აკადემიკოს ვ. ვერნადსკის მიერ ბიოსფეროზე სწავლების ჩამოყალიბების შედეგად (XX საუკუნის 20-იანი წლების ბოლოს). ბიოქიმიის ფუძემდებელმა ვ. ვერნადსკიმ პირველმა მიაქცია ყურადღება ცოცხალ ორგანიზმებს, როგორც მძლავრ გეოლოგიურ ფაქტორს, დაადგინა ცოცხალი ნივთიერების მნიშვნელობა დედამიწის ზედაპირის გარდაქმნაში და დედამიწის ქერქში ელემენტების გადანაწილებაში.

დედამიწის მასა შეადგენს $6 \cdot 10^{21}$ ტონას, მოცულობა – $1,083 \cdot 10^{12}$ კმ³, ზედაპირის ფართობი – $510,2$ მლნ კმ². ის შედგება კონცენტრირებული შინაგანი და გარეგანი გარსებისგან (გეოსფეროებისგან). შინაგანს მიეკუთვნება ბირთვი, მანტია, ხოლო გარეგანს – ლითოსფერო (დედამიწის ქერქი), ჰიდროსფერო, ატმოსფერო და დედამიწის რთული გარსი – ბიოსფერო. ჩვენი პლანეტის ზომები, მასადაც, ბუნებრივი რესურსები შეზღუდულია.

ბიოსფერო მოიცავს დედამიწის ზედაპირს, ლითოსფეროს ზედა ნაწილს, თითქმის მთელ ჰიდროსფეროს, ტროპოსფეროს და სტრატოსფეროს ქვედა ნაწილს. ბიოსფეროს საზღვრები განისაზღვრება სხვადასხვა ორგანიზმების სიცოცხლისთვის საჭირო პირობების არსებობით. ბიოსფეროს ზედა ნაწილი შეზღუდულია ულტრაიისფერი სხივების ინტენსიური კონცენტრაციით; ქვედა – დედამიწის ნიაღვრის მაღალი ტემპერატურით (100°C -ზე მეტი). ბიოსფეროს უკიდურეს საზღვრებს აღწევნ მხოლოდ ბაქტერიები (ბაქტერიის სპორები აღწევნ 20 კმ-მდე სიმაღლეს, ხოლო ანაერობული ბაქტერიები აღმოჩენილია 3 კმ-ზე უფრო ღრმად ნავთობის საბადოს წყლებში). სიცოცხლის ყველაზე დიდი კონცენტრაცია თავმოყრილია ხმელეთის და

ოკეანის ზედაპირთან, ლითოსფეროს და ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს საზღვართან. ცოცხალი ორგანიზმები ჯამში შეადგენენ ცოცხალ ნივთიერებას. ბიოსფეროს შემადგენლობაში შედის არა-ცოცხალი ნივთიერება და, აგრეთვე, თავისი ბუნებით რთული სხეულები (როგორც ცოცხალი ორგანიზმები, ისე სახეშეცვლილი არაცოცხალი ნივთიერება). ვ. ეერნადსკი ამ უკანასკნელებს მიაკუთვნებდა ნიადაგს, ლექს, ბუნებრივ წყალს.

პლანეტის ბიომასა შეადგენს $3 \cdot 10^{12}$ ტონას, ამთან, ამ სიდიდის 95%-ზე მეტი მოდის მცენარეულ ორგანიზმებზე და მხოლოდ 5% – ცხოველებზე. საერთოდ ბიომასა შეადგენს ბიოსფეროს მთელი მასის დაახლოებით მხოლოდ 0,01%, მაგრამ მისი მნიშვნელობა უაღრესად დიდია. მცენარეების ბიომასის ძირითად ნაწილს შეადგენენ ხეები, ამიტომ პლანეტაზე მისი დაგროვებით განისაზღვრება ტყის გავრცელება კონტინენტებზე. ყველაზე დიდი მასა და მცენარეების მაქსიმალური მრავალფეროვნება აღინიშნება ტენიან ტროპიკულ ტყეებში. ცხოველების სახეობების მრავალფეროვნება და მასა დამოკიდებულია მცენარეულ მასაზე და იზრდება ეკვატორისკენ. ბიოსფეროში სიცოცხლის არსებობის მთავარ პირობას განსაზღვრავენ ცოცხალი ორგანიზმები, რომლებიც ახდენენ არაორგანული და ორგანული ნივთიერებების ციკლებს.

ბიოსფეროს არსებობის საფუძველს წარმოადგენენ ავტოტროფები, რომლებიც მზის ენერგიით CO_2 -დან ქმნიან ორგანულ ნივთიერებას. ავტოტროფები შეიცავენ ჰემოტროფების ჯგუფს. (გოგირდ- და რკინაბაქტერიები, რომლებიც ცოცხლობენ გოგირდის და რკინის ნაერთების გარდაქმნის ქიმიური ენერგიის ხარჯზე). პეტეოტროფები არსებობენ ავტოტროფების ხარჯზე. ისინი გარდაქმნიან და ნაწილობრივ შლიან ავტოტროფების მიერ შექმნილ ორგანულ ნივთიერებას და გადააადგილებენ მას ნიადაგში. დესტრუქტუროები ნიადაგში შლიან ორგანულ ნივთიერებას ნახშირორჟანგამდე და ნაწილობრივ აგროვებენ მას ნიადაგში ჰუმუსის სახით. ამგვარად ხდება ტროფიკული ჯაჭვის აგება: მცენარე-ცხოველი-საპროფაგი. ტროფიკული ჯაჭვები ქმნიან ტროფიკულ ბადეს. ამასთან ელემენტები, რომლებიც შეადგენენ ორგანიზმებს, ერთვებიან ბიოგეოქიმიურ ციკლებში შემდეგი მოდელით: ქანი – ნიადაგი და ბუნებრივი წყლები – მცენარეები და მიკროორგანიზმები – ცხოველები-საპროფაგები – ნიადაგი და ბუნებრივი წყლები – მეტამორფული ქანები.

ბიოსფეროს გააჩნია ხუთი ძირითადი ფუნქცია: ენერგეტიკული, გაზისებრი, კონცენტრირებული, დესტრუქციული, გარემოსშემქმნელი.

ენერგეტიკული ფუნქცია სრულდება ფოტოსინთეზის პროცესში მწვანე მცენარეებით მზის ენერგიის აკუმულირების შედეგად. ამ ენერგიის ერთი ნაწილი გადანაწილდება ბიოსფეროს ცალკეულ კომპონენტებს შორის, სხვა გროვდება მკვდარ ორგანიკაში და წარმოქმნის ბიოგენური ნივთიერების ბუდობებს (ტორფი, ქვანახშირი, ნავთობი), გარკვეული ნაწილი გაიფანტება.

გაზისებრი ფუნქცია აირების მიგრაციის და გარდაქმნის პროცესში უზრუნველყოფს ბიოსფეროს გაზისებრ შემადგენლობას, რომლის უმეტეს ნაწილს აქვს ბიოგენური წარმოშობა.

კონცენტრაციული ფუნქცია მდგომარეობს გარემოდან ცოცხალი ორგანიზმების მიერ ბიოგენური ელემენტების ამორჩევი ამოღებასა და დაგროვებაში, რაც განაპირობებს განსხვავებას პლანეტის ცოცხალი და არაცოცხალი ნივთიერების შემადგენლობაში. ამ ფუნქციით ცოცხალი ორგანიზმები ადამიანის ჯანმრთელობისთვის შეიძლება იყვნენ როგორც სასარგებლო (ვიტამინები, ამინომჟავები), ისე საშიში (მძიმე ლითონები, რადიოაქტიური ელემენტები, შხამქიმიკატები) ნივთიერებების წყარო.

დეტრუქციული ფუნქცია განაპირობებს მკედარი ორგანიკის გახრწნის, ქანების ქიმიური დაშლის და წარმოქმნილი ნივთიერებების ბიოტურ წრებრუნვაში ჩართვის პროცესებს. ამის შედეგად ხდება ორგანიკის მინერალიზაცია.

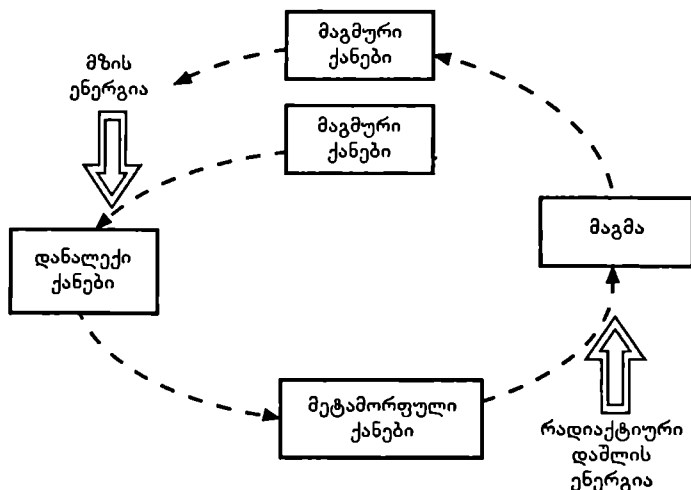
გარემოს შემქმნელი ფუნქცია მდგომარეობს გარემოს ქიმიურ პარამეტრების ტრანსფორმაციაში ორგანიზმების არსებობისათვის ხელსაყრელ პირობებში. ის უზრუნველყოფს ატმოსფეროს გაზისებრ შემადგენლობას, ლითოსფეროს დანალექი ქანების და ჰიდროსფეროს ქიმიურ შედგენილობას, ბიოსფეროში ნივთიერების და ენერგიის ბალანსს, ადამიანის მიერ ბინადრობის დარღვეული პირობების აღდგენას.

ნივთიერებების წარბრუნვა ბიოსფეროში

ბიოსფერო მონანილეობს ნივთიერებების ძირითად წრებრუნვაში: დიდში (გეოლოგიურში) და მცირეში (ბიოგეოქიმიურში). ბუნებაში ნივთიერებების დიდი გეოლოგიური წრებრუნვა განპირობებულია მზის ენერგიის ურთიერთმოქმედებასთან დედამიწის სიღრმით ენერგიასთან და ნივთიერების გადანაწილებაში ბიოსფეროსა და დედამიწის უფრო ღრმა პორიზონტებს შორის. ეს წრებრუნვა სისტემაში „მაგმური ქანები – დანალექი ქანები – მეტამორფული ქანები (ტემპერატურით და წნევით გარდაქმნილი) მაგმური ქანები“ ხდება დედამიწის ქერქის მაგმატიზმის, მეტამორფიზმის, ლითოგენეზის და დინამიკის პროცესების ხარჯზე (ნახ. 12).

ნივთიერების წრებრუნვა ხდება სპირალით: წრებრუნვის ყოველი ახალი ციკლი არ იმეორებს ზუსტად ძველს, შეაქვს რაღაც ახალი, რაც, საბოლოოდ, იწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებას.

დიდი წრებრუნვა, აგრეთვე, წარმოადგენს ატმოსფეროს მეშვეობით ხმელეთსა და ოკეანეს შორის წყლის წრებრუნვას. ოკეანის ზედაპირიდან აორთქლებული ტენი (რაზეც იხარჯება მზის ენერგიის 50%) ნაწილობრივ გადაიტანება ხმელეთზე, სადაც ხვდება ნალექების სახით, შემდგომ თავიდან უბრუნდება ოკეანეს ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენებით. ნაწილი უბრუნდება ოკეანეს უშუალოდ ნალექების სახით. დედამიწაზე წყლის წრებრუნვაში ყოველწლიურად მონანილეობს 500 ათას კმ³-ზე მეტი წყალი. წყლის წრებრუნვა ძირითად როლს თამაშობს დედამიწაზე ბუნებრივი პირობების ფორმირებაში. მცენარეებით წყლის ტრანსპირაციის და ბიოგეოქიმიური ციკლების გათვალისწინებით დედამიწაზე წყლის მთელი მარაგის დაშლა და აღდგენა ხდება ორი მილიონი წლის განმავლობაში.



ნახ. 12. დედამიწაზე ნივთიერებების დიდი (გეოლოგიური) წრებრუნვა

ბიოსფეროში ნივთიერებების მცირე წრებრუნვა (ბიოქიმიური), დიდი წრებრუნვისგან განსხვავებით, სრულდება მხოლოდ ბიოსფეროს ფარგლებში. მისი არსი მდგომარეობს ფოტოსინთეზის პროცესში არაორგანული ნაერთებიდან ცოცხალი ნივთიერების წარმოქმნაში და დაშლის შედეგად ორგანული ნივთიერებების კვლავ არაორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნაში. ეს წრებრუნვა ბიოსფეროსთვის არის მთავარი და სიცოცხლის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს. ცოცხალი ნივთიერება იცვლება, იზადება და კედება, განაპირობებს სიცოცხლეს დედამიწაზე, უზრუნველყოფს ნივთიერებების ბიოგეოქიმიურ წრებრუნვას. მთელ რიგ ეკოსისტემაში ტროფიკული ჯაჭვები უზრუნველყოფენ ნივთიერებების და ენერგიის გადატანას, რაც ცნობილია ბიოლოგიური წრებრუნვის სახელწოდებით. ნივთიერებების წრებრუნვა შეკრულია და ითვალისწინებს ნივთიერებების მრავალჯერად გამოყენებას ტროფიკულ ჯაჭვებში. მას აქვს ადგილი წყლის ეკოსისტემაში და ზოგჯერ ტროპიკულ ტყეში.

დედამიწაზე შემოსული მზის ენერგია, საბოლოო ჯამში, უბრუნდება კოსმოსს, ხოლო ქიმიური ელემენტები წარმოქმნიან შეკრულ სისტემას (ციკლს), რომელშიც ხდება ატომების მრავალჯერადი გამოყენება. ცალკეული ნივთიერებების წრებრუნვა ცნობილია ბიოგეოქიმიური ციკლის სახელწოდებით. ორგანიზმით შთანთქმული ქიმიური ელემენტი, გარკვეული დროის შემდეგ, გადადის აბიოტურ გარემოში, შემდეგ თავიდან ხდება ცოცხალ ორგანიზმში და ა.შ. ასეთებია ბიოფიური ელემენტები. ამ ციკლებით და, ზოგადად, წრებრუნვით ხდება ბიოსფეროში ცოცხალი ნივთიერების უმნიშვნელოვანესი ფუნქციების უზრუნველყოფა.

ბიოგეოქიმიურ წრებრუნეებში არჩევენ ორ ნაწილს: 1) სარეზერვო ფონდი – მოძრავი ნივთიერებების უდიდესი მასა, რომელიც არ არის დაკავშირებული ორგანიზმებთან, 2) გაცვლითი ფონდი – ბევრად ნაკლები, მაგრამ ძალიან აქტიური, რომელიც განპირობებულია ორგანიზმსა და უშუალო გარემოს შორის ბიოგენური ნივთიერების პირდაპირი გაცვლით. ბიოსფეროში გამოიყოფა: 1) გაზისებრი ნივთიერებების წრებრუნვა ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროში (ოკეანე) სარეზერვო ფონდით; 2) დანალექი ციკლი სარეზერვო ფონდით დედამიწის ქერქში (გეოლოგიურ წრებრუნვაში). ყველა ციკლი ხარჯავს მზის ენერგიას. დედამიწაზე არსებობს მხოლოდ ერთი პროცესი, რომელიც არ ხარჯავს, არამედ აკავებს და აგროვებს მზის ენერგიას. ფოტოსინთეზის შედეგად იქმნება ორგანული ნივთიერება, რაშიც მდგომარეობს დედამიწაზე ცოცხალი ნივთიერების ძირითადი პლანეტარული ფუნქცია.

ბიოსფეროში მუდმივად ხდება წყლის და ცოცხალი ორგანიზმების შემადგენლობაში შემავალი ელემენტების წრებრუნვა. ეს პროცესი გრძელდება ათეული მილიონი წლის მანძილზე. დადგენილია, რომ დედამიწის ზედაპირზე არ არის უფრო მუდმივად მოქმედი ქიმიური ძალა და, ამიტომ, საბოლოო შედეგებით უფრო მძლავრია, ვიდრე ზოგადად აღებული ცოცხალი ორგანიზმები. მცენარეების და ცხოველების ზრდისა და განვითარების პროცესში არაორგანული ელემენტები აღწევენ მათ ქსოვილებში და შედიან ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში. ორგანიზმის სიკვდილის შემდეგ ეს ელემენტები განიცდიან რთულ გარდაქმნას და შემდეგ თავიდან ხვდებიან ახალ ორგანიზმებში. მთავარ ციკლებს მიეკუთვნება ნახშირბადის, აზოტის, წყლის, ფოსფორის და გოგირდის ბიოქიმიური ციკლები. ეს ციკლები ყველაზე სრულყოფილია. დიდი ატმოსფერული რეზერვების წყალობით მათ გააჩნიათ სწრაფი თვითრეგულაციის უნარი.

ნახშირბადი არის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ბიოგენური ელემენტი და ცნობილია როგორც „სიცოცხლის საფუძველი“ ბიოსფეროში, რადგანაც მას გააჩნია უნარი სხვა ქიმიური ელემენტებიდან წარმოქმნას მრავალი სივრცობრივი კავშირები და ამით უზრუნველყოს ორგანული ნივთიერებების დიდი მრავალფეროვნება. ატმოსფეროში არსებული ნახშირორჟანგის ნახშირბადი ($23,5 \cdot 10^{11}$ ტონა) წარმოადგენს ნედლეულს მცენარეების ფოტოსინთეზისთვის. მცენარეების და ცხოველების სუნთქვის და, აგრეთვე, მკვდარი ორგანიკის გახსნის დროს ნიადაგში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რომლის სახით ნახშირბადი ბრუნდება ატმოსფეროში.

სუნთქვის დროს ნახშირბადი თავისუფლდება CO_2 -ის სახით, ხოლო ფოტოსინთეზის დროს CO_2 თავიდან გადაიქცევა ორგანულ ნაერთებში. CO_2 -ის წრებრუნვის სისწრაფე შეადგენს დაახლოებით 300 წელს. მსოფლიო ოკეანეში ტროფიკული ჯაჭვი რთულდება იმით, რომ მკვდარი ორგანიზმების ნახშირბადის ნაწილი ილექება დანალექ ქანებში და უკვე მონაწილეობს გეოლოგიურ წრებრუნვაში. ტყე ბიოლოგიურად ბმული ნახშირბადის მთავარი რეზერვუარია: 500 მლრდ ტონა – ატმოსფეროში მისი მარაგის 2/3. ამ ელემენტის წრებრუნვაში ადამიანის ჩარევა იწვევს CO_2 -ის შემცველობის ზრდას ატმოსფეროში. ოკეანეში (ძირითადად, ფიტოპლანქტონის შე-

მადგენლობაში) ფოტოსინთეზის პროცესში წელიწადში ფიქსირდება CO_2 -ის სახით ნახშირბადის $40 \cdot 10^{12}$ კგ. მისი უმეტესი ნაწილი თავისუფლდება სუნთქვის დროს. ხმელეთზე ფოტოსინთეზის დროს CO_2 -ის სახით წელიწადში ფიქსირდება ნახშირბადის $35 \cdot 10^{12}$ კგ; ნახშირბადის $10 \cdot 10^{12}$ კგ გამოიყოფა მცენარეების და ცხოველების სუნთქვის დროს; ნახშირბადის $25 \cdot 10^{12}$ კგ გამოიყოფა რედუცენტების სუნთქვის დროს. ნახშირბადის $25 \cdot 10^{12}$ კგ თავისუფლდება წიაღისეული საწვავის წვის დროს. ეს რაოდენობა სრულებით საკმარისია ატმოსფეროში და ოკეანეში ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაციის თანდათანობითი ზრდისათვის. ნახშირბადის დიდი წილი იმყოფება დანალექ ქანებში. ამ ბოლო წლებში ადამიანის საქმიანობის შედეგად ატმოსფეროში ნახშირბადის შეღწევა მკვეთრად გაიზარდა, რასაც შეიძლება მოჰყვეს ბიოსფეროსთვის სერიოზული შედეგები. დადგენილია რომ XIX საუკუნის შუიდან CO_2 -ის შემცველობა, ძირითადად, ნამარხი საწვავის წვის შედეგად გაიზარდა 22%-ით. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ზრდა ხელს უწყობს სათბურის ეფექტის განვითარებას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს კლიმატის გლობალური ცვლილებები.

ნახშირბადის და ჟანგბადის ციკლები ხორციელდება მიახლოებულ პროცესებში. ჟანგბადს აქვს ბიოგენური წარმოშობა. დედამიწის თავისუფალი ჟანგბადის მასა შეიქმნა და შეინახება ხმელეთის და მსოფლიო ოკეანის მწვანე მცენარეების ცხოველმოქმედების შედეგად. ჟანგბადი არის ფოტოსინთეზის პროცესის თანამდევი პროდუქტი. ფოტოსინთეზის გზით ჟანგბადის წრებრუნვა შეადგენს დაახლოებით 2000 წელს. ატმოსფეროშია დაახლოებით $(1,2-2,0) \cdot 10^{15}$ ტონა ჟანგბადი. ორგანული სათბობის ინტენსიური წვა (დაახლოებით $0,9-1,0) \cdot 10^{10}$ ტონა) იწვევს ჟანგბადის ბუნებრივი წრებრუნვის დარღვევას. მთელ რიგ ქვეყანაში ჟანგბადი უფრო მეტი რაოდენობით იხარჯება, ვიდრე გამოიყოფა მცენარეების მიერ ფოტოსინთეზის შედეგად. ატმოსფეროში ჟანგბადის ბალანსის დარღვევას შეიძლება ჰქონდეს სერიოზული ეკოლოგიური შედეგები.

საკმაოდ თავისებურია აზოტის წრებრუნვა. მისი შემცველობა ატმოსფეროში შეადგენს 79%, მაგრამ როგორც ელემენტი აზოტი ძალიან ინერტულია და იშვიათად არის ბმულ მდგომარეობაში; შედის ამინომჟავების და ცილების შემადგენლობაში. ძირითადად მიკროორგანიზმების ბიოლოგიური ფიქსაციის (აზორფიქსაცია) წყალობით ატმოსფეროს აზოტი მონაწილეობს ბიოლოგიურ წრებრუნვაში. დენიტრიფიკაციის შედეგად აზოტი ბრუნდება ატმოსფეროში, რომელიც ხორციელდება როგორც ბაქტერიების მონაწილეობით, ისე ქიმიური რეაქციების შედეგად ორგანიზმების მონაწილეობის გარეშე. აზოტს განსაკუთრებული ადგილი უკავია ნიადაგების ნაყოფიერებაში. აზოტის წრებრუნვა ძირითადად შეკრულია, მხოლოდ ამ ელემენტის უმნიშვნელო რაოდენობა გამოიტანება ჩამონადენით ხმელეთის სხვადასხვა თანასაზოგადოებიდან (ბიოსფერო მასშტაბით ოკეანეში მდინარეებს წელიწადში გამოაქვთ აზოტის 30 მლნ ტონა).

დედამიწის ქერქი დიდი რაოდენობით შეიცავს გოგირდს. მცენარეები, ძირითადად, იღებენ სულფატების სახით. გოგირდი წარმოადგენს თითქმის ყველა ცილის აუცილებელ კომპონენტს. ადამიანის აქტიური სამეურნეო საქმიანობა იწვევს გოგირდის რაოდენობის ზრდას ატმოსფეროში. (გოგირდის ოქსიდების სახით – გოგირდოვანი აირი SO_2). წყალში გახსნისას ოქსიდები წარმოქმნიან მჟავებს. გოგირდის წრებრუნვა, აგრეთვე, იმყოფება ანთროპოგენური საქმიანობის გავლენის ქვეშ. ორგანულ საწვავში გოგირდი არის ყოველთვის (თუმცა მცირე რაოდენობით). წვის შედეგად გოგირდი გადადის გოგირდის დიოქსიდში – ცოცხალი ორგანიზმებისთვის ტოქსიურ ნივთიერებაში. გოგირდის დიოქსიდმა შეიძლება დათრგუნოს ფოტოსინთეზის პროცესი, ხოლო ატმოსფეროს წყალთან ურთიერთმოქმედების დროს წარმოქმნას გოგირდოვანი მჟავა, გაზარდოს ნალექების მჟავიანობა. ატმოსფეროში გოგირდის ანთროპოგენური წყარო შეადგენს საერთო შემცველობის 12,5%.

ფოსფორი წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ბიოგენურ ელემენტს. ის შედის ნუკლეინის მჟავების, უჯრედის მემბრანების, უჯრედებში ენერგიის გადამტან სისტემების შემადგენლობაში. ფოსფორის შემცველობა ბიომასაში და დედამიწის ქერქში შეადგენს 0,1%. ფოსფორის ციკლი შედარებით მარტივია, რადგანაც არ აღინიშნება გაზისებრ მდგომარეობაში. ფოსფორის მიგრაცია ხორციელდება ცოცხალი ორგანიზმებით; მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი, საბოლოოდ, ზედება ოკეანეში და ილექება დანალექ ქანებში. ფოსფორის წრებრუნვაზე ადამიანის გავლენის უმნიშვნელოვანეს ფორმას წარმოადგენს ფოსფორის სასუქების და დეტერგენტების (სინთეზური სარეცხი საშუალებების) წარმოება და გამოყენება.

წყალი წარმოადგენს აუცილებელ ნივთიერებას ნებისმიერი ცოცხალი ორგანიზმების შემადგენლობაში. ისევე, როგორც ბიოგენური ელემენტები, წყალი ბიოსფეროში იმყოფება მუდმივ ცირკულაციაში. წყლის წრებრუნვა ხორციელდება, ძირითადად, მზის ენერგიის ხარჯზე, მაგრამ მასზე დიდ გავლენას ახდენენ ცოცხალი ორგანიზმები. წყალი წარმოადგენს წყალბადის წყაროს, რომელშიც ის ქიმიურად დაკავშირებულია ჟანგბადთან, აგრეთვე, დონორია ფოტოსინთეზის დროს. წყალი თავისთავად წარმოადგენს ცოცხალი უჯრედების შემადგენელ ნაწილს. მისი მნიშვნელობა იმაში გამოიხატება, რომ ის არის მძლავრი კლიმატური ფაქტორი და წყლის ორგანიზმების სასიცოცხლო არე. წყლის წრებრუნვა ცნობილია პიდროლოგიური ციკლის სახელწოდებით. ამ ციკლში წყალი შეიძლება იყოს გაზისებრ, თხიერ და მყარ მდგომარეობაში. წყლის წრებრუნვისას წყალი წყლის ზედაპირიდან, ნიადაგიდან ტრანსპირაციის გზით (აორთქლება მცენარეების ფოთლების ზედაპირიდან) ორთქლდება ატმოსფეროში. ატმოსფეროში წყლის ორთქლი ცივდება, ხდება წყლის ორთქლის კონდენსირება, წარმოიქმნება ატმოსფეროს ტენი, რომელიც გადაიტანება ჰაერის მასებით და უბრუნდება ხმელეთს წვიმის, სეტყვის ან თოვლის სახით. წყლის წრებრუნვის პროცესში ის გადადის ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში. ოკეანის ზედაპირიდან მეტი წყალი ორთქლდება, ვიდრე ნალექების სახით უბრუნდება ოკეანეს. წყლის ზედმეტი აორთქლებული ნაწილი ორთქლის სახით

გადიგება ატმოსფერული ნაკადებით, უბრუნდება ხმელეთს და შემდგომ ზედაპირული მდინარეების ჩამონადენით და გრუნტის წყლებით – ოკეანეს. ტენით მცენარეები ითვისებენ ნიადაგებიდან მინერალურ და ორგანულ ნივთიერებებს, ხოლო ტრანსპირაციის პროცესი არეგულირებს მცენარეების ტემპერატურას, იცავს მათ გადახურებისგან. ხმელეთის ცხოველებისთვის მისაწოდომი წყალი შეადგენს საერთო რაოდენობის უმნიშვნელო ნაწილს – სულ დაახლოებით 0,01%. წყლის მცირე ნაწილი მცენარეების სხეულის გავლისას იშლება ჟანგბადსა, რომელიც გამოიყოფა ატმოსფეროში, და წყალბადზე, რომელიც შედის ორგანული ნივთიერებების შემადგენლობაში. წყლის უფრო მეტ რაოდენობას მცენარეები ხარჯავენ ტრანსპირაციაზე, მაგალითად, ერთი ტონა ბიომასის წარმოებისთვის იხარჯება 1 ტონამდე წყალი.

დედამიწაზე ნივთიერებების წრებრუნვის ცოდნას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგანაც ისინი არსებით გავლენას ახდენენ ადამიანის სიცოცხლეზე და, ამავე დროს, განიცდიან გავლენას ადამიანისგან. ამ ზემოქმედებას უდარებენ გეოლოგიური პროცესების შედეგებს. იქმნება ელემენტების მიგრაციის ახალი გზები, ჩნდება ახალი ქიმიური ელემენტები, არსებითად იცვლება ბიოსფეროში ნივთიერებების წრებრუნვის სისწრაფე.

მცენარისთვის ნიადაგის აუცილებლობა შემეცნებულ იქნა კაცობრიობის საქმიანობის გარიჟრაჟზე. ფლამანდიელი ვან პელმონტის ცდებმა რამდენადმე შეცვალეს შეხედულება მცენარეთა კებაზე. მან დარგო 100 კგ ნიადაგით ავსებულ კასრში ტირიფის ტოტი. ხუთი წლის შემდეგ მან აწონა ნიადაგი და მცენარე და დაადგინა, რომ ნიადაგმა დაკარგა 70 გრამი, ხოლო მცენარის მასა გაიზარდა 2 კგ 60 კგ-მდე. ამის საფუძველზე მან გააკეთა დასკვნა, რომ მცენარე იკვებება წყლით. 70 წლის შემდეგ, 1699 წელს ინგლისელმა ვუდსვორტმა დააზუსტა ვან პელმონტის დასკვნები და დაადგინა, რომ წვიმის წყალზე გაზრდილი პიტნის მასა 77 ღებში აღწევს 17 გრანს (ე.წ. ნიურბერგის სამედიცინო წონა; 1 გრანი წონა უდრის 0,0648 გრამს ანუ 64,8 მილიგრამს), ხოლო ჰაიდის პარკის წყალსადენის წყალზე კი – 139 გრამს. XVIII საუკუნის ბოლოს – XX საუკუნის დასაწყისში ინგლისელი პრისტლი და შელეს, პოლანდიელი ინტენჰაუზენის, შვეიცარიელი სოსიურის მიერ დადგენილი იყო, რომ მცენარეები სინათლეზე ითვისებენ ჰაერიდან ნახშირორჟანგს და იყენებენ მას ორგანული ნივთიერების სინთეზისთვის. ფოტოსინთეზის აღმოჩენა გახდა პირველი ქვა ბიოსფეროს თეორიის საფუძველში. დადგენილი იყო, რომ მწვანე მცენარე „აუშვობებს“ ჰაერს, ჟანგბადის გამოყოფით ხდის მას ვარგისს ცხოველის სუნთქვისთვის და შთანთქავს ცხოველის მიერ გამოყოფილ ნახშირორჟანგს. XIX საუკუნის დასაწყისში ჟ. ბუსენგომ აღმოაჩინა, რომ მცენარეს ესაჭიროება აზოტი და მცენარე იღებს მას ნიადაგიდან. ამით დამტკიცდა მიწათმოქმედების მიერ დიდი ხნის წინ შემჩნეული კავშირი მცენარეების მოსავალსა და ნიადაგის ჰუმუსის შემცველობას შორის (ნიადაგში აზოტი, ძირითადად, დაკავშირებულია ორგანულ ნივთიერებასთან). ამის საფუძველზე გერმანელმა მეცნიერმა ა. ტეერმა შექმნა მცენარის ჰუმუსოვანი კვების თეორია. მისი აზრით საჭირო იყო სოფლის მეურნეობის პრაქტიკის ისე შეცვლა,

რომ ჰუმუსის შემცველობა ყოველთვის ყოფილიყო მაღალ დონეზე. შემდგომში უ. ბუსენგომ დაადასტურა, რომ მინდორი სამყურით აგროვებს ნიადაგში აზოტს და ამით ზრდის მომდევნო კულტურების მოსავალს. ყველა ეს მონაცემი განაზოგადა გერმანელმა მეცნიერმა ი. ლიბიხმა, რომელმაც შექმნა მცენარის მინერალური კვების თეორია და საბოლოოდ დაადგინა კავშირი ნიადაგსა და მცენარეს შორის.

სიცოცხლისთვის დედამიწაზე უმთავრესი მნიშვნელობა აქვს განუწყვეტილვ შემოსული მზის ენერგიის ნაკადს: $10,5 \cdot 10^{20}$ კჯოულ/წელიწადში ($2,5 \cdot 10^{20}$ კკალ/წელიწადში); მზის ენერგიის 42% აირეკლება დედამიწის მიერ სივრცეში, 58% – შთანთქმება ატმოსფეროს და ნიადაგის მიერ. ამ რაოდენობიდან დედამიწის მიერ გამოისხიება 20%-ზე მეტი, ხოლო 10% იხარჯება წყლის აორთქლებაზე მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან. დედამიწაზე მოსული მზის ენერგია აკუმულირდება მწვანე მცენარეებით და მათთან ერთად ხვდება სხვა ორგანიზმებში. მწვანე მცენარეები წელიწადში წარმოქმნიან 100 მლრდ ტონა ორგანულ ნივთიერებას, რომელიც შეიცავს დაახლოებით $1800 \cdot 10^{15}$ კჯოულ ($450 \cdot 10^{15}$ კკალ) ენერგიას – ერთდროულად ისინი შთანთქავენ დაახლოებით 170 მლრდ ტონა CO_2 , გამოყოფენ დაახლოებით 115 მლრდ ტონა O_2 , და აორთქლებენ $16 \cdot 10^{12}$ ტონა წყალს – მზის ენერგიის ხარჯით ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა წარმოადგენს ენდოთერმულ პროცესს, ხოლო დაჟანგვა – ეკზოთერმული პროცესია. სითბოს, H_2O -სა და CO_2 -ს გამოყოფით სუნთქვის, დუღილის, ლპობის პროცესებში ორგანული ნივთიერების დაჟანგვას აქვს ისეთივე მასშტაბები, როგორც ფოტოსინთეზის პროცესს. მზის ენერგია განსაზღვრავს მასშტაბურ კლიმატურ, გეოლოგიურ და ბიოლოგიურ პროცესებს. ბიოსფეროს ზეგავლენით ის გარდაიქმნება ენერგიის სხვადასხვა ფორმებში, რაც იწვევს მასშტაბებით და სისწრაფით ნივთიერებების გარდაქმნას, მიგრაციასა და წრებრუნვას, ბიომასის ზრდასა და გავრცელებას.

კაცობრიობა წარმოადგენს ბიოსფეროს ბიომასის ნაწილს და შეადგენს დაახლოებით 400 მლნ ტონას. მაგრამ ის აწარმოებს ერთ ადამიანზე 1000 ტონამდე ან 600 მლრდ ტონა ხედასხვა პროდუქციას (საკვების გამოკლებით).

სიცოცხლის ევოლუცია

სიცოცხლის შექმნისათვის ყველაზე ხელსაყრელი იყო ზღვების და ოკეანეების სანაპიროები. წყლის, ჰაერის და ხმელეთის მიჯნაზე იქმნებოდა პირველი ცოცხალი ორგანიზმებისთვის საჭირო რთული ორგანული ნაერთების წარმოქმნისთვის საუკეთესო პირობები. ითვლება, რომ სიცოცხლის წარმოქმნა წარმოადგენს ნახშირბადი ნაერთების ხანგრძლივი ევოლუციის შედეგს. სიცოცხლის ჩამოყალიბებაში არჩევენ ოთხ ეტაპს. პირველი სამი ეტაპი ცხოვრობდა ქიმიური ევოლუციის სახელწოდებით.

ქიმიური ევოლუციის პირველ ეტაპზე ხდებოდა არაორგანული ნივთიერებიდან ორგანული ნაერთების წარმოქმნა. მიმდინარეობდა აქტიური ქიმიური სინთე-

ზი, რომლის დროს ატმოსფეროს აირებიდან ისეთი შუალედური პროდუქტებიდან, როგორიცაა ციანწყალბადმჟავა, ეთილენი, ეთანი, ფორმალდეჰუდი და შარდოვანა, წარმოიქმნებოდა ჯერ მონომერები, ხოლო შემდეგ კი უმარტივესი პოლიმერები. ძველი ოკეანის წყლები არ იყანგებოდა და მდიდრდებოდა ისეთი ნაერთებით, როგორიცაა ამინომჟავები, პურიის და პირიმიდიური ფუძეები, შაქრები, კარბონის მჟავები, ლიპიდები, რომლებიც ქმნიდენ პირველად „ბულიონს“. აქტიურად მიმდინარეობდა დალექვის, გაყოფის და ადსორბციის პროცესები, ხოლო მინერალების ზედაპირზე (მაგალითად, თიხების ან ცხელი ლავის) უფრო რთული ნაერთების შემდგომი სინთეზი.

ქიმიური ევოლუციის მეორე ეტაპზე ხდებოდა ბიოპოლიმერების გრძელი ჯაჭვის და ნუკლეინის მჟავების წარმოქმნა.

ქიმიური ევოლუციის მესამე ეტაპზე აღინიშნებოდა ორგანული ნივთიერებების ფაზა განცალკევებული სისტემების წარმოქმნა, რომელიც გარემოდან გამიჯნული იყო მემბრანებით. მიაჩნიათ, რომ მოლეკულების განცალკევებული სისტემები, რომლებსაც შეეძლოთ გარემოსთან ურთიერთმოქმედება, იყვნენ პრობიონტები (სფერული წარმონაქმნები), ე.ი. ნამდვილი უჯრედის ორგანიზმის წინამორბედი.

დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოქმნის დასკვნითი მეოთხე ეტაპის დაწყება უკავშირდება პრობიონტების ევოლუციის დასრულებას, პრიმიტიული ორგანიზმების გაჩენით, რომლებსაც გააჩნდათ ცოცხალი ორგანიზმის თვისებები. პირველი ცოცხალი ორგანიზმები იყვნენ პეტროტროფები (ბერძნული *heteros* – სხვა, *trophe* – საკვები), ორგანიზმები, რომლებიც იყენებდნენ ენერგიის წყაროდ ორგანულ საკვებ ნივთიერებას. დროთა განმავლობაში გარემოში ორგანული ნივთიერების შემცველობა მცირდებოდა და უპირატესობა მიეცა იმ ორგანიზმებს, რომლებსაც შეეძლოთ არაორგანული ნივთიერებიდან ორგანულის სინთეზი. ეს ორგანიზმები იყვნენ ავტოტროფები. პირველად გაჩნდნენ ორგანიზმები, რომლებსაც შეეძლოთ ქიმიური პროცესების ენერგიის გამოყენება. ძალიან მნიშვნელოვანი გახდა ენერგიის მიღება მზის სხივის გამოყენებით. ამან საფუძველი ჩაუყარა ფოტოსინთეზს, ე.ი. სინათლის ენერგიის გამოყენებას CO_2 და H_2O -დან ორგანული ნაერთების სინთეზისთვის და O_2 გამოყოფისთვის. ფოტოსინთეზმა, რომელიც შეიქმნა დაახლოებით 2,5 მლრდ წლის წინ, გამოიწვია ორგანული ნივთიერების და თავისუფალი ჟანგბადის აქტიური წარმოქმნა.

ბიოსფეროს ფორმირება დაკავშირებულია ცოცხალი ორგანიზმების გაჩენასთან. ეს მოვლენა მოხდა არქაულ ერაში (უძველესი სიცოცხლის ერა) – 3600 მლნ წლიდან 2600 მლნ წლამდე, განფენილობით 1 მლრდ წელი, სიცოცხლის მთელი ისტორიის დაახლოებით ერთი მეოთხედით. არქაულ ერაში სიცოცხლე დაიყო ორ ძირითად შტოდ: მცენარეების სამეფო (ავტოტროფული ორგანიზმები) და ცხოველების სამეფო (პეტროტროფული ორგანიზმები). პროტეროზოის ერაში მოხდა ხმელეთის და ზღვის ფართობების გადანაწილება და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების განვითარება. ბაქტერიებმა და წყალმცენარეებმა მიაღწიეს თავის გაფურჩქვნას. ამ პერიოდში წარმოიშვა ღრუბელები, ნაწლავღრუიანები, ბრტყელი და რგოლოვანი

ჭიები, ფეხსახსრიანები, მოლუსკები, ეკალკანიანები. არქაულ და პროტეროზოის პერიოდებში სიცოცხლე გახდა გეოლოგიური ფაქტორი. ცოცხალმა ორგანიზმებმა შეცვალეს ფორმა, დედამიწის ქერქი, ატმოსფეროს შედგენილობა და ნარმოქმნეს დედამიწის ცოცხალი გარსი – ბიოსფერო.

დაახლოებით 600 მლნ წლის წინ დაიწყო პალეოზოური ერა, რომელიც იყოფა მთელ რიგ პერიოდად: კემბრიის, ორდოვიკის, სილურის, დევიოს, კარბონის, პერმის (დასახელებას განსაზღვრავდა ამ პერიოდის ქანის პირველი აღწერის ადგილი).

კემბრიულ პერიოდში კლიმატი იყო ზომიერი. ცხოველები და მცენარეები, ძირითადად, ბინადრობდნენ ზღვაში. ამ პერიოდში, ხმელეთზე გარდა ერთუჯრედიანებისა, ჩნდება ხმელეთის პირველი მრავალუჯრედიანი მცენარეები. ხმელეთზე მცენარეების გამოსვლა დაკავშირებული იყო იმასთან, რომ ატმოსფეროში ჟანგბადის შემცველობამ მიაღწია თანამედროვე შემცველობის დაახლოებით 10%. ოზონის ეკრანს შეეძლო თუნდაც ნაწილობრივ დაეცვა ორგანიზმები ულტრაიისფერი გამოსხივებისგან. დედამიწის ზედაპირის დასახლებამ მოითხოვა ისეთი სისტემის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფდა საკვების ნივთიერებების და ტენიის გადაცემას მცენარის ყველა ნაწილთან. სწორედ ამ პერიოდს უკავშირებენ მცენარეების სხეულების დიფერენციაციას ღეროდ, ფესვად და ფოთლად. სიცოცხლე ყველაზე მრავალფეროვანი იყო ზღვებში. მცენარეებს შორის ჭარბობდა წყალმცენარეები; უკვე არსებობდა ცხოველების ყველა ძირითადი ტიპი, გარდა ქორდიანებისა.

ორდოვიკის პერიოდში გრძელდებოდა ხმელეთის ფლორის განვითარება, გაჩნდნენ პირველი ლიკოპოდიუმები და შვიტები. ზღვაში ინტენსიურად მიმდინარეობდა რიფების წარმოქმნა მარჯნის პოლიპებით. ამ პერიოდში გაჩნდნენ და განვითარდნენ პირველი ქორდიანები. პირის სატაცი აპარატის გაჩენამ გამოიწვია მათი ინტენსიური განვითარება.

სილურის პერიოდში ხმელეთზე გამოვიდნენ პაერთი მსუნთქავი პირველი ცხოველები – ფეხსახსრიანები. წყალსატავეებში გრძელდებოდა უმდაბლესი ხერხემლიანების ინტენსიური განვითარება. განსაკუთრებით აღსანიშნავია პრიმიტიულ თევზებში წყვილი ფარფლის – კიდურების გაჩენა. ხმელეთზე ინტენსიურად ვითარდებოდნენ მცენარეები. ნიადაგში ორგანული ნარჩენების დაგროვებამ ხელი შეუწყო სოკოების განვითარებას.

დევიონის პერიოდში კლიმატი იყო მკვეთრად კონტინენტური, გვალიანი, დღე-ღამესა და სეზონებში ტემპერატურის მკვეთრი რყევადობით. გაჩნდა ვრცელი უდაბნოები და ნახევრად უდაბნოები. აღინიშნებოდა პირველი გამყინვარებები. ამ პერიოდში განსაკუთრებით განვითარდა ზღვებსა და მტკნარ წყლებში მობინადრე თევზები. ზაფხულობით მრავალი წყალსატევი შრებოდა, ხოლო ზამთარში – იყინებოდა, მათში მობინადრე თევზებს გააჩნდათ გადარჩენის ორი გზა: ჩაფლობა ლექში ან მიგრაცია წყლის საძებნელად.

ქვანახშირის პერიოდში ან კარბონში მოხდა შესამჩნევი დათბობა და კლიმატის დატენიანება. ცხელ ჭაობიან ტყეებში იზრდებოდა გიგანტური (40 მეტრამდე) გვიმ-

რები და შვითები. გაჩნდა შიშველთესლიანი მცენარეები. მცენარეებს გაუჩნდათ თესლითი გამრავლების უნარი, რაც აძლევდა მათ მრავალ უპირატესობას (ჩანასახის დაცვა, მისი მომარაგება საკვები ნივთიერებებით და სხვ.). მერქნიანი მცენარეულობის გამოჩენამ გამოიწვია ქვენახშირის მძლავრი შრეების წარმოქმნა – გიგანტური მცენარეების წარჩენები. გაჩნდნენ პირველი მფრინავი მწერები – ტარაკნები (10 სმ სიგრძის) და ნემსიყლაპიები (75 სმ-მდე ფრთათამორისი განით). პერიოდის ბოლოს გაჩნდნენ ქვენარმავლები.

პერმის პერიოდში მოხდა ხმელეთის აწევა, რამაც გამოიწვია კლიმატის გვაღვიანობის განვითარება და გაციება. მოხდა ტენიანი ტყეების გადანაცვლება ეკვატორისკენ. გვიმრიანების უმრავლესობა თანდათანობით ამოწყდა. მათი ადგილის დაკავება დაიწყო შიშველთესლიანებმა. კლიმატის გამოშრობამ გამოიწვია მრავალი წყალხმელეთა ცხოველის ამოწყვეტა. მნიშვნელოვან მრავალფეროვნებას მიაღწიეს ქვენარმავლებმა. რეპტილიებმა შეიძინეს ნამდვილი ხმელეთის არსებების თვისებები. მათ რიცხვს მიეკუთვნება შინაგანი განაყოფიერება, გამოშრობისგან გარსით დაცულ კვერცხში საკვები ნივთიერებების (კვერცხის გული) მარაგის შექმნა, კანის გარქოვანება, ფილტვების გართულება. ამ შეგუებებით რეპტილიები ფართოდ განსახლდნენ ხმელეთზე.

დედამიწის ისტორიის მეზოზოური ერა იყოფა სამ პერიოდად: ტრიასულ, იურულ და ცარცულ პერიოდებად. ერის დაწყებას თან ახლდა აქტიური მთათწარმოქმნა – ურალის, ტიან-შანის, ალტაის. ამან გამოიწვია კლიმატის გვაღვიანობის გაძლიერება. ამოწყდა ტენის მოყვარული ორგანიზმების უმრავლესობა: წყალხმელეთა ცხოველები, გვიმრები, ლიკოპოდიუმები და შვითები.

ტრიასულ პერიოდში მცენარეებში ჭარბობენ შიშველთესლიანები, ცხოველებს შორის – ქვენარმავლები. ჩნდება ფიტოფაგები და მტაცებელი დინოზავრები, მაგრამ მათი ზომები შედარებით მცირეა (წვრილი ბოცვერის ზომის, მსხვილი – სიგრძით 5-6 მ). ჩვენ დრომდე მოაღწიეს რეპტილიებმა, რომლებიც ცხოვრობდნენ ტრიასში – ჩნდება ნაირგვარი თავფეხიანები. თევზების და მოლუსკების სიჭარბის შედეგად რეპტილიებმა (იხთიოზავრები) აითვისეს წყლის არე. ტრიასულის ბოლოს ჩნდება პირველი პრიმიტიული ძუძუმწოვრები, რომლებსაც, რეპტილიებისგან განსხვავებით, გააჩნდათ სხეულის მუდმივი ტემპერატურა. იურულ პერიოდში დედამიწაზე დგება თანამედროვე ტროპიკულ კლიმატთან მიახლოებული თბილი კლიმატი. ხმელეთზე ჩნდება გიგანტური ფიტოფაგი დინოზავრები (30 მეტრამდე) და მათზე მონადირე მტაცებელი დინოზავრები (სიგრძით 10-15 მ). მრავალფეროვანი იყო ზღვის ქვენარმავლები. რეპტილიებმა დაიწყეს საპაერო სივრცის ათვისება, გაჩნდნენ მფრინავი ხვლიკები – პტეროდაქტილები. ამასთან, ერთდროულად გაჩნდნენ პირველი ფრინველები, ჩანთიანი ძუძუმწოვრები, პირველი ფარულთესლიანი მცენარეები, რის შემდეგაც დაიწყო ყვავილოვანი მცენარეებისა და მწერები-დამტვერიანებლების პარალელური ევოლუციის პროცესი.

ცარცული პერიოდის სახელწოდება დაკავშირებულია ცარცის სიუხვესთან ზღვის ნაფენებში, რომლებიც წარმოიქმნა უმარტივესი ცხოველების ნიჟარებისგან. ამ ნაფენების დაგროვება, რომლებიც შედგებოდა ნახშირმჟავა კალციუმისგან, გამოიწვია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობის შემცირებამ. ამ პერიოდში სწრაფად ვრცელდება ყვავილოვანი მცენარეები, რომლებიც განდევნიან შიშველ-თესლიანებს. ზოგიერთი ფორმა (ალვის ხეები, ტირიფები, მუხები, პალმები, ეკვალიპტები) დღემდე შემორჩა. ცარცული პერიოდის დინოზავრები განსხვავდებიან ნინამორბედებისგან. ზოგიერთმა მათგანმა დაიწყო გადაადგილება უკანა ფეხებით. ძველებურად გვხვდება გიგანტური ფორმები. გრძელდებოდა ფრინველების განვითარება. ცარცის ეპოქის ბოლოს დგება ინტენსიური მთისწარმოქმნის პროცესი – კავკასია, ალპები, ანდები, ჰიმალაები. კლიმატი გახდა მკვეთრად კონტინენტური და უფრო ცივი. ამან გამოიწვია ქვეწარმავლების ყველა მსხვილი ფორმის გადაშენება. გადარჩენილი რეპტილიების უმრავლესობა (ხელოკები, გველები) იყვნენ მცირე ზომის. მხოლოდ ეკვატორულ სარტყელში შემორჩნენ საკმაოდ მძლავრი ნიადაგები. საერთო აციების პირობებში უპირატესობა მიენიჭათ თბილისისხლიან ცხოველებს – ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს.

კაინოზოიური ერა, რომელიც ამჟამადაც გრძელდება, წარმოადგენს ყვავილოვანი მცენარეების, მწერების, ფრინველების და ძუძუმწოვრების გაფუჭქვის ერას. კაინოზოი იყოფა ორ არათანაბარ პერიოდად: მესამეულად და მეოთხეულად.

მესამეულ პერიოდში დგება თბილი თანაბარი კლიმატი. ფართოდ ვრცელდება სუბტროპიკული და ტროპიკული ტყეები. ყველა კონტინენტზე გაქრა ჩანთოსანი ცხოველები, ძუძუმწოვრების ნაწილმა დაიწყო ზღვის ათვისება – გაჩნდნენ ვეშაპები. მესამეული პერიოდის ბოლოსთვის ჩამოყალიბდა ძუძუმწოვრების ყველა თანამედროვე ჯგუფი. ინტენსიურად ვითარდებოდნენ მწერები, განსაკუთრებით ყვავილოვან მცენარეებთან დაკავშირებული. ხდებოდა ფრინველების მრავალი სახეობის ფორმირება. ეკოსისტემებმა მიიღო თანამედროვე სტრუქტურა, მათში ყალიბდებოდა კვებითი კავშირები ორგანიზმების სხვადასხვა კლასებსა და ტიპებს შორის.

მეოთხეულ პერიოდში აცივდა, რამაც გამოიწვია დედამიწის მნიშვნელოვანი ნაწილის გამყინვარება. სითბოს მოყვარული მცენარეების ადგილი დაიკავა სიცივის ამტანებმა – ბალახებმა და ბუჩქებმა. ამოწყდა მრავალი მერქნიანი მცენარე, წარმოიქმნა ვრცელი ღია სივრცეები – სტეპები. ევოლუციის პროცესში გადაშენდა ძუძუმწოვრების ნაწილი, ხოლო ზოგიერთი ჯგუფი, მაგალითად ჩლიქოსნები, ინტენსიურად განვითარდნენ. დათბობის და აციების მონაცვლეობა ხდებოდა მრავალჯერ. ხმელეთზე გამყინვარების დროს ყინულის გიგანტური მარაგების წარმოქმნა ინვეზი-და მსოფლიო ოკეანის დონის აწევას, რის შედეგად მატერიკებს შორის ჩნდებოდა სახმელეთო ხიდები. დროებითი ხმელეთის ამ მონაკვეთებით ხდებოდა ხმელეთის ცხოველების და მცენარეების ჩანაცვლება. ყოველივე ამან განსაზღვრა ორგანული სამყაროს ის სახეობრივი შემადგენლობა, რომელიც ამჟამად არსებობს და რამაც შექმნა თანამედროვე ეკოსისტემები.

მეოთხეულ პერიოდში, ან ანთროპოგენში ხდებოდა პრიმატების ინტენსიური ევოლუცია. დედამიწაზე უძველესი ადამიანების განვითარების პროცესში ევოლუციის ბიოლოგიური ფაქტორები უმნიშვნელო როლს თამაშობდნენ და ძირითადი მნიშვნელობა სოციალურ ფაქტორებს მიენიჭა, რომლებიც მოქმედებდნენ შეგნების განვითარებასთან ერთად. ბოლოს გაჩნდა გონიერი ადამიანი და თანამედროვე ცივილიზაცია.

ათასწლეულების მანძილზე კაცობრიობა ცდილობდა პასუხი გაეცა კითხვაზე თუ როგორ გაჩნდა სიცოცხლე. მეცნიერებაში არსებობს სიცოცხლის გაჩენის რამდენიმე თეორია: სტაციონარული მდგომარეობის, ჩასახვის, კრეაციონიზმის, პანსერმის.

სტაციონარული მდგომარეობის ჰიპოთეზის თანახმად დედამიწა არსებობდა მუდამ, არასდროს არ შექმნილა, ყოველთვის გააჩნდა სიცოცხლის მხარდაჭერის უნარი და მასზე ნებისმიერი ცვლილება იყო სრულებით უმნიშვნელო. ცოცხალი ორგანიზმების სახეობებიც, აგრეთვე, ყოველთვის არსებობდნენ და ნებისმიერ სახეობას აქვს მხოლოდ ორი შესაძლებლობა – რიცხოვნობის შეცვლა ან კვდომა.

ჩასახვის თეორია გავრცელებული იყო ჯერ კიდევ ჩინეთში, ეგვიპტეში, ბაბილონში, საბერძნეთში. მას მხარს უჭერდა არისტოტელე. ამ თეორიის თანახმად, ნივთიერების გარკვეულ ნაწილაკებს გააჩნიათ „აქტიური სანყისი“, რომელსაც შეუძლია შესაფერის პირობებში შექმნას ცოცხალი ორგანიზმი. არისტოტელეს აზრით, ეს „სანყისი“ შეიძლება აღმოჩენილ იქნეს განაყოფიერებულ კვერცხში, ლობობად ხორცში, ყლორტში და სინათლის შუქში. მას მიაჩნდა, რომ სიცოცხლე შეიძლება გაჩნდეს არა მარტო ცხოველების დაწყვილებით, არამედ ნიადაგის გახრწნით და ის, რომ ზოგიერთი მცენარე ვითარდება თესლიდან, ხოლო თვით ჩაისახება ბუნების ძალების მოქმედებით გახრწნადი მიწიდან ან მცენარეების გარკვეული ნაწილებისგან.

კრეაციონიზმის თეორიის თანახმად, სიცოცხლე გაჩნდა წარსულში ზებუნებრივი მოვლენის (ღვთიური ძალის) შედეგად.

პანსერმის თეორია არ იძლევა სიცოცხლის გაჩენის რაიმე მექანიზმს, ნამოყენებს პოსტულატს დედამიწის მის გარეშე წარმოშობაზე. თეპროს თანახმად, შესაძლებელია, რომ სიცოცხლე გაჩნდა არაერთგზის სხვადასხვა დროს და სამყაროს სხვადასხვა ადგილებში. მეტეორიტული მასალის შესწავლისას გამოვლენილი იყო ზოგიერთი ნივთიერება – ცოცხალის წინამორბედი, და უმარტივესი მიკროორგანიზმების მსგავსი სტრუქტურები. ალბათ მათ შეეძლოთ თავისი როლი ეთამაშათ დედამიწის სიცოცხლის ჩასახვასა და მრავალფეროვნებაში. პანსერმის თეორიას შეიძლება მივაკუთვნოთ შეხედულება, რომ ჰიპერციკლები როგორც ცოცხალი მატერიის წყარო არსებობენ მუდმივად, ისე როგორც დანარჩენი მატერია. სიცოცხლისთვის ხელსაყრელ პირობებში მოხვედრისას ეს მატერია გარდაიქმნება ორგანიზმებაში. ადრე იყო დადგენილი, რომ მრავალი მეტეორიტი შეიცავს სიცოცხლის წინამორბედის სხვადასხვა ქიმიურ ნივთიერებას.

კოსმოსური სივრცის კვლევის სპექტრალური მეთოდების განვითარებით მიღებული იქნა ახალი საინტერესო ფაქტები, რომლებიც მეტყველებენ სიცოცხლის გარეგანზე დედამიწის გარეშე და შემდგომში მისი შემოტანით ჩვენს პლანეტაზე მეტიორიტების ან სხვა გზით.

თანამედროვე ცოდნის საფუძველზე ითვლება, რომ სიცოცხლე დედამიწაზე გაჩნდა აბიოგენური გზით და ამჟამად ცოცხალი წარმოიშვება მხოლოდ ცოცხლისგან (ბიოგენურად)¹.

ბიოსფერო და ადამიანი

თავისი არსებობის დასაბამიდან ადამიანი მთლიანად იყო დამოკიდებული გარემოზე, მაგრამ გონების განვითარებასთან ერთად ის თვითონ გახდა დედამიწაზე შემდგომი ევოლუციის მძლავრი ფაქტორი. ადამიანი დაეფულა ენერგიის სხვადასხვა ფორმას – მექანიკურს, ელექტრულს, ატომურს, რამაც ხელი შეუწყო დედამიწის ქერქის მნიშვნელოვან ცვლილებას და ატომების ბიოგენურ მიგრაციას. კაცობრიობის საქმიანობის ერთ-ერთი გლობალური შედეგია ნახშირბადის ციკლის გარდაქმნა. ადამიანის გაჩენამდე ნახშირბადის ნაწილი მუდმივად გამოირიცხებოდა ციკლიდან (ქვანახშირი, ნავთობი, სანავთობო ფიქლები). ადამიანმა დაიწყო წარსული გეოლოგიური ეპოქებიდან დარჩენილი, ნამარხი ორგანული მასალების დაბრუნება ნახშირბადის თანამედროვე ციკლებში, მოახდინა მათი მნიშვნელოვანი ინტენსიფიცირება, ე.ი. ადამიანის ზემოქმედებით შეიცვალა თვით ნახშირბადის ციკლი. ანალოგიური ცვლილებები განიცადეს სასარგებლო წიაღისეულში შემავალმა სხვა ელემენტების ციკლებმა.

ამჟამად ბიოსფეროს ფარგლებში გამოყოფენ ანთროპოსფეროს, რომელიც იყოფა ტექნოსფეროდ და აგროსფეროდ.

ბუნების ნებისმიერი ადგილობრივი ცვლილებები პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას ბიოსფეროსა და მის უმსხვილეს სისტემებში ფარდობით ეკოლოგიურ-ეკონომიკური პოტენციალის სიდიდეზე. მისი შეცვლა შესაძლებელია ენერგეტიკული შენატანის მნიშვნელოვანი ზრდით. ისტორიული დროის მანძილზე ბუნებრივი სისტემებიდან სასარგებლო პროდუქციის მისაღებად იხარჯება სულ უფრო მეტი რაოდენობის ენერგია. ქვის ხანაში ერთ ადამიანზე ენერგიის დანახარჯი (კილ.ჯ/დღე-ღამეში) შეადგენდა 17 ათასს, აგარარულ საზოგადოებაში – 50 ათასს, ინდუსტრიულ ეპოქაში – 300 ათასს, ხოლო XX საუკუნის ბოლოს მონინავე განვითარებულ ქვეყნებში – ერთ მილიონზე მეტს, ე.ი. 60-ჯერ მეტს ჩვენს შორეულ წინაპრებთან შედა-

¹ ავტორები იტოვებენ უფლებას საკუთარი შეხედულება იქონიონ სამყაროს, სიცოცხლისა და ადამიანის წარმოშობის შესახებ, რომელიც, გარკვეულწილად, არ შესაბამება ზოგიერთ მეცნიერულ თეორიას.

რებით. 20 საუკუნის მანძილზე განვითარებულ ქვეყნებში პროდუქციის ერთეულზე ენერგიის რაოდენობის დანახარჯი გაიზარდა სოფლის მეურნეობაში 8-10-ჯერ, ხოლო მრეწველობაში – 10-12-ჯერ. საერთო ენერგეტიკული ეფექტურობა, ე.ი. ენერგიის შეფარდება, რომელიც საჭიროებს პროდუქციის წარმოებას და მიიღება მზა პროდუქტიდან, განვითარებულ ქვეყნებში დაახლოებით 30-ჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე პრიმიტიული მინათმოქმედების პირობებში.

დედამიწის მოსახლეობისთვის მნიშვნელოვან სოციალურ პრობლემას წარმოადგენს ურბანიზაცია, რომელიც განიხილება როგორც ეკონომიკური განვითარების პროცესის ნაწილი. ქალაქებში წარმოებს მთლიანი ეროვნული პროდუქტის 60%. ტრანსპორტი შთანთქმავს მსოფლიოში წარმოებული ენერგიის დაახლოებით 30% და ნავთობის – დაახლოებით 60%. ამის შედეგები ვლინდება ეკოლოგიური და ეკონომიკური კრიზისის სიმპტომებით – დაბინძურებული ჰაერით, სასმელი წყლის უქონლობითა და ანტისანიტარიით დანყებული, ქუჩებში მცხოვრები უსახლკაროებით დამთავრებული.

დედამიწაზე ადამიანები წარმოქმნიან პოპულაციურ სისტემას – კაცობრიობას. ამ პოპულაციის ზრდა შეზღუდულია მისანვდომი ბუნებრივი რესურსებით და ცხოვრების პირობებით, სოციალურ-ეკონომიკური და გენეტიკური მექანიზმებით. მიუხედავად ამ შეზღუდვების ფაქტორების მნიშვნელობისა, ადამიანი ჯერ კიდევ ნაკლებად აქცევს მათ ყურადღებას და ცუდად აცნობიერებს თავისი „ტოლერანტობის“ ზღვარს. ამის მაგალითია მოსახლეობის შესამჩნევი ზრდა. XX საუკუნის ბოლო ათწლეულებში მოსახლეობის რაოდენობის ნამატი მიმდინარეობდა მზარდი შედეგით. მაგალითად, 70-იან წლებში დედამიწის მოსახლეობა იზრდებოდა წელიწადში 750 მლნ ადამიანით, 80-იან წლებში – 840 მლნ-ით, ხოლო 90-იან წლებში – თითქმის 100 მლნ ადამიანით. ფაქტობრივად, საქმე გვაქვს „დემოგრაფიულ აფეთქებასთან“. 1,5 მლნ წლის წინ დედამიწაზე ცხოვრობდა დაახლოებით 500 ათასი ადამიანი, რომლის სიცოცხლის ხანგრძლივობა იყო 20 წელი, და მოსახლეობის გაორმაგება შესაძლებელი იყო მხოლოდ 200 ათასი წლის შემდეგ. ამჟამად ამისათვის საკმარისია 35 წელი. მიუხედავად ამისა, მოსახლეობის რაოდენობა აგრძელებს მატებას, რადგანაც ადამიანებმა დედამიწის მთელ რიგ საცხოვრებლად უფარგის რეგიონში შექმნეს ცხოვრების პირობები და ამით გაზარდეს დედამიწის ტევადობა.

ბიოსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების განსაკუთრებულ სახეებს მიეკუთვნება: დაბინძურება საშიში ნარჩენებით, ხმაურის ზემოქმედება, ბიოლოგიური ზემოქმედება, ელექტრომაგნიტური ველების და გამოსხივების და ზოგიერთი სხვა ზემოქმედება.

წარმოების და მოხმარების ნარჩენები წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის, მინისქვეშა და ზედაპირული წყლების, ნიადაგების და მცენარეულობის დაბინძურების წყაროს. არჩევენ ორი სახის ნარჩენებს: საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო (საწარმოო), რომლებიც შეიძლება იყოს მყარ, თხევად და, იშვიათად, გაზისებრ მდგომარეობაში.

საყოფაცხოვრებო ნარჩენები წარმოიქმნება საყოფაცხოვრებო პირობებში; ჩვეულებრივ მყარია, შედგებიან მყარი ნივთიერებისგან (პლასტმასი, ქაღალდი, შუშა, ტყავი და სხვ.) და კვების ნარჩენებისგან. მაგრამ შეიძლება იყვნენ თხიერიც, წარმოდგენილი სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ჩამდინარე წყლებით, და გაზისებრი – სხვადასხვა გაზების გამონატყორცნის სახით.

სამრეწველო (საწარმოო) ნარჩენები – პროდუქციის წარმოების ან სამუშაოების შესრულების დროს წარმოქმნილი ნედლეულის, მასალების, ნახევარპროდუქტების ნარჩენები, რომლებმაც სრულებით ან ნაწილობრივ დაკარგეს საწყისი სამომხმარებლო თვისებები. ისინი შეიძლება იყვნენ მყარი (ლითონების, პლასტმასის, მერქნის ნარჩენები და ა.შ.) და თხიერი (საწარმოო ჩამდინარე წყლები, გამომუშაებული ორგანული გამსხნელები და ა.შ.). სამრეწველო ნარჩენების ყველაზე დიდ რაოდენობას წარმოქმნის ქვანახშირის მრეწველობის, შავი და ფერადი მეტალურგიის, სამშენებლო მასალების მრეწველობის, სითბური ელექტროსადგურების საწარმოები. სამრეწველო ნარჩენები ნაწილობრივ კონცენტრირებულია ნაყარში, კუდსაცავებში, ტერიკონებში, მაგრამ, ძირითადად, როგორც საყოფაცხოვრებო, ჩასამარხი პოლიგონების უკმარისობის გამო, გაიტანება არასანქცირებულ საყრდენებზე. მათ გაუვნებელყოფასა და უტილიზაციას განიცდის მხოლოდ მცირე ნაწილი.

საშიშ ნარჩენებს მიეკუთვნება ნარჩენები, რომლის შემადგენლობაში არის საშიში თვისებების (ტოქსიკურობა, ფეთქებადობა, ინფექციონირება, ხანჯარსაშიშროება და ა.შ.) მქონე ნივთიერებები, ადამიანების ჯანმრთელობისთვისა და გარემოსთვის საშიში რაოდენობით.

ადამიანისათვის და მთლიანად გარემოსთვის ყველაზე დიდ საშიშროებას წარმოადგენს ნარჩენები, რომლებიც შეიცავს: რადიოაქტიურ იზოტოპებს, დიოქსენებს, პესტიციდებს ბენზ(ა)პირენს და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებას.

რადიოაქტიურ ნარჩენებს წარმოადგენს დადგენილი ნორმებიდან გადაჭარბებული რაოდენობის მქონე რადიოაქტიური იზოტოპების შემცველი ბირთვული ენერგეტიკის, სამხედრო წარმოების, მრეწველობის სხვა დარგების, ჯანდაცვის სისტემების მყარი, თხიერი და გაზისებრი პროდუქტები. რადიოაქტიური ელემენტები, მაგალითად, სტრონციუმ-90, ცეზიუმ-137 იწვევს სასიცოცხლო ფუნქციების მდგრად დარღვევებს, ზოგჯერ უჯრედის და მთელი ორგანიზმის სიკვდილს. ზოგიერთ რადიონუკლიდს შეუძლია შეინარჩუნოს სასიკვდილო ტოქსიკურობა 10-100 მლნ წლის მანძილზე. ხვედრითი აქტიურობის მიხედვით გამოყოფენ: დაბალი აქტიურობის (0,1 მ²-ზე ნაკლები), საშუალო აქტიურობის (0,1-1000 მ²) და მაღალი აქტიურობის (1000 მ²-ზე მეტი) რადიონუკლიდებს. მრავალ ქვეყანაში, ატომური ელექტროსადგურის ექსპლოატაციის და ბირთვული სანავის გადამუშავების შედეგად, დაგროვდა რადიოაქტიური ნარჩენების დიდი რაოდენობა. რადიოაქტიური ნარჩენების სამარხები გაფანტულია მთელ მსოფლიოში და მათი გაუვნებელყოფა დიდ პრობლემას წარმოადგენს. თხიერი და მყარი რადიოაქტიური ნარჩენების გარდა შესაძლებელია გაზისებრი გამონატყორცნები, რომლებიც შეიცავენ რადიოაქ-

ტიურ აეროზოლებს, რადიოაქტიური იზოტოპების მთრიმლავ ნაერთებს ან თვით რადიოაქტიურ იზოტოპებს.

დიოქსინშემცველი ნარჩენები წარმოიქმნება სამრეწველო და საქალაქო ნაგვის, ბენზინის ტყვიის მინარევით წვის შედეგად, ქლორირებით წყლის გაუვნებელყოფისას, პესტიციდების წარმოებისას და სხვ.

ხმაურის ზემოქმედება წარმოადგენს გარემოზე მავნე ფიზიკური ზემოქმედების ერთ-ერთ ფორმას. ხმაურით გარემოს დაბინძურება იქმნება ბგერის მერყეობის ბუნებრივი დონის დაუშვებელი გადაჭარბების შედეგად. თანამედროვე პირობებში, განვითარებული ქვეყნების ურბანიზებულ ზონებში ხმაური ინვესს ადამიანისთვის სერიოზულ ფიზიოლოგიურ შედეგებს. ადამიანის სმენით აღქმის მიხედვით დრეკადი მერყეობა და სიხშირის დიაპაზონი 16-დან 20000 ჰერცამდე წარმოადგენს ბგერას, 16 ჰც-ზე ნაკლები – ინფრაბგერას, 20000-დან $1 \cdot 10^5$ -მდე – ულტრაბგერას და $1 \cdot 10^5$ -ზე მეტი – ჰიპერბგერას. ბგერის სიძლიერის განზომილების ერთეული – დეციბელი უდრის ბგერის მოცემული სიძლიერის ზღურბლის ინტენსიურობასთან შეფარდების 0,1 ლოგარითმს. ადამიანისთვის ბგერების სმენადობა შეადგენს 0-დან 170 დეციბელამდე. ბგერით დისკომფორტს, როგორც წესი, ქმნიან არა ბუნებრივი ბგერები, არამედ ხმაურის ანთროპოგენური წყაროები, რომლებიც ზრდიან ადამიანის დაღლილობას, აქვეითებენ მის გონებრივ შესაძლებლობებს და შრომის ნაყოფიერებას, ინვესს ნერვიულ გადატვირთვას, ხმაურის სტრესებს და ა.შ. ხმაურის მაღალი დონეები (>60 დეციბელი) ინვესს ჩივილებს, 90 დეციბელისას სმენის ორგანოები ინყებენ დეგრადირებას, 110-120 დეციბელი ითვლება ტკივილის ზღურბლად, ხოლო 130 დეციბელზე უფრო მეტი ხმაური არის სმენის ორგანოსთვის დამანგრეველი ზღურბლი. 180 დეციბელის ხმაური ინვესს ბზარებს ლითონში.

ანთროპოგენური ხმაურის ძირითადი წყაროებია ტრანსპორტი (სავტომობილო, რკინიგზის და საჰაერო), სამრეწველო საწარმოები და საყოფაცხოვრებო მოწყობილობები. გარემოს ყველაზე დიდ ზემოქმედებას ახდენს ავტოტრანსპორტი – 80% საერთო ხმაურიდან. საავიაციო ხმაურიდან იტანჯება რამდენიმე მილიონი ადამიანი; საავიაციო ხმაური მაქსიმალური დონით 75 დეციბელი ფიქსირდება აეროპორტიდან 10 კმ-ზე მეტ მანძილზე. ხმაურიანი ზემოქმედება – თანამედროვეობის ერთ-ერთი ყველაზე მწვავე ეკოლოგიური პრობლემაა: დასავლეთ ევროპის მოსახლეობის ნახევარზე მეტი ცხოვრობს რაიონებში, სადაც ხმაურის დონე შეადგენს 55-70 დეციბელს. ადამიანი შეიძლება სუბექტურად ვერ ამჩნევდეს ბგერებს, მაგრამ ამით მის სმენის ორგანოებზე დამანგრეველი მოქმედება კი არ მცირდება, არამედ ძიერდება. ადამიანის შინაგან ორგანოებზე და ფსიქიკურ სფეროზე არახელსაყრელ გავლენას ახდენს ბგერითი რყევები 16 ჰერცზე ნაკლები სიხშირით. ინფრაბგერები ინვესს ადამიანებში ზღვის დაავადების მსგავს მდგომარეობას, განსაკუთრებით როდესაც სიხშირე 12 ჰერცზე ნაკლებია.

ხმაურის ანთროპოგენური ზემოქმედება არახელსაყრელია ცხოველებისა და მცენარეებისთვის. ინტენსიური ბგერითი ზემოქმედება ინვესს წველადობის, კვერ-

ცხდების შემცირებას, ფუტკრებში ორიენტირების დაკარგვას მათი მატლების და-
ლუპვას, ფრინველებში ნაადრევ ბენვის ცვენას და ა.შ. 100-დეციბელიანი მონესრი-
გებელი ხმაური იწვევს თესლების აღმოცენების დაგვიანებას და სხვა ნეგატიურ
ეფექტს.

ბიოლოგიური ზემოქმედება იყოფა მიკრობიოლოგიურსა და ბიოტურზე. მიკ-
რობიოლოგიური დაბინძურება წარმოადგენს ანთროპოგენური ზემოქმედების შე-
დეგად ეკოსისტემაში უცხო ცოცხალი ორგანიზმების (ბაქტერიები, ვირუსები და
სხვ.) შემოტანას, რომლებიც აუარესებენ ბუნებრივი ბიოტური თანასაზოგადოებე-
ბის არსებობის პირობებს ან ადამიანზე ახდენენ ნეგატიურ გავლენას. ბიოლოგიური
ზემოქმედების ძირითადი წყაროებია კვების და ტყავეულის მრეწველობის სანარმო-
ების ჩამონადენი წყლები, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო საყრდელი, სასაფლაო-
ები, საკანალიზაციო ქსელი და სხვ. ბინძურდება ნიადაგები, ქანები, ზედაპირული
და მინიქვეშა პირობები; პათოგენური ნაწლავის ჩხირები აღმოჩენილ იქნა მი-
ნისქვეშა წყლებში დედამიწის ზედაპირიდან 300 მეტრის სიღრმეზე. განსაკუთრე-
ბულ საშიშროებას წარმოადგენს გარემოს მიკრობიოლოგიური დაბინძურება, რაც
ინფექციური და პარაზიტული დაავადებების გამომწვევია. იზრდება ცხვრებში –
ყვავილის, ღორებში – კლასიკური შავი ჭირის, ადამიანებს შორის – ტიპას ენცეპ-
პალიტის – ჰემორაგიული ციების აფეთქების რაოდენობა.

ბიოუსაფრთხოების პრობლემის აქტუალობაზე და მრავალნახანაგობაზე მეტყ-
ველებს ახალი ეკოლოგიური საშიშროება ბიოტექნოლოგიის და გენური ინჟინერიის
განვითარებასთან დაკავშირებით. გარემოში ლაბორატორიიდან ან ქარხნიდან შე-
საძლებელია ბიოტურ თანასაზოგადოებებზე, ადამიანის ჯანმრთელობასა და მის
გენოფონდზე უარყოფითად მოქმედი მიკროორგანიზმების და ბიოლოგიური ნივთი-
ერებების მოხვედრა.

გარდა გენურ-საინჟინრო ასპექტებისა, ბიომრავალფეროვნების შესანარჩუ-
ნებლად დიდი მნიშვნელობა აქვთ ბიოუსაფრთხოების შემდეგ აქტუალურ საკითხ-
ებს: შინაური ფორმებიდან ველური ფორმებისკენ გენეტიკური ინფორმაციის გადა-
ტანა; ველურ სახეობებსა და ქვესახეობებს შორის გენეტიკური ცვლა, მათ შორის,
იშვიათი და გადაშენებადი სახეობების გენეტიკური დაბინძურების რისკი; ბიოტურ
დაბინძურებას მიეკუთვნება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა, ზიანის მომტანი სა-
რეველა მცენარეულობის ან ცხოველების გავრცელება (თაგვისებრი მღრნელების,
თაგვების გავრცელება, კალიების შემოსევა და ა.შ.).

ელექტრომაგნიტური და მაგნიტური ველები საკმაოდ საშიშია ადამიანისთვის.
ეკოლუციური განვითარების მსვლელობაში ბიოტა შეეგუა დედამიწის მაგნიტური
ველის ბუნებრივ ფონს. ზოგიერთი გადახრა აღინიშნება მხოლოდ მზის აქტიურო-
ბის პერიოდში. ამ დროს წარმოქმნილი მოვლენები, რომლებმაც მიიღეს მაგნიტური
ქარიშხლების სახელწოდება, უარყოფითად მოქმედებენ ადამიანის მდგომარეობა-
ზე, რომლებსაც აწუხებთ გულ-სისხლძარღვთა, ნერვიულ-სომატური და სხვა დავა-
დებები. მაგნიტური ველი, აგრეთვე, მოქმედებს ცხოველებზე და, განსაკუთრებით,

ფრინველებსა და მწერებზე. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე ეტაპზე ადამიანს არსებითი ცვლილებები შეაქვს ბუნებრივ მაგნიტურ ველში, ანიჭებს გეოფიზიკურ ფაქტორებს ახალ მიმართულებებს და მკვეთრად ადიდებს თავისი ზემოქმედების ინტენსივობას. ამ ზემოქმედების ძირითადი წყაროებია ელექტრომაგნიტური ველები ელექტროგადაცემების ხაზებიდან, რადიოსატელევიზიო და რადიოლოკაციური სადგურებიდან. ველის დაძაბულობა ელექტროგადაცემების ხაზის ქვეშ სადენების მაქსიმალური ჩამოშვების ადგილებში შეიძლება აღწევდეს ათეულ კილოვოლტს ერთ მეტრზე. ელექტროგადაცემების ხაზიდან არახელსაყრელი ზემოქმედება მულანდება უკვე მაშინ, როდესაც მისი დაძაბულობა შეადგენს 1000 ვ/მ. ადამიანი ირღევს გაცვლითი პროცესები, თავის და ზურგის ტვინის ფუნქციები. ადამიანის საცხოვრებელ ადგილებში რადიოსატელევიზიო და რადიოლოკაციური სადგურების არაიონიზირებული ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ზემოქმედება დაკავშირებულია მაღალსიხშირიანი ენერგიის ფორმირებასთან. დადგენილია, რომ ტელე- და რადიოანტენების მძლავრი გამოსხივების ახლოს შესამჩნევად იზრდება თვალის კატარაქტის დაავადება. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ნეგატიური მოქმედება იზრდება სიხშირის ზრდასთან, ე.ი. ტალღების სიგრძის შემცირებასთან ერთად. საერთოდ რადიოდიამაზონის არაიონიზირებული ელექტრომაგნიტური გამოსხივება ინვესს ადამიანის და ცხოველების ფიზიოლოგიური ფუნქციების მნიშვნელოვან დარღვევას. გენეტიკურ სტრუქტურაზე, უჯრედის მემბრანებზე, იმუნურ სისტემაზე, ჰორმონალურ სტატუსზე ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების მრავალი კვლევის მონაცემები ადასტურებენ სამრეწველო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების კანცეროგენურ საშიშროებას. დადგენილია, რომ გარემოს ელექტრომაგნიტური დაბინძურება მიმდინარეობს უფრო სწრაფი ტემპებით, ვიდრე პროგრესი ელექტრონიკაში.

ბიოსფეროზე უაღრესად ნეგატიურ გავლენას ახდენს ექსტრემალური ზემოქმედება, ე.ი. ისეთი, რომელიც ქმნის ადამიანის არსებობისთვის და ბუნებრივი ეკოსისტემებისთვის უკიდურესად არამყარ და არახელსაყრელ პირობებს. გარემოზე ექსტრემალურ ზემოქმედებას შეიძლება ჰქონდეს ანთროპოგენური (სამხედრო მოქმედება, ავარიები, კატასტროფები) და ბუნებრივი (სტიქიური უბედურებები) ხასიათი. ტერიტორიები, სადაც ავარიების, კატასტროფების, სამხედრო მოქმედების ან სტიქიური მოვლენების შედეგად გარემოში აღინიშნა უარყოფითი ცვლილებები, რომლებიც საშიშროებას უქმნიან ადამიანის ჯანმრთელობას, ბუნებრივი ეკოლოგიური სისტემების მდგომარეობას, მცენარეების და ცხოველების გენეტიკურ ფონდს, ცხადდება საგანგებო ეკოლოგიური სიტუაციის ზონად.

გარემოზე ადამიანის ყველაზე მძლავრ დამანგრეველ ზემოქმედებად ითვლება საომარი მოქმედება. მხოლოდ მეორე მსოფლიო ომის დროს სამხედრო ქმედებამ მოიცვა დაახლოებით 3,3 მლნ კმ² ფართობი, ომის პერიოდში დაიღუპა 55 მლნ-ზე მეტი ადამიანი. 1991 წლის თებერვალში სპარსეთის ყურეში აფეთქებულ იქნა ნავთობის 1250 ჭაბურღილი და ყოველდღიურად იწვოდა 1 მლნ ტონა ნავთობი. ამის შე-

დეგად პაერი ბინძურდებოდა ქუეითიდან მრავალი ასი კილომეტრის მოშორებით. 1999 წლის გაზაფხულზე ნატოს სამომარმა დარტყმებმა იუგოსლავიაზე გამოიწვია მძლავრი ხანძრები და ნგრევები, ტოქსიკური ქიმიური ნივთიერებებითა და ნავთობ-როდუქტებით პაერის, ნიადაგის, მდინარეული (დუნაის) წყლების უპრეტენდენტო დაბინძურება.

2008 წლის ზაფხულში რუსეთის აგრესიის დროს, ოკუპანტებმა გადაწვეს 1000 პა-მდე ტყის მასივი ბორჯომის ხეობაში, რომელიც სულ ცოტა 100 კმ-ით იყო დაშორებული სამომარი მოქმედების ადგილიდან.

მსხვილი ტექნოგენური ავარიები და კატასტროფები, აგრეთვე, ინვევენ გარემოში შეუქცევად ცვლილებებს და მათ ხშირად თან ახლავს მნიშვნელოვანი ადამიანური და მატერიალური დანაკარგები.

ეკოლოგიური ვითარების მძლავრი დესტაბილიზატორია, აგრეთვე, სტიქიური უბედურებები, რის შედეგადაც ილუება მრავალი ადამიანი, იცვლება რელიეფი და პლანეტის კლიმატი, ისპობა მცენარეული საფარი, ირლვევა დედამიწის ცხოველურ-რუნველყოფის ძირითადი სისტემები.

საქართველო არის შუაზღვისპირეთის ალპური ბელტის ნაწილი და როგორც ყველა მთაგორიანი ქვეყანა, მოწყვლადია მრავალი სახის ბუნებრივი კატასტროფის მიმართ. ქვეყნის ტერიტორიის 70%-ს ემუქრება ისეთი საშიშროებები, როგორიც არის მიწისძვრები, მენყრები, ლვარცოფები, ზვავები, წყალმოვარდნები, წყალდიდობები და მრავალი სხვა. ამ მოვლენებს თან ახლავს მეტად მძიმე ეკონომიკური და ეკოლოგიური შედეგები. ამ საშიშროებებთან დაკავშირებული რისკები ყოველწლიურად იზრდება, ვინაიდან იზრდება რთული ტექნოლოგიური ობიექტების (მილსადენების, კაშხლების, დიდი წარმოებების) რიცხვი, რომელთა დაზიანება მძიმე შედეგებს იწვევს. არ არის გამორიცხული, რომ გლობალური დათბობა გაზრდის მავნე ბუნებრივი მოვლენების რიცხვს, განსაკუთრებით ჰიდრომეტეოროლოგიურ მოვლენებს.

ეკონომიკური ზარალის მიხედვით ყველაზე მძიმე შედეგები დაკავშირებულია ძლიერ მიწისძვრებთან. მიწისძვრები შედარებით იშვიათად ხდება, მაგრამ ინტენსიურად ზემოქმედებს დიდ არეალზე. მენყრები, ლვარცოფები, ზვავები, წყალმოვარდნები გაცილებით ხშირად ხდება, მაგრამ მათი წილი ჯამურ ზარალში შედარებით ნაკლებია.

საქართველოსთვის დადგენილია ბოლო 20-წლიან პერიოდში 4 ძირითადი საშიშროებიდან მიყენებული ზარალი (ათასი ამერიკული დოლარი). ზარალის გამომანგარიშებაში გადამწყვეტი იყო რაჭის მიწისძვრით მიყენებული ზარალი, რომელმაც 6-10 მილიარდ ამერიკულ დოლარს მიაღწია. მეორე ადგილზეა მენყრებით მიყენებული ზარალი – ბოლო 20 წლისათვის დაახლოებით 400 000 დოლარი. შემდეგ მოდის გვალვა – 154 000 და ბოლოს წყალმოვარდნები და წყალდიდობები – 100 000 დოლარი. დაახლოებით იგივე სურათს ვიღებთ საშუალო წლიური ზარალისათვის: მაგალითად, მსოფლიო ბანკის მიერ საქართველოსათვის სხვადასხვა საშიშროებიდან

მიყენებული საშუალო წლიური ზარალის პროცენტული შეფასება შემდეგ ციფრებს გვაძლევს: მინისძვრები – 84%, მეწყრები, ლვარცოფები, ზეგვები, წყალმოვარდნები – 3%; სხვა – 13%.

ამჟამად ხშირად იბეჭდება წინასწარმეტყველება ბიოსფეროს გარდაუვალი დალუპვის შესახებ. ამის მიზეზად ასახელებენ ასტეროიდებს, ვულკანურ ქმედებას, დათბობას და სხვ. ყველა ეს წინასწარმეტყველება ითვალისწინებს ანთროპოსფეროს დალუპვას. უკიდურესად ნეგატიური სცენარის მიხედვით კაცობრიობა, როგორც სახეობა, შეიძლება დაიღუპოს, მაგრამ ბიოსფერო შენარჩუნებულ იქნება სანამ დედამიწა არსებობს, როგორც პლანეტა წყლით და ჰაერით, იმის მიუხედავად იარსებებს კაცობრიობა თუ არა. ამიტომ, როდესაც ლაპარაკია ბიოსფეროს გადარჩენაზე, ჩვეულებრივ იგულისხმება ჩვენი თავის გადარჩენა ბიოსფეროს ჩარჩოში, მაგრამ, სინამდვილეში ატომური ზამთრის შემდეგ ბიოსფერო აღდგება, ხოლო კაცობრიობა – აღარ.

ნაწილი III

გარემოს ღაცვის მექანიზმები

თავი I. ეკოლოგიური სამართლის საფუძვლები

ეკოლოგიური სამართლის ცნება

ეკოლოგიური, ანუ ბუნებათდაცვითი სამართალი არის ნორმების ერთობლიობა იმ ღონისძიებების სისტემის მოსაწესრიგებლად, რომელიც ასახულია სამართალში და მიმართულია ადამიანის სიცოცხლის და მატერიალური წარმოებისათვის აუცილებელი ხელსაყრელი ბუნებრივი პირობების შენარჩუნების, აღდგენისა და გაუმჯობესებისაკენ.

ეკოლოგიური სამართალი აწესრიგებს ადამიანის და ბუნების ურთიერთობას ანუ ახორციელებს ბუნებათდაცვით ღონისძიებებს სამართლებრივ საფუძველზე.

სამართალი, როგორც ადამიანების ქცევის ეფექტური რეგულატორი, ფართოდ გამოიყენება ბუნების დაცვის მიზნებისათვის. გარემო ფორმირდება და არსებობს ობიექტური კანონების შესაბამისად. ამ კანონების გაუქმება ან შეცვლა ადამიანს არ შეუძლია, მაგრამ ადამიანს შეუძლია და ვალდებულია შეიცნოს ეს კანონები და სწორად გამოიყენოს საზოგადოების განვითარების ინტერესებიდან გამომდინარე.

სამართალი, როგორც საზოგადოებრივი ურთიერთობების ეფექტური რეგულატორი, უშუალო ზეგავლენას ახდენს საზოგადოების წევრთა ქცევაზე. მისი მეშვეობით შესაძლებელია საზოგადოების მართვის სხვა საშუალებებთან ერთად უზრუნველყოფილ იქნეს ბუნების სათანადო დაცვა აუცილებელი იურიდიული მოთხოვნების, კერძოდ, საერთო პრინციპების საკანონმდებლო ნორმების, დებულებებისა და ინსტრუქციების მიწერილობების დადგენის, კონკრეტული მოქმედების შესრულების აუცილებლობის დაკისრების ან გარკვეულ პირობებში მათგან თავშეკავების გზით. სუბიექტისადმი გარკვეული უფლებების და მოვალეობის დაშვებით, აგრეთვე, აკრძალვებით და პასუხისმგებლობის დაკისრებით, სამართალს შეუძლია შექმნას საზოგადოების ცხოვრების ისეთი რეჟიმი, რომლის დროსაც გარანტირებული იქნება ეკოლოგიური კეთილდღეობა. მაგრამ იმისათვის, რომ შეასრულოს ასეთი სოციალური ფუნქცია, სამართალი, თავისი შინაარსით, მისთვის მიღებული სპეციალური ფორმებით უნდა გამოხატავდეს მოთხოვნებს, რომლებიც გამომდინარეობს ბუნების ობიექტური კანონებიდან. ასეთი მოთხოვნების ერთობლიობა შეადგენს ეკოლოგიური სამართლის არსს.

ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების სხვა ხერხებისაგან განსხვავებით სამართლებრივი ხერხი განსაზღვრავს ბუნების მიმართ ადამიანის ქცევის საჭირო და შესაძლებელ საზომს და იმ შედეგებს, რომლებიც დგება დადგენილი წესების გა-

დახრისას. სახელმწიფოს მიერ მიღებულ ნორმატიულ აქტებში აისახება მისი უმნიშვნელოვანესი ბუნებათდაცვითი ღონისძიებები. მათში დგინდება ბუნების შენარჩუნების, რაციონალურად გამოყენების, გაუმჯობესების და მისი რესურსების კვლავნარმოების სფეროში სხვადასხვა ორგანიზაციების და პირების უფლებები და ვალდებულებები. ისინი განსაზღვრავენ ბუნების დაცვის წესების დალრევეისათვის იურიდიული პასუხისმგებლობის სახეებს.

ბუნებათდაცვითი ნორმების ეფექტურობა განისაზღვრება როგორც ყველა ორგანიზაციის და ცალკეულ პირთა მიერ აუცილებელი მოთხოვნების შესრულებით, ისე ბუნებათდაცვითი სამართლებრივი ნორმების ცხოვრებაში სავალდებულო გატარების ორგანული კავშირით სახელმწიფო ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების მთელ სისტემასთან. ასეთი კავშირი შეიძლება იყოს წარმოდგენილი ორი ფორმით. ერთი მხრივ, სამართალი განამტკიცებს რა თავის ნორმებში საბუნებისმეტყველო და ტექნიკური მეცნიერების მიღწევებს, ბუნების დაცვის სფეროში სახელმწიფოს მატერიალურ, ფინანსურ, ორგანიზაციულ და იდეოლოგიურ ძალას და უზრუნველყოფს ცხოვრებაში მათ წარმატებით განხორციელებას. მეორე მხრივ, ბუნებათდაცვითი წესები მხოლოდ მაშინ აღწევენ მიზანს, როდესაც მათ აქვთ სათანადო მეცნიერული დასაბუთება, როდესაც მათი შესრულება უზრუნველყოფილია საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ხერხებით, გამაგრებულია საორგანიზაციო მუშაობით, სახელმწიფო ორგანოებისა და საზოგადოებრივი ორგანიზაციების კონტროლით, როდესაც თვით შემსრულებელს გააჩნია ეკოლოგიური მსოფლმხედველობის საჭირო დონე, სახელმწიფოს კი შესწევს უნარი უზრუნველყოს მათი შესრულება. ეკოლოგიური სამართალი მოიცავს როგორც ეროვნულ (სახელმწიფოებრივ) ღონისძიებებს, რაც ქვეყნის შინაურ საქმეს წარმოადგენს, ისე საერთაშორისო ღონისძიებებს, რადგანაც ბუნების დაცვის პრობლემას აქვს გლობალური მნიშვნელობა.

ეროვნული ეკოლოგიური სამართალი მოიცავს იურიდიული ღონისძიებების ოთხ ჯგუფს: 1) ბუნებრივი რესურსების გამოყენების, შენარჩუნების და წარმოების სამართლებრივი რეგულირება; 2) კადრების აღზრდა და სწავლება; ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების დაგეგმვა; დაფინანსება და მატერიალურ-ტექნიკური უზრუნველყოფა; 3) ბუნების დაცვის მოთხოვნილების შესრულებაზე სახელმწიფო და საზოგადოებრივი კონტროლი; 4) სამართალდარღვევისათვის პასუხისმგებლობა.

ღონისძიებების პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება იმ კანონების და კანონქვემდებარე აქტების გამოცემა, რომლებიც განსაზღვრავენ ბუნებათდაცვითი სამართალური თიერთობების მონაწილეთა უფლებებს და ვალდებულებებს და, აგრეთვე, ამ სამართალური თიერთობების სუბიექტების პრაქტიკულ საქმიანობას თავისი უფლებების რეალიზაციისა და მოვალეობის შესრულებისათვის.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ისეთი ღონისძიებები, რომლებიც უშუალოდ არ არის მიმართული ბუნებრივი ობიექტების გამოყენების, შენარჩუნებისა და განახლებისაკენ, მაგრამ ქმნიან ბუნების დაცვის მოთხოვნილებების შესრულების მატერიალურ გარანტიებს და უზრუნველყოფენ პარმონიის მიღწევას საზოგადოებასა და

გარემოს შორის. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება კადრების აღზრდა და სწავლება, ბუნების დაცვასა და მის რესურსებზე ზრუნვის მორალური და მატერიალური ნახალების ზომები, პრომითი ურთიერთობების შესაბამისი რეგულირება, მეურნეობის ცალკეული დარგების, სამინისტროების და უწყებების ჩარჩოებში ბუნების დაცვის სპეციალური პროგრამების დამუშავება და განხორციელება.

მესამე ჯგუფს შეადგენს ბუნების დაცვის დარგში სახელმწიფო საკონტროლო-ზედამხედველობითი ორგანოების და საზოგადოებრივი ორგანიზაციების საქმიანობის სხვადასხვა სახეები: საქმის მდგომარეობის განხილვა და ანალიზი, შემოწმება, ინსპექტირება, პატრულირება და, აგრეთვე, სამართალდარღვევების გამოვლენის და მათთან ბრძოლის საქმიანობის სხვა სახეები.

ლონისძიებების მეოთხე ჯგუფი მოიცავს საქმიანობის ყველა სახეს, რომელიც დაკავშირებულია სამართლებრივი პასუხისმგებლობის ლონისძიებების გამოყენებასთან იმ პირების და ორგანიზაციების მიმართ, რომლებმაც დაარღვიეს კანონმდებლობა ბუნებათდაცვის სფეროში. ამ მხრივ, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური სამსახურების, სასამართლოს, სპეციალიზებული ინსპექციების, პოლიციის როლი. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ბუნების დაცვის დარგში სამართლებრივი პასუხისმგებლობის მთელი მექანიზმებისა და პროცედურის თავისებურებებს.

ეკოლოგიური სამართლის ობიექტები

ეკოლოგიური სამართლის ობიექტს წარმოადგენს ბუნება, როგორც ობიექტური, ადამიანის გარეშე და მისი შეგნებისაგან დამოუკიდებელი რეალობა, რომელიც არის მისი საცხოვრებელი ადგილი, ცხოვრების პირობა და საშუალება.

ადამიანის მიმართ ბუნება ასრულებს სამ მნიშვნელოვან ფუნქციას: 1) ეკოლოგიურს, რომელიც უზრუნველყოფს სიცოცხლისათვის საჭირო ბიოლოგიურ რეჟიმს, 2) ეკონომიკურს, რომელიც წარმოადგენს ადამიანის მატერიალური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებების წყაროს; 3) ზნეობრივს, რომელიც გავლენას ახდენს ადამიანის სულიერი სამყაროს ფორმირებაზე.

ადამიანი ბუნების ნაწილია, მისი ევოლუციური განვითარების შედეგი. ადამიანი ბუნების ობიექტია, რომელიც განიცდის მის ზეგავლენას და, ამავე დროს, სუბიექტია, რომელიც იყენებს ბუნებრივ რესურსებს.

საზოგადოების და ბუნების ურთიერთობა მულაგნდება საზოგადოებრივი ურთიერთობის ორ ძირითად ფორმაში – ბუნებრივი რესურსების გამოყენებასა და ბუნების დაცვაში. ბუნებრივი რესურსების გამოყენება გამოხატავს საზოგადოების ეკონომიკურ ინტერესებს, მიმართულს მატერიალური მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, ხოლო ბუნების დაცვა – საზოგადოებრივი განვითარების ეკოლოგიურ ინტერესებს. ეს ინტერესები ხშირად ურთიერთსაწინააღმდეგოა. საქმე ისაა, რომ ბუნებრივი რესურსების გამოყენება ხდება საზოგადოების განვითარების ეკო-

ნომიკური კანონების საფუძველზე. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის ეპოქამ გამოიწვია ამ წინააღმდეგობის გამწვავება.

ეკოლოგიური სამართლის ობიექტად ითვლება ადამიანის საცხოვრებელი ბუნებრივი გარემო და მისი ცალკეული ელემენტები, რომლებიც ეკოლოგიურ ურთიერთკავშირშია გარემოსთან და წარმოადგენენ ადამიანისა და საზოგადოებისათვის სოციალურ-ეკოლოგიურ ღირებულებას. ბუნების დაცვის ობიექტები ხასიათდება: 1) წარმოშობის ბუნებრივი ხასიათით; 2) მდგომარეობით, რომელიც ჩამოყალიბდება ბუნების ეკოლოგიური სისტემის ჯაჭვში; 3) სასიცოცხლო ფუნქციების შესრულებით, რაც განსაზღვრავს ამ ობიექტის სოციალურ-ეკოლოგიურ ღირებულებას საზოგადოებისათვის. ეკოლოგიური სამართლის ობიექტს უნდა ახასიათებდეს ყველა ეს ნიშანი.

ბუნების დაცვის ობიექტების წარმოშობის ბუნებრივი ხასიათი გამომდინარეობს სამყაროს განვითარების კანონებიდან. მათი მოქმედების შედეგად წარმოიქმნა დედამიწა, შეიქმნა ბიოსფერო და მისი შემადგენელი ნაწილები. ბუნების ობიექტებს ეს მნიშვნელოვანი თავისებურება განასხვავებს სოციალური ღირებულებისაგან. მათ არ გააჩნიათ ღირებულება საზოგადოებრივად აუცილებელი შრომის დანახარჯების მნიშვნელობით. ეს არ გამორიცხავს შრომის გამოყენების შესაძლებლობას გარემოს ზოგიერთი ელემენტების აღდგენის და კვლავწარმოების (მცენარეული და ცხოველთა სამყარო), ბუნებრივი თვისებების გაუმჯობესების (ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება, ტყის ჯიშობრივი შემადგენლობის მონესრიგება და ა.შ.) მიზნით. ამასთან, ობიექტის წარმოშობა ბუნებრივ ხასიათს გულისხმობს, მაგრამ არ განსაზღვრავს მატერიალური სამყაროს ელემენტების მიკუთვნებას ბუნების დაცვის ობიექტებისათვის. ასე, მაგალითად, წყალი, რომელიც ონკანიდან მოედინება, მინა, რომლითაც ავსებულია საყვავილე ქოთანის, ნავთობი ან გაზი, რომელიც ნავთობსადენით მოედინება და სხვ. წარმოიშვნენ ბუნებრივი გზით, მაგრამ ისინი არ მიეკუთვნებიან ეკოლოგიური სამართლის ობიექტებს.

უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ბუნების დასაცავი ობიექტების მეორე ნიშანს – ეკოლოგიურ ურთიერთკავშირს გარემოსთან, რაც მათ ბუნებრივ ეკოსისტემაში ფუნქციონირების საშუალებას აძლევს. ეკოლოგიური კავშირი საშუალებას იძლევა გავმიჯნოთ ბუნების დაცვის ობიექტები გარემოს იმ კომპონენტებისაგან, რომლებიც ადამიანის მეშვეობით გამოვიდნენ ბუნების მექანიზმიდან და გადავიდნენ ბუნებრივი სამყაროდან სოციალურ სამყაროში. ასე, მაგალითად, წყალი, რომელიც მოთავსებულია რეზერვუარში, ტყეში მოჭრილი ხე, ნიადაგიდან აღებული ნიმუში, ამოღებული წიაღისეული, წყალსატევების თევზი მოთავსებული აკვარიუმში, დახურულ შენობაში არსებული ჰაერი და სხვ. თუმცა ბუნებრივი წარმოშობისაა, მაგრამ რადგანაც ადამიანის მიერ ამოღებულია ბუნების ეკოლოგიური სისტემიდან, აღარ არიან ეკოლოგიური სამართლის ობიექტები. ისინი გადაიქცნენ სასაქონლო-მატერიალურ ღირებულებად, სახელმწიფოს, საზოგადოებრივი ორგანიზაციების და მოქალაქეების საკუთრების ობიექტებად, ანუ უბრალოდ ადამიანის გარემოს ელემენტები (სასურველი ან არასასურველი, სასარგებლო ან მავნე) გახდნენ.

ობიექტის სოციალურ-ეკოლოგიური ღირებულება ბუნების დაცვის აუცილებელ ნიშანს მიეკუთვნება. ბუნების დაცვის ობიექტს, ეკოლოგიურ ფუნქციებთან ერთად, უნდა გააჩნდეს ეკონომიკური და კულტურულ-გამაჯანსაღებელი ფუნქციები. ამ უკანასკნელ ფუნქციებს, ეკოლოგიურთან შედარებით, აქვთ მეორადი მნიშვნელობა. ბუნების დაცვის ეკონომიკური ფუნქცია მიუთითებს მის რესურსულ შინაარსზე და იმაზე, რომ ის შეიძლება იყოს მატერიალური მოთხოვნილების დაკმაყოფილების წყარო. ბუნების ობიექტის კულტურულ-გამაჯანსაღებელი ფუნქცია მიმართულია საზოგადოების წევრების ეკოლოგიური მსოფლმხედველობის აღზრდისკენ, ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნების, მისი შრომისუნარიანობის ამაღლებისაკენ.

ადამიანის ბუნებრივი გარემოს რთული და მრავალფეროვანი სტრუქტურული და ფუნქციონალური კავშირების გათვალისწინებით ბუნება უნდა იხილებოდეს, როგორც სამართლებრივი დაცვის კომპლექსური ობიექტი. კანონმდებლობა უნდა ითვალისწინებდეს ბუნების სამი ასპექტის ერთიანობას: ერთიანი (ინტეგრირებული), ცალკეულ ობიექტებზე დანაწევრებული; ბუნებრივი; ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსები (დიფერენცირებული), როგორც საერთო-სახალხო კუთვნილება, სახელმწიფო იურისდიქციის სფერო (ეროვნული და საერთაშორისო).

ბუნებრივი გარემოს შეფასება, როგორც სამართლებრივი დაცვის ინტეგრირებული ობიექტისა, გამომდინარეობს იქიდან, რომ იგი როგორც ერთიანი ეკოლოგიური სისტემა ორგანულად აერთიანებს ბუნების ყველა ელემენტს, კომპლექსს და მოვლენას მთლიან მექანიზმში. ასეთი შეფასება საშუალებას იძლევა სამართლით უზრუნველყოფილ იქნეს გარემოს ოპტიმალური მდგომარეობის შენარჩუნება.

ბუნებრივი გარემოს ოპტიმალური მდგომარეობის დაცვა საშუალებას იძლევა განესაზღვროთ ბუნებათდაცვითი რეგულირების საზღვრები. როგორც უკვე აღინიშნა, ბუნების ცალკეული ელემენტები და მისი ნაწილები იმყოფება სამართლებრივი დაცვის სფეროში მანამ, სანამ ფუნქციონირებს როგორც ერთიანი ბუნებრივი მექანიზმის ნაწილები და იმყოფება ეკოლოგიური კავშირების სისტემაში. თუ ბუნებრივი ობიექტი გამოვიდა ბუნებასთან ურთიერთკავშირიდან, მაშინ ის გამოირიცხება ეკოლოგიური სამართლის ობიექტების რიცხვიდან. თუ ბუნების ცალკეული ელემენტები ჩაერთო მისი კავშირების სისტემაში, როგორც ეს ხდება ადამიანის მიერ ბუნების რესურსების კვლავნარმოებისას, მაშინ ისინი ხდებიან ეკოლოგიური სამართლის ობიექტად და მათზე ვრცელდება ბუნებათდაცვითი ღონისძიებები. მეტად მნიშვნელოვანია, რომ სამართალი უზრუნველყოფს ბუნებრივი გარემოს იმ კომპონენტების დაცვას, რომელთა ფუნქციონირება არ ეწინააღმდეგება ბუნების ოპტიმალური მდგომარეობის შენარჩუნების მოთხოვნებს. ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების, ან აღდგენის აუცილებლობიდან გამომდინარე, ადამიანი შეიძლება აქტიურად ჩაერთოს სახეობების რეგულირების საქმეში. ასე, მაგალითად, მტაცებელი ცხოველები შეიძლება გამოცხადდნენ კანონით დაცულ ობიექტად, თუ მათი რაოდენობა ეკოლოგიური წონასწორობისათვის საჭირო დონეზე უფრო ქვე-

მოთ დაეცა და, პირიქით, მცენარეული საფარის შენარჩუნების მიზნით შეიძლება ხელოვნურად შემცირდეს ზოგიერთი ძუძუმწოვრის რიცხვი.

ამგვარად, სამართლებრივ დაცვას ექვემდებარება ყველა ის ბუნებრივი ობიექტი, რომლებთანაც ურთიერთობს საზოგადოება და რომლებიც უზრუნველყოფენ მის არსებობას და კეთილდღეობას. ის ბუნებრივი ობიექტები, რომლებიც არ განიცდიან ადამიანის ზეგავლენას, არ მიეკუთვნება ბუნების დაცვის ობიექტებს. თუმცა მთვარე, მზე, მზის სისტემის პლანეტები, ვარსკვლავები და ა. შ. მიეკუთვნებიან ბუნების ობიექტებს, მაგრამ მათზე ეკოლოგიური სამართალი არ ვრცელდება. ეს მიდგომა არ ეხება კოსმოსის იმ ნაწილს, სადაც ადამიანმა უკვე შეაღწია და თავიდან უნდა იქნეს აცილებული მთვარის და მზის სისტემის პლანეტების დაბინძურების საშიშროება. კოსმოსურ სივრცეს ემუქრება ადამიანის საქმიანობის შედეგად გამოწვეული რადიოაქტიური, ქიმიური და ბიოლოგიური გაჭუჭყიანება და ამ გვარად კოსმოსის დაცვის ნაწილიც დღეს ეკოლოგიური სამართლის ობიექტების ნუსხაშია შეტანილი.

საერთოდ კი ეკოლოგიური სამართლის ობიექტები, პირველ რიგში, დედამიწის ბუნებრივი კომპლექსის ელემენტებია. ისინი გაერთიანებულია საერთო სახელწოდებით „ბიოსფერო“. ეს ტერმინი ორი ბერძნული სიტყვის ძირიდან (სიცოცხლე და სფერო) წარმოიშვა. ბიოსფერო, როგორც დედამიწის გარსი, მოიცავს ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებულ ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს ნაწილებს. პირველად ეს ტერმინი შემოიღო ავსტრალიელმა მეცნიერმა ე. ზიუსმა. მანამდე მსგავს იდეებს ვხვდებით ფ. ლამარკის შრომებში. ბიოსფეროზე თანამედროვე სწავლება ეკუთვნის რუს მეცნიერს ვ. ვერნადსკის. მან დაამტკიცა, რომ დედამიწის სამი გარსი ერთმანეთთან დაკავშირებულია ცოცხალი ნივთიერებებით; ეს ახდენს განუწყვეტლივ ზეგავლენას არაცოცხალ ბუნებაზე და ამასთან აყალიბებს და გარდაქმნის პლანეტის იერს. ბიოსფეროს სისქე შეადგენს 40-50 კმ. ის მოიცავს ატმოსფეროს ქვედა ნაწილს 25-30 კმ-მდე (ოზონის შრემდე), პრაქტიკულად, მთელ ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს 3 კმ-მდე.

ცოცხალი ორგანიზმები, იღებენ რა მზის გამოსხივების ენერგიის ნაკადს, გარდაქმნიან მას, რთავენ ქიმიურ რეაქციაში არაორგანულ მატერიას და ქმნიან ნივთიერებების და ენერგიის უწყვეტ წრებრუნვას. ატმოსფეროს აიროვანი შემადგენლობა, ნიადაგური საფარი, სასარგებლო წიაღისეული (ქვანახშირი, ნავთობი, კირქვები, სანავი, ფილები, ცარცი, ტბური ლექი, საპროპელი) ყველაფერი ეს წარსული ეპოქების ცოცხალი ნივთიერების მოქმედების შედეგია.

ბიოსფეროს შემადგენლობაში, ცოცხალი ორგანიზმების გარდა (მცენარეული და ცხოველური სამყარო და მიკროორგანიზმები) შედის ბიოგენური ნივთიერება, ცოცხალი ორგანიზმებით ცხოველმოქმედების პროდუქტები (ორგანული წარმოშობის დანალექი ქანები), ბიოკოსმური ნივთიერება – დანალექი ქანების ცოცხალი ორგანიზმების დაშლის და გადამუშავების პროდუქტები და კოსმური ნივთიერება – მაგმური, არაორგანული წარმოშობის მთის ქანები, წყალი და, აგრეთვე, ცოცხალი ორგანიზმების მიერ მნიშვნელოვნად გადამუშავებული და სახეშეცვლილი კოსმოსური წარმოშობის

ბის ნივთიერებები (კოსმოსური მტვერი, მეტეორიტები და ა.შ.). ამის გარდა, ბიოსფეროს შემადგენლობაში შედის რადიოაქტიური ნივთიერებები და ქიმიური რეაქციებით დაუკავშირებული გაბნეული ატომები.

როგორც ცნობილია, სოცოცხლე დედამიწაზე გაჩნდა წყალში 2,5 – 3 მლრდ წლის წინ. 0,5 მლრდ წლის წინ კი ცოცხალი ორგანიზმები გავრცელდნენ ხმელეთზე. ბიოსფეროს ფორმირება აქტიურად დაიწყო პლანეტაზე სოცოცხლის ჩასახვით. ბიოსფეროს წარმოქმნისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდა დედამიწაზე ქლოროფილის შემცველი მცენარეების გაჩენას. მხოლოდ ქლოროფილის მეშვეობით გაუჩნდათ მცენარეებს უნარი დაიჭირონ სინათლის სხივის ენერგია, გამოიყენონ ის ფოტოსინთეზისათვის, რომლის შედეგად წყლიდან და ნახშირორჟანგიდან იქმნება ორგანული ნივთიერება – მცენარეული და ცხოველთა სამყაროს და მიკროორგანიზმების მთელი მრავალფეროვნების არსებობის და განვითარების დასაბამი. მწვანე მცენარეების მიერ დაგროვილი ენერგია გამოიყენება სხვა ორგანიზმებით როგორც მცენარეების სოცოცხლის დროს, ისე მათი სიკვდილის შემდეგაც, ხოლო ქსოვილების სრული ან ნაწილობრივი დაშლის ამ ნარჩენებს ითვისებენ მცენარეული სამყაროს ახალი თაობები. ასეთი გზით ხდება მთელი ბიოსფეროს უწყვეტი ფუნქციონირება, სრულდება ბიოლოგიური წრებრუნვა. ცოცხალი ნივთიერების მეშვეობით ხდება ბიოსფეროს ყველა კომპონენტის ურთიერთკავშირი და ურთიერთქმედება. ეს მრავალმხრივი და მრავალფეროვანი კავშირი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ბიოსფერო, როგორც გიგანტური ეკოლოგიური სისტემა, რომელშიც ადამიანი, ერთი მხრივ, არის მთელი სისტემის ბიოლოგიური ნაწილაკი, ხოლო, მეორე მხრივ, მისი აქტიური გარდამქმნელი. იმის გამო, რომ ადამიანის ზეგავლენა ბიოსფეროს მიმართ უნდა იყოს მიმართული მასში დამყარებული კანონზომიერებისა და კავშირების შენარჩუნებისაკენ ან ისეთი კავშირებით შეცვლისაკენ, რომლებიც აუმჯობესებენ ბიოფიზიკურ გარემოს.

ბუნებასთან ურთიერთობისას ადამიანი ახდენს გავლენას ბუნებრივი ნივთიერების, საერთოდ გარემოს და მისი ცალკეული ელემენტების მოხმარებით, გარდაქმნით, კვლავწარმოებით. ასეთი ურთიერთქმედების შედეგია ადამიანის შრომის პროდუქტები. აქ გამოყოფილია მატერიალური საყაროს ობიექტები. მათი ნაწილი იქმნება ბუნების რესურსების გაუმჯობესების, აღდგენის და კვლავწარმოების მიზნით (მწვანე ნარგავები, ხელოვნური წყალსატევები, ხელოვნური გზით გამოყვანილი ცხოველები, ფრინველები, თევზები და სხვ.). ესენი ერთვებიან ბუნების ნივთიერებათა ცვლაში და ფუნქციონირებენ, როგორც ბუნებრივი ობიექტები და ექვემდებარებიან ბუნებათადაცვით კანონმდებლობას. პროდუქტების სხვა ნაწილი, რომელიც იქმნება მოხმარების მიზნით, შემდეგი გამოყენებისათვის ერთვება ეკონომიკური ბრუნვის სისტემაში, იღებს სასაქონლო-მატერიალური ღირებულების ფორმას და ხდება სახელმწიფო ან კერძო საკუთრების სამართლის ობიექტი. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს სახელმწიფო ან კერძო ქონებასთან, რომლის წარმოებას, გამოყენებას, დაცვას განსაზღვრავს არა ეკოლოგიური სამართალი, არამედ ქონებრივი ურთიერთობების მარეგულირებელი ნორმების სისტემა. ეს პროდუქტებია ნათესები,

საბალე და საბოსტნე კულტურები, ხელოვნურ პირობებში გაზრდილი ცხოველები და ფრინველები (ზოოპარკში) და სხვ. გარე სამყაროს კიდევ ერთი კატეგორია არ მიეკუთვნება ბუნებრივ ობიექტებს. ესაა მოქმედების თანამდევური პროდუქტი (მანან-ნალა ძაღლები და კატები).

საზოგადოების და ბუნების ურთიერთქმედების ობიექტურ შედეგებს წარმოადგენს სოციალური საგნები, რომლებიც არ მიეკუთვნებიან ბუნების ცნებას და წარმოადგენენ საზოგადოების ატრიბუტებს. ეს ის საგნებია, რომლებიც წარმოიქმნენ შრომის შედეგად, მატერიის ბუნებრივ გარემოსთან მონყვეტის და სანყის ფორმის შეცვლით. ისინი არსებობენ ადამიანის მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად და, საბოლოო ჯამში, იღებენ ქონების სახეს (შენობა-ნაგებობები, ტრანსპორტის საშუალებები, კვების პროდუქტები, ტანსაცმელი, საყოფაცხოვრებო საგნები, ხელოვნების ნიმუშები და სხვ.).

ბუნების დაცვა და მასთან დაკავშირებული ეკოლოგიური სამართალი მოითხოვს ბუნების კონკრეტული ობიექტების გამოიყენებას ანუ მათდამი დიფერენცირებულ მიდგომას. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ადამიანის და საზოგადოების ზემოქმედება ბუნებაზე გულისხმობს მის კონკრეტულ ელემენტებზე გავლენას. ამიტომ ბუნების დაცვის კომპლექსურობა გულისხმობს მისი შემადგენელი ნაწილების დიფერენციაციას. ეს უკანასკნელი მოიცავს ბუნების მხოლოდ იმ ობიექტებს, რომლებიც ადამიანის ცხოველმოქმედების სფეროში ხვდება და არ ეხება ბუნების მოვლენებს. მაშასადამე, ბუნების მოვლენები სამართლებრივი ზემოქმედების გარეშე რჩება.

კანონი იცავს საერთოდ ბუნებას და ასე თუ ისე მის ცალკეულ ელემენტებსაც. და პირიქით, როდესაც კანონი იცავს გარემოს ცალკეულ ელემენტებს, ის იცავს მთლიანად ბუნებას.

საზოგადოების და ბუნების ურთიერთქმედების სფეროში გამოიყოფა შემდეგი დასაცავი ნაწილები: ბუნებრივი ობიექტები, ბუნებრივი რესურსები და ბუნებრივი კომპლექსები.

ბუნებრივი ობიექტებია დასრულებული ეკოლოგიური კომპლექსები, რომელიც ურთიერთქმედებს ბუნებრივ და სოციალურ გარემოსთან მისი ეკოლოგიური, ეკონომიკური და კულტურულ-გამაჯანსაღებელი ფუნქციების საფუძველზე. ბუნებრივ ობიექტებს მიეკუთვნება მინა, წიაღისეული, წყალი, ტყე და სხვა მცენარეები, ცხოველთა სამყარო, ატმოსფერული ჰაერი. ბუნებრივ ობიექტებს ბუნებათდაცვითი კანონმდებლობა ანიჭებს დამატებით ნიშნებს, რომლებსაც აქვთ იურიდიული მნიშვნელობა. ბუნებრივი ობიექტი შეიძლება იყოს ბუნებრივ-სამეურნეო, რომელიც სამეურნეო გამოყენების სფეროშია და განსაკუთრებით დაცულია, ე.ი. ობიექტი, რომელიც პრაქტიკულად დაზარალებულია ექსპლუატაციისათვის.

ბუნებრივი რესურსები საარსებო რესურსების ერთობლიობას წარმოადგენს. მაშასადამე, ბუნებრივი ობიექტები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ადამიანის სამომხმარებლო საქმიანობის წყარო.

ბუნების ნებისმიერი ობიექტი (მინა, ნიაღისეული, წყალი, მცენარეული და ა.შ.) შეიძლება დახასიათდეს ორი მნიშვნელობით – ბუნების რესურსი და ბუნებრივი გარემოს შემადგენელი ნაწილი.

ბუნებრივი რესურსების ქვეშ იგულისხმება მისი ის ელემენტები, რომლებიც წარმოადგენენ ადამიანისათვის მოხმარების და გამოყენების წყაროს. საზოგადოების ცხოვრებაში ბუნების რესურსები შეიძლება ასრულებდეს სხვადასხვა ფუნქციებს: ეკოლოგიურს, ეკონომიკურს, გამაჯანსაღებელს, კულტურულს, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებოს. ბუნების ცალკეული ელემენტები შეიძლება ასრულებდეს რამდენიმე რესურსის როლს. ასე, მაგალითად, ტყე მიეკუთვნება როგორც ეკონომიკურ (სამშენებლო მასალები, სათბობი, შეშა), ისე გამაჯანსაღებელ რესურსებს. მინა წარმოადგენს ნიადაგურ და სასურსათო რესურსს. ის შეიძლება იყოს წარმოების საშუალება ან შენობა-ნაგებობების განთავსების სივრცობრივი ბაზისი.

ბუნებრივი რესურსი შედის ბუნებრივ-სამეურნეო ობიექტის შემადგენლობაში და განსაკუთრებულია მოსახლეობის ეკონომიკური და კულტურულ-გამაჯანსაღებელი მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. ბუნებრივი რესურსების ერთობლიობა კი წარმოადგენს ბუნებრივ სიმდიდრეს.

ამგვარად, ბუნებრივი რესურსები, ბუნებრივი სიმდიდრე – ესაა პირველ რიგში ეკონომიკური და არა ეკოლოგიური ცნება. იგი გამოხატავს საზოგადოების მატერიალური კეთილდღეობის მოთხოვნილებას. ბუნების ესა თუ ის ნივთიერება ხდება რესურსი და ამოიღება ადამიანის მიერ იმ ბუნებრივი ობიექტებიდან, რომელშიც ის არსებობს, მატერიალური კეთილდღეობის წარმოების განვითარების, ადამიანის ეკონომიკური ინტერესების გაფართოების და სრულყოფის მიზნით. ბუნებრივი ნივთიერება კარგავს რესურსების მნიშვნელობას მაშინ, როდესაც საზოგადოება კარგავს მისდამი, როგორც მოთხოვნილების წყაროსადმი ინტერესს. ბუნებრივი რესურსების მართვა ეკოლოგიური სამართლის სისტემაში აიხსნება იმით, რომ თუმცა ბუნებრივი ნივთიერება იძენს ეკონომიკურ მნიშვნელობას, ის აგრძელებს არსებობას ბუნებრივ ობიექტებთან ერთად. მისი გარემოდან ყოველგვარი ამოღება ან განცალკევება იწვევს ბუნების ეკოლოგიურ პროცესში შესაბამის ცვლილებებს. ბუნებრივი სიმდიდრეების მოხმარებისას ეკოლოგიური და ეკონომიკური ფაქტორების გადახლართვა აისახება ბუნებათმცოდნეობითი მოქმედების ხასიათში ბუნებრივ სამეურნეო ობიექტების მიმართ. ბუნებრივი რესურსების მიმართებაში კანონმდებლობა იყენებს ცნებას „რაციონალური გამოყენება“ და არა დაცვა, რაც სწორად და ზუსტად ასახავს მის სოციალურ-ეკონომიკურ დანიშნულებას.

კანონმდებლობისათვის, რომელიც არეგულირებს ბუნებრივი რესურსების გამოყენებას, მნიშვნელოვანია მათი დაყოფა სხვადასხვა სახეობად: რეალური (აღმოჩენილი) და პოტენციური (ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი), აღუდგენელი (მინერალური რესურსები), შედარებით აღდგენადი (მინის რესურსები) და აღდგენადი (ტყის რესურსები, ცხოველთა სამყაროს ზოგიერთი სახეობა), ამოუწურვადი (ენერგეტიკული რესურსები).

ბუნებრივი კომპლექსები არის ბუნებრივი გარემოს (მინის, წყლის, ტყის და ა.შ.) ნაკვეთები, რომლებიც წარმოადგენენ ბუნებრივი ობიექტების ან ბუნებრივი სისტემების ერთობლიობას და გამოყოფილია სახელმწიფოს მიერ მათ დასაცავად. დაცვის და გამოყენების რეჟიმის მიხედვით ასეთი კომპლექსები შეიძლება დაიყოს სამ კატეგორიად: სრულიად გამორიცხული სამეურნეო ან რეკრეაციული გამოყენებისათვის; გამორიცხული სამეურნეო გამოყენებისათვის და სამეურნეო მიზნებისათვის რესურსების შეზღუდული გამოყენების რეჟიმით.

კანონმდებლობით ბუნების ობიექტების დაცვა უნდა ითვალისწინებდეს ბუნებაში არსებულ ურთიერთკავშირებს.

ბუნების ობიექტების დაცვა შეიძლება ხდებოდეს სამი საშუალებით: 1) უშუალო დაცვით მავნე ზემოქმედებისაგან; 2) ერთი ობიექტის დაცვით ბუნების სხვა ობიექტის დაცვის მეშვეობით (ფერდობებზე ნიადაგური საფარის დაცვა ტყის დაცვით); 3) ბუნების ობიექტების დაცვით სხვა ობიექტების მავნე ზემოქმედებისაგან (ნიადაგის დაცვით წყლების მავნე ზემოქმედებისაგან) და ა.შ.

ბუნებათდაცვითი ობიექტები იყოფა ეროვნულ და საერთაშორისო დაცვის ობიექტებად.

ეკოლოგიური სამართლის ობიექტებს წარმოადგენენ ბუნებრივი სიმდიდრეები. ისინი შეიძლება ჩართული იყვნენ სამეურნეო ბრუნვაში ან ჯერ კიდევ განიცდიდნენ ექსპლუატაციას. მათ რიცხვს მიეკუთვნება:

- მინა;
- ნიაღვრული;
- წყლები (ზედაპირული და მინისქვეშა);
- მცენარეულობა;
- ცხოველთა სამყარო;
- დაცული ტერიტორიები (ნაკრძალები, აღკვეთილები, ეროვნული პარკები და სხვ.);
- ატმოსფერული ჰაერი.

მინა, როგორც ეკოლოგიური სამართლის ობიექტი, არის დედამიწის ზედაპირი, რომელიც იმყოფება საქართველოს ფარგლებში. საერთოდ „მინას“ აქვს სხვადასხვა მნიშვნელობა. მინა – ჩვენი პლანეტაა. მინა – ესაა მატერიკი, კუნძული და ხმელეთის სხვა ნაწილი, რომელიც ამოწეულია მსოფლიო ოკეანის ზედაპირიდან. სულხან-საბა „მინას“ ქვეყნის ნაწილს უწოდებს. ზოგჯერ „მინა“ გაიგივებულია „ტერიტორიის“ ცნებასთან, ან პირიქით მას უთანაბრებენ „ნიადაგს“. ტერიტორიისაგან განსხვავებით, რომელსაც აქვს მოცულობითი ცნება (ტერიტორია მოიცავს არა მარტო დედამიწის ზედაპირს, არამედ ყველაფერს, რაც არის ზედაპირზე, მის ზემოთ და ქვემოთ). მინა არის პირობითი კატეგორია, რომელსაც აქვს მხოლოდ ერთი განზომილება – ფართობი და იზომება კვადრატული მეტრებით, კილომეტრებით, ჰექტარებით. ნიადაგი, მინისგან განსხვავებით, წარმოადგენს მხოლოდ დედამიწის ზედაპირის ნაყოფიერ ფენას, რომელიც წარმოიქმნა ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორ-

რების ხანგრძლივი ურთიერთქმედების შედეგად. ნიადაგის ეკოლოგიური მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ მისი მეშვეობით ხორციელდება კავშირი ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას, ატმოსფერულ ჰაერს, წყლებს და ნიაღვრულ შორის. მიწას, ნიადაგისგან განსხვავებით, არა აქვს სისქე და არ შეიძლება გაზომილ იქნას მოცულობის და წონის ერთეულებით. მეტად მნიშვნელოვანია, რომ მიწის გამოიყენება დედამიწის ზედაპირიდან დაუშვებელია. ამიტომ ყვავილების ქოთანში მოთავსებული მიწა-ნიადაგი არ შეესაბამება მიწის ცნებას და არ წარმოადგენს ეკოლოგიური სამართლის ობიექტს.

„მიწას“ აქვს იურიდიული ცნების პირობითი ხასიათი, რაც იმით გამოიხატება, რომ ამ ტერმინში აღინიშნება დედამიწის მთელი ზედაპირი იმისდა მიუხედავად დაფარულია თუ არა ის ნიადაგური საფარით, გვაქვს თუ არა მცენარეულობა, გვხვდება თუ არა უდაბნოები, მთები, მყინვარები, მოთავსებულია ის წყლის ქვეშ თუ წარმოადგენს ხმელეთს, რომელიც განაშენიანებულია შენობებით ან ნაგებობებით. ეს სრულებით არ ნიშნავს, რომ „მიწას“ აქვს ამორფული აბსტრაქტული იურიდიული მნიშვნელობა. მიწას, როგორც კატეგორიას აქვს რთული შინაგანი სტრუქტურა, რომელიც ასახავს დედამიწის ზედაპირის ნაკვეთებს შორის მნიშვნელოვან ფიზიკურ-გეოგრაფიულ, სამეურნეო-ეკონომიკურ, ისტორიულ, ესთეტიკურ განსხვავებებს. მიწის სამართლებრივი დაცვის მიზანია დედამიწის ზედაპირის ხელსაყრელი ხარისხობრივი მდგომარეობის შენარჩუნება, აღდგენა და გაუმჯობესება. მეტად მნიშვნელოვანია მიწის გაჭუჭყიანების თავიდან აცილება. მიწის დაცვის ორგანიზაცია გავლენას ახდენს ბუნების ისეთი ობიექტების დაცვაზე, როგორიცაა ტყე, წყალი, მცენარეული და ცხოველთა სამყარო, ნიაღვრული.

ნიაღვრული არის ბუნებრივი გარემოს ნაწილი, რომელიც წარმოადგენს გეომეტრიულ სივრცეს დედამიწის ზედაპირის ქვეშ შევსებულს მყარ, თხიერ და გაზისებრ მდგომარეობაში მარტივ სტრუქტურებში, ან რთულ ნაერთებში ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებით. ნიაღვრულს არ გააჩნია მკვეთრად გამოსახული ქვედა საზღვარი. იურიდიული თვალსაზრისით ნიაღვრული ვრცელდება სიღრმეში დედამიწის ბირთვამდე და ამგვარად წარმოადგენს არასწორი ფორმის კონუსს, რომლის ფუძე დედამიწის ზედაპირია საქართველოს სახელმწიფო საზღვრების ფარგლებში. აქ ნიაღვრული გაიგივებულია მიწასთან. ამიტომაც არის, რომ სასარგებლო ნიაღვრეულის საბადოები, რომლებიც გამოდიან ზედაპირზე, მიეკუთვნება მიწის კატეგორიას. პრაქტიკულად კი ნიაღვრეულის ქვედა საზღვარი გადის იქ, სადაც ადამიანმა შეიძლება მიაღწიოს მეცნიერების და ტექნიკის თანამედროვე დონის გათვალისწინებით.

ნიაღვრეულის ეკოლოგიური ფუნქცია მდგომარეობს იმაში, რომ ის ქმნის დედამიწის ფუნდამენტს, გარკვეული გეოგრაფიული ლანდშაფტის საფუძველს. ეკონომიკური ფუნქცია კი გამოიხატება იმით, რომ იგი არის მინერალური ნედლეულის, ნამარხი სათბობის და სხვა მასალების წყარო. ნიაღვრული გამოიყენება, აგრეთვე, მიწისქვეშა ნაგებობების და კომუნიკაციების (საცავეები, სანაწობები, მეტროს ხაზე-

ბი, მილსადენები და ა.შ.) მოსაწყობად. ნიალისეულის ცალკეული ნაკვეთები წარმოადგენს განსაკუთრებულ სამეცნიერო, კულტურულ და ისტორიულ ღირებულებას.

ნიალისეულის სამართლებრივი დაცვის მიზანია მათი გამოფიტვის და გაჭუჭყიანების თავიდან აცილება. ასეთი დაცვა ხორციელდება ორი გზით: ბუნებრივი გარემოს დაცვა დაბინძურებისგან, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ მინიჭეშა წყლების, სასარგებლო ნიალისეულის გაუარესება და მთამადნეულის რაციონალური გამოყენების ორგანიზაცია. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნიალისეულის მეცნიერულად დასაბუთებულ გამოყენებას ბუნებრივი ნედლეულის მსხვილმასშტაბიანი ამოღებისას მათი სტრუქტურის შენარჩუნების ან რაციონალურად გამოყენების პირობით. ნიალისეულის დაცვის ორგანიზაციაზე პირველ რიგში დამოკიდებულია ისეთი ბუნებრივი ობიექტების ხარისხობრივი მდგომარეობა, როგორიცაა წყლის წყაროები და მინის ზედაპირი, ხოლო ნიალისეულის, როგორც მინის ფუნდამენტის მეცნიერულად დასაბუთებულ გამოყენებაზე დამოკიდებულია მთელი გარემოს მდგომარეობა.

„წყლების“ იურიდიული ცნება აგრეთვე განსხვავდება წყალზე საბუნებისმეტყველო, ტექნიკური და ცხოვრებისეული წარმოდგენებისაგან.

წყლები არის წყლების ბუნებრივი მარაგები, რომლებიც არსებობს ზღვებში, ტბებში, მდინარეებში, წყალსატევებში, არხებში, მყინვარებში, მინისქვეშა საბადოებში და სხვა წყლის ობიექტებში საქართველოს სახელმწიფო საზღვრების ფარგლებში. წყლებს არ მიეკუთვნება ის წყალი, რომელიც ფიზიკურად იმყოფება ბუნებრივ გარემოში, მაგრამ არ წარმოადგენს დამოუკიდებელ მატერიალურ ერთეულს და არის მხოლოდ რომელიმე ბუნებრივი ობიექტის სტრუქტურული კომპონენტი. ასე, მაგალითად, ნიადაგური ტენი (ნიადაგის განუყოფელი კომპონენტი), ატმოსფერული ტენი (ატმოსფეროს განუყოფელი კომპონენტი), წყალი, რომელიც იმყოფება ცხოველების და მცენარეების ორგანიზმებში. მართალია, წყლების ეს ნაწილი მიეკუთვნება წყლების ბუნებრივ მარაგს, მაგრამ არ ექვემდებარება მიზანდასახულ კონტროლს და რეგულირებას, ამიტომ არ შეიძლება იყოს გამოყენების და დაცვის დამოუკიდებელი ობიექტი. მასასადამე, ის ეკოლოგიური სამართლის ობიექტსაც არ წარმოადგენს.

მცენარეულობა ასრულებს ეკოლოგიურ ფუნქციას და უზრუნველყოფს სიცოცხლისათვის ოპტიმალურ გაზურ რეჟიმს (ჟანგბადის და ნახშირორჟანგის გამოყოფა და შთანთქმა). დედამიწის მცენარეული საფარის ყველა ტიპიდან და ჩვენი პლანეტის ბუნებრივი რესურსების კატეგორიიდან ყველაზე გავრცელებული და ძვირფასია ტყე. ის, სხვა მრავალი ორგანული (ნავთობი, გაზი, ქვანახშირი) და არაორგანული (ლითონური მადნები, ქვიშა, ხრეში და სხვა) რესურსებისგან განსხვავებით, აღდგენადი ბუნებრივი რესურსია. ბუნებათდაცვით კანონმდებლობაში ის წარმოგვიდგება, როგორც მცენარეული და ცხოველთა სამყაროს, მინის, წყლის რესურსების და ნიალისეულის ეკოლოგიური კომპლექსი. ამით განისაზღვრება ტყის საქმოდ მაღალი სოციალურ-ეკოლოგიური ღირებულება. ტყის კომპლექსი წარმოადგენს

ცხოველების და ფრინველების საცხოვრებელ გარემოს, ასრულებს ნიადაგდაცვით, წყალშენახვით, სანიტარულ-გამაჯანსაღებელ ფუნქციებს. ტყე წარმოადგენს მერქნის და სხვა პროდუქციის წყაროს, რაც აუცილებელია მეურნეობის ეკონომიკური მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. გარდა ეკოლოგიური, ეკონომიკური, გამაჯანსაღებელი როლისა, ტყეს აქვს დიდი კულტურულ-ესთეტიკური და სამეცნიერო-შემეცნებითი მნიშვნელობა.

ტყე, იურიდიული ცნებით, არის საქართველოს ტერიტორიის ფარგლებში ბუნებრივი გარემოს ნაწილი, რომელიც წარმოადგენს ურთიერთდაკავშირებულად განვითარებული ხეების და სხვა მცენარეული ორგანიზმების ერთობას, რაც ქმნის გარკვეულ ბიოლოგიურ ერთობლიობას და დიდ ფართობებზე გავლენას ახდენს ბუნებრივი გარემოს სხვა ელემენტების მდგომარეობაზე.

ტყის სამართლებრივი დაცვის მიზანია ტყის კომპლექსის გამოვლენის, დანერგვის, გაჭუჭყიანების თავიდან აცილება. ეს ხორციელდება განადგურებისაგან ტყის დაცვის უზრუნველყოფით, ტყის კულტურების მოვლით და, აგრეთვე, დაბინძურებისგან ატმოსფერული ჰაერის, წყლის, მიწების, ნიალისეულის დაცვით, ცხოველთა სამყაროს რიცხოვნობის დაცვით და რეგულირებით, მიწების, ტყის რაციონალური გამოყენების და მათი კვლავწარმოების ღონისძიებების ორგანიზაციით.

ტყის აღდგენითი ღონისძიებები დადებით ზემოქმედებას ახდენს ბუნებრივი გარემოს ხარისხზე, მისი ჰაერისა და წყლის სივრცეზე, ნიადაგურ საფარზე, კლიმატზე, სიცოცხლის სანიტარულ-ჰიგიენურ პირობებზე.

ცხოველთა სამყარო თავისი სტრუქტურით და დაცვის ხერხებით რთულ ბუნებრივ კომპლექსს წარმოადგენს. სხვა ბუნებრივი კომპლექსებისაგან განსხვავებით ის არ არის ერთიანი ეკოლოგიური კომპლექსი.

საქართველოს ცხოველთა სამყარო ესაა ქვეყნის ტერიტორიაზე ხმელეთზე, წყალში, ატმოსფეროში, ნიადაგში და ა.შ. ბუნებრივ გარემოში თავისუფლად არსებული გარეული ცხოველების, ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობა. ცხოველთა სამყაროს არ მიეკუთვნება ბუნებრივი გარემოდან მოპოვებული გარეული ცხოველები და გადაქცეული რომელიმე რენვის პროდუქტად ან ტყეობაში მყოფი ცხოველები (ზოოპარკში, საშენში).

ჩვენ პლანეტაზე არსებული ცოცხალი ორგანიზმების ნაირფეროვნება დაწყებული უმარტივესი მიკროორგანიზმებიდან დამთავრებული ძუძუმწოვრებით, შეადგენენ ეკოლოგიური დამოკიდებულებების (კეებითი ჯაჭვებით) მთელ სისტემას, რომელიც ორგანულადაა დაკავშირებული სასიცოცხლო ან ბინადრობის გარემოსთან. ამიტომ ცხოველთა სამყაროს უშუალო დაცვის გარდა, გენეტიკური ფონდის შენარჩუნების მიზნით, გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ცხოველების გარემოსთან ბუნებრივ ურთიერთქმედებას. ამის შედეგად ცხოველების ერთი სახეობის რიცხოვნობა მცირდება, ხოლო მეორესი – იზრდება. ცხოველების გადიდებული რიცხოვნობის ბუნებაზე მაგენ ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად ხდება ცხოველების გამოყენების რეგულირება. ამ გზით ადგენენ ცხოველების გარემოს-

თან ურთიერთქმედების ოპტიმალურ პარამეტრებს. ცხოველების სამართლებრივი დაცვა და გამოყენება დიფერენცირდება იმ გარემოს თავისებურებების გათვალისწინებით, სადაც ისინი ბინადრობენ. არჩევენ ცხოველების, თევზების, მწერების, იშვიათი ცხოველების და ცხოველთა სამყაროს სამონადირეო ფონდის დაცვას.

ატმოსფერო ან ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს ბუნებრივად წარმოქმნილ დედამიწის გაზისებრ გარსს. ატმოსფერო არის ბუნებრივი გარემოს ნაწილი, ამიტომ მას (სამართლებრივი დაცვის თვალსაზრისით) არ მიეკუთვნება შენობებში, რეზერვუარებში, ბალონებში არსებული ჰაერი. ატმოსფერული ჰაერი, როგორც ბუნებათდაცვითი ობიექტი, მოიცავს პლანეტის მთელ საჰაერო აუზს, რომელიც ურთიერთქმედებს კოსმოსთან და დედამიწის ბუნებასთან. ატმოსფეროს ისტორიულად ჩამოუყალიბდა თავისი ხარისხობრივი მდგომარეობის (გაზური შემადგენლობა, ტემპერატურა, მინარევების არსებობა, ჰაერის მასების გადაადგილება და სხვ.) მყარი თვითრეგულაციის უნარი, რაც დედამიწაზე ცოცხალი ორგანიზმების არსებობის პირობაა.

გარდა იმისა, რომ დედამიწის ატმოსფერო სიცოცხლისათვის აუცილებელია ჟანგბადის წყაროს წარმოადგენს, ადამიანისათვის დიდად მნიშვნელოვანია სხვა მხრივაც, ატმოსფერო არეგულირებს დედამიწის კლიმატს. მის გარეშე დღისით ტემპერატურა 100 გრადუსს მიაღწევდა, ხოლო ღამით – -100 გრადუსს, ე.ი. ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა 200 გრადუსი იქნებოდა. ტემპერატურის ასეთ მერყეობას ვერ გაუძლებდა დედამიწაზე ამჟამად ცნობილი ვერც ერთი არსება. ამჟამად დედამიწაზე საშუალო ტემპერატურა 14 გრადუსს უდრის. დიდია ატმოსფეროს დაცვითი ფუნქციები. იგი იცავს დედამიწას კოსმოსის სხვადასხვა გამოსხივებისაგან – რენტგენის, ულტრაიისფერი სხივებისაგან და მეტეორიტებისაგან. ატმოსფერო სინათლის და ბგერის გავრცელების არეა. ჰაერის გარეშე დედამიწაზე სამარადისო სიჩუმე იქნებოდა. ტემპერატურის რეგულაციის გარდა, ატმოსფერო განსაზღვრავს ჰაერის ტენიანობას. იგი გამოიყენება, როგორც ადამიანების და სხვა ცოცხალი არსებების ცხოველმოქმედების ნარჩენი პროდუქტების მოცილების გარემო, წარმოადგენს სატრანსპორტო კომუნიკაციების საშუალებას (ავიაცია-ჰაერნავსობა) და ა.შ. ამგვარად, ატმოსფეროს ეკოლოგიურ ფუნქციას დედამიწაზე სიცოცხლის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელი მნიშვნელობა აქვს, ხოლო ეკონომიკური როლი განისაზღვრება იმით, რომ ისაა მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის ყველა ბიოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების აუცილებელი კომპონენტი.

ატმოსფერო უფრო მეტად, ვიდრე სხვა ბუნებრივი ობიექტი, წარმოქმნის განუყოფელ ერთიანობას გლობალური მასშტაბით. მისი გაყოფა სახელმწიფო საზღვრებით შეუძლებელია. დღემდე არაა ზუსტად დადგენილი ატმოსფეროს ზედა საზღვარი, რომლითაც ის ემიჯნება კოსმოსს. ამჟამად მიაჩნიათ, რომ ატმოსფეროს ზედა საზღვარი და, მაშასადამე, ქვეყნის ტერიტორია ვრცელდება იმ სიმაღლით, სადაც დაფრინავენ თვითმფრინავები და სხვა საფრენი აპარატები, რომლებიც იყენებენ აეროდინამიკურ თვისებებს. მის ფარგლებს გარეთ მფრინავი აპარატები (რაკეტები, თანამგზავრები) ითვლებიან კოსმოსში და არა ატმოსფეროში.

ატმოსფერული ჰაერი დაცვის საყოველთაო და მრავალსაქეტირანი ობიექტია. მუდმივი ცირკულაციის გამო ის გლობალურ გავლენას ახდენს პლანეტარულ გარემოზე. ატმოსფერული ჰაერის დაცვა ხდება რამდენიმე მიმართულებით: მავნე ნივთიერებებით გაჭუჭყიანებისაგან; საჰაერო აუზის ჟანგბადის მარაგების გამოლევისაგან; ხმაურისა და ვიბრაციისაგან და აგრეთვე სხვა საშუალებებისაგან, რომელიც არღვევს მის ნორმალურ ბუნებრივ მდგომარეობას; ოზონის შრის (რომელიც ფილტრავს ულტრაიისფერ გამოსხივებას) დაშლისაგან. ბოლო დროს თავი იჩინა ახალმა პრობლემამ: საჰაერო აუზის სისუფთავის დაცვა რადიო დაბრკოლებისაგან, რაც არაორგანიზებული რადიომოყვარულობის შედეგია.

ყველა ეს სპეციფიკური პირობა გასათვალისწინებელია ატმოსფეროს – ატმოსფერული ჰაერის გამოყენების და დაცვის სამართლებრივი მონესრიგების პროცესში. ატმოსფეროს დაცვა გაჭუჭყიანებისაგან უზრუნველყოფს მთელი გარემოს სისუფთავის დაცვას. ამასთან ერთად საჰაერო აუზის ხარისხზე უშუალო გავლენას ახდენს დედამიწის ობიექტების, მათ შორის, მცენარეულობის და განსაკუთრებით ტყის, მსოფლიო ოკეანის კელანარმოების და დაცვის მდგომარეობა.

ზოგჯერ ეკოლოგიურ სამართალს საქმე აქვს ისეთ ცნებებთან, როგორიცაა „ხმაური“, „ვიბრაცია“, „რადიაცია“, „მაგნიტური ველი“, „ულტრაბგერა“ და სხვ. ესენი ახასიათებენ გარემოს ხარისხობრივ მდგომარეობას, მათზე სხვადასხვა ფაქტორების უარყოფით მოქმედებას და არ მიეკუთვნებიან ბუნების დაცვას და, მამასადავს, ეკოლოგიური სამართლის ობიექტს.

ბუნების და, შესაბამისად, ეკოლოგიური სამართლის ობიექტებს მიეკუთვნება სხვადასხვა ბუნებრივ ან ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსები, რომლებიც ერთდროულად წარმოადგენენ ფორმას, რომლითაც ხდება ბუნებრივი გარემოს ნაწილის დაცვა – ნაკრძალები, აღკვეთილები, ეროვნული პარკები, ბუნების ძეგლები. ამ ობიექტების დაცვა ეფუძნება ადამიანის ჩარევის აკრძალვას ან შეზღუდვას.

ბუნების კომპლექსური დაცვის სისტემაში განსაკუთრებული ადგილი ეკუთვნის ადამიანის გარემომცველ ბუნებრივ გარემოს ან უბრალოდ გარემოს. ბუნებრივი და ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსებიდან განსხვავებით, რომლებიც ბუნების პროდუქტებს წარმოადგენენ, ადამიანის გარემო იქმნება როგორც საზოგადოების და ბუნების აქტიური ურთიერთობის შედეგი. ფაქტობრივად, ესაა ახალი გარემო („გაადამიანურებული ბუნება“), სადაც ბუნებრივი გარემოს ელემენტები ორგანულადაა დაკავშირებული ადამიანის მოღვაწეობასთან. ამის შედეგად ხშირია ბიოლოგიური და ფიზიკური ცვლილებები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ბუნებაში და ბუნებასა და ადამიანს შორის ნივთიერებათა ცვლაზე.

იურიდიული მიდგომით გარემოს ქვეშ იგულისხმება ადამიანის ცხოვრების და მოღვაწეობის ადგილი.

ბუნებისგან განსხვავებით, გარემოს დაცვას ზოგიერთი თავისებურება ახასიათებს. გარემოს დაცვა, პირველ რიგში, მიმართულია ადამიანსა და ბუნების სასიცოცხლო მნიშვნელობის ელემენტებს (ჰაერი, წყალი, მინა) შორის ნივთიერებათა

ნორმალური ცვლის უზრუნველსაყოფად. ამის გარდა, გარემოს დაცვა მიზნად ისახავს თვით ადამიანის დაცვას მის მიერ შექმნილ გარემოცვის მავნე ზემოქმედებისაგან. ამის მიღწევა შესაძლებელია ადამიანის სიცოცხლის და მოღვაწეობის ადგილის გაჯანსაღებით: ბუნებრივი გარემოს გამჭუჭყიანებლების (სამრეწველო საწარმოების, ტრანსპორტის მავნე გამონატყორცნი) და, საერთოდ, გარემოცვის (ხმაური, ვიბრაცია, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ნარჩენები) ნეიტრალიზაციით და იმ ტერიტორიული სფეროს გაუმჯობესებით, რომელშიც ადამიანი ცხოვრობს და შრომობს (დასახლებული პუნქტების დაგეგმვა და განაშენიანება, საწარმოების, დასვენების ადგილების რაციონალური განთავსება, მწვანე ზონების ორგანიზაცია და ა.შ.).

გარემოს სამართლებრივი დაცვის მიზანია დაიცვას ადამიანი და გარემო მისი მოღვაწეობის შედეგების მავნე ზემოქმედებისაგან. ამგვარად, თუ ბუნების დაცვისას ადამიანების ეკოლოგიური ინტერესების დაცვა ხდება ბუნებრივ გარემოზე ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების სისტემით, გარემოს დაცვისას ადამიანი, მისი ჯანმრთელობა, შრომისუნარიანობა არის სამართლებრივი დაცვის უშუალო ობიექტი.

ბუნებრივ გარემოში სასიცოცხლო პირობებს ქმნის თვით ბუნება. სამართლის ნორმის მიზანია, რომ უზრუნველყოს მისი შენარჩუნება და დარღვევისას – აღდგენა. ადამიანები ამას აღწევენ მისი გაჯანსაღების გზით. საჭიროა გვახსოვდეს, რომ გარემო, როგორც არ უნდა შეიცვალოს ადამიანის მიერ, მაინც რჩება ბუნებრივ გარემოდ, რომელიც ექვემდებარება განვითარების ბიოლოგიურ კანონებს. ამ კანონების მიხედვით, ადამიანის არსებობა დაკავშირებულია ბუნების მდგომარეობის ეკოლოგიური დამოკიდებულების ხასიათზე.

გარემოს მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილებია ქალაქები, სხვადასხვა დასახლებული პუნქტები, აგარულ-სამრეწველო, ინდუსტრიული ზონები. მათთან დაკავშირებულია მწვანე, საკურორტო, რეკრეაციული, სატყე-პარკო ზონები, რომლებიც ადამიანის გარემოს გაჯანსაღების რესურსებს წარმოადგენენ.

ამასთან ერთად საჭიროა გარემოსგან განვასხვავოთ ადამიანის საწარმოო პირობები (ქარხანა, ფერმა, დანესებულება), სადაც მას უხდება მუშაობა და, აგრეთვე, საყოფაცხოვრებო ობიექტები (სახლი, ბინა, ოთახი). ადამიანის საწარმოო და საყოფაცხოვრებო გარემოცვა მთლიანად შექმნილია ხელოვნურად, ბუნების გარდაუქმნელად. ამიტომ მისი დაცვის პრინციპები და მეთოდები დგება და რეგულირდება კანონმდებლობის სხვა დარგების ნორმებით. ადამიანის საწარმოო პირობების გაჯანსაღება ხდება შრომის დაცვის, ტექნიკის უსაფრთხოების, საწარმოო სანიტარიის წესების შესაბამისად. ურთიერთობები ყოფის სფეროში რეგულირდება სამოქალაქო, საოჯახო და სხვა სამართლის ნორმებით.

გარემოს დაცვა უნდა იხილებოდეს, როგორც ბუნების დაცვის შემადგენელი ნაწილი. ადამიანის გარემო არის ის ნეგატიური წყარო, რომელიც ზეგავლენას ახდენს მთელი ბუნების მდგომარეობაზე. ამიტომ ადამიანის სიცოცხლის დაცვა და სამოღვაწეო გარემოს გაჯანსაღება მთლიანად ბუნების დაცვის არსებითი რგოლია.

ეკოლოგიური სამართალი იცავს ბუნებრივ ობიექტებს ადამიანის მოღვაწეობის ნეგატიური შედეგებისაგან და არა ბუნების ობიექტების მავნე ზემოქმედებისაგან,

ე.ი. ბუნების სტიქიური ძალების ზემოქმედება არ მიეკუთვნება ეკოლოგიური სამართლის ობიექტებს.

ბუნების დაცვის და საზოგადოების ეკონომიკური განვითარების რაციონალური შეთანხმების აუცილებლობა განსაზღვრავს ყველა ბუნებრივი ობიექტის ორ კატეგორიად დაყოფის აუცილებლობას: ბუნებრივ-სანაკრძალო ობიექტები, რომლებიც ან დახურულია ექსპლუატაციისათვის ან ხასიათდება გამოყენების შეზღუდული რეჟიმით და ბუნებრივ-სამეურნეო ობიექტები, რომლებიც იმყოფებიან ეკონომიკური ან კულტურული გამოყენების სფეროში.

ეკოლოგიური სამართლის საგანი და მეთოდები

სამართალი, როგორც სოციალური კატეგორია, გავლენას ახდენს ბუნების მდგომარეობაზე საზოგადოებრივი ურთიერთობების რეგულირების მეშვეობით. ამიტომ ბუნების დაცვის საბუნებისმეტყველო და ტექნიკური ხერხებიდან განსხვავებით, სადაც ობიექტი და საგანი ერთმანეთს, ეკოლოგიური სამართლის რეგულირების საგანია ბუნების დაცვის სფეროში საზოგადოებრივი ურთიერთობები, ე.ი. ბუნებათდაცვითი ურთიერთობები. მათი სპეციფიკა განისაზღვრება ეკოლოგიური სამართლის ხასიათით და არსით, ბუნებათდაცვითი საქმიანობის მიზნებით და ამოცანებით. ბუნებათდაცვითი ურთიერთობების შინაარსი მოიცავს გარემოს დაცვის სამივე ცნობილ ფორმას: კონსერვატიულ დაცვას, რომელიც სრულდება ბუნებრივ პროცესში ადამიანის ჩარევის გამორიცხვით ან არსებითი შეზღუდვით; ბუნებრივი გარემოს გაჯანსაღებას და გაუმჯობესებას და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების უზრუნველყოფას.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ბუნების დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება არაა თანაბარმნიშვნელოვანი კატეგორიები, თუმცა, ურთიერთდაკავშირებულნი არიან. ისინი ასახავენ ადამიანის და ბუნების ურთიერთქმედების ორ ფორმას: ბუნებათსარგებლობას და ბუნების დაცვას. ბუნებათრესურსული ურთიერთობები იქმნება ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისას, რათა დაკმაყოფილებული იყოს მეურნეობის და მოქალაქეთა მატერიალური და კულტურული მოთხოვნილებები. ბუნებათდაცვითი ურთიერთობები გამოხატავენ მავნე ზეგავლენისაგან ბუნების დაცვის მოთხოვნებს. ამ ორი სახის ურთიერთობას შორის არსებობს გარკვეული კავშირი. ბუნებრივი გარემოს გამოყენება განაპირობებს მისი დაცვის მოთხოვნილებას. ამავე დროს, გარემოს დაცვა ხდება მისი რაციონალური გამოყენებით. ბუნების დაცვა განისაზღვრება ბუნების მოხმარების საშუალებების სრულყოფით და მასშტაბების გაფართოებით. თავის მხრივ, ბუნების დაცვა მის მოხმარებას რაციონალურ მიმართულებას ანიჭებს, რადგანაც რაციონალური გამოყენება დაკავშირებულია ბუნების ობიექტების ექსპლუატაციასთან, მათ გარდაქმნასთან ადამიანის შრომის პროდუქტებში. ამიტომ ის საკანონმდებლო ნესებით უნდა იყოს

გამოწვეული ბუნების დაცვისაგან. მაშასადამე, ბუნების ის ნაწილი, რომელიც წარმოადგენს განვითარებულ რესურსს და რომლის მითვისება ხდება ადამიანის მიერ, განსხვავებული კანონმდებლობის ობიექტია. საზოგადოებრივი კავშირები ბუნების ობიექტების რაციონალური მოხმარების ორგანიზაციის სფეროში მოიცავს რესურსულ ურთიერთობებს. ბუნების რესურსების მოხმარებას აქვს ინდივიდუალიზებული ხასიათი. ამიტომ რესურსული ურთიერთობები იყოფა მათი სახეების მიხედვით მინის, წყლის, ტყის და სხვა ურთიერთობებად. ბუნებათსარგებლობის ურთიერთობებს აქვთ კომპლექსური ხასიათი. ბუნებრივი რესურსების მოხმარების პროცესში ბუნებრივი ობიექტების დაცვა ხორციელდება ბუნებათდაცვითი ნორმებით და ამავე დროს აქ საქმე გვაქვს რესურსულ ურთიერთობებთან. ბუნებათდაცვითი და რესურსული ურთიერთობები არ უნდა იმეორებდნენ ერთმანეთს, არამედ ასახავდნენ ცალკეული რესურსების შეფასებას ბუნებრივ გარემოსთან ურთიერთკავშირში.

ბუნებათრესურსული და ბუნებათდაცვითი ურთიერთობების გამოჯენის მაგალითებს იძლევა საკანონმდებლო პრაქტიკა. ასე, მაგალითად, ნიალისეულის კანონმდებლობაში სამთო ურთიერთობები განიხილება, როგორც ნიალისეულის გამოყენებასთან დაკავშირებული საზოგადოებრივი ურთიერთობები. ისინი უნდა მოიცავდნენ ნიალისეულის გამოყენების სხვადასხვა სახეებს, მათ შორის, გეოლოგიურ შესწავლას, მთა-მადნეულის საბადოების დამუშავებას, მავნე ნივთიერებების და წარმოების ნარჩენების ჩამარხვას, ბუნების და მატერიალური კულტურის ძეგლების შენარჩუნებას. საჭიროა დადგინდეს ნიალისეულის რაციონალური და კომპლექსური გამოყენების ვალდებულებები. მათ შორის, მთა-მადნეულის მოპოვების ყველაზე რაციონალური და ეფექტური მეთოდები, ზეწომატიული დანაკარგების დაუშვებლობა, საბადოების მდიდარი ნაკვეთების დაუსაბუთებელი ამორჩევითი დამუშავება, მასში არსებული მინერალური ნედლეულის ყველა სახის ამოღება და ა.შ.

მაშასადამე, ნიალისეულის რესურსების დაცვა განიხილება როგორც სამთო ურთიერთობების შემადგენელი ნაწილი. ამავე დროს კანონი უნდა ითვალისწინებდეს ღონისძიებებს, რომლებიც თავიდან ააცილებენ ნიალისეულის რესურსებზე ბუნებრივი გარემოს მავნე გავლენას და დაიცავენ გარემოს ნიალისეულის გამოყენების ნეგატიური შედეგებისაგან. ეს ღონისძიებები ბუნების სხვა ობიექტებს (მინა, წყალი, ჰაერი, მცენარეულობა) მიეკუთვნება და, მაშასადამე, არ შედის სამთო ურთიერთობებში. ამგვარად, ბუნებრივი გარემოს და მისი შემადგენელი ელემენტების სათანადო ხარისხის უზრუნველყოფა ასახავს საზოგადოებრივ ბუნებრივ-დაცვით ურთიერთობებს.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ბუნების რესურსებზე საკუთრების უფლებას, მისი სარგებლობის უფლებასა და ბუნების დაცვას შორის არსებობს განსხვავება. ისინი, თავისი შინაარსით, არ ემთხვევა ერთმანეთს, ის, რაც მნიშვნელოვანია საკუთრების უფლების დასაცავად, შეიძლება მოხდეს ბუნების დაცვის მოთხოვნილებების ფარგლებს გარეთ. ასე, მაგალითად, მინის თვითნებური დატაცება, მასზე თვითნებური მშენებლობა არღვევს მინაზე საკუთრების უფლებას, მაგრამ ხშირად არ წარმოად-

გენს ბუნებათდაცვით სამართალდარღვევას. სოფლის მეურნეობაში შხამქიმიკატე-ბის, მინერალური სასუქების გამოყენება, ერთი მხრივ, განიხილება როგორც მინის რაციონალურად გამოყენების ღონისძიება, ხოლო მეორე მხრივ, ეს მოქმედება შეიძ-ლება შეფასდეს, როგორც გარემოს (მინის, ნიალისეულის, წყლის, ტყის) გამაჭუჭყია-ნებელი ქმედება და საფრთხე შეუქმნას ცოცხალ ორგანიზმებს და ადამიანს.

ბუნებათდაცვითი ურთიერთობის სპეციფიკიდან გამომდინარეობს მისი სამარ-თლებრივი რეგულირების თავისებურებანი.

ეკოლოგიური ურთიერთობების სამართლებრივი რეგულირების თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ სამართლის ნორმებში სახელმწიფო აუცილებელი წესით: ა) ადგენს ბუნების დასაცავი ობიექტების ნუსხას; ბ) განსაზღვრავს ბუნებათსარგებ-ლობის უფლებებს და მოვალეობებს, გამოყენების, აკრძალვის წესებს; გ) ითვალისწი-ნებს ეკოლოგიური კონტროლის ორგანოების სისტემას, მათი კონტროლის განევის პირობებს და წესს; დ) ამუშავებს ბუნებათდაცვითი კანონმდებლობის დარღვევისათ-ვის პასუხისმგებლობის ღონისძიებებს.

ეკოლოგიური სამართლის მეთოდის რეალიზაცია ხდება ბუნებათდაცვითი ნორ-მების და სამართალურთიერთობების სისტემის მეშვეობით.

ბუნებათდაცვითი ნორმები დისპოზიციის გამოხატვის ხერხებით ხასიათდება მბრძანებლური, კატეგორიული მიმართვით, რომელიც გამორიცხავს რეგულირე-ბის სარეკომენდაციო, დისპოზიციურ საშუალებებს. დისპოზიციის მიხედვით არის სავალდებულო, აღმჭურველი, ამკრძალავი და გამაფართოებელი ნორმები. სან-ქციების სახეების მიხედვით იმ ნორმებთან ერთად, რომლებიც ადგენენ სისხლის სამართლის, ადმინისტრაციულ, დისციპლინურ პასუხისმგებლობას, არსებობს ე.წ. საკომპენსაციო სამოქალაქო ნორმები. ესენი განსაზღვრავენ სპეციალური ნიხრე-ბით განსაკუთრებულ მატერიალურ პასუხისმგებლობას ბუნებისათვის მიყენებული ზარალისათვის, ეკოლოგიურ სამართალში გამოიყოფა ბუნებათდაცვითი ნორმები, რომლებიც მიმართულია: მთლიანად ბუნების, მისი ცალკეული ელემენტების (მინა, ნიალისეული, წყალი, ტყე და ა.შ.), ბუნებრივ ტერიტორიული კომპლექსების და ადა-მიანის გარემოს დასაცავად.

ბუნებრივი გარემოს დაცვაში, მატერიალური სამართლის ნორმებთან ერთად, მონაწილეობას იღებენ პროცესუალური ბუნებათდაცვითი ნორმები, რომლებითაც რეგულირდება ბუნების დაცვის კანონმდებლობის დარღვევისათვის პასუხისმგებ-ლობის გამოყენების თავისებურებანი.

ბუნებათდაცვითი სამართლებრივი აქტების ერთობლიობა, რომელიც დაკავში-რებულია ეკოლოგიური სამართლის ობიექტით, საგნით, პრინციპებით და მიზნებით წარმოქმნის ბუნებათსარგებლობის კანონმდებლობას.

მეტად საინტერესოა საკითხი თუ რა ადგილი უკავია სამართლის სისტემა-ში ეკოლოგიური სამართლის ნორმებს. დღემდე არსებობს რამდენიმე კონცეფცია. ერთ-ერთის მიხედვით სამართლის სისტემაში არსებობს ბუნებათდაცვითი სამარ-თლის დამოუკიდებელი დარგი. ამ კონცეფციაში დასაშვებია ბუნებათდაცვითი

ნორმების გამოყენება იმ ნორმებიდან, რომლებიც არეგულირებენ ბუნებრივი სიმდიდრეების გამოყენებას. მეორე კონცეფციის მიხედვით ბუნებათდაცვითი ნორმები განიხილება სამართლის შესაბამისი დარგების (მინის, წყლის და ა.შ.) შემადგენლობაში. ამ დროს არაა გათვალისწინებული ეკოლოგიური სამართლის ობიექტის და საგნის კომპლექსურობა. მესამე კონცეფცია იხილავს ეკოლოგიურ სამართალს, როგორც ფართო კომპლექსურ პრობლემას, რომელიც არ წარმოქმნის სამართლის ცალკე დარგს, მაგრამ მოიცავს მთელ რიგ ინსტიტუტებს სამართლის დარგში: მინის, წყლის, სამთო, ტყის, სისხლის, სამოქალაქო, სამეურნეო, ადმინისტრაციულ, საფინანსო, შრომით სამართალს და, აგრეთვე, კანონმდებლობას ჯანდაცვის სფეროში. ამავე დროს აღინიშნება ამ კონცეფციების დაახლოება და პერქსპექტივაში შესაძლებელია სამართლის სისტემაში ისეთი დარგის წარმოქმნა, რომელიც გააერთიანებს ბუნების და საზოგადოების ურთიერთქმედების სფეროში ყველა ნორმას. ამ უკანასკნელის დროს არაა საკმარისად შეფასებული ის გარემოება, რომ ბუნების დაცვა და ბუნებათსარგებლობა მიუხედავად მათი ურთიერთკავშირისა, თავისი მიზნებით და ამოცანებით წარმოადგენენ ბუნების და საზოგადოების ურთიერთქმედების განსხვავებულ ფორმებს.

თანამედროვე პირობებში ბუნებათდაცვითი სამართალი ფორმირდება, როგორც სამართლის დამოუკიდებელი დარგი.

სახელმწიფოს ბუნებათდაცვითი საქმიანობის გაძლიერებამ გამოიწვია სამართლის მნიშვნელობის ამაღლება ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში, განაპირობა მისი ახალი ეკოლოგიური ფუნქციის გაჩენა. სამართლის ეკოლოგიური ფუნქცია მდგომარეობს საზოგადოების და ბუნების ურთიერთქმედების სფეროში საზოგადოებრივი ურთიერთობების სამართლებრივ რეგულირებაში ადამიანისთვის მაღალი ხარისხის გარემოს შექმნის მიზნით.

იურიდიული მნიშვნელობის მიხედვით, ბუნებათდაცვითი ნორმები შეიძლება იყოს: ა) ბუნების დაცვის პრინციპების დამდგენელი; ბ) ბუნებათდაცვითი პრიორიტეტების გამომხატველი; გ) ბუნებრივი გარემოს გამოყენების და დაცვის წესების განმამტკიცებელი.

ნორმები-პრინციპები ასახავენ ბუნებრივი გარემოს დაცვის ფუძემდებლურ საწყისებს. ისინი მოცემულია ქვეყნის კონსტიტუციაში და აკონკრეტებულია ბუნების ცალკეული კომპონენტების (მინა, წიაღისეული, წყალი, ტყე და სხვ.) კანონმდებლობაში. ასეთი ნორმების ნაირსახეობას წარმოადგენს ნორმები-დეკლარაციები, რომლებიც გამოხატავს სახელმწიფოს პრინციპულ შეხედულებებს ბუნების გამოყენების და დაცვის საქმეში. ჩვეულებრივ, ისინი მოცემულია ბუნებრივი გარემოს გამოყენების და დაცვის ძირითად საკანონმდებლო აქტების პრეამბულაში.

ნორმებს-პრიორიტეტებს ადგენენ ბუნებრივი გარემოს ხარისხის უზრუნველყოფის ინტერესებიდან გამომდინარე. არჩევენ დარგობრივ, დარგთაშორის და ზოგად ბუნებათდაცვით პრიორიტეტებს. დარგობრივი პრიორიტეტები მოქმედებს ბუნების ცალკეული ობიექტების დაცვის და გამოყენების ფარგლებში. ასე, მაგალითად, მი-

ნის კანონმდებლობა უპირატესობას უნდა ანიჭებდეს სასოფლო-სამეურნეო მიწების დაცვასა და რაციონალურად გამოყენებას მიწათსარგებლობის სხვა სახეებთან შედარებით. სატყეო კანონმდებლობა – მთის ტყეების დაცვას, რადგანაც მათ აქვთ განსაკუთრებული გარემოდაცვითი, სანიტარულ-ჰიგიენური და გამაჯანსაღებელი მნიშვნელობა. დარგათშორისი პრიორიტეტები ასახავენ ბუნების ცალკეული ობიექტების უპირატესობას დაცვაში, როდესაც მოქმედებს ორი ან რამდენიმე დარგობრივი პრიორიტეტი. ზოგადი ბუნებათდაცვითი პრიორიტეტი ასახავს ბუნების დაცვის უზენაესი მიზნის – გარემოს ხარისხის, ადამიანის ჯანმრთელობის და სიცოცხლის ოპტიმალურ პირობებს, მოსახლეობის შრომისა და დასვენების უზრუნველყოფას.

ნორმები, რომლებიც მოიცავენ ბუნების დაცვის წესებს, შეიძლება ითვალისწინებდეს ეკოლოგიური ღონისძიების მთელ კომპლექსს ან ცალკეულ, ზოგად აუცილებელ წესებს. ეს უკანასკნელი მიეკუთვნება ბუნების ობიექტის გამოყენებას და დაცვას, ბუნებათმოსარგებლის მოქმედებას.

ბუნების ობიექტური კანონების მოქმედების და ადამიანების მოღვაწეობის მასშტაბების შედეგად, ბუნებრივი გარემო და მისი ცალკეული ელემენტები სცილდება სახელმწიფო საზღვრებს და წარმოადგენს ერთიან ფიზიკურ-გეოგრაფიულ, ეკონომიკურ, კულტურულ, ბიოლოგიურ ობიექტებს, რომელთა შენახვასა და რაციონალურ გამოყენებაში დაინტერესებულია მთლიანად მსოფლიოს ქვეყნების მოსახლეობა. ამის გამო, საჭირო ხდება საერთაშორისო თანამშრომლობა, რაც, თავის მხრივ, განსაზღვრავს საერთაშორისო ეკოლოგიური სამართლის განვითარების აუცილებლობას. სახელმწიფომ, რომელმაც იკისრა განსაზღვრული საერთაშორისო ვალდებულებები, უნდა იზრუნოს იმაზე, რომ თავისი ქვეყნის სამართალი მოიცავდეს საერთაშორისო ვალდებულებებთან შესაბამისობაში. ამის შედეგად ამა თუ იმ ქვეყნის სამართალი ხდება საერთაშორისო სამართლებრივი ნორმების განხორციელების საშუალება და გარანტი.

ქვეყნის სამართლის ნორმებში გათვალისწინებული უნდა იყოს სხვა სახელმწიფოს ეკოლოგიური ინტერესები. ცალკეულ სახელმწიფოს, საკუთარი სუვერენიტეტიდან გამომდინარე, არ შეუძლია განსაზღვროს საერთაშორისო სამართლის მოქმედების საზღვრები და შეუთანხმოს ისინი ქვეყნის პირობებს, მათ შორის ეროვნული სამართლის პირობებს. სახელმწიფო თვითონ, საკუთარი ხალხის ინტერესების, მისი ცხოვრების რეალური პირობების და, აგრეთვე, სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, უნდა საზღვრავდეს როგორც საერთაშორისო ვალდებულებების სფეროს, ისე, თავისი ქვეყნის სამართლის შინაარსს. ამავე დროს, ერთი სახელმწიფოს სუვერენიტეტი არ შეიძლება გადაიზარდოს თვითნებობაში სხვა სახელმწიფოებისა და მსოფლიო ხალხების მიმართ. საერთოდ, საერთაშორისო და სახელმწიფოს შიგნით არსებული ურთიერთკავშირი საკმაოდ რთულია. საერთაშორისო და ამა თუ იმ სახელმწიფოს სამართლის ნორმები უნდა იყოს დინამიკურ ჰარმონიაში, რაც უზრუნველყოფს კაცობრიობის წინაშე მდგარ სასიცოცხლო პრობლემების ეფექტურ გადაწყვეტას.

თავი 2. ეკოლოგიური კონტროლი

ეკოლოგიური კონტროლის ცნება

გარემოს დაცვის ეფექტურობა ბევრად განისაზღვრება ეკოლოგიური კონტროლით. ეკოლოგიური კონტროლი ნიშნავს საზოგადოების ბუნებასთან ურთიერთობის კონტროლს.

ეკოლოგიური კონტროლი არის ეკოლოგიური სამართლის შემადგენელი ნაწილი, სახელმწიფოს ეკოლოგიური ფუნქციის გამომჟღავნება და გარემოს ხარისხის მართვის ელემენტი. ეკოლოგიური კონტროლი, როგორც ეკოლოგიური სამართლის ნაწილი, საშუალებას იძლევა განხორციელდეს გარემოს და მისი ცალკეული ობიექტის მდგომარეობისა და ცვლილების, ბუნების დაცვის დარგში გეგმებისა და ღონისძიებათა შესრულების, ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების, გარემოს გაჯანსაღების და ბუნებათდაცვითი კანონმდებლობის დაცვის კონტროლი. ეკოლოგიური კონტროლი, როგორც სახელმწიფოს ეკოლოგიური ფუნქციის გამომჟღავნება, წარმოადგენს ბუნების დაცვის სახელმწიფო მართვის ფუნქციას. ამ მხრივ ის უკავშირდება ინფორმაციის შეგროვებას, მის დამუშავებას და შეფასებას, და, საბოლოო ჯამში, მმართველობით გადაწყვეტილებათა მიღებას. ეკოლოგიური კონტროლი, როგორც გარემოს ხარისხის მართვის ელემენტი გულისხმობს, რომ ის უზრუნველყოფს ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების და, მათ შორის, სამართლებრივი ნორმების შესრულებას.

ეკოლოგიური კონტროლი იყოფა ოთხ ჯგუფად: 1) მთლიანად გარემოს და მისი ცალკეული კომპონენტების, ატმოსფერული ჰაერის, წყლის, ნიადაგის, ნიაღვრეების, მცენარეული და ცხოველთა სამყაროს დაცვაზე ზედამხედველობა; 2) გეგმების, საპროექტო და სხვა დოკუმენტაციის დამუშავებისას, სამეურნეო ობიექტების მშენებლობისა და ექსპლუატაციაში შეყვანისას ეკოლოგიური დაცვის გათვალისწინება; 3) ბუნების დაცვის და ბუნებათსარგებლობის დარგში გეგმების და ღონისძიებების შესრულების შემოწმება; 4) ეკოლოგიურ კანონმდებლობის დაცვაზე კონტროლი.

ეკოლოგიური კონტროლის მიზანია მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის ცხოველმოქმედების ხელსაყრელი პირობების უზრუნველყოფა.

ეკოლოგიური კონტროლის ამოცანაა – ყველა სამინისტროს, უწყების, საზოგადოებრივი და სხვა ორგანიზაციის და კერძო პირების მიერ გარემოს დაცვის და რაციონალური ბუნებათსარგებლობის დარგში ღონისძიებების შესრულების უზრუნველყოფა და ეკოლოგიური კანონმდებლობით დადგენილი წესების და ნორმების დაცვა.

ეკოლოგიური კონტროლის მეთოდებს მიეკუთვნება: საპროექტო, ნორმატიულ-ტექნიკური და სხვა დოკუმენტაციის აუცილებელი მითითებების მიცემა; სამრეწველო, სატრანსპორტო და სხვა ობიექტების ექსპლუატაციის და სამშენებლო სამუშაოების აკრძალვა (შეჩერება, შეზღუდვა); ეკოლოგიურ სამართალდამრღვევი პირების პასუხისმგებლობაში მიცემა. ამის გარდა, დიდ მნიშვნელობას იძენს კონტროლის ლაბორატორიული, ინსტრუმენტული, სტატისტიკური მეთოდები.

არჩევენ ეკოლოგიური კონტროლის განხორციელების სხვადასხვა ფორმებს (გამაფრთხილებელს, მიმდინარეს, ინფორმაციულს, დამსჯელს).

გამაფრთხილებელი კონტროლი ხორციელდება გარემოს დაცვის და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ღონისძიებების დაგეგმვის სტადიაზე. ამ დროს ხდება მინების, წიაღისეულის, ტყეების, წყლის ობიექტების სარგებლობაში გამოყოფის დოკუმენტაციის შემოწმება, მშენებარე და დამთავრებული ობიექტების ანალიზი, მათი კანონმდებლობაში ასახული ბუნების დაცვის და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების წესების შესაბამისობაზე. ასეთი შეთანხმების სამართლებრივი ფორმები სხვადასხვაა: პროექტის ეკოლოგიური ექსპერტიზა, სახელმწიფო მიმღებ კომისიებში მონაწილეობა და ა.შ. გამაფრთხილებელი კონტროლის მიზანია არ დაუშვას ისეთი სამეურნეო ობიექტების დაგეგმვა, დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაციაში შეყვანა, რომლებიც არ უპასუხებენ ეკოლოგიური წესების და ნორმების მოთხოვნებს და, მაშასადამე, გარემოზე მავნე ზემოქმედების აცილებას.

მიმდინარე ეკოლოგიური კონტროლი ხორციელდება სამეურნეო ობიექტების ექსპლუატაციის სტადიაზე, ბუნებრივი რესურსების ამოღების და გამოყენების პროცესში. ამ კონტროლის მიზანია საწარმოების, ტრანსპორტის და სხვა ობიექტების ექსპლუატაციის დროს ეკოლოგიური წესების დარღვევის გამოვლენა, გარემოზე მავნე ზემოქმედების წყაროების განსაზღვრა და ეკოლოგიური ზარალის დადგენა.

ინფორმაციული კონტროლის დროს ხდება ინფორმაციის შეგროვება და დამუშავება შემდგომში დაინტერესებული ორგანიზაციების და სამეცნიერო დაწესებულებებისათვის მათი გადაცემით, რათა მიღებულ იქნეს შესაბამისი გამაფრთხილებელი ან დამსჯელი ზომები.

დამსჯელი კონტროლი ითვალისწინებს იძულების ღონისძიებებს იმ საწარმოების, ორგანიზაციების, ცალკეული პირობის მიმართ, რომლებიც ზარალს აყენებენ გარემოს, არღვევენ ბუნებათდაცვით კანონმდებლობას.

ეკოლოგიური კონტროლი შეიძლება იყოს ინტეგრირებული (მოიცავს მთელ გარემოს); კომპლექსური (დაკავშირებული ობიექტების და კომპლექსების ჯგუფის დაცვასთან) და დიფერენცირებული (მიმართული ცალკეული ობიექტების დაცვაზე); ამის გარდა კონტროლი შეიძლება იყოს გეგმიური, მოულოდნელი, განმეორებითი და ა.შ.

გარემოს დაცვის სახელმწიფო კონტროლის განმახორციელებელი ორგანოა საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს სახელმწიფო საექსპერტო დაწესებულება – გარემოს დაცვის ინსპექცია (გდი).

გარემოს დაცვის ინსპექციის ძირითადი ამოცანებია: გარემოსდაცვითი კანონმდებლობის მოთხოვნათა შესრულების სტიმულირების მექანიზმები (მათ შორის, სპეციალური პროგრამების და სხვა ღონისძიებების) გარემოსდაცვითი კანონმდებლობის მოთხოვნათა შესრულებაზე სახელმწიფო კონტროლის განხორციელება; გარემოს დაცვის სფეროში ადმინისტრაციულ სამართალდარღვევათა პრევენცია და გამოვლენა საქართველოს ადმინისტრაციულ სამართალდარღვევათა კოდექსით მინიჭებულ უფლებამოსილებათა საფუძველზე; კანონმდებლობის შესრულების მონიტორინგის წარმოება, მათ შორის, რეგულირების ობიექტების შესახებ მონაცემთა ბაზის შექმნა, რეგულირების ობიექტების მიერ წარმოდგენილი სამეწარმეო საქმიანობის ლიცენზიის/ნებართვის პირობების შესრულების ანგარიშის ანალიზი; გარემოს დაცვის სახელმწიფო კონტროლის დაგეგმვა.

გარემოს მონიტორინგი

ეკოლოგიური მონიტორინგი (სიტყვა „მონიტორინგი“ ნიშნავს თვალყურს) არის გარემოს მდგომარეობის მეთვალყურეობის, კონტროლის და მართვის სისტემა, რომელიც ხორციელდება სხვადასხვა და, მათ შორის, გლობალურ მასშტაბში.

გარემოს გლობალური საერთაშორისო მონიტორინგის სისტემის შექმნის იდეა პირველად იყო დასაბუთებული 1971 წელს გარემოს პრობლემებზე მომუშავე სამეცნიერო კომიტეტის („სკოპე“) სპეციალური კომისიის მიერ.

იმისთვის, რომ მონიტორინგმა შეასრულოს საკონტროლო ფუნქცია, უნდა ეყრდნობოდეს მეცნიერულად დასაბუთებულ ნორმატივების სისტემას. ამ ნორმატივებს უნდა ჰქონდეს გარკვეული ეკოლოგიური მნიშვნელობა.

ამჟამად არჩევენ მონიტორინგის სამ საფეხურს – ბიოეკოლოგიურს ან სანიტარულ-ჰიგიენურს, გეოეკოლოგიურს და ბიოსფერულს.

ბიოეკოლოგიური ანუ სანიტარულ-ჰიგიენური მონიტორინგი – ეს არის დაკვირვება გარემოს მდგომარეობაზე ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის თვალსაზრისით. გარემოში ამ მოვლენებს და პროცესებს აქვთ საკმაოდ ნაირგვარი ხასიათი. მათი უკიდურესი გამოხატულება შეიძლება იყოს, ერთი მხრივ, კატასტროფული ხასიათის მოვლენები და პროცესები, ხოლო მეორე მხრივ, ნაკლებად შესამჩნევი, რომლებიც ვითარდება ხანგრძლივი დროის მანძილზე. შესაბამისად, პირველმა შეიძლება გამოიწვიოს ჯანმრთელობის მდგომარეობის მკვეთრი გადახრა და ამიტომ განსაზღვროს საგანგებო ღონისძიებების შესრულება მათ ასაცილებლად პროფილაქტიკისა და მძიმე შედეგების სალიკვიდაციოდ (მაგალითად, ეპიდემიები ან მოსახლეობის მასობრივი მონამვლა). მეორე სახის მოვლენებმა შეიძლება გამოიწვიოს მოსახლეობის ჯანმრთელობის ნაკლებშესამჩნევი ცვლილებების გავრცელება, მაგრამ ამ ცვლილებებმა შეიძლება მიიღოს ქრონიკულად გამოწვეული არახელსაყრელი ტენდენციების ფორმა ადამიანების ჯანმრთელობისათვის შორეული შედეგებით (მაგალითად, რადიაციუ-

ლი გამოსხივება ან კვების პროდუქტების გაჭუჭყიანება და ამით გამოწვეული გენეტიკური გადახრები). აქ, ჩვეულებრივ, გამოიყენება დაავადებათა მაჩვენებლები (დაავადებათა შემთხვევების რიცხვი) და ადამიანთა სიკვდილიანობა.

მონიტორინგის მეორე საფეხური – გეოეკოლოგიური, გეოსისტემური ან ბუნებრივ-სამეურნეო მონიტორინგია. ამ დროს ხდება მეთვალყურეობა გარემოს უმთავრეს გეოსისტემებზე, მათ შორის, ხელოვნურად შექმნილ სისტემებზე (აგროეკოსისტემები, ქალაქის გარემო, ინდუსტრიული რაიონების გარემო).

მონიტორინგის მესამე საფეხურია ბიოსფერული მონიტორინგი. ის უზრუნველყოფს მეთვალყურეობას, კონტროლს და შესაძლებელი ცვლილებების პროგნოზს გლობალური და რეგიონალური მასშტაბით. ბიოსფერულ მონიტორინგს მიეკუთვნება მსოფლიოს წყლის ბალანსის, ბიოსფეროში რადიაციული დონის ცვალებადობის ატმოსფეროს ძირითადი გამაბინძურებლების ტრანსკონტინენტური განაწილების მეთვალყურეობა.

სახელმწიფო მონიტორინგის ამოცანები და ძირითადი მიმართულებებია გარემოს მდგომარეობის მეთვალყურეობა, მისი ძირითადი მდგომარეობის შეფასება და პროგნოზი. მეთვალყურეობა ითვალისწინებს გარემოს ფაქტობრივი მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის შეგროვებას. მისი ობიექტებია: 1) ანთროპოგენური ზემოქმედების წყაროები (სანარმოები, ტრანსპორტი და ა.შ.) და ფაქტობრივი დამაბინძურებელი ნივთიერებები, ხმაური, გამოსხივება და ა.შ.; 2) ბუნებრივი გარემოს, მისი ცალკეული კომპონენტების მდგომარეობა და მათი რეაქცია აღნიშნულ ზემოქმედებაზე; 3) ჯანმრთელობის და მოსახლეობის ცხოველმოქმედების პირობები. შეფასება, ერთი მხრივ, გულისხმობს ანთროპოგენური და ბუნებრივი ზემოქმედებისაგან მიყენებული ზარალის განსაზღვრას, ხოლო, მეორე მხრივ, იმ ბუნებრივი რეზერვების განსაზღვრას, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია ადამიანის საკეთილდღეოდ. პროგნოზი ემყარება იმ მონაცემებს, რომელსაც იყენებენ მეთვალყურეობის და მათი შედეგების ანალიზისას.

ამჟამად მიღებულია მონიტორინგის სისტემის სამი სახე: სანიტარულ-ჰიგიენური, ეკოლოგიური და კლიმატური.

სანიტარულ-ჰიგიენური მონიტორინგი წარმოადგენს ანთროპოგენური ფაქტორების ბიოსფეროს შეცვლაზე ზეგავლენას მეთვალყურეობის, რეგისტრაციის, შეფასების და პროგნოზის სისტემას. მიაჩნიათ, რომ ბიოსფეროს შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს არახელსაყრელი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე და მის სასიცოცხლო პირობებზე. ჩვენში ამ მონიტორინგს ასრულებს სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური სამსახური.

ეკოლოგიური მონიტორინგი მოიცავს მეთვალყურეობას, შეფასებას და პროგნოზს არა მარტო ბუნებრივი ეკოსისტემების, არამედ ხელოვნური ეკოსისტემებისა (მათ შორის, აგროეკოსისტემების) მათ გაჭუჭყიანებაზე განსაკუთრებული ყურადღების გამახვილებით.

კლიმატური მონიტორინგი მოიცავს კლიმატურ სისტემას (ატმოსფერო-ოკეანე-ხმელეთის ზედაპირი და ა.შ.).

არჩევენ გარემოს ნაციონალურ და საერთაშორისო (გლობალურ) მონიტორინგს.

ნაციონალური მონიტორინგი განსხვავდება საერთაშორისოსგან იმით, რომ მისი ამოცანები განისაზღვრება კონკრეტული სახელმწიფოს ეკოლოგიური და სოციალური თავისებურებებით.

საერთაშორისო მონიტორინგი მოიცავს მონიტორინგის ეროვნულ სისტემას. პირველად ასეთი მონიტორინგის შექმნის წინადადებები მიღებულ იყო გაეროს სტოკჰოლმის კონფერენციაზე (1973 წ.), ხოლო მისი ძირითადი მიზნები და პროგრამა ჩამოყალიბდა მონიტორინგის პირველ საერთაშორისო კონფერენციაზე (კენია, ნაირობი, 1974).

საერთაშორისო მონიტორინგის განხორციელებაში დიდი ადგილი ეკუთვნის სხვადასხვა საერთაშორისო პროგრამებს, მათ შორის, იუნესკოს პროგრამას „ადამიანი და ბიოსფერო“ (მაბ). ეს პროგრამა სწავლობს ადამიანის ზემოქმედებას ტყის, ტბის, მდინარის, დელტის, ესტუარიის, საძოვრისა და სხვ. რესურსებზე. აღსანიშნავია, რომ „მაბ“-ის საქართველოს ეროვნული კომიტეტი დაარსდა ჯერ კიდევ 1978 წელს და აქტიურად მონაწილეობს საერთაშორისო „მაბ“-ის საქმიანობაში.

საერთაშორისო მონიტორინგის პროგრამის ზოგადი ნაწილი სრულდება საერთაშორისო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ფარგლებში. მეთვალყურეობის ეს სისტემა მოიცავს ხმელეთის კონტროლის 2600-ზე მეტ მეტეოროლოგიურ სადგურს, 700 აეროლოგიურ სადგურს; მეთვალყურეობაში მონაწილეობს 500-მდე გემი, თანამგზავრები.

საერთაშორისო მონიტორინგის პროგრამის დარგობრივი ნაწილები სრულდება სხვადასხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ ხორციელდება მეთვალყურეობა გარემოს სანიტარულ-ჰიგიენურ მდგომარეობაზე და მუშავდება მისი კონტროლის მეთოდები. სოფლის მეურნეობის საერთაშორისო ორგანიზაცია (ფაო) აკრეფებს და ამუშავებს ინფორმაციას სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული მიწების დაცვის შესახებ. სამთავრობათაშორისო ოკეანოგრაფიული კომისიის მიერ სრულდება საერთაშორისო მეთვალყურეობა მსოფლიო ოკეანის მდგომარეობაზე. ატომური ენერგეტიკის საერთაშორისო სააგენტო მონაწილეობს რადიაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფაში. ბუნებრივ გარემოზე ინფორმაციულ მეთვალყურეობაზე, კონტროლზე, შეგროვებასა და განზოგადებაზე მომუშავე საერთაშორისო ორგანიზაციებს კოორდინაციას უწევს გარემოზე გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის პროგრამა (იუნეპი).

ეკოლოგიურ მონიტორინგთან უშუალოდაა დაკავშირებული სახელმწიფო ეკოლოგიური კონტროლი. ის წარმოადგენს სახელმწიფოს შესაბამისი ორგანოების ორგანიზაციულ-მმართველობითი, ადმინისტრაციული საქმიანობის ერთ-ერთ სახეს.

სახელმწიფო ეკოლოგიური კონტროლის მიზანია ყველა ორგანიზაციის მიერ ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების შესრულების უზრუნველყოფა.

სახელმწიფო ეკოლოგიური კონტროლის სისტემა მოიცავს ხელისუფლების უმაღლესი და ადგილობრივი ორგანოების და მათი აღმასრულებელ-განმკარგულე-ბელი ორგანოების მიერ კონტროლის განხორციელებას.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა

თანამედროვე ეტაპზე ახალი ობიექტების დაგეგმვა და გაშენება გარემოს დაცვის მოთხოვნების გათვალისწინების გარეშე შეუძლებელია და ამიტომ ეკოლოგიური ექსპერტიზის აუცილებლობა ეჭვს აღარ იწვევს.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა წარმოადგენს პროცესს, რომლის მიზანია დაგეგმილი სამეურნეო ან სხვა სახის საქმიანობის თაობაზე გადანიშნულების მიღების პროცესში ამ საქმიანობის (ექსპერტიზის ობიექტი) გარემოს დაცვით მოთხოვნებთან შესაბამისობისა და მისი რეალიზაციის მიზანშეწონილობის დადგენა, მისი გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედებისა და ამასთან დაკავშირებული სოციალურ-ეკონომიკური და სხვა სახის უარყოფითი შედეგების (ეფექტურობის) თავიდან აცილება.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზა არის გარემოსდაცვითი ხასიათის აუცილებელი ღონისძიება, რომელიც ხორციელდება საქმიანობაზე (მოიცავს სამეურნეო, სამეურნეო ან ყველა სხვა სახის საქმიანობას, განსახლების და განვითარების გეგმებისა და პროექტების განხორციელებას, ინფრასტრუქტურული პროექტების, განაშენიანების და სექტორული განვითარების გეგმების, საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული წყლის, ტყის, მიწის, წიაღის და სხვა ბუნებრივი რესურსების დაცვის, გამოყენებისა და სარგებლობის პროექტების და პროგრამების განხორციელების ჩათვლით, ასევე არსებული საწარმოების მნიშვნელოვან რეკონსტრუქციასა და ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ განახლებას) გარემოსდაცვითი ნებართვის გაცემის შესახებ გადანიშნულების მიღების პროცესში და ადგენს შეესაბამება თუ არა საქმიანობა ან მისი ცალკეული ნაწილი:

- საქართველოს კანონმდებლობას;
- საქართველოში მოქმედ გარემოს დაცვის ნორმებს;
- ადგენს პროექტით განსაზღვრულ იმ ღონისძიებათა ადეკვატურობას, რომელთა შემუშავება საქმიანობის განხორციელების შემთხვევაში აუცილებელი იქნება გარემოზე ზეგავლენის შემცირების მიზნით.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის საფუძველზე და საზოგადოების აზრის გათვალისწინებით მიიღება გადანიშნულება საქმიანობაზე გარემოს დაცვითი ნებართვის გაცემის შესახებ.

ორივე შემთხვევაში ეკოლოგიური ექსპერტიზის ამოცანაა კონკრეტულ გარემოში მოიძებნოს საქმიანობის განხორციელების ოპტიმალური ვარიანტი, რომელიც

არ გამოიწვევს გარემოზე უარყოფით, შეუქცევად ზემოქმედებას, ან ექნება უარყოფითი სოციალურ-ეკონომიკური (ან კულტურული ხასიათის) ეფექტები (როგორც მოკლევადიან, ასევე გრძელვადიან პერსპექტივაში), შესაძლებლობას იძლევა, რომ შერბილებულ იქნას უარყოფითი ფაქტორების ზემოქმედება დროსა და სივრცეში და, ამავე დროს, მისაღები იქნება ეკონომიკური თვალსაზრისით საქმიანობის სუბიექტისათვის, თუმცა მისი, როგორც გადანაცვეტილების მიღების მექანიზმის, გამოყენება სხვადასხვა სტატუსითა და მიმართულებითაა შესაძლებელი, ამიტომ სასურველია ერთმანეთისგან გავარჩიოთ ექსპერტიზის ორი მიმართულება, კერძოდ, საზოგადოებრივი ეკოლოგიური ექსპერტიზა და სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზა.

საზოგადოებრივი ეკოლოგიური ექსპერტიზა არაა ლიმიტირებული ჩატარების პროცედურაში ან მეთოდოლოგიის მხრივ და წარმოადგენს გადანაცვეტილების მიღების პროცესის ერთ-ერთ მექანიზმს (ინსტრუმენტს), რომელიც გამოყენებულია:

- საზოგადოების მიერ თავისი გარემოსდაცვითი ინტერესების დასაცავად;
- საქმიანობის სუბიექტის მიერ დაგეგმილი საქმიანობის ოპტიმალური საპროექტო გადანაცვეტილებების შემუშავების, საზოგადოების ეკოლოგიურ ინტერესებთან კონფლიქტის თავიდან აცილებისა და, აქედან გამომდინარე, საქმიანობის საკმარისი ხანგრძლივობით და ეფექტურად წარმოების და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების მიზნით.

საზოგადოებრივი ეკოლოგიური ექსპერტიზის შედეგი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს საზოგადოებრივი ან ბიზნეს სექტორების (საქმიანობის სუბიექტის), აგრეთვე სახელმწიფო აღმასრულებელი ორგანოების მიერ, მაგრამ, ამავე დროს, ექსპერტიზის შედეგების ინტერპრეტირება შესაძლებელია რადიკალურად განსხვავებული იყოს და ასახავდეს ამ განსხვავებული სექტორების ინტერესებსა და თვალთახედვას. ამ შემთხვევაში სახელმწიფო აღმასრულებელი ხელისუფლების ორგანოებს უფლება აქვთ გაითვალისწინონ (ან არ გაითვალისწინონ) საზოგადოებრივი ეკოლოგიური ექსპერტიზის შედეგი გადანაცვეტილების მიღებისას.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზა განეკუთვნება სახელმწიფო აღმასრულებელი ხელისუფლების კომპეტენციის სფეროს, წარმოადგენს ფორმალურ პროცედურას; აქედან გამომდინარე, დეტალურად რეგულირდება კანონებითა და კანონქვემდებარე აქტებით და ემსახურება გარემოს დაცვის სფეროში სახელმწიფო პოლიტიკისა და სტრატეგიის განხორციელების უზრუნველყოფას, აგრეთვე, ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური და არამდგრადი გამოყენების პრევენციას. სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზის შედეგად მიიღება გადანაცვეტილება (დადებითი ან უარყოფითი) საქმიანობის სუბიექტისათვის დაგეგმილი საქმიანობის განხორციელებაზე სახელმწიფო ორგანოების მიერ ნებართვის გაცემის თაობაზე.

მიუხედავად ზემოხსენებული განსხვავებებისა, სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დაგეგმილი საქმიანობის განხორციელებაზე გადანაცვეტილების მიღების ყველა დაინტერესებული მხარის (სახელმწიფო, ბიზნეს სექტორი, საზოგადოება) ურთიერთანამშრომლობის პროცესი. პროცედურა

რის ფორმალობა მხოლოდ ზოგად ჩარჩოებში აქცევს ამ პროცესს, რითაც ადგენს „თამაშის წესებს“ და მონესრიგებულს ხდის მხარეებს შორის ურთიერთობებს.

2007 წლის 14 დეკემბერს საქართველოს პარლამენტმა მიიღო კანონი „ეკოლოგიური ექსპერტიზის შესახებ“, რომელიც აწესრიგებს სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზის ცალკეულ საკითხებს.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზა არის გარემოსდაცვითი ხასიათის აუცილებელი ღონისძიება, რომელიც ხორციელდება საქმიანობაზე, გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში. იმ საქმიანობათა სრულ ნუსხას, რომლებიც გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ექვემდებარება სავალდებულო ეკოლოგიურ ექსპერტიზას, განსაზღვრავს „გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის შესახებ“ საქართველოს კანონი.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის მიზანია გარემოსდაცვითი მოთხოვნების, რაციონალური ბუნებათსარგებლობისა და მდგრადი განვითარების პრინციპების გათვალისწინებით გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა. ეკოლოგიური ექსპერტიზის დადებითი დასკვნა არის აუცილებელი საფუძველი ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებული საქმიანობის განხორციელებაზე გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის გასაცემად.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზის ძირითადი პრინციპებია:

ა) საქმიანობის პოტენციური ეკოლოგიური საშიშროების რისკის შეფასება;
ბ) საქმიანობის დაწყებამდე გარემოზე მისი შესაძლო ზეგავლენის შეფასების კომპლექსურობა;

გ) გარემოსდაცვით მოთხოვნათა და გარემოს დაცვის ნორმების გათვალისწინება;

დ) ექსპერტთა უფლებამოსილების შეუზღუდავი განხორციელება;

ე) ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის დასაბუთებულობა და კანონიერება;

ვ) საზოგადოებრივი ინტერესის გათვალისწინება.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების სფეროში უფლებამოსილი ორგანოა საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების სფეროში სამინისტროს უფლებებია:

ა) საჭიროების შემთხვევაში, დადგენილი წესის შესაბამისად, საქმიანობაზე ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩასატარებლად დამოუკიდებელი ექსპერტების მოწვევა;

ბ) ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების პროცედურისათვის აუცილებელი ინფორმაციის (მათ შორის, საცნობარო, სტატისტიკური და სამსახურებრივი სარგებლობის ინფორმაციის) მიღება, თუ საქართველოს კანონმდებლობით სხვა რამ არ არის დადგენილი.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების სფეროში სამინისტროს მოვალეობებია:

ა) ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების მიზნით საექსპერტო კომისიების შექმნა;

ბ) ეკოლოგიური ექსპერტიზის პროცესის საჭირო ინფორმაციით უზრუნველყოფა;

გ) ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების პროცედურის საქართველოს კანონმდებლობასთან შესაბამისობის უზრუნველყოფა;

დ) დამოუკიდებელი ექსპერტების რეგისტრაციაში გატარება და მათი მონაცემთა ბაზის შექმნა;

ე) საქმიანობის განმახორციელებლის მოთხოვნის შემთხვევაში, მისთვის ეკოლოგიური ექსპერტიზის ორგანიზებისა და ჩატარების მარეგულირებელი ნორმატიული აქტების გასაცნობად წარდგენა;

ვ) საზოგადოების წარმომადგენლის მოთხოვნის შემთხვევაში, მისთვის ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების მარეგულირებელი დოკუმენტების გაცნობა.

სახელმწიფო ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების მიზნით ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის ბრძანებით იქმნება შესაბამისი საექსპერტო კომისია. საჭიროების შემთხვევაში, საექსპერტო კომისიის მუშაობაში მონაწილეობისათვის, დადგენილი წესის შესაბამისად, სამინისტრომ შეიძლება მოიწვიოს დამოუკიდებელი ექსპერტები.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა ტარდება საქმიანობაზე განცხადების „გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი წესით წარდგენის შემდეგ. ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების პროცედურას და საექსპერტო კომისიის ფორმირების წესს განსაზღვრავს კანონი „ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების წესის შესახებ“.

დამოუკიდებელი ექსპერტი შეიძლება იყოს მხოლოდ შესაბამისი განათლებისა და კვალიფიკაციის მქონე ფიზიკური პირი, რომელიც არ არის საჯარო მოსამსახურე. დამოუკიდებელი ექსპერტი ექვემდებარება სამინისტროს მიერ წარმოებულ ექსპერტთა რეესტრში რეგისტრაციას. დამოუკიდებელ ექსპერტთა რეესტრში შეყვანა და რეესტრიდან გამოყვანა ხდება მინისტრის ბრძანებით. საექსპერტო კომისიაში შეყვანილ უნდა იქნეს მხოლოდ ის დამოუკიდებელი ექსპერტი, რომელიც დადგენილი წესით რეგისტრირებულია სამინისტროს ექსპერტთა რეესტრში. ექსპერტთა რეესტრიდან დამოუკიდებელი ექსპერტის საექსპერტო კომისიაში შეყვანა ხდება მინისტრის ბრძანებით.

დამოუკიდებელი ექსპერტი პასუხისმგებელია მის მიერ მომზადებული დასკვნის ობიექტურობასა და სისრულეზე. დამოუკიდებელი ექსპერტი ეკოლოგიური ექსპერტიზის პროცესში მონაწილეობს სამინისტროს მიერ მასთან დადებული შრომითი ხელშეკრულების საფუძველზე. დამოუკიდებელ ექსპერტთა შრომის ანაზღაურებას სამინისტრო ახორციელებს მისთვის სახელმწიფო ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებების ფარგლებში. დამოუკიდებელ ექსპერტთა შრომის ანაზღაურების წესი განისაზღვრება მინისტრის კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტით. დამოუკიდებელ ექსპერტთა შერჩევის, მათი ექსპერტთა რეესტრში რეგისტრაციის წესს და მათ უფლება-მოვალეობებს განსაზღვრავს „დამოუკიდებელ ექსპერტთა რეესტრის შესახებ“ დებულება, რომელსაც კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტით ამტკიცებს მინისტრი.

საექსპერტო კომისიის მუშაობის შედეგები აისახება საექსპერტო კომისიის დასკვნაში, რომელსაც ამზადებს საექსპერტო კომისია და ხელს აწერს საექსპერტო კომისიის თავმჯდომარე. საექსპერტო კომისიის დასკვნის საფუძველზე სამინისტრო ამზადებს ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნას, რომელსაც ადმინისტრაციულ-სამართლებრივი აქტით ამტკიცებს მინისტრი. ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნა შეიძლება იყოს დადებითი ან უარყოფითი. დადებითი დასკვნა გაიცემა იმ შემთხვევაში, თუ ეკოლოგიური ექსპერტიზისათვის წარდგენილი დოკუმენტაცია:

ა) შეესაბამება საქართველოს კანონმდებლობას და საქართველოს ტერიტორიაზე მოქმედ გარემოს დაცვის ნორმებსა და სტანდარტებს;

ბ) ასაბუთებს, რომ მასში მოყვანილი საქმიანობის განხორციელება განსაზღვრულ ადგილსა და გარემოებაში არ გამოიწვევს გარემოს მდგომარეობისა და ბუნებრივი რესურსების შეუქცევად ხარისხობრივ და თვისობრივ ცვლილებებს;

გ) ითვალისწინებს გარემოზე ზემოქმედების შემცირების ან თავიდან აცილების ღონისძიებებს (მათ შორის, ავარიული სიტუაციების შესაძლო შედეგების ლიკვიდაციის ღონისძიებებს).

ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნა უნდა მოიცავდეს შემდეგი სახის ინფორმაციას:

ა) შეესაბამება თუ არა საქმიანობა საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილ მოთხოვნებს;

ბ) რა სახის ნაკლოვანებებს შეიცავს ეკოლოგიური ექსპერტიზისათვის წარდგენილი დოკუმენტაცია;

გ) რამდენად მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური ექსპერტიზისათვის წარდგენილი დოკუმენტაციის ნაკლოვანებები გადანყვეტილების მიღების პროცესში;

დ) შესაძლებელია თუ არა ეკოლოგიური ექსპერტიზისათვის წარდგენილი დოკუმენტაციის ნაკლოვანებების გამოსწორება და თუ შესაძლებელია, რა გზით;

ე) ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის პირობებს (საჭიროების შემთხვევაში).

ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნა არის, შესაბამისად, გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის შემადგენელი ნაწილი, ხოლო ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის პირობა – სანებართვო პირობა, რომლის შესრულება სავალდებულოა გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის მფლობელისათვის.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების სფეროში საქმიანობის განმახორციელებელს უფლება აქვს:

ა) წარადგინოს საქმიანობის დამადასტურებელი დოკუმენტაცია ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩასატარებლად;

ბ) ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარებასთან დაკავშირებული დავის წამოჭრის შემთხვევაში მიმართოს სასამართლოს.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების სფეროში საქმიანობის განმახორციელებლის მოვალეობებია:

ა) ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩასატარებლად საქმიანობის დამასაბუთებელი დოკუმენტაციის საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებული მოთხოვნების შესაბამისად წარდგენა;

ბ) გარემოზე ზემოქმედების ან მშენებლობის ნებართვის მიღების შემდეგ ეკოლოგიური ექსპერტიზის დადებითი დასკვნის პირობების შესაბამისად საქმიანობის განხორციელება.

ზემოთაღნიშნულ მოთხოვნათა დარღვევა იწვევს პასუხისმგებლობას საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი წესით, კერძოდ, ადმინისტრაციული სამართალ-დარღვევის კოდექსით, სისხლის სამართლის კოდექსით, სამოქალაქო კოდექსით.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ამოცანაა მოძებნოს ყველაზე ოპტიმალური და ეკოლოგიურად მყარი გადანაცვეტილება, ე.ი. მინიმალური დანახარჯებით დადგენილი ღონისძიებების შედეგად მიღებულ იქნეს საჭირო სამეურნეო და სოციალური ეფექტი. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ეკოლოგიური ექსპერტიზა სავალდებულოა ყველა იმ ობიექტისათვის, რომლის განხორციელება საფრთხეს უქმნის გარემოს მდგომარეობას და მოსახლეობის ჯანმრთელობას.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა ყოველთვის დიდ სიძნელეებთან იყო დაკავშირებული და, ჩვეულებრივ, ფორმალური ხასიათის. ეს იყო გამოწვეული ორი ძირითადი მიზეზით: 1) სამეურნეო პროექტების კომპლექსური ექსპერტიზის აპრობირებული მეთოდოლოგიის უქონლობით; 2) უმრავლეს ეკოლოგიურ „სიუჟეტებში“ საკმაოდ რთული მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის არსებობით, რაც გამოწვეული იყო დასაპროექტებელ ობიექტთა გარემოზე ზემოქმედების შენიღბული ხასიათით, საწყისი მონაცემების ძირითადი ალბათური ბუნებით.

საკმაოდ ხშირად სხვადასხვა პროექტთან დაკავშირებული პრობლემის ექსპერტიზაში გათვალისწინებულია და დაცულია იმ დარგების ინტერესები, რომლებიც, ჩვეულებრივ, ერთმანეთს უპირისპირდება (მაგალითად, ობიექტისა და ბუნებათ-დაცვითი ღონისძიებები).

ასეთ ვითარებაში ხდება აღნიშნული დასკვნების ხელოვნური შერწყმა, ნაცვლად საკითხის მეცნიერულად დასაბუთებული კომპრომისული შეჯერება-გადაწყვეტისა.

ამჟამად არსებული ეკოლოგიური ექსპერტიზის მეთოდოლოგიას საფუძვლად უდევს მენეჯმენტის თეორიისა და პრაქტიკის ზოგიერთი პრინციპის გამოყენება და მათი სინთეზი ოპერაციების მრავალმხრივი ოპტიმიზაციისა და ექსპერტულ შეფასებათა თეორიის ძირითად დებულებებთან.

ეკოლოგიური ექსპერტიზისათვის აუცილებელია სრულფასოვანი „სცენარების“ წინასწარი შედგენა ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით. ამჟამად გამოყოფენ ხუთ პირობით „სცენარს“: 1) ადამიანის ჯანმრთელობა და უსაფრთხოება – ითვალისწინებს დაავადებების, უბედური შემთხვევების და სიკვდილიანობის შესაძლებლობებს სავარაუდო ობიექტების მშენებლობის, ნორმალური ექსპლუატაციის, ავარიების ან ინციდენტის დროს; 2) გარემოზე ზემოქმედება – ეხება ბუნების ცალკეული კომპო-

ნენტიების მოსალოდნელ ცვლილებებს, შემცირებას ან განადგურებას, დაბინძურებას და მათზე სხვადასხვა ზემოქმედებას; 3) სოციალური ზემოქმედება გულისხმობს ობიექტის გავლენის შეფასებას მოსახლეობის მიგრაციაზე, ადგილობრივი საზოგადოების სოციალურ სტრუქტურაზე, სამშენებლო და საექსპლუატაციო პერსონალის შერწყმის ხასიათს ადგილობრივ საზოგადოების სოციალურ სტრუქტურაზე და ადგილობრივ მოსახლეობასთან, გავლენას ისტორიულ ძეგლებზე, ტურიზმზე და დასვენების სხვა სახეებზე და ა.შ.; 4) ეკონომიკური ასპექტი ითვალისწინებს ობიექტის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის დროს უსაფრთხოებისა და საიმედოობის მიზნით აუცილებელ ღონისძიებებზე გაწეულ ხარჯებს, მშენებლობის პერიოდში კაპიტალ-დაბანდებათა ზრდას და ა.შ.; 5) საზოგადოებრივი აზრი წარმოაჩენს არა მარტო სავარაუდო ობიექტის მოწყობაზე ადგილობრივი მოსახლეობის აზრს, არამედ იმ სხვა დაინტერესებულ პირთა აზრსაც, რომელთა საქმიანობა დაკავშირებულია გარემოს დაცვის საკითხებთან. ისინი შესაძლოა იყვნენ ობიექტის პროდუქციის მომხმარებლები, შემოქმედებითი მუშაკები, მეცნიერები, მასმედიის წარმომადგენლები, სტუდენტ-ახალგაზრდობა და ა.შ.

ეს „სცენარები“ ისევე, როგორც მათში შემავალი ფაქტორები, შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად. პირველი, რომელიც რაოდენობრივად (მიღებული განზომილების ერთეულებით) ფასდება და მეორე, რომელიც რაოდენობრივად აღრიცხვას არ ექვემდებარება. ასე, მაგალითად, პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება „ეკონომიკური ასპექტების სცენარები“ და მათში შემავალი ფაქტორები (ხარჯები სავარაუდო ობიექტის უსაფრთხოებისათვის, ეფექტურობის და საიმედოობის მიზნით აუცილებელი ღონისძიებებისათვის), ხოლო მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება „სოციალური ზემოქმედების სცენარები“ (სავარაუდო ობიექტის ესთეტიკური ზემოქმედება, ადგილობრივი მოსახლეობის დისკომფორტი, რაც გამოწვეულია სამშენებლო სამუშაოთა ზრდით, მთელი რიგი ფსიქოლოგიური პრობლემები, მშენებარე ობიექტის მიმართ განპირობებული შიშით და ა.შ.).

ძირითადი ფაქტორები მათი ზემოქმედების ხასიათის მიხედვით შეიძლება იყოს: ნეგატიური, პოზიტიური და ერთდროულად ნეგატიურ-პოზიტიური.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის პრინციპები შემდეგია: სახელმწიფო ხასიათი, პროფილაქტიკური მიმართულება, ოპერატიულობა, სამეცნიერო დასაბუთებულობა, ექსპერტული შეფასების გამოტანისას ეკოლოგიური მოთხოვნილებების პრიორიტეტი.

ეკოლოგიური ექსპერტიზისათვის საჭიროა განხორციელდეს შემდეგი ოპერაციები: სამუშაო ჯგუფისა და ექსპერტ-სპეციალისტთა ჯგუფების ფორმირება, ძირითადი და კომპლექსური ფაქტორების დადგენა და ექსპერტიზის იერარქიული სქემის დაზუსტება; ძირითადი ფაქტორების განზომილებისა და მათი ცვალებადობის დიაპაზონების შერჩევა; ძირითადი და კომპლექსური ფაქტორების, აგრეთვე „სცენარების“ რანჟირება და ნონითი კოეფიციენტის შეფასება; ძირითადი ფაქტორების სარგებლიანობის ერთკრიტერიუმიანი ფუნქციისა და სარგებლობის შემაჯამებელი ფუნქციის დადგენა, მათი ანალიზი და განზოგადება.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა სამეურნეო საქმიანობაში ეკოლოგიური მოთხოვნების დაცვის საიმედო გარანტიას წარმოადგენს.

გარემოზე გარემოწარმოების საფუძვლის შემოქმედების ნებართვები

საზოგადოებრივ ცხოვრებაში აუცილებელი ხდება გარემოზე გარემოწარმოების დონით მათი ზემოქმედების გატარება, რათა გადამწყვეტილი იქნეს საზოგადოებრივი და სახელმწიფოებრივი მასშტაბის ამოცანები. ამისათვის აუცილებელია სანებართვო სისტემის შექმნა, რათა თავიდან ავიცილოთ მძიმე ეკოლოგიური შედეგები. ეს საკითხი მოწესრიგებულია საქართველოს 2007 წლის 14 დეკემბრის კანონით „გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის შესახებ“, რომელიც აწესრიგებს ასეთი ნებართვის გაცემის წესს და ფარგლებს.

კანონის რეგულირების სფერო არის ისეთი ორგანიზებული საქმიანობა ან ქმედება, რომელიც ეხება პირთა განუსაზღვრელ წრეს და ხასიათდება ადამიანის სიცოცხლისთვის ან ჯანმრთელობისთვის მომეტებული საფრთხით. ის განსაზღვრავს საქართველოს ტერიტორიაზე სავალდებულო ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებულ საქმიანობათა სრულ ნუსხას და მათ განსახორციელებლად გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის გაცემის, ნებართვის გაცემისას ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების, გარემოზე ზემოქმედების შეფასებისა და ნებართვის გაცემის შესახებ გადამწყვეტილების მიღების პროცესებში საზოგადოების მონაწილეობისა და მისი ინფორმირების სამართლებრივ საფუძვლებს.

აღნიშნული საქმიანობის მიზნებია:

ა) საქმიანობის პროცესში ადამიანის ჯანმრთელობის, ბუნებრივი გარემოს, ასევე, კულტურული და მატერიალური ფასეულობების დაცვა;

ბ) საქართველოს კონსტიტუციით გათვალისწინებული მოქალაქის ძირითადი უფლების – მიიღოს სრული, ობიექტური და დროული ინფორმაცია თავისი სამუშაო და საცხოვრებელი გარემოს მდგომარეობაზე, აგრეთვე, გარემოსდაცვით სფეროში სახელმწიფოს მიერ მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში საზოგადოების მონაწილეობის უზრუნველყოფა;

გ) საქმიანობის განხორციელებასთან დაკავშირებული მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში სახელმწიფოსა და საზოგადოების ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური ინტერესების გათვალისწინება.

ამ საქმიანობის ამოცანას შეადგენს: საქმიანობაზე ნებართვის გაცემის სფეროში საქმიანობის განმახორციელებლის, საზოგადოებისა და სახელმწიფოს უფლებამოსილების ჩამოყალიბება და დაცვა, აგრეთვე, გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების შეუქცევადი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებისაგან დაცვის და მათი რაციონალური გამოყენების ხელშეწყობა.

გარემოზე ზემოქმედების ნებართვა გულისხმობს საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მიერ საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი წესითა და ფორმით, განუსაზღვრელი ვადით მინიჭებულ უფლებას, რომელიც გაცივება საქმიანობის განმახორციელებელზე, რაც საქმიანობის დანყების სამართლებრივი საფუძველია;

საქმიანობის განმახორციელებელია ფიზიკური ან იურიდიული პირი, აგრეთვე, კანონით გათვალისწინებული სხვა ორგანიზაციული წარმონაქმნი (რომელიც არ არის იურიდიული პირი), რომელიც არის ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებული საქმიანობის განხორციელების ინიციატორი და მიმართავს შესაბამის ორგანოს ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებული საქმიანობის განხორციელების უფლების მისაღებად;

გარემოზე ზემოქმედების შეფასება (გზშ) არის დაგეგმილი საქმიანობის შესწავლისა და გამოკვლევის პროცედურა, რომლის მიზანია გარემოს ცალკეული კომპონენტების, ადამიანის, ასევე, ლანდშაფტის და კულტურული მემკვიდრეობის დაცვა. გზშ შეისწავლის, გამოავლენს და აღწერს საქმიანობის პირდაპირ და არაპირდაპირ ზეგავლენას ადამიანის ჯანმრთელობასა და უსაფრთხოებაზე, მცენარეულ საფარსა და ცხოველთა სამყაროზე, ნიადაგზე, ჰაერზე, წყალზე, კლიმატზე, ლანდშაფტზე, ეკოსისტემებსა და ისტორიულ ძეგლებზე ან ყველა ზემოაღნიშნული ფაქტორის ერთიანობაზე, მათ შორის, ამ ფაქტორების ზეგავლენას კულტურულ ფასეულობებსა (კულტურულ მემკვიდრეობასა) და სოციალურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე; გარემოზე გარკვეული მავნე ზემოქმედებითი საქმიანობის განსახორციელებლად ნებართვის მისაღებად აუცილებელია ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარება და ამ მხრივ უფლებამოსილი ორგანოებიდან უფლების მინიჭების ნებართვის გაცემა.

ზემოთ დასახელებული კანონის თანახმად ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებული საქმიანობებია:

ა) სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება (ეკოლოგიურ ექსპერტიზას არ ექვემდებარება სამშენებლო (მათ შორის, ინერტული) მასალების გადამუშავება, გარდა ამ პუნქტის „გ“ ქვეპუნქტით გათვალისწინებულისა);

ბ) ნებისმიერი სანარმოო ტექნოლოგია, სადაც გამოყენებული იქნება აზბესტი;

გ) ცემენტის, ასფალტის, კირის, გაჯის, თაბაშირისა და აგურის წარმოება;

დ) მინისა და მინის პროდუქციის წარმოება;

ე) მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გადამუშავება (მათ შორის, ნარჩენების დანვის ქარხნების მოწყობა) ან/და ნაგავსაყრელების მოწყობა;

ვ) ტოქსიკური და სხვა სახიფათო ნარჩენების განთავსება, მათი სამარხების მოწყობა ან/და ამ ნარჩენების გადამუშავება, გაუვნებლება;

ზ) ქვანახშირის გაზიფიცირებასთან, გათხევადებასთან, ბრიკეტირებასა და დაკოქსებასთან დაკავშირებული ნებისმიერი სიმძლავრის წარმოება;

თ) მაგისტრალური ნავთობსადენისა და გაზსადენის გაყვანა;

ი) ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების, აგრეთვე, თხევადი და ბუნებრივი აირე-

ბის საცავების, ტერმინალების განთავსება, რომელთა ტერიტორიაზე განლაგებული ავზებიდან ერთ-ერთის მოცულობა 1000 კუბ.მ-ზე მეტია ან მათი ჯამური მოცულობა 1000 კუბ.მ-ს აღემატება;

კ) საერთაშორისო და შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის საავტომობილო გზების, რკინიგზის და მათზე განთავსებული ხიდების, გზაგამტარი გვირაბის, აგრეთვე, საავტომობილო გზის, რკინიგზის და მათი ტერიტორიების საინჟინრო დაცვის ნაგებობების აგება;

ლ) მაღალი ძაბვის (35 კვტ და მეტი) საჰაერო და საკაბელო ელექტროგადამცემი ხაზების გაყვანა და ქვესადგურის (110 კვტ-ისა და მეტი ძაბვის) განთავსება;

მ) ჰიდროელექტროსადგურის (2 მეტ-ისა და მეტი სიმაღლის) და თბოელექტროსადგურის (10 მეტ-ისა და მეტი სიმაღლის) განთავსება;

ნ) მეტროპოლიტენის მშენებლობა;

ო) წყალსაცავის (10 000 კუბ.მ-ისა და მეტი მოცულობის) მოწყობა;

პ) ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების (დღე-ღამეში 1000 კუბ.მ-ისა და მეტი მოცულობის), აგრეთვე მაგისტრალური საკანალიზაციო კოლექტორის განთავსება;

ჟ) აეროდრომის, აეროპორტის, რკინიგზის სადგურისა და საზღვაო ნავსადგურის მოწყობა;

რ) კაშხლის, ნავსადგურის, ნავმისადგომის და მოლის განთავსება;

ს) ქიმიური მრეწველობა, კერძოდ: ნახევარფაბრიკატების (შუალედური პროდუქტების) ქიმიური დამუშავება და ქიმიური ნივთიერებების წარმოება; პესტიციდების, მინერალური სასუქების, ქიმიური საღებავების, ლაქის, პეროქსიდებისა და ელასტიკური ნივთიერებების (რეზინის ან პლასტიკური ნივთიერებების) წარმოება და დამუშავება; დენთისა და სხვა ასაფეთქებელი ნივთიერებების წარმოება; აკუმულატორების წარმოება; გრაფიტის ელექტროდების დამზადება;

ტ) ნავთობგადამამუშავებელი და გაზგადამამუშავებელი წარმოებები (დღე-ღამეში 500 ტ-ზე მეტის);

უ) ნებისმიერი მეტალურგიული წარმოება (საათში ტონაზე მეტი პროდუქციის წარმადობით), გარდა ლითონთა ცივად დამუშავებისა და საიუველირო წარმოებებისა;

ფ) ტოქსიკური და სხვა საშიში ნივთიერების საცავების მოწყობა.

ამ საქმიანობებთან დაკავშირებული მშენებლობა ან არსებული საწარმოო ტექნოლოგიის შეცვლა განსხვავებული ტექნოლოგიით, რაც იწვევს ექსპლუატაციის პირობების შეცვლას, ასევე განიხილება, როგორც ეკოლოგიური ექსპერტიზისადმი დაქვემდებარებული საქმიანობა.

თუ აღნიშნული საქმიანობა საჭიროებს მშენებლობის ნებართვას, მშენებლობის ნებართვის გაცემი ადმინისტრაციული ორგანო უზრუნველყოფს მშენებლობის ნებართვის გაცემის მიზნით დაწყებულ ადმინისტრაციულ წარმოებაში სამინისტროს ჩართვას სხვა ადმინისტრაციული ორგანოს სახით, „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი წესით.

მშენებლობის ნებართვის გამცემი ადმინისტრაციული ორგანოს მიერ სამინისტროში წარდგენილ დოკუმენტაციაზე სამინისტრო გასცემს ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნას, რომელიც მტკიცდება გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის ადმინისტრაციულ-სამართლებრივი აქტით.

ამ შემთხვევაში, ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნა გაიცემა მშენებლობის ნებართვის გაცემის მეორე სტადიაზე. ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნა არის მშენებლობის ნებართვის ნაწილი და მშენებლობის ნებართვის მაძიებლისათვის (ან მფლობელისათვის) მისი (ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის) პირობების შესრულება სავალდებულოა. ასეთ შემთხვევაში ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის პირობა არის მშენებლობის ნებართვის პირობა.

თუ აღნიშნული საქმიანობა არ საჭიროებს მშენებლობის ნებართვას, მასზე ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის საფუძველზე გაიცემა ნებართვა, რომლის თაობაზედაც მინისტრი გამოსცემს ადმინისტრაციულ-სამართლებრივ აქტს. ეკოლოგიური ექსპერტიზის სამინისტრო ატარებს საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი პროცედურების შესაბამისად.

ყველა იმ საქმიანობისათვის, რომელიც არ არის გათვალისწინებული ზემოთ აღნიშნულ ჩამონათვალში სავალდებულოა გარემოსდაცვითი ტექნიკური რეგლამენტების დაცვა, როცა საკითხი ეხება ბუნებაზე ზემოქმედებას. ამ შემთხვევაში გარემოსდაცვითი ტექნიკური რეგლამენტები მტკიცდება „გარემოსდაცვითი ტექნიკური რეგლამენტების შესახებ“ მინისტრის კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტით.

აღნიშნული საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია გარემოზე ზემოქმედების შეფასების (გზშ-ის) ანგარიშის ნებართვის გამცემი ადმინისტრაციული ორგანოსათვის წარდგენამდე მოაწიოს მისი საჯარო განხილვა (ხოლო მშენებლობაზე ნებართვის მიღების შემთხვევაში, საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია გზშ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვა მოაწიოს მშენებლობის ნებართვის გამცემი ადმინისტრაციული ორგანოს მიერ „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონით განსაზღვრული მშენებლობის ნებართვის გაცემის მეორე სტადიის პროცედურის დანერგვამდე). გზშ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვის მოწყობის მიზნით საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია გამოაქვეყნოს მის მიერ დაგეგმილი საქმიანობის შესახებ ინფორმაცია. ინფორმაცია უნდა გამოაქვეყნდეს როგორც ცენტრალურ პერიოდულ ბეჭდვით ორგანოში, ისე იმ თვითმმართველი ერთეულის ადმინისტრაციული ტერიტორიის ფარგლებში არსებულ პერიოდულ ბეჭდვით ორგანოში (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), სადაც დაგეგმილია საქმიანობის განხორციელება.

დაგეგმილი საქმიანობის შესახებ ინფორმაცია უნდა შეიცავდეს:

- ა) დაგეგმილი საქმიანობის მიზნებს, დასახელებასა და ადგილმდებარეობას;
- ბ) მისამართს, სადაც საზოგადოების წარმომადგენლებს შეეძლება დაგეგმილ საქმიანობასთან დაკავშირებული დოკუმენტების (მათ შორის, გზშ-ის ანგარიშის) გაცნობა;

გ) საზოგადოების წარმომადგენელთა მოსაზრებების წარდგენის ვადას;

დ) გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვის მოწყობის დროსა და ადგილს.

საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია:

ა) ბეჭდვით ორგანოში დაგეგმილი საქმიანობის შესახებ ინფორმაციის გამოქვეყნებიდან ერთი კვირის ვადაში ნებართვის გამცემ ადმინისტრაციულ ორგანოში (ხოლო მშენებლობის ნებართვის მიღების შემთხვევაში – მშენებლობის ნებართვის გამცემ ადმინისტრაციულ ორგანოშიც) წარადგინოს გზმ-ის ანგარიშის როგორც დოკუმენტური, ისე ელექტრონული ვერსიები;

ბ) დაგეგმილი საქმიანობის შესახებ ინფორმაციის გამოქვეყნებიდან 45 დღის განმავლობაში მიიღოს და განიხილოს საზოგადოების წარმომადგენლებისაგან წერილობითი სახით წარმოდგენილი შენიშვნები და მოსაზრებები;

გ) დაგეგმილი საქმიანობის შესახებ ინფორმაციის გამოქვეყნებიდან არა უადრეს 50 და არა უგვიანეს 60 დღისა მოაწყოს გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვა მის მიერ დაგეგმილ საქმიანობასთან დაკავშირებით;

დ) გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვაზე უზრუნველყოს შესაბამისი ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოების, საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს, საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროსა და სხვა დაინტერესებული ადმინისტრაციული ორგანოების წარმომადგენლების წერილობითი მინიშვნა.

გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვაზე დასწრების უფლება აქვს საზოგადოების ნებისმიერ წარმომადგენელს. გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვა ეწყობა იმ თვითმმართველი ერთეულის ადმინისტრაციულ ცენტრში, სადაც დაგეგმილია საქმიანობის განხორციელება.

საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვიდან 5 დღის ვადაში უზრუნველყოს გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვის შედეგების შესახებ ოქმის გაფორმება, რომელიც დეტალურად უნდა ასახავდეს გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვისას გამოთქმულ შენიშვნებსა და მოსაზრებებს. ოქმს ხელს აწერენ საქმიანობის განმახორციელებელი (ან მისი უფლებამოსილი წარმომადგენელი) და შესაბამისი ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოების, საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროსა და საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროს წარმომადგენლები (გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვაზე მათი დასწრების შემთხვევაში).

საქმიანობის განმახორციელებელი ეცნობა საზოგადოების წარმომადგენელთა წერილობით შენიშვნებსა და მოსაზრებებს და ითვალისწინებს მათ არგუმენტებს გზმ-ის ანგარიშის საბოლოო სახით ჩამოყალიბების პროცესში. საქმიანობის განმახორციელებლის მიერ საზოგადოების წარმომადგენელთა შენიშვნებისა და მოსაზრებების გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში, საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია უზრუნველყოს შენიშვნებისა და მოსაზრებების გაუთვალისწინებლობის წერილობითი დასაბუთება და მათი ავტორისთვის (ავტორებისთვის) გაგზავნა. ეს წერილობითი დასაბუთება (შესაბამის წერილობით შენიშვნებთან და

მოსაზრებებთან ერთად) საქმიანობის განმახორციელებელმა, გზმ-ის ანგარიშის სა-
ჯარო განხილვის შედეგების ამსახველ ოქმთან და გზმ-ის ანგარიშთან ერთად, უნდა
წარადგინოს ნებართვის გამცემ ადმინისტრაციულ ორგანოში (ხოლო მშენებლობის
ნებართვის მიღების შემთხვევაში – მშენებლობის ნებართვის გამცემ ორგანოში).
აღნიშნული დოკუმენტები გზმ-ის ანგარიშის განუყოფელი ნაწილია.

გზმ-ის ანგარიშის საჯარო განხილვის მოწყობის, მისი შედეგების გაფორმებისა
და გზმ-ის ანგარიშის საბოლოო სახით ჩამოყალიბების შემდეგ, საქმიანობის განმა-
ხორციელებელი უფლებამოსილია ნებართვის გამცემ ადმინისტრაციულ ორგანოს
(ხოლო მშენებლობის ნებართვის მიღების შემთხვევაში – მშენებლობის ნებართვის
გამცემ ადმინისტრაციულ ორგანოს) ერთი წლის განმავლობაში, საქართველოს კა-
ნონმდებლობით განსაზღვრული წესით წარუდგინოს განცხადება ნებართვის (ან მშე-
ნებლობის ნებართვის) მიღებასთან დაკავშირებით.

საქმიანობის განმახორციელებელი ნებართვის მისაღებად სამინისტროს წა-
რუდგენს წერილობით განცხადებას. ნებართვის მიღების თაობაზე განცხადება წა-
რუდგინება, განიხილება და წარმოებაში მიიღება „ლიცენზიებისა და ნებართვების
შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი წესით.

საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია, „ლიცენზიებისა და ნებართვე-
ბის შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი ინფორმაციის გარდა, ნებართვის
მიღების თაობაზე განცხადებასთან ერთად წარადგინოს შემდეგი დოკუმენტაცია:

ა) საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი ნორმების შესაბამისად შედგე-
ნილი გზმ-ის ანგარიში (5 ეგზემპლარად და ელექტრონული ვერსიით);

ბ) დაგეგმილი საქმიანობის განხორციელების ადგილის სიტუაციური გეგმა
(მანძილების მითითებით);

გ) მოსალოდნელი ემისიების მოცულობა და სახეები (დაბინძურების სტაციონა-
რული წყაროების და მათ მიერ გაფრქვეულ/ჩაშვებულ მავნე ნივთიერებათა ინვენ-
ტარიზაციის ტექნიკური ანგარიში და მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები
გაფრქვევის/ჩაშვების ნორმების პროექტი (4 ეგზემპლარად);

დ) მოკლე ანოტაცია საქმიანობის შესახებ (არატექნიკური რეზიუმეს სახით);

ე) განცხადება, წარდგენილი განცხადების კონფიდენციალური ნაწილის შესახებ.

საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია ნებართვის გამცემ ადმინის-
ტრაციულ ორგანოს მიაწოდოს ტექნოლოგიური ციკლის სრული სქემა იმ შემთხვე-
ვაშიც კი, თუ საქმიანობა შეიცავს კომერციულ ან/და სახელმწიფო საიდუმლოებას.
განცხადების ეს ნაწილი საქმიანობის განმახორციელებელმა უნდა წარადგინოს
ცალკე. მშენებლობის ნებართვის მაძიებელმა მშენებლობის ნებართვის მისაღებად
საჭირო დოკუმენტაციასთან ერთად მშენებლობის ნებართვის გამცემ ადმინისტრა-
ციულ ორგანოში უნდა წარადგინოს შემდეგი დამატებითი დოკუმენტაცია:

ა) დაგეგმილი საქმიანობის განხორციელების ადგილის სიტუაციური გეგმა (მან-
ძილების მითითებით) – აღნიშნული დოკუმენტი წარდგენილ უნდა იქნეს მშენებლო-
ბის ნებართვის გაცემის პირველ სტადიაზე;

ბ) მოკლე ანოტაცია საქმიანობის შესახებ (არატექნიკური რეზიუმეს სახით) –

აღნიშნული დოკუმენტი წარდგენილ უნდა იქნეს მშენებლობის ნებართვის გაცემის პირველ სტადიაზე;

გ) საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი ნორმების შესაბამისად შედგენილი გზ-ის ანგარიში (5 ეგზემპლარად და ელექტრონული ვერსიით) – აღნიშნული დოკუმენტი წარდგენილ უნდა იქნეს მშენებლობის ნებართვის გაცემის მეორე სტადიაზე;

დ) მოსალოდნელი ემისიების მოცულობა და სახეები (დაბინძურების სტაციონარული წყაროების და მათ მიერ გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა ინვენტარიზაციის ტექნიკური ანგარიში და მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევის/ჩაშვების ნორმების პროექტი (4 ეგზემპლარად) – აღნიშნული დოკუმენტაცია წარდგენილ უნდა იქნეს მშენებლობის ნებართვის გაცემის მეორე სტადიაზე;

ე) განცხადება, წარდგენილი განცხადების კონფიდენციალური ნაწილის შესახებ – აღნიშნული დოკუმენტი წარდგენილ უნდა იქნეს მშენებლობის ნებართვის გაცემის მეორე სტადიაზე.

სამინისტრო ნებართვის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილებას იღებს საქართველოს ზოგადი ადმინისტრაციული კოდექსის VI თავით განსაზღვრული მარტივი ადმინისტრაციული წარმოების ნესით და „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონის შესაბამისად, ნებართვის მიღების თაობაზე განცხადების რეგისტრაციიდან 20 დღის ვადაში.

სამინისტრო, „ეკოლოგიური ექსპერტიზის შესახებ“ საქართველოს კანონის შესაბამისად, უზრუნველყოფს საქმიანობის განმახორციელებლის მიერ წარდგენილ შესაბამის დოკუმენტაციაზე ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარებას, რის საფუძველზეც დგება ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნა.

ნებართვა გაიცემა მხოლოდ ეკოლოგიური ექსპერტიზის დადებითი დასკვნის არსებობის შემთხვევაში.

გარემოზე ზემოქმედების შეფასება (გზშ), როგორც აღენიშნეთ, არის დაგეგმილ საქმიანობაზე დამასაბუთებელი დოკუმენტაციის შექმნისა და ამ საქმიანობაზე გარემოსდაცვითი გადაწყვეტილების მიღების პროცესებში გარემოზე ყოველგვარი მოსალოდნელი ზემოქმედების წყაროს ხასიათისა და ხარისხის განსაზღვრა, აგრეთვე, დაგეგმილი საქმიანობის ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური შედეგების შეფასება.

გზშ-ის ორგანიზებისა და ჩატარებისათვის პასუხისმგებელია საქმიანობის განმახორციელებელი. გზშ-ის შედეგად დგება გზშ-ის ანგარიში. გზშ-ის პროცედურას და გზშ-ის ანგარიშის შინაარსისადმი მოთხოვნებს განსაზღვრავს საქართველოს კანონმდებლობა და „გარემოზე ზემოქმედების შეფასების შესახებ“ დებულება, რომელსაც კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტით ამტკიცებს მინისტრი. გზშ-ის პროცედურის ჩატარებისათვის საჭირო ხარჯებს გაიღებს საქმიანობის განმახორციელებელი.

საქმიანობა შეიძლება გათავისუფლდეს გზშ-ისგან, თუ საერთო-სახელმწიფოებრივი ინტერესები მოითხოვს საქმიანობის დაწყებას და ამის შესახებ გადაწყვეტილების დროულად მიღებას. გზშ-ისგან გათავისუფლების თაობაზე საქმიანობის

განმახორციელების განცხადებას განიხილავს და შესაბამის წინადადებებს შეიმუშავებს გარემოზე ზემოქმედების სპეციალური საბჭო, რომლის შემადგენლობასა და საქმიანობის წესს განსაზღვრავს მინისტრი. ამ შემთხვევაში გარემოზე ზემოქმედების სპეციალური საბჭოს მიერ შემუშავებულ წინადადებებზე გადანყევტილებას იღებს მინისტრი დაინტერესებულ უწყებასთან შეთანხმებით.

საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია მიაწოდოს ობიექტური მონაცემები ნებართვის გამცემ ორგანოს (ხოლო მშენებლობის ნებართვის მიღების შემთხვევაში – მშენებლობის ნებართვის გამცემ ორგანოს).

ნებართვის (ან მშენებლობის ნებართვის) მიღების შემთხვევაში საქმიანობის განმახორციელებელი ვალდებულია:

ა) განახორციელოს საქმიანობა ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის პირობების შესაბამისად;

ბ) საქმიანობის განხორციელების დაწყების შემდეგ შეასრულოს გარემოზე ზემოქმედების შემამცირებელი ის ღონისძიებები, რომელთაც აუცილებლად მიიჩნევს ნებართვის გამცემი ორგანო;

გ) მშენებლობის ნებართვის მიღების შემთხვევაში როგორც მშენებლობის პროცესში, ისე სანარმოს (ობიექტის) ექსპლუატაციისას, დაიცვას ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნით მისთვის განსაზღვრული სანებართვო პირობები.

ნებართვა არ გაიცემა, თუ:

ა) დარღვეულია „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონისა და გარემოსდაცვით სფეროში საქართველოს კანონმდებლობის მოთხოვნები;

ბ) განსახორციელებელ საქმიანობაზე ეკოლოგიური ექსპერტიზის უარყოფითი დასკვნა არსებობს.

ნებართვის გამცემი ორგანოს გადანყევტილება ნებართვის გაცემაზე უარის თქმის შესახებ შეიძლება გასაჩივრდეს ზემდგომ ადმინისტრაციულ ორგანოში (თანამდებობის პირთან) ხოლო ამის შემდეგ სასამართლოში.

ნებართვის გამცემი ორგანოს უფლება-მოვალეობანი განისაზღვრება „ლიცენზიისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონის 29-ე მუხლის შესაბამისად.

სანებართვო მოწმობის დაკარგვის ან დაზიანების შემთხვევაში ნებართვის მფლობელი სამინისტროს მიმართავს წერილობითი განცხადებით სანებართვო მოწმობის დუბლიკატის გაცემის თაობაზე. განცხადების მიღებიდან ორი დღის ვადაში სამინისტრო გასცემს სანებართვო მოწმობის დუბლიკატს, შესაბამისი ინფორმაცია შეაქვს უწყებრივ სანებართვო რეესტრში და კანონით გათვალისწინებულ შემთხვევებში ამის თაობაზე აცნობებს სახელმწიფო სანებართვო რეესტრის მწარმოებელ ორგანოს სახელმწიფო სანებართვო რეესტრში შესაბამისი ცვლილების შესატანად.

სანებართვო მოწმობის დუბლიკატს აქვს ისეთივე იურიდიული ძალა, როგორიც მის დედანს. სანებართვო მოწმობის დუბლიკატის გაცემისათვის გადასახდელი მოსაკრებლის ოდენობა განისაზღვრება „სალიცენზიო და სანებართვო მოსაკრებლების შესახებ“ საქართველოს კანონით.

ნებართვის მფლობელი უფლებამოსილია, ნებართვა სხვა პირს გადასცეს. ნებართვის გადაცემის შემთხვევაში ნებართვის მფლობელი და ნებართვის მიმღები სამინისტროს მიმართავენ ერთობლივი განცხადებით, რომელშიც აღინიშნება გადასაცემი ნებართვის სახე და რეგისტრაციის ნომერი. განცხადებას ასევე უნდა ერთვოდეს:

ა) ნებართვის მფლობელისა და ნებართვის მიმღების სამენარშეო რეესტრიდან ამონაწერები – კერძო სამართლის იურიდიული პირისა და ინდივიდუალური მენარშისათვის, ხოლო საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი იდენტიფიკაციის დამადასტურებელი საბუთების ასლები – ფიზიკური პირისათვის. საჯარო სამართლის იურიდიულმა პირმა განცხადებას უნდა დაურთოს სადამფუძნებლო დოკუმენტების დამოწმებული ასლები;

ბ) ნებართვის მფლობელისა და ნებართვის მიმღების მენარშეთა და არასამენარშეო (არაკომერციული) იურიდიული პირების რეესტრიდან ამონაწერები – კერძო სამართლის იურიდიული პირისა და ინდივიდუალური მენარშისათვის, ხოლო საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი იდენტიფიკაციის დამადასტურებელი საბუთების ასლები – ფიზიკური პირისათვის. საჯარო სამართლის იურიდიულმა პირმა განცხადებას უნდა დაურთოს სადამფუძნებლო დოკუმენტების დამოწმებული ასლები;

გ) ნებართვის გასხვისების დამადასტურებელი დოკუმენტაცია.

სამინისტრო განცხადებას ნებართვის გადაცემის თაობაზე იხილავს საქართველოს ზოგადი ადმინისტრაციული კოდექსით დადგენილი მარტივი ადმინისტრაციული წარმოების წესით, შესაბამისი გადანაცვები საფუძველზე შეაქვს ცვლილებები სანებართვო რეესტრში და გასცემს სათანადო სანებართვო მონობას.

კონტროლს სანებართვო პირობების შესრულებაზე ახორციელებს სამინისტრო „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონით დადგენილი წესით.

პასუხისმგებლობა სანებართვო პირობების დარღვევისათვის და ნებართვის გაუქმების წესი განისაზღვრება „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონით.

თავი 3. საერთაშორისო საქმიანობა გარემოს დასაცავად

გარემოს დაცვა სხვადასხვა დონის – ლოკალურ, ეროვნულ და საერთაშორისო პრობლემების დონეს მოიცავს. ამის შესაბამისად ჩამოყალიბდა გარემოს დაცვის ორგანიზაციების მრავალსაფეხურიანი სტრუქტურა, სადაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს სახელმწიფოებრივ ზომებს.

ამჟამად გომოქმედება გარემოს დაცვის მრავალი გლობალური ასპექტი, რაც ქვეყნების ძალების, ცოდნის, სახსრების, ტექნიკის და სხვა გაერთიანებას მოითხოვს. ყოველი ეს განაპირობებს გარემოს დასაცავად საერთაშორისო თანამშრომლობის აუცილებლობას. დღეისათვის არსებობს ასეთი თანამშრომლობის ორი ძირითადი ფორმა:

1) მონაწილეობა საერთაშორისო გარემოს დამცველ ორგანიზაციების საქმიანობაში;

2) ორმხვრივი და მრავალმხვრივი სახელმწიფოებს შორისი კონვენციები და შეთანხმებები გარემოს დაცვისა მდგრადი ბუნებათსარგებლობის საკითხებზე.

გარემოს დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციები

1910 წელს საერთაშორისო ზოოლოგიურ კონგრესზე გამოტანილი იყო დადგენილება ბუნების დაცვის საერთაშორისო დროებითი კონგრესის შექმნის შესახებ. 1913 წელს ბერნში (შვეიცარია) შედგა 18 ქვეყნის წარმომადგენელთა კონფერენცია, რომელმაც მიიღო გადაწყვეტილება ბუნების დაცვის საერთაშორისო კომისიის შექმნის შესახებ. პირველმა მსოფლიო ომმა შეწყვიტა ამ კომისიის მუშაობა.

1920 წელს პარიზში დაარსდა ბუნების დაცვის საერთაშორისო საზოგადოება, რომელიც მეორე მსოფლიო ომის დაწყებამდე არსებობდა. 1946 და 1947 წელს პოლანდიაში (ქ. ბრიუკენში) ჩატარებულმა კონფერენციებმა დააარსეს ბუნების დაცვის საერთაშორისო ლიგა, რომელიც თავის პირველ გენერალურ ასამბლეაზე ფონტებლოში (საფრანგეთი, 1948 წ.) ბუნების დაცვის საერთაშორისო კავშირად იქნა გადაკეთებული. შემდგომში ედინბურგში (შოტლანდია, 1956 წ.) V გენერალურ ასამბლეაზე ამ კავშირმა საბოლოოდ დაიხუსტა თავისი სახელწოდება და დაერქვა ბუნების დაცვის და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირი. ამ კავშირის ხელმძღვანელობის ადგილმდებარეობაა – ქ. მორუი (შვეიცარია). ორგანიზაცია შექმნილი იყო

იუნესკოს და, კერძოდ, მისი მაშინდელი გენერალური დირექტორის, ცნობილი ბიოლოგისა და ფილოსოფოსის ილიან ხაკოლის ინიციატივით. ბუნების დაცვის და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირი წარმოდგენს ქვეყნების და აგრეთვე სახელმწიფოებრივი, საზოგადო და საერთაშორისო ორგანიზაციების თავისებურ გაერთიანებას. ამჟამად აერთიანებს 90-მდე ქვეყნის 300-ზე მეტ ეროვნულ, სახელმწიფო და საზოგადო ორგანიზაციებს, ასევე, 10 საერთაშორისო ასოციაციას. 30 ქვეყანა მონაწილეობს ამ კავშირში მთავრობების დონეზე. ზოგიერთი ქვეყნიდან განსაკუთრებით ბევრი ორგანიზაცია მონაწილეობს, მაგალითად, აშშ-დან – 36, საფრანგეთიდან, იტალიიდან, ინგლისიდან – 9-9, ბელგიაიდან – 8 და ა.შ.

ბუნების დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირი ხელს უწყობს ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნებაზე მიმართულ საერთაშორისო ღონისძიებების ცხოვრებაში გატარებას, ამ საკითხში უახლესი სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების გავრცელებას და ბუნების დაცვაზე სამეცნიერო გამოკვლევების განვითარებას, მონაწილეობს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებაზე საერთაშორისო შეთანხმებების პროექტების მომზადებაში.

ბუნების დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირის უმაღლესი გენერალური ასამბლეა, რომელიც სამ წელიწადში ერთხელ იკრიბება. ასამბლეებსა და სამეცნიერო-ტექნიკურ თათბირებზე იხილება გარემოს დაცვის მრავალი საკითხი.

კავშირის საქმიანობის ძირითადი მიმართულებაა – ცოცხალი ბუნების დაცვა. მისი ინიციატივით შეიქმნა „წითელი წიგნი“. თავიდან კავშირთან შექმნილი იყო კომისია, რომელიც შეუდგა გადაშენების გზაზე დამდგარი იშვიათი ცხოველების სახეობების შესწავლას. წლების მანძილზე კომისია აგროვებდა ინფორმაციას, რომელიც ეხებოდა მცენარეებისა და ცხოველების იშვიათ სახეობებს და მხოლოდ შემდეგ შეუდგა „წითელი წიგნის“ შექმნას. აგრეთვე შედგენილი იყო 1600 წლიდან მთლიანად დაღუპული სახეობების ე.წ. „შავი“ სია. ეს თარიღი შემთხვევით არ იყო არჩეული. საქმე იმაშია, რომ მხოლოდ XVII საუკუნის დასაწყისიდან არსებობს სამეცნიერო ნომენკლატურა და მიმდინარეობს ზუსტი დოკუმენტაცია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ესა თუ ის მცენარე ან ცხოველი მივაკუთვნოთ ამა თუ ამ გვარს ან სახეობას.

1960 წელს გამოვიდა „წითელი წიგნის“ პირველი ვარიანტი. მასში მოცემული იყო მოკლე ცნობები წარსულში და ამჟამად იშვიათი სახეობების გავრცელების შესახებ, მათი გავრცელების ინტენსივობაზე და იმ ღონისძიებებზე, რომლებსაც ატარებენ სხვადასხვა ქვეყნებში მათ დასაცავად.

წიგნის პირველ ვარიანტში შეტანილი იყო ძუძუმწოვრების 211 სახეობა და ქვესახეობა და ფრინველების 312 სახეობა და ქვესახეობა. 1971 წლიდან ამ წიგნის პირველ ტომში შეტანილი იყო ძუძუმწოვრების 236 სახეობა და 292 ქვესახეობა, მეორეში ფრინველების 287 სახეობა და 341 ქვესახეობა. მესამე ტომი მთლიანად მიეძღვნა ამფიბიებს და რეპტილიებს, მეოთხე – იშვიათ თევზებს, ხოლო მეხუთე – მცენარეებს.

ნიგნში შესატანი სახეობები იყოფა ოთხ კატეგორიად:

1. სახეობები, რომლებსაც განადგურების საშიშროება ემუქრება და რომელთა გადარჩენა სპეციალური ზომების მიღების გარეშე შეუძლებელია;

2. იშვიათი სახეობები, რომელთაც ჯერ არ ემუქრებათ განადგურება, მაგრამ საკმაოდ მცირე ტერიტორიაზე გვხვდება და რამაც უახლოეს დროში შესაძლებელია გამოიწვიოს მათი განადგურება.

3. კლებადი სახეობები, რომელიც გვხვდება ისეთი რაოდენობით, რომ შესაძლებელია მათი სახეობრივი შემადგენლობის შენარჩუნება.

4. გაურკვეველი სახეობები, ე.ი. ისეთები, რომლებიც განადგურების წინაშე დგანან, მაგრამ შეუძლებელია შეფასდეს მათი პოპულაციური მდგომარეობა.

მუშაობის შემდგომი სრულყოფისათვის ბუნების და მისი რესურსების დაცვის საერთაშორისო კომისიით შექმნილია 24 სამუშაო ჯგუფი, რომლებშიც 3-5 მეცნიერი შედის. ისინი აწარმოებენ საერთაშორისო კოორდინაციას. აღნიშნულმა ჯგუფებმა შეიმუშავეს საკმაოდ მნიშვნელოვანი ღონისძიებები და შეიტანეს კონკრეტული წინადადებები „წითელი წიგნის“ შემდგომი სრულყოფის საქმეში. ამის საფუძველზე მიღებული იყო ახალი პროექტი, რომლმაც წიგნში მოტანილი ცნობები გახადა უფრო სრულყოფილი.

„წითელი წიგნი“ გახდა განადგურების გზაზე მისული სახეობების სამუშაო პროგრამა.

1983 წელს საქართველოში გამოიცა „წითელი წიგნი“, რომელშიც ცხოველთა და მცენარეთა იშვიათი და გადაშენების პირას მისული სახეობების გარდა, შევიდა არაორგანული ბუნების ზოგიერთი ძეგლი. ავტორები აღნიშნავენ, რომ მცენარეთა და ცხოველთა სამყარო აღდგენადი რესურსებია. ადამიანთა გინიერულ და ფრთხილ მოქმედებას, მათ მიერ გარემოს სინთეზის კონტროლს, ბუნების უნიკალური და ტიპური ნაკვეთების, გენეტიკური რესურსების დაცვას, ბუნების სასიკეთოდ საერთო-სახალხო მოძრაობას მათი გამდიდრება და გაჯანსაღება შეუძლია, რაც, ცხადია, დიდ სიკეთეს მოუტანს თვით ადამიანს. „წითელი წიგნი“ საზოგადოებას გონიერული მოქმედებისაკენ მოუწოდებს. იგი მცენარეთა და ცხოველთა იშვიათი და გადაშენების პირას მისულ სახეობათა არა მხოლოდ შენარჩუნებას, არამედ მომრავლებასაც გვავალდებს, ისეთ მომრავლებას, რომელმაც უახლოეს წლებში მათი „წითელი წიგნიდან“ ამოღება უნდა განაპირობოს.

ბუნების დაცვის და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირი მუდმივ ყურადღებას აქცევს ნაკრძალებსა და ეროვნული პარკების დაარსებასა და დაცვას, ბუნების დაცვის კანონმდებლობის სრულყოფას, გრძელვადიანი დაგეგმარებისათვის ეკოლოგიური პრინციპების შემუშავებას და სხვ.

ბუნების დაცვის და ბუნებრივი რესურსების საერთაშორისო კავშირთან მჭიდროდაა დაკავშირებული გარეული ბუნების დაცვის მსოფლიო ფონდი, რომელიც 1963 წელს დაარსდა. მისი მთავარი ამოცანებია – ცოცხალი სამყაროს და ბუნებრივი ეკოსისტემების დაცვის კონკრეტული პროექტების ორგანიზაცია, მათ ფინანსირე-

ბისათვის სახსრების მოძებნა და განსახორციელებლად სპეციალისტების მოწვევა, ნაკრძალების და ეროვნული პარკების დაარსებასა და მოღვაწეობის გაუმჯობესება-ში დახმარების განევა და ა.შ.

1970 წელს სამეცნიერო კავშირების სამეცნიერო საბჭოს XIII გენერალურ ასამ-ბლეაზე დაარსდა ახალი საერთაშორისო სამეცნიერო ორგანო – გარემოს პრობლე-მებზე საერთაშორისო სამეცნიერო კომიტეტი (სკოპე). ამავე ასამბლეამ განიხილა სკოპე-ს მუშაობის წინასწარი პროგრამა. პროგრამა ითვალისწინებდა საქმოდ დიდი მოცულობით გამოკვლევების ჩატარებას – დანყებული მოსახლეობის ზრდის პრობ-ლემებიდან დამთავრებული რეაქტიული თვითმფრინავების გავლენით ატმოსფე-როს შემადგენლობის შემცველობაზე. სკოპე შეიცავს შვიდ საერთაშორისო სამეც-ნიერო-კვლევით პროექტს – 1) ბიოგეოქიმიური ციკლები; 2) ადამიანის ზეგავლენა ალდგენად ბუნებრივ რესურსებზე; 3) ადამიანთა დასახლებები და გარემო; 4) გარე-მოს ტოქსიკოლოგია (ეკოტოქსიკოლოგია); 5) იმიტაციური (მათემატიკური) მოდე-ლირება; 6) გარემოს მონიტორინგი; 7) გარემოს ინფორმაციაზე საზოგადოების შე-ფასება და რეაქცია.

1971 წელს იუნესკოს გენერალური კონფერენციის მეთექვსმეტე სესიაზე მიღე-ბულ იქნა იუნესკოს ახალი საერთაშორისო, მთავრობაშორისო პროგრამა – „ადამია-ნი და ბიოსფერო“ (მბბ). პროგრამა „ადამიანი და ბიოსფერო“ (The Man and the Biosphere Programme (MAB) წარმოადგენს იუნესკოს ბიოლოგიური პროგრამის გაგრძელებას. პროგრამის გამოკვლევების დისციპლინაშორისი, პრობლემური ხასიათი წარმოდ-გენს გამოკვლევებისადმი, სპეციალისტების მომზადებისადმი და მოღვაწეობისად-მი, რომელიც გულისხმობს გარემოსთან ადამიანის ურთიერთდამოკიდებულების გაუმჯობესების ახალ, ინტეგრირებულ მიდგომას. ამ პროგრამის თანახმად ცხოვ-რებისაგან მოწყვეტილი გამოკვლევები უკვე არ იძლევა ინფორმაციას, რომელიც საჭიროა იმათთვის, ვინც უნდა ლებულობდეს გადამწყვეტ ზომებს მსოფლიოში, სა-დაც იზრდება სიძნელებები. „მბბ“-ი ცდილობს დაარღვიოს მოძველებული ბარიერები მეცნიერებს შორის და სთავაზობს მიდგომას, რომელიც ეყრდნობა ქვეყნების ერ-თობლივ მოქმედებას. ყოველი ქვეყანა სხვა ქვეყნებთან ერთად ამუშავებს პრობლე-მების, ანუ პროექტების სერიას, რომ მიიღონ შესაძარბელი შედეგები, რომლებიც, საბოლოოდ, შეიძლება განზოგადდეს „მბბ“-ის პროექტებით: 1) ტროპიკულ და სუბ-ტროპიკულ ეკოსისტემებზე ადამიანის საქმიანობის გაძლიერების ეკოლოგიური შე-დეგები; 2) ზომიერი ზონის და ხმელთაშუა ზღვის ტყის ლანდშაფტებზე სხვადასხვა სახის მინათმობმარების და მეურნეობის პრაქტიკის ეკოლოგიური გავლენა; 3) ადა-მიანის საქმიანობის და მინათმობმარების ხერხების ზეგავლენა საძოვრებზე; საეანა და ბალახეული ლანდშაფტები (ზომიერიდან გვალვიან რაიონებამდე); 4) ადამიანის საქმიანობის გავლენა გვალვიანი და ნახევრადგვალვიანი ზონების ეკოსისტემების დინამიკაზე, ირიგაციის შედეგებზე ყურადღების განსაკუთრებული გამახვილებით; 5) ტყეების, ჭაობების, მდინარეების, დელტების, ესტუარიების და მდინარისპირა რაიონების რესურსებსა და მნიშვნელობაზე ადამიანის საქმიანობის ეკოლოგიური

გავლენა; 6) ადამიანის მოღვაწეობის გავლენა მთის და ტუნდრის ეკოსისტემებზე; 7) კუნძულებიანი ეკოსისტემების ეკოლოგია და რაციონალური გამოყენება; 8) ბუნებრივი რაიონების და მათი გენეტიკური მასალის შენარჩუნება; 9) ხმელეთის და წყლის ეკოსისტემებში სასუქების გამოყენების და სასოფლო-სამეურნეო მავნებლებთან ბრძოლის ეკოლოგიური შეფასება; 10) ადამიანსა და გარემოზე საინჟინრო-ტექნიკური სამუშაოების ძირითადი სახეების გავლენა; 11) საქალაქო სისტემების ეკოლოგიური ასპექტები ენერგიის გამოყენებას ყურადღების განსაკუთრებული გამახვილებით; 12) გარემოს გარდაქმნის და შეგუების სტრუქტურის დემოგრაფიკა და მოსახლეობის გენეტიკას შორის ურთიერთმოქმედება; 13) გარემოს მდგომარეობის გარემო; 14) გარემოს მდგომარეობის და მისი ბიოსფეროზე ზემოქმედების გამოკვლევა.

ამგვარად, პროგრამა „ადამიანი და ბიოსფერო“ (მპბ) ძირითადი მიზნებია ფუნდამენტური ეკოლოგიური მრავალდარგოვანი გამოკვლევების ეფექტურობის ამაღლება, ეკოლოგიის დარგში მეცნიერების სხვადასხვა დარგის მუშაობის შეთანხმება, მიღებული სამეცნიერო შედეგების პრაქტიკული რეალიზაციის ხელის შეწყობა, მდგრადი განვითარებისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პრინციპების დანერგვა და ამ მიმართებით წარმოებული მუშაობის გაძლიერება, ეკოლოგიური ცოდნიის პროპაგანდა და ეკოლოგიური ცნობიერების ამაღლება, ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიური შედეგების განსაზღვრა ბიომრავალფეროვნების შემცირების შედეგად.

საქმიანობის ძირითადი მიმართულება არის ბიომრავალფეროვნების დანაკარგების შემცირება მეცნიერული მიღწევების ფართო გამოყენებით. ეს უნდა ხდებოდეს ქვეყანაში ბიოსფერული რეზერვატის დაფუძნებით. სამწუხაროდ, ასეთი რეზერვატი დღემდე არ არსებობს, თუმცა, ეროვნული კომიტეტი აქტიურად საქმიანობდა, ჩატარდა კვლევები ცალკეულ რეგიონებში მომავალი რეზერვატის შესაძლო ადგილმდებარეობის შერჩევის მიზნით, ორგანიზებულ იქნა საერთაშორისო სიმპოზიუმები, გამოიცა ლიტერატურა, იუნესკოს გენერალური მდივნის გადამწყვეტილებით საქართველოს სახელმწიფო აგრარულ უნივერსიტეტში დაარსდა ბიოსფერული რეზერვატების კათედრა, უნივერსიტეტის სტუდენტებისთვის იკითხება სათანადო სალექციო კურსი და სხვ. იუნესკოს დაფინანსებით 2003-2004 წლებში შესრულდა პროექტი რეგიონების შედარებითი დახასიათება საქართველოში პირველი ბიოსფერული რეზერვატის შესაქმნელად. მაგრამ საქართველოში ბიოსფერული რეზერვატის შექმნა რჩება ყველაზე აქტუალურ პრობლემად. უცილებელია მომზადდეს ბიოსფერული რეზერვატის შესახებ კანონის პროექტი და წარედგინოს საქართველოს პარლამენტს. ამ კანონის მიღება წარმოადგენს აუცილებელ პირობას ბიოსფერული რეზერვატის დაფუძნებისთვის.

პროგრამა „ადამიანი და ბიოსფერო“ (მპბ) თავისი მუშაობისთვის იყენებს ბიოსფერული რეზერვატების მსოფლიო ბაზეს.

პირველი ბიოსფერული ნაკრძალი შეიქმნა აშშ-ში 1976 წელს.

1983 წელს მინსკში ჩატარდა ბიოსფერული ნაკრძალების პირველი საერთაშორისო კონგრესი. ამ კონგრესზე განისაზღვრა ბიოსფერულ ნაკრძალებში საქმიანობის სამი ძირითადი მიმართულება:

- კვლევა;
- მონიტორინგი;
- ურთიერთობა ადგილობრივ მოსახლეობასთან.

1995 წელს სევილიაში (ესპანეთი) მიღებულ იქნა სევილიის სტრატეგია ბიოსფერული რეზერვატებისთვის.

სევილიის სტრატეგია აისახა მადრიდის მოქმედების გეგმაში 2008 წელს.

ბიოსფერული რეზერვატებისთვის გაერომ შემოიღო ზონირების კონცეფცია, რომელიც ითვალისწინებს სამ სპეციალურ ზონას: ბირთვი, ბუფერული ზონა და გარდამავალი ზონა ან ადგილობრივ მოსახლეობასთან თანამშრომლობის ზონა.

საერთოდ იუნესკო სთავაზობს პროგრამის რეალიზაციის შემდეგ მიდგომას:

- ბიომრავალფეროვნების დანაკარგების მაქსიმალური შემცირება შესაბამისი მეცნიერული ცოდნის გამოყენებით;
- გარემოს შენარჩუნების დონის ამაღლება ბიოსფერული ნაკრძალების საერთაშორისო ქსელის შექმნით;
- კულტურულ და ბიოლოგიურ მრავალფეროვნებას შორის ურთიერთქმედების გაზრდა.

პროგრამას „ადამიანი და ბიოსფერო“ ხელმძღვანელობს საერთაშორისო საკოორდინაციო საბჭო და ეროვნული კომიტეტები. საერთაშორისო საკოორდინაციო საბჭო შედგება 34 წევრისგან, რომლებსაც ირჩევენ 2 წლით იუნესკოს გენერალურ კონფერენციაზე.

1978 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის, საგარეო საქმეთა სამინისტროს და მეცნიერებათა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის ერთიანი დადგენილებით დაარსდა „მაბ“-ის საართველოს ეროვნული კომიტეტი რომლის პირველი პრეზიდენტი იყო აკადემიკოსი ლეო გაბუნია, 2000 წლიდან – აკადემიკოსი ცოტნე მირცხულავა, ხოლო 2010 წლიდან საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორეპონდენტი თენგიზ ურუშაძე.

1968 წელს შევდეთის დელეგაციამ გაერთიანებული ერების ორგანიზაციაში შემოიტანა წინადადება გარემოს დაცვისადმი სპეციალური კონფერენციის მოწვევის თაობაზე. ეს კონფერენცია გაიხსნა სტოკჰოლმში 1972 წელს 5 ივნისს. კონფერენციაზე მიიღეს იაპონიის და სენეგალის დელეგაციების წინადადება რათა ყოველ წელს 5 ივნისი (კონფერენციის გახსნის დღე) აღინიშნოს როგორც გარემოს მსოფლიო დღე.

1973 წლიდან ამოქმედდა ახალი სპეციალიზებული დაწესებულება „გარემოზე გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის პროგრამა“ (იუნეპ), რომლის შტაბ-ბინა პირველად დაარსდა განვითარებადი ქვეყნის დედაქალაქში – ნაირობი (კენია). „იუნეპ“-ის ერთ-ერთი წამოწყებაა ბიოსფეროს მდგომარეობასა და შეცვლაზე მეთვალყურეობის (მონიტორინგის) სადგურების საერთაშორისო სისტემის შექმნა.

გარდა ზოგადი საერთაშორისო ბუნებისდამცველი ორგანიზაციებისა არსებობს ცალკეული ბუნებრივი რესურსების დაცვის საერთაშორისო გაერთიანებები. ასე, მაგალითად, 1965 წელს შეიქმნა ზედაპირული წყლებით გაჭუჭყიანებისგან წყალსატევების დაცვის პრობლემებზე საერთაშორისო საბჭო. ამ საკითხზე ტარდება საერთაშორისო კონფერენციები და იდება კონვენციები.

ბუნების დაცვის პირველი მუდმივმოქმედი ინტერნაციონალური ორგანიზაცია დაარსდა ჯერ კიდევ 1922 წელს – ფრინველების დაცვის საერთაშორისო საბჭო. ასევე, ალინიშნოს გარემოს დაცვისა და გამოკვლევის ახალგაზრდობის საერთაშორისო ფედერაცია, ნადირობის საკითხებზე საერთაშორისო საბჭო და მრავალი სხვა. საგანგებოდ უნდა აღინიშნოს ე.წ. საერთაშორისო სატყეო კოალიციის აქტიური საქმიანობა, რომლის ერთ-ერთი ხელმძღვანელი წლების მანძილზე იყო ალექსანდრე (სანდრო) ურუმადე.

კონვენციები და სხვა სახელმწიფოებრივი შეთანხმებები

დღევანდელი საქართველოს აღმშენებლობის პროცესში ქვეყნის გარემოსდაცვითი პოლიტიკის განსაზღვრა ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს საკითხს წარმოადგენს. საქართველოს კონსტიტუციის თანახმად, ყველა ადამიანს აქვს უფლება, ცხოვრობდეს ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოში, მიიღოს სრული, ობიექტური და დროული ინფორმაცია სამუშაო და საცხოვრებელი გარემოს შესახებ. ქვეყნებში დასავლური დემოკრატიის ტიპის განვითარების ერთ-ერთ მიმართულებას საერთაშორისო სტრუქტურულთან მჭიდრო თანამშრომლობა წარმოადგენს. საქართველო, რომელიც სწორედ ამ ტიპის დემოკრატიის განვითარების გზას ადგას, მიზანმიმართულად მიისწრაფვის საერთაშორისო ურთიერთობების გაფართოებისა და გაუმჯობესებისაკენ. გარემოსდაცვითი კუთხით, ამას ადასტურებს ის გარემოებაც, რომ საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტრო, რომელიც წარმოადგენს ქვეყანაში გარემოსდაცვით საკითხებზე კომპეტენტურ უწყებას, საქართველოს სახელით აქტიურად მონაწილეობს მთელ რიგ საერთაშორისო პროცესებში და, ასევე, წარმოადგენს ოფიციალურ პასუხისმგებელ უწყებას ქვემოთ ჩამოთვლილი საერთაშორისო გარემოსდაცვითი ხელშეკრულებების განხორციელებაზე საქართველოში:

კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისა და მისი „კიოტოს“ ოქმი თეალისწინებს სათბურის გაზების ემისიის შემცირებისა და კლიმატის ცვლილებისადმი ადაპტაციისათვის საჭირო ღონისძიებების გატარებას (www.unfccc.int).

კონვენციის მხარეა 196 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 1994 წლიდან. ოქმის მხარეა 187 ქვეყანა; საქართველო ოქმის მხარეა 2005 წლიდან.

კლიმატის ცვლილება, ბოლო წლებში, მსოფლიო პრიორიტეტს წარმოადგენს და, შესაბამისად, საქართველოც აქტიურად არის ჩაბმული ამ საქმიანობაში. საქართველო წარმოადგენს გაეროს კლიმატის ჩარჩო კონვენციის დანართ 1-ში არჩარ-

თულ მხარეს, რაც ნიშნავს, რომ საქართველოს არა აქვს აღებული ვალდებულება სათბურის ეფექტის მქონე გაზების შეზღუდვაზე კონკრეტული თარიღისთვის. დანართ 1-ში არჩართული მხარეების ვალდებულებას კონვენციისადმი წარმოადგენს ქვეყნების მიერ ეროვნული შეტყობინებების მომზადება და კონვენციის სამდივნოში წარდგენა. ეროვნული შეტყობინება აღწერს ქვეყნის მდგომარეობას სათბურის ეფექტის მქონე გაზების გაფრქვევის თვალსაზრისით და აკეთებს შეფასებებს. საქართველოს სამდივნოში წარდგენილი აქვს ორი ეროვნული შეტყობინება და ამჟამად ქვეყანა მუშაობს მესამე ეროვნული შეტყობინების მოსამზადებლად.

საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში გაკეთებული შეფასებების საფუძველზე გამოიკვეთა ის რეგიონები, სადაც ნათელია კლიმატის ცვლილების ნეგატიური ზემოქმედება. კლიმატის ცვლილების მიმართ განსაკუთრებით მოწყვლადია შავი ზღვის სანაპირო ზონა, სემიარიდული რეგიონები, კერძოდ კი აქ არსებული სასოფლო-სამეურნეო საეარგულები, საძოვრები და მაღალმთიანი რეგიონები.

საქართველო, ასევე, მუშაობს სუფთა განვითარების მექანიზმის (სბმ) სრული სიძლიერით ამოქმედებაზე (2012 წლამდე, როდესაც მთავრდება კიოტოს ოქმით გათვალისწინებული პირველი სავალდებულო პერიოდი). სბმ საშუალებას აძლევს საქართველოს განახორციელოს სათბურის გაზების ემისიის შემამცირებელი ისეთი პროექტი, რომელიც ხელს უწყობს ქვეყნის მდგრად განვითარებას და რომელიც სბმ-ის გარეშე ვერ განხორციელდებოდა. „შემცირებული ემისიების“ გაყიდვიდან მიღებული შემოსავალი, ე.წ. „ნახშირბადის კრედიტები“, კი, ფაქტობრივად, ახალი ტიპის „გარემოსდაცვით ინვესტიციას“ წარმოადგენს.

შავი ზღვის დაბინძურებისაგან დაცვის კონვენციის მიზანია შავი ზღვის დაბინძურების პრევენცია, შემცირება და კონტროლი (www.blacksea-ommission.org).

კონვენციის მხარეა 6 ქვეყანა (ბულგარეთის რესპუბლიკა, საქართველო, რუმინეთი, რუსეთის ფედერაცია, თურქეთის რესპუბლიკა და უკრაინა); საქართველო კონვენციის მხარეა 1994 წლიდან.

ავისტოს ომის შემდეგ, ძალზედ მნიშვნელოვანია ამ კონვენციის ყველა ქმედებაში აქტიური მონაწილეობა, განსაკუთრებით საქართველოს მხარის ხელმოწერა იურიდიულად ხელშემკერდ დოკუმენტებზე შავი ზღვის დანარჩენ ხუთ ქვეყანასთან ერთად (მათ შორის, რუსეთის ფედერაცია), რაც ითვლება კიდევ ერთ ხაზგასმად იმისა, რომ შავი ზღვის სანაპირო ზოლს ინანილებს ექვსი ქვეყანა. ყველა შეხვედრაზე რუსეთის ფედერაცია იძულებული ხდება შეითანხმოს დოკუმენტები, რომლებიც დასტურდება, რომ შავი ზღვის სანაპირო ზოლს ინანილებს 6 ქვეყანა. ამდენად, კონვენციას შავი ზღვის ეკოსისტემის დაცვის სამომავლო უზრუნველყოფის გარდა, სხვა პოლიტიკური დატვირთვაც გააჩნდა.

ევროკავშირმა გამოთქვა სურვილი გახდეს კონვენციის მე-7 მხარე, როგორც რეგიონული ინტეგრაციის ორგანიზაცია, რის შედეგადაც გაიზრდება ევროკავშირის გავლენა შავი ზღვის რეგიონში. 2009 წელს ბულგარეთისა და რუმინეთის მიერ

ნამოყენებულ იქნა კონვენციის ტექსტის შესაბამისი ცვლილება, რომლის ძალაში შესვლის შემდეგ ევროკავშირი შესძლებს კონვენციის მხარედ გახდომას. ნამოყენებულ ცვლილებას მხარს უჭერს საქართველო და უკრაინა, ეწინააღმდეგება რუსეთის ფედერაცია და თავს იკავებს თურქეთი. ამ გადაწყვეტილების წარმატებით განსახორციელებლად საქართველო აქტიურად თანამშრომლობს ევროკავშირთან.

კონვენცია ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შესახებ მიზნად ისახავს ბიოლოგიური მრავალფეროვნების დაცვასა და შენარჩუნებას, მისი კომპონენტების მდგრად გამოყენებას და გენეტიკური რესურსების გამოყენებით მიღებული სარგებლის თანაბრად განაწილებას (www.biodiv.org).

კონვენციის მხარეა 193 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 1994 წლიდან.

2005 წლის თებერვალში მთავრობის დადგენილებით დამტკიცდა საქართველოს ბიომრავალფეროვნების დაცვის სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა. იგი წარმოადგენს ჩარჩო დოკუმენტს, რომლის მიხედვითაც საქართველოში უნდა წარიმართოს კოორდინირებული საქმიანობა ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციის სფეროში მომავალი 10 წლის განმავლობაში.

ბიოლოგიური მრავალფეროვნების კონვენციის ბიოუსაფრთხოების კარტახენას ოქმი არეგულირებს გენეტიკურად მოდიფიცირებულ ორგანიზმებს და მის პროდუქტებს. აწესებს დაცვის რეჟიმებს ქვეყნებისთვის.

ოქმის მხარეა 160 ქვეყანა; საქართველო ოქმის მხარეა 2009 წლიდან.

2008 წელს საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებით მოხდა ოქმის რატიფიცირება (სასწრაფოდ), ვინაიდან დადგა მთელ რიგ პოლიტიკურ მოლაპარაკებებში საქართველოს მონაწილეობის აუცილებლობა, რის საშუალებასაც ოქმის მხარედ ყოფნა იძლევა.

გადაშენების პირას მყოფი ველური ფაუნისა და ფლორის სახეობებით საერთაშორისო ვაჭრობის შესახებ კონვენციის (CITES) ერთ-ერთ ძირითად მიზანს წარმოადგენს საერთაშორისო თანამშრომლობის გაძლიერება ველური ფაუნისა და ფლორის სახეობებით უკონტროლო და დაურეგულირებელ საერთაშორისო ვაჭრობის საკითხში (www.cites.org).

კონვენციის მხარეა 175 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 1996 წლიდან.

საქართველოში, კონვენციის ფარგლებში, კომერციული მიზნით საერთაშორისო ვაჭრობა (ექსპორტი) ხორციელდება ორი სახეობის მცენარეთა ნიმუშით (თეთრყვავილა და ყოჩივარდა) – ყოველწლიურად 15 მილიონი თეთრყვავილას ბოლქვი (გარდა ამისა 2010 წლისათვის კვოტა დამტკიცებულია ყოჩივარდას 500 000 გორგლის ექსპორტისათვის).

კონვენცია საერთაშორისო მნიშვნელობის ჭარბტენიანი, განსაკუთრებით, წყლის ფრინველთა საბინადროდ ვარგისი ტერიტორიების შესახებ (რამსარი) არეგულირებს ჭარბტენიანი ტერიტორიების კონსერვაციას და რამდენადაც ეს შესაძლებელია, ქვეყნების ტერიტორიაზე მდებარე ჭარბტენიანი ადგილების გონივრულ გამოყენებას (www.ramsar.org).

კონვენციის მხარეა 160 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 1997 წლიდან. ჭარბტენიანი ტერიტორიები წარმოადგენს სერიოზულ ეკონომიკურ, კულტურულ, მეცნიერულ და რეკრეაციული მნიშვნელობის რესურსს. ამ კონვენციის წევრობა კი საშუალებას იძლევა მსოფლიოს მასშტაბით პოპულარიზაცია გაუკეთდეს საქართველოს უნიკალურ ჭარბტენიან ტერიტორიებს. ამის ნათელი მაგალითია 2010 წლის აპრილში ქობულეთში ჩატარებული აღმასრულებელი კომიტეტის შეხვედრა, რომელიც პირველად ჩატარდა შევიცარიის გარეთ.

ოზონის შრის დაცვის შესახებ ვენის კონვენცია და მონრეალის ოქმი ოზონის შრის დამშლელ ნივთიერებათა შესახებ.

საქართველო ვენის კონვენციის მახარეა 1996 წლიდან, ხოლო მონრეალის ოქმის – 1997 წლიდან.

„ოზონის შრის დამშლელ ნივთიერებათა შესახებ“ მონრეალის 1987 წლის ოქმის ფარგლებში საქართველოს მიერ ნაკისრი ვალდებულებების შესრულების მიზნით, გაეროს გარემოსდაცვითი პროგრამისა და გაეროს განვითარების პროგრამის ხელშეწყობით და მრავალმხრივი ფონდის ფინანსურა მხარდაჭერით, 1997 წელს შემუშავებულ იქნა ეროვნული პროგრამა ოზონდამშლელ ნივთიერებათა მოხმარების ეტაპობრივი შემცირებისა და, საბოლოოდ, მათი ხმარებიდან ამოღების მიზნით.

ეროვნული პროგრამის ფარგლებში დადგინდა:

- საქართველოში ოზონდამშლელი ნივთიერებების მოხმარების საბაზისო დონე;
- საქართველოში ოზონდამშლელი ნივთიერებების მოხმარების ძირითადი დარგები;
- საქართველოს მთავრობის სტრატეგია ოზონდამშლელ ნივთიერებებთან დაკავშირებით;
- საქართველოში ოზონდამშლელ ნივთიერებათა ხმარებიდან ამოღების ლონისძიებათა გეგმა.

„სახიფათო ნარჩენების ტრანსსასაზღვრო გადაზიდვებისა და მათ განთავსებაზე კონტროლის შესახებ“ კონვენცია (ბაზელის კონვენცია) არეგულირებს ქვეყანაში შემოსული და მის ტერიტორიაზე გავლილი ნარჩენების სახეობებსა და რაოდენობას (www.basel.int).

კონვენციის მხარეა 173 ქვეყანა; საქართველო ბაზელის კონვენციის მხარეა 1999 წლიდან.

კონვენციით გათვალისწინებული საკითხების დარეგულირება, რომელიც სახიფათო ნარჩენებს ეხება, ძალზედ მნიშვნელოვანია ქვეყნის უსაფრთხოებისათვის. კონვენცია ქვეყანას იცავს სახიფათო ტვირთების ტრანსსასაზღვრო მოძრაობისგან.

შორ მანძილებზე ჰაერის ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების კონვენცია ევროპის რეგიონის ფარგლებში სამეცნიერო თანამშრომლობისა და სამოქმედო გეგმების გზით მნიშვნელოვანი გარემოსდაცვითი პრობლემების გადაწყვეტის მიზნით შეიქმნა. კონვენციას გააჩნია 8 ოქმი, სადაც განერილია სპეციფიკური ქმედებები, რისი

საშუალებითაც მხარე ქვეყნები ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევებს შეამცირებენ (www.unecce.org/env/lrtap).

კონვენციის მხარეა 51 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 1999 წლიდან.

კონვენციის მიზანია უზრუნველყოს მხარე ქვეყნების მიერ გარკვეული დამაბინძურებელი ნივთიერებების გაფრქვევების შეზღუდვა, შეძლებისდაგვარად მათი ეტაპობრივი შემცირება და შორ მანძილებზე ჰაერის დაბინძურების პრევენცია. ინფორმაციის გაცვლის, კონსულტაციების, კვლევებისა და მონიტორინგის გზით ჰაერის დაბინძურების შესამცირებლად მხარე ქვეყნები ქმნიან და განახორციელებენ სამოქმედო გეგმებს და სტრატეგიებს.

კონვენციის „ევროპაში ჰაერის დამაბინძურებლების შორ მანძილებზე გავრცელების მონიტორინგისა და შეფასების ერთობლივი პროგრამის გრძელვადიანი დაფინანსების შესახებ“ (EMEP) ოქმთან საქართველოს მიერთების ხელშეწყობის მიზნით და ნორვეგიის მთავრობის ხელშეწყობით აბასთუმანში განთავსდა ატმოსფერული ჰაერის ფონური დაბინძურების მონიტორინგის სადგური, რომლის საშუალებითაც ქვეყანა ევროპის ჰაერის მონიტორინგის ქსელს შეუერთდა.

„გაუდაბნობის წინააღმდეგ ბრძოლის“ კონვენცია მიზნად ისახავს გაუდაბნოებასთან ბრძოლას და გვალვის შედეგების შემცირებას ეფექტური ზომების გამოყენებით ეროვნულ და საერთაშორისო დონეზე თანამშრომლობით (www.unccd.int).

კონვენციის მხარეა 193 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 1999 წლიდან.

გაუდაბნოება, გარდა იმისა, რომ საფრთხეს უქმნის გარემოს მდგომარეობას ამავე დროს არის მრავალი პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების მიზეზი.

საქართველოსთვის გაუდაბნოება არა მარტო ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური, არამედ კლიმატური პრობლემაცაა. გლობალური დათბობა სერიოზულ საფრთხეს უქმნის კავკასიონის მყინვარებს და, მიუხედავად იმისა, რომ საქართველო არ იმყოფება უდაბნოების ზონის უშუალო მახლობლობაში, მოსალოდნელი გლობალური დათბობის ფონზე მის აღმოსავლეთ ნაწილში ზოგიერთ რეგიონს (გარე კახეთი, ქვემო ქართლი) სისტემატური გვალვიანობის შემთხვევაში შეიძლება რეალურად შეექმნას ლოკალური გაუდაბნოების საშიშროება. აღმოსავლეთ საქართველოში ხდება გაუდაბნოების პროცესის გააქტიურება მინის რესურსების არამდგრადი გამოყენების (არასწორი ირიგაცია, კულტივაცია, ტყეების ჩეხვა, ჭარბი ძოვება) და კლიმატური პირობების (ნალექიანობის შემცირების) გამო. გაუდაბნოებულია დაახლოებით 3 000 ჰა, რომელიც მოიცავს შირაქის, ელდარის, იორის, ტარიბანას, ნატბეურის, ნაომარის, ოლეს, ჯაირან-ჩოლის ველებს, მათ გამყოფ ქედებს, ზეგნებს და კახეთის ქედის სამხრეთ ფერდობის უმეტეს ნაწილს. ისეთი მცირემიწიანი ქვეყნისათვის კი, როგორც საქართველოა, სადაც ერთ სულ მოსახლეზე მოდის 0,14 ჰა სახნავი მიწის ფართობი, ყოველი ჰექტარი მიწის დაკარგვა უნდა განიხილებოდეს, როგორც მნიშვნელოვანი საფრთხე.

კონვენცია „ველური ცხოველების მიგრირებადი სახეობების დაცვის შესახებ“ (ბონის კონვენცია) მიზნად ისახავს ყველა მიგრირებადი ცხოველის დაცვას მთელი სამიგრაციო გზის გაყოლებაზე. ამ კონვენციას აქვს დიდი მნიშვნელობა როგორც თავად სახეობების და მათი ჰაბიტატების დაცვისა და შენარჩუნების თვალსაზრისით, აგრეთვე, სამეზობლო პოლიტიკის თვალსაზრისით, ვინაიდან, თუ რომელიმე ქვეყანა არ განახორციელებს კონვენციით განსაზღვრულ პირობებს, დანარჩენი ქვეყნების ძალისხმევას აზრი ეკარგება.

კონვენციის მხარეა 114 ქვეყანა; საქართველო ბონის კონვენციის მხარეა 2000 წლიდან.

კონვენციის განხორციელების გაადვილების მიზნით მისი ეგიდით შექმნილია სამი ხელშეკრულება:

– შეთანხმება „აფრიკა-ევრაზიის წყალმცურავი ფრინველების დაცვის“ შესახებ მიზნად ისახავს წყალმცურავი ფრინველების დაცვას.

შეთანხმების მხარეა 63 ქვეყანა; საქართველო შეთანხმების მხარეა 2001 წლიდან.

ამ ხელშეკრულებას განსაკუთრებული ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს იმ თვალსაზრისით, რომ ფრინველების სანახავად ქვეყნებში მრავალი ტურისტი ჩადის ყოველწლიურად. რაც ქვეყნისთვის მნიშვნელოვან შემოსავალს გულისხმობს. ხოლო რაც უფრო დაცულია ფრინველთა სახეობები (რაშიც შეთანხმების მხარე ქვეყნებს სამდივნო სერიოზულ ყურადღებას აქცევს და სათანადო მხარდაჭერასაც უცხადებს) ბუნებრივია, მით მეტია ტურისტების რაოდენობა.

– შეთანხმება „შავი ზღვის, ხმელთაშუა ზღვის და ატლანტის ოკეანის მიმდებარე ტერიტორიის ვეშაპისებრთა დაცვის შესახებ“ მიზნად ისახავს დელფინების გარკვეული სახეობების დაცვას.

შეთანხმების მხარეა 21 ქვეყანა; საქართველო შეთანხმების მხარეა 2001 წლიდან.

დელფინებს, გარდა იმისა, რომ ზღვის ეკოსისტემაში მნიშვნელოვანი როლი აქვთ, და მათი დაცვა აუცილებელია, ვინაიდან შავი ზღვის პოპულაციები კრიტიკულ ზღვარზე იმყოფება. ამასთანავე, მათ პოტენციური ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვთ. შესაძლებელია დელფინების „ვოთინგის“ საშუალებით ტურისტების სერიოზული დაინტერესება. საერთაშორისო გამოცდილების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ასეთი საქმიანობა მნიშვნელოვანი შემოსავლის წყაროა. ამ ხელშეკრულების მხარე ქვეყნებს სამდივნო ეხმარება დონორების მოძიებაში.

– შეთანხმება ხელფრთიანთა ევროპის პოპულაციების დაცვის შესახებ. მიზნად ისახავს ევროპის რეგიონში ხელფრთიანთა, კერძოდ, ღამურების დაცვას.

შეთანხმების მხარეა 79 ქვეყანა; საქართველო შეთანხმების მხარეა 2001 წლიდან.

ღამურები წარმოადგენენ გარემოს სისუფთავის ინდიკატორ სახეობებს. გარდა ამისა მათ ძალზე მნიშვნელოვანი როლი აკისრიათ ეკოსისტემების ბალანსის შესანარჩუნებლად (დღე-ღამის განმავლობაში ერთი ღამურა თავისი სხეულის წონის ორ მესამედ მწერს ანადგურებს, სადაც დიდია მავნე მწერთა რაოდენობა), ხოლო ეკოლოგიური ბალანსის დარღვევის შემთხვევაში ეკონომიკამ, და კერძოდ, სოფ-

ლის მეურნეობამ შეიძლება სერიოზული ზარალი განიცადოს. გარდა ამისა, ამ ხელშეკრულების წევრობა გვაძლევს საშუალებას დაფინანსდეს კავკასიის რეგიონული პროექტები, სადაც საქართველოს ლიდერის პოზიცია უკავია, ხოლო მსხვილ სამშენებლო კომპანიებს ვაიძულოთ გარემოზე ზემოქმედების შემარბილებელი ღონისძიებების გატარება.

კონვენცია გარემოსდაცვით საკითხებთან დაკავშირებული ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის, გადანეწეტილების მიღების პროცესში საზოგადოების მონაწილეობის და ამ სფეროში მართლმსაჯულების საკითხებზე ხელმისაწვდომობის შესახებ (ორპუსის კონვენცია) (www.unccc.org/cnv/pp).

კონვენციის მხარეა 45 ქვეყანა, მათ შორის — ევროგაერთიანება; საქართველო ორპუსის კონვენციის მხარეა 2001 წლიდან.

ორპუსის კონვენცია ახალი ტიპის გარემოსდაცვითი შეთანხმებაა, რომელიც: ერთმანეთთან აკავშირებს ადამიანი უფლებებსა და გარემოსდაცვით უფლებებს; აღიარებს ჩვენს ვალდებულებებს მომავალი თაობების წინაშე; ადასტურებს, რომ მდგრადი განათლება მხოლოდ ყველა დაინტერესებული მხარის მონაწილეობით მიიღწევა; ერთმანეთთან აკავშირებს მთავრობის პასუხისმგებლობას და გარემოს დაცვას; ფოკუსირებულია საზოგადოებასა და მთავრობას შორის დემოკრატიულ ურთიერთობაზე. ორპუსის კონვენცია საშუალებას აძლევს ქვეყნებს, განავითარონ დემოკრატიული, სამოქალაქო საზოგადოება, სადაც დაცული იქნება თითოეული ადამიანის უფლება – ცხოვრობდეს ჯანსაღ გარემოში.

2005 წელს ევროპის უსაფრთხოებისა და თანამშრომლობის ორგანიზაციის (ეუთო) და საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს ერთობლივი ინიციატივით დაარსდა „ორპუსის ცენტრი“ (www.aarhus.ge), რომლის მიზანსაც საქართველოში ორპუსის კონვენციით ნაკისრი ვალდებულებების განხორციელების ხელშეწყობა წარმოადგენს.

მდგრადი ორგანული დამბინძურებლების (მოდ) შესახებ კონვენცია (სტოკჰოლმის კონვენცია) საფუძველს უყრის მმლ-ების საერთაშორისო რეგულირებას. კონვენციის მიზანია, მიიღოს ზომები როგორც მმლ-ების პირდაპირი და ირიბი გზით წარმოშობის, ისევე არსებული შემცირების ან სრული აღკვეთისათვის (www.pops.int).

კონვენციის მხარეა 172 ქვეყანა; საქართველო სტოკჰოლმის კონვენციის მხარეა 2007 წლიდან.

სტოკჰოლმის კონვენცია ითვალისწინებს როგორც ტექნიკურ, ასევე ფინანსურ დახმარებას განვითარებადი და გარდამავალი ეკონომიკის ქვეყნების შესაძლებლობათა პოტენციალის გაძლიერებისათვის კონვენციის მოთხოვნათა დანერგვის, ეროვნული სამოქმედო გეგმის შედგენისა და შემდგომში მისი განხორციელების მიზნით.

ამ კონვენციის მხარედ ყოფნა წარმოადგენს წინაპირობას იმისთვის, რომ ქვეყანას გაეწიოს ფინანსური დახმარება მდგრადი ორგანული დამბინძურებლების შესამცირებლად და აღსაკვეთად.

ცალკეული საშიში ქიმიური ნივთიერებებითა და პესტიციდებით საერთაშორისო ვაჭრობის სფეროში წინასწარდასაბუთებული თანხმობის პროცედურის შესახებ კონვენცია (როტერდამის კონვენცია) არეგულირებს ზოგიერთი საშიში ქიმიური ნივთიერებების საერთაშორისო ვაჭრობის ნორმებს და პროცედურებს (www.pic.int).

კონვენციის მხარეა 138 ქვეყანა; საქართველო როტერდამის კონვენციის მხარეა 2007 წლიდან.

კონვენცია მოიცავს 27 საშიშ ქიმიურ ნივთიერებას, რომელთაგან 22 პესტიციდია, ხოლო 5 – სამრეწველო ქიმიური ნივთიერება. ასევე, განხილვის პროცესშია კონვენციის რეგულირების სფეროში 7 ქიმიური ნივთიერების შეტანის საკითხი.

საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტრო თანამშრომლობს კონვენციის სამდივნოსთან და იღებს, განიხილავს და აწვდის შესაბამის ინფორმაციას. აღნიშნულ საკითხში ქვეყნის ჩართულობა საერთაშორისო დონეზე უმნიშვნელოვანესია ქვეყნისათვის ქიმიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

ევროპის ველური ბუნებისა და ბუნებრივი პაბიტატების დაცვის კონვენცია (www.coe.int).

კონვენციის მხარეა 40 ქვეყანა, მათ შორის – ევროგაერთიანება; საქართველო კონვენციის მხარეა 2010 წლიდან.

ევროპის ველური ბუნებისა და ბუნებრივი პაბიტატების დაცვის კონვენციის (ბერნის კონვენცია) მიზანია: დაიცვას ველური ფლორა და ფაუნა და მისი ბუნებრივი პაბიტატები; ხელი შეუწყოს ქვეყნებს შორის თანამშრომლობას; აკონტროლოს და აწარმოოს საფრთხის წინაშე მყოფი და მოწყვლადი სახეობების მონიტორინგი და, ასევე, იურიდიული და სამეცნიერო დახმარება.

ევროპის ლანდშაფტური კონვენცია (www.coe.int).

კონვენციის მხარეა 35 ქვეყანა; საქართველო კონვენციის მხარეა 2011 წლიდან.

ევროპის ლანდშაფტური კონვენცია (ფლორენციის კონვენცია) ხელს უწყობს ევროპის ლანდშაფტის დაცვას, მართვას და დაგეგმარებას და ორგანიზებას უწევს ევროპულ თანამშრომლობას ლანდშაფტის საკითხებზე. ეს არის პირველი საერთაშორისო ხელშეკრულება, რომელიც განსაკუთრებულ ყურადღებას ამახვილებს ევროპის ლანდშაფტზე მისი ყველა ასპექტის გათვალისწინებით.

ტერმინთა ლექსიკონი

აბიოტური – ფაქტორი ან ობიექტი, განცალკევებული ან დამოუკიდებელი ცოცხალი ორგანიზმებისაგან.

აბიოტური ფაქტორი – არაცოცხალი ბუნების კომპონენტი/მოვლენა (კლიმატი, სხივური ენერგია, ქიმიური ელემენტი, ტემპერატურა და სხვ.), რომელიც უშუალოდ ან არაპირდაპირ მოქმედებს ორგანიზმზე.

აგლომერაცია – ქალაქის ტიპის სივრცობრივი და ფუნქციური დაჯგუფება, რომელიც ქმნის ერთიან სოციალურ-ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ სისტემას.

აგროეკოლოგია ანუ სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია – გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის გარემო ფაქტორების მოქმედებას სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზმებზე და მათ ურთიერთქმედებას; აგროეკოლოგია წარმოდგენს სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების თეორიასა და პრაქტიკას.

ადაპტაცია – ნებისმიერი მორფო-ფიზიოლოგიური, ქცევითი, პოპულაციური და სხვ. თავისებურება, გარემო პირობებისადმი ორგანიზმების შეგუება, რომელიც უზრუნველყოფს გარკვეულ პირობებში მოცემული სახეობის სპეციფიკური არსებობის შესაძლებლობას.

ადგილმდებარეობა – სპეციფიკური გარემო (ტყე, უდაბნო, ჭაობი), რომელშიც ცხოვრობს ორგანიზმი.

ადგილსამყოფელი – აბიოტური და ბიოტური პირობების ერთობლიობა, რომელშიც ცხოვრობს ინდივიდი ან პოპულაცია და რომელიც ხასიათდება გარკვეული ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით, რელიეფით და ა.შ. სხვაგვარად, ეს სახეობის „მისამართია“.

აერობული ორგანიზმები – ორგანიზმები, რომლებიც ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის საჭიროებენ თავისუფალ ჟანგბადს.

ავტოტროფები – მწვანე მცენარეები ან სხვა ორგანიზმები, რომლებიც ახორციელებენ არაორგანული ნივთიერებიდან ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზს ფოტოსინთეზის ან ქემოსინთეზის გზით (ფოტოავტოტროფები და ქემოავტოტროფები).

აზოტფიქსაცია – ატმოსფერული აზოტის ბიოლოგიური ასიმილაცია. ნიტრატებსა (NO_3) და ამიაკი (NH_3) ატმოსფერული გაზისებრი აზოტის (N_2) ქიმიური გარდაქმნის პროცესი; ნიტრატები და ამიაკი შეიძლება გამოყენებულ იქნენ მცენარეებით ამინომჟავების და სხვა აზოტშემცველი ორგანული მოლეკულების სინთეზისათვის.

აირცვლა – აირთა მიმოცვლა ორგანიზმსა და გარემოს შორის.

აკვაკულტურა – წყლის ორგანიზმების გამრავლება და გამოზრდა მეტ-ნაკლებად ხელოვნურ პირობებში.

აკვატორია – წყლის სივრცე, რომელიც შეზღუდულია ბუნებრივი, ან ხელოვნური საზღვრებით.

აკლიმატიზაცია – არსებობის ახალი პირობებისადმი ორგანიზმების შეგუება. ამ დროს ისინი გადიან განვითარების ყველა სტადიას და იძლევიან სიცოცხლისუნარიან თაობას.

ალბედო – დედამიწის ზედაპირის მიერ არეკლილი მზის რადიაციის შეფარდება მზის ჯამურ რადიაციასთან.

ალელოპათია – ფიტოცენოზებში მცენარეთა ორგანიზმების ურთიერთობის სპეციფიკური ფორმა, როდესაც მცენარეთა ერთი სახეობა სპეციფიკური ნივთიერებების გამოყენებით ქიმიურ გავლენას ახდენს სხვა სახეობაზე.

ამინომჟავა – ორგანულ ნივთიერებათა კლასი, რომელიც ხასიათდება როგორც კარბოქსილის ($-COOH$) და ამინოჯგუფების ($-NH_2$) შემცველობით, ისე მჟავის და ფუძის თვისებებითაც.

ამონიფიკაცია – მიკროორგანიზმების მიერ ამიაკის გამოყოფით ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესი.

ანაერობული ორგანიზმები – ორგანიზმები, რომლებიც არ საჭიროებენ ჟანგბადს ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის.

ანაერობული სუნთქვა – ჟანგბადის უქონლობის პირობებში გარკვეული მიკრობების სუნთქვა, რის შედეგადაც ზოგჯერ წარმოიქმნება მეთანი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას საწვავად.

ანთროპოგენი – უკანასკნელი გეოლოგიური პერიოდი ადამიანის გაჩენიდან დღემდე ხანგრძლივობით 1,8-დან 5,5 მლნ წლამდე.

ანტიგენები – ცილოვანი ბუნების ნივთიერებები ან პოლუსაქარიდები, რომლებიც აღიქმება ორგანიზმების მიერ როგორც უცხო ნივთიერება და იწვევენ სპეციფიკურ იმუნურ რეაგირებას ანტისხეულების წარმოქმნის გზით.

არეალი – ორგანიზმების ცალკეული ჯგუფების ან თანასახოგადობების გავრცელების ტერიტორია. ცხოველების და მცენარეების არეალს შეისწავლის მეცნიერება ბიოგეოგრაფია.

ასიმილაცია, ანაბოლიზმი – პროცესი, რომლის დროსაც მარტივი ნივთიერებიდან ხდება უფრო რთული ნივთიერების სინთეზი.

ალდგენადი რესურსი – ბიოლოგიური რესურსი, რომლის ალდგენა ხდება გამრავლებისა და ზრდის შედეგად.

ალუდგენადი რესურსი – რესურსი, რომლის მარაგი დედამიწის ქერქში შეზღუდულია და მისი ალდგენა ბუნებრივი პროცესების ხარჯზე არ ხდება.

ბაქტერიები – ერთჯერდიანი მიკროორგანიზმები, რომლებიც მრავლდებიან უბრალო დაყოფით. ეკოსისტემებში სოკოებთან ერთად წარმოქმნიან რედუცენტების

ჯგუფს (მთელი სიცოცხლის მანძილზე გარდაქმნიან ორგანულ ნარჩენებს არა-ორგანულში).

ბინადრობის გარემო, საარსებო გარემო – აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების, ბუნების მატერიალური სხეულების, ძალების და მოვლენების ერთობლიობა, რომლებთანაც მჭიდრო დამოკიდებულებაშია ორგანიზმი და რომლებიც განაპირობებენ ამა თუ იმ ორგანიზმის ცხოველქმედებას.

ბიოაკუმულაცია – ორგანიზმში და ნიადაგში სხვადასხვა ქიმიური ელემენტების, მათ შორის, პოტენციურად ტოქსიკური ნივთიერებების, მზარდი კონცენტრაციების დაგროვება. მაგ., მძიმე ლითონები და ქლორნახშირწყალბადები, რომლებიც ხვდება ორგანიზმში გარემოდან ან საკვებთან ერთად, არ იშლება და არ გამოიყოფა. ამის შედეგად ორგანიზმები მუშაობენ როგორც ფილტრები და აგროვებენ მათ მზარდ რაოდენობას. კვებითი ჯაჭვებით უმაღლესი ტროფიკული დონეების ორგანიზმებს, გარემოსთან შედარებით, შეუძლიათ დააგროვონ ამ ნივთიერებების მილიონობით უფრო მეტი რაოდენობა.

ბიოგაზი – გაზის ნარევი (დაახლოებით 2/3 მეთანი, 1/3 ნახშირბადის ორჟანგი და სხვ.), რომელიც წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერებების ანაერობული დუღილის დროს. მეთანის არსებობა იძლევა ბიოგაზის, როგორც საწვავის, გამოყენების საშუალებას.

ბიოგეოგრაფია – სამეცნიერო დარგი, რომელიც სწავლობს მცენარეული საფარის და ცხოველთა სამყაროს განაწილების კანონზომიერებებს, იკვლევს მათ შეხამებას, ხმელეთის და ოკეანის ფლორისტულ და ფაუნისტურ დანაწევრებას, აგრეთვე, მცენარეების და ცხოველების არეალებს.

ბიოგეოცენოზი, გეობიოცენოზი, ეკოცენოზი – დედამიწის ზედაპირზე ბუნების ერთგვაროვანი ბუნებრივი მოვლენების ერთობლიობა, ბუნების ცოცხალი და არაცოცხალი კომპონენტების მდგრადი სისტემა, რომელიც ურთიერთმოქმედებს ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადების გაცვლის გზით დედამიწის ზედაპირის ერთგვაროვანი ნაკვეთების ფარგლებში.

ბიოინდიკატორები – ორგანიზმები, რომელთა არსებობა, რიცხოვნობა, შენების და განვითარების თავისებურებანი წარმოადგენენ გარემოში ბუნებრივი პროცესების, პირობების და ანთროპოგენური ცვლილებების მაჩვენებლებს.

ბიოკლიმატოლოგია – კლიმატოლოგიის დარგი, რომელიც სწავლობს კლიმატის გავლენას ცოცხალ ორგანიზმებზე.

ბიოლოგიური მეთოდი (მცენარეთა დაცვის) – სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მავნებლების, სარვეელების და პათოგენების პოპულაციების რიცხოვნობის ბიოლოგიური რეგულატორების გამოყენება. ასეთებია სხვა ორგანიზმები (ენტომოფაგები, ანტაგონისტები, ავადმყოფობის გამომწვევები) ან მათ მიერ გამოყოფილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები (ანტიბიოტიკები, პორმონები, ატრაქტანტები); მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვის ერთ-ერთი ელემენტი;

მტაცებლებით, პარაზიტებით და დამავადებელი ორგანიზმებით მავნებლების რიცხოვნობის კონტროლი.

ბიოლოგიური ციკლი – განვითარების სტადიების ერთობლიობა, რომლებსაც გაივლის ცოცხალი ორგანიზმი სასქესო უჯრედების (გამეტები) შერწყმიდან სიკვდილამდე.

ბიომასა – მთელი ცოცხალი ნივთიერების საერთო რაოდენობა მოცემული ფართობის ერთეულში, გამოსახული მასის ერთეულებში. არჩევენ ფიტომასას, ზოომასას, ბაქტერიომასას. ბიომასა უფრო ზუსტად გამოისახება ენერგეტიკულ ერთეულებში, რომელსაც შეიცავს ცოცხალი ნივთიერების მასის თითოეული ერთეული და გამოისახება ჯოულებში.

ბიომი – გეოგრაფიული ზონის მობინადრე, ცოცხალი ორგანიზმების თანასაზოგადოებათა ერთობლიობა; ეკოსისტემების ჯგუფი მსგავსი კლიმატური პირობებით. მაგ., ველი, ფოთოლმცვენი და მუქნიწვიანი ტყე, უდაბნო.

ბიოსფერო, ეკოსფერო – პლანეტის (ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ლითოსფერო, პედოსფერო) ნაწილი, რომელშიც არსებობენ ცოცხალი ორგანიზმები და სადაც ხდება ელემენტებისა და ნივთიერებების ბიოტური წრებრუნვა.

ბიოტა – ფლორის, ფაუნის და მიკროორგანიზმების ისტორიულად ჩამოყალიბებული ერთობლიობა, რომელსაც უკავია გარკვეული ტერიტორია და, ბიოცენოზისაგან განსხვავებით, მისი კომპონენტები ყოველთვის ეკოლოგიურ კავშირში არ არიან.

ბიოტური – ცოცხალი, ცოცხალიდან წარმოებული. მაგ., ბიოტური ფაქტორები – ორგანიზმების ცხოველქმედების შედეგი.

ბიოტური პოტენციალი, რეპროდუქციული პოტენციალი – სახეობის უნარი გაზარდოს თავის რიცხოვნობა მალიმიტირებელი ფაქტორების არ არსებობის დროს, რის შედეგადაც იზრდება მისი არეალი. რეალიზებული რიცხოვნობა ყოველთვის ნაკლებია ბიოტურ პოტენციალზე, რადგან არსებობს გარემოს წინააღმდეგობა.

ბიოტური ფაქტორები – ცოცხალ ორგანიზმზე სხვა ორგანიზმების ცხოველქმედების გავლენათა ერთობლიობა.

ბიოცენოზი – გარკვეულ ბიოტიაში მობინადრე ცოცხალი ორგანიზმების პოპულაციების (მიკროორგანიზმები, მცენარეები, ცხოველები) ერთობლივობა.

ბუნებათსარგებლობა – დედამიწის გეოგრაფიულ გარსზე კაცობრიობის ზემოქმედების ერთობლიობა. ის მოიცავს ბუნებაზე ზემოქმედების ყველა მხარეს, მათ შორის, დაცვას, ათვისებას და გარდაქმნას.

ბუნების დაცვა – ადამიანის, საზოგადოების გამაფრთხილებელი და აქტიური ქმედება. გამაფრთხილებელი ღონისძიებებით სხვადასხვა რეგიონში იქმნება ბუნებრივი წონასწორობის შენარჩუნების პირობები (მაგ., ლანდშაფტების შენარჩუნება, ძვირფასი და ღირშესანიშნავი გეოლოგიური წარმონაქმნების, მცენარეების და ცხოველების ბიოლოგიური თანასაზოგადოებების, ცხოველების და მცენარეების ცალკეული სახეობების).

ბუნების კანონი – დაკვირვების საფუძველზე ჩამოყალიბებული ნების, რომლის შესაბამისად მიმდინარეობს ბუნებრივი პროცესი.

ბუნებრივი – ნივთიერება, ფაქტორი ან მოვლენა, რომელიც ბუნებაში აღინიშნება ან წარმოიქმნება ადამიანის ჩაურევლად.

ბუნებრივი მტერი – ორგანიზმი, რომელიც სხვა ორგანიზმთან კონკურენტულ ურთიერთობაშია. მაგ., ყველა მტაცებელი და პარაზიტი, რომელიც იკვებება მოცემული ორგანიზმით, მისი ბუნებრივი მტერია.

გადაძოვება – ცხოველთა მიერ მცენარეების უფრო დიდი რაოდენობით მოხმარება, ვიდრე შეუძლია საძოვარმა აწარმოოს ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

გარემო – მოცემული ინდივიდის ან პოპულაციის მიმართ ყველა გარეშე ობიექტის და მოვლენის კომპლექსი.

გარემოს დაცვა – ადამიანის სოციალურ-ეკონომიკური და ბუნებრივი გარემოს დაცვა – წარმოადგენს საერთაშორისო, სახელმწიფოებრივ, რეგიონალურ და ლოკალურ ადმინისტრაციულ-სამეურნეო, ტექნოლოგიურ, პოლიტიკურ, იურიდიულ და საზოგადოებრივ ღონიძიებათა კომპლექსს, რომლებიც მიმართულია ადამიანის ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად აუცილებელი სოციალურ-ეკონომიკური, კულტურულ-ისტორიული, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური კომფორტის უზრუნველსაყოფად.

გარემოს ტევადობა – გარკვეული სახეობის პოპულაციის მაქსიმალური რიცხოვნობა, რომელიც შეუძლია აიტანოს და რესურსებით უზრუნველყოს ეკოსისტემა ხანგრძლივი დროის მანძილზე დეგრადაციისა და განადგურების გარეშე.

გარემოს წინააღმდეგობა – მაღლიმტირებული ფაქტორების ერთობლიობა, მათ შორის, არახელსაყრელი ამინდის პირობები, საკვების და წყლის უკმარისობა, მტაცებლობა და ავადმყოფობები, რომელიც ხელს უშლის პოპულაციის ბიოტური პოტენციალის რეალიზაციას და განაპირობებს მისი რიცხოვნობის შემცირებას, ეწინააღმდეგება მისი რაოდენობის ზრდასა და გავრცელებას.

გაუდაბნობა – 1. მთლიანი მცენარეული საფარის მოსპობა (ბუნებრივად ან განადგურებით) მისი თვითგანახლების შეუძლებლობით; 2. მიწის პოტენციალის შემცირება ან განადგურება, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს უდაბნოს ანალოგიური პირობები.

გაჭუჭყიანება – გარემოში მისთვის არადამახასიათებელ ნივთიერებათა ან მოვლენათა არსებობა, რის შედეგადაც ფლორაზე, ფაუნაზე და ადამიანზე უარყოფითი ზემოქმედების შედეგად ირღევეა ეკოსისტემის ნორმალური ფუნქციონირება.

გაჭუჭყიანების კრიტერიუმი – გარკვეული გამჭუჭყიანებული, რომლის კონცენტრაცია გამოიყენება ჰაერის და წყლის ხარისხის კრიტერიუმად.

გენეტიკური ბრძოლა (მავნებლებთან) – მავნებლების მიმართ მდგრადი მცენარის და ცხოველის გამოყენება.

გეოქიმიური ბარიერი – ჰიპერგენეზის ზონის ის მონაკვეთი, სადაც მიგრაციის პირობების შეცვლა იწვევს ქიმიური ელემენტების დაგროვებას.

დაცული ტერიტორია – ტერიტორია, სადაც ბუნებრივი გარემო და მისი ღირებულების დაცვის და ბუნებრივი წონასწორობის დაცვის მიზნით შეზღუდულია ან აკრძალულია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა (ნაკრძალი, აღკვეთილი და სხვ.).

დისკლიმაქსი – თანასაზოგადოების განვითარების უკანასკნელი სტადია, რომელიც წარმოადგენს ადამიანის ზემოქმედების შედეგს და გამოიხატება ნორმალური კლიმაქსური პროცესის დარღვევაში (დარღვეული კლიმაქსი). მაგ., გადაძოვების შედეგად სტეპში წარმოქმნილი განვითარებული უდაბნოს თანასაზოგადოება.

ედაფური ფაქტორი – ნიადაგური პირობები, რომლებიც გავლენას ახდენს ცოცხალი ორგანიზმის ცხოველქმედებასა და გავრცელებაზე.

ეკტრიფიკაცია – წყლის ობიექტის ბიოლოგიური პროდუქტიულობის გაზრდა წყალში ადამიანის ზემოქმედების შედეგად ბიოგენური ელემენტების დაგროვების გამო, რაც შეიძლება მოხდეს ჩამდინარე სასოფლო-სამეურნეო და კომუნალური წყლით წყალსატევის გაჭუჭყიანების შედეგად. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს წყალმცენარეების ინტენსიურ გამრავლებას და ჟანგბადის შემცველობის დაქვეითებას.

ეკტროფები, მეგატროფული მცენარეები – მცენარეები, რომლებიც ნორმალურად იზრდებიან და ვითარდებიან მხოლოდ ნაყოფიერ ნიადაგზე.

ეკოლოგია – მეცნიერება ორგანიზმების ერთმანეთთან და გარემოსთან ურთიერთმოქმედების სხვადასხვა ასპექტის შესახებ.

ეკოლოგიური ბრძოლა (მავნებლებთან) – მავნებლების პოპულაციის რიცხოვნობის კონტროლი სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორებით.

ეკოლოგიური ნონასწორობის დარღვევა – ეკოსისტემაში ერთი ან რამდენიმე პოპულაციის ფარდობითი სიუხვის შეცვლა.

ეკოსისტემა – ერთიანი ბუნებრივი კომპლექსი, წარმოქმნილი ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობით (ბიოცენოზით) და მისი გარემოთი, რომელშიც ცოცხალი და არაცოცხალი კომპონენტები დაკავშირებულია ერთმანეთთან ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადით.

ეკოსფერო – ბიოსფერული და პარაბიოსფერული გარემოებით (ზედა ატმოსფერო და სიღრმითი დანალექი შრეები) წარმოქმნილი სისტემა.

ეკოპაუზა – გარკვეული ეკოლოგიური ნიშისადმი მისადაგებული რომელიმე სახეობის განვითარების ან სასიცოცხლო ციკლის სტადია.

ენერგია – სამუშაოს შესრულების უნარი.

ენტომოფაგები – მწერებისთვის საშიში მტაცებლები, პარაზიტები და სხვა ორგანიზმები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათი რიცხოვნობის ბუნებრივ რეგულირებაზე.

ეროზია დაჩქარებული ან დამანგრეველი – ადამიანის არასწორი საქმიანობით გამოწვეული ეროზია, რომლის შედეგად ნიადაგი მთლიანად ან ნაწილობრივ კარგავს ნაყოფიერებას.

ეროზია ირიგაციული – ნიადაგის ზედაპირული ფენის გადარეცხვა სარწყავი წყლის ნაკადებით.

ეროზია ნორმალური ანუ გეოლოგიური – ბუნებრივი პროცესი, რომლის წინააღმდეგ ადამიანი უძლურია, და ამავე დროს ის არ არის განსაკუთრებული ზიანის მომტანი.

ეროზია ქარისმიერი – ნიადაგის ზედაპირიდან ნაწილაკების ახვეტა ქარის მოქმედებით.

ეროზია წყლისმიერი – ნიადაგის, ზოგჯერ ნიადაგწარმომქმნელი ქანების ჩამორეცხვა და გადარეცხვა წყლის ზედაპირული დროებითი ნაკადებით.

ზოოციდები – მავნე ხერხემლიან ცხოველებთან ბრძოლის ქიმიური საშუალებები.

ინსექტიციდები – ქიმიური პრეპარატები (პესტიციდები) სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მავნებლების (მწერების) მოსასპობად.

კვებითი ბადე – ეკოსისტემაში ყველა კვებითი კავშირის ერთობლიობა.

კვებითი ჯაჭვი – ორგანიზმების მიერ ენერგიის და ნივთიერების თანმიმდევრობითი, ეტაპური გადატანა ჯაჭვის წინამდებარე ელემენტიდან მომდევნო ელემენტის მიერ საკვებად გამოყენებისას.

კლიმაქსი – კლიმატთან და ბიოტოპების სხვადასხვა ეკოლოგიურ ფაქტორებთან განონასწორებულ მდგომარეობაში მყოფი მცენარეების თანასაზოგადოება, რომელსაც არ შესწევს ევოლუციის შემდგომი უნარი.

კონსუმენტი – ორგანიზმი ეკოსისტემაში, რომელიც პროდუცენტების ან მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტებით გამოკვებით იღებს ენერგიასა და ბიოგენებს.

კლარკი – ამერიკელი გეოქიმიკოსის ფ. კლარკის პატივსაცემად შემოღებული დედამიწის ქერქში ქიმიური ელემენტების საშუალო შემცველობის ამსახველი ტერმინი.

კლიმატი – ამა თუ იმ ტერიტორიის სტატისტიკური მრავალწლიანი ამინდის რეჟიმი, გამოსახული ტემპერატურის, ნალექების რაოდენობის, შუის რადიაციის დინამიკაში.

კლიმაქსური ეკოსისტემა – ეკოლოგიური სუქცესიის უკანასკნელი სტადია. ეკოსისტემა, რომელშიც ყველა ორგანიზმის პოპულაცია იმყოფება ერთმანეთთან და აბიოტურ ფაქტორებთან განონასწორებულ მდგომარეობაში.

კრიტიკული დონე (გაჭუჭყიანების) – ერთი ან რამდენიმე გამჭუჭყიანებლის კონცენტრაცია, რომლის გადაჭარბებისას იწყება სერიოზული ურყეოფიტი შედეგები.

კრიტიკული რიცხოვნობა – გარკვეული სახეობის ინდივიდების მინიმალური რიცხვი, რომელიც საჭიროა ჯანმრთელი, სიცოცხლისუნარიანი პოპულაციის შესანარჩუნებლად; თუ მისი რიცხოვნობა დაეცემა კრიტიკულზე დაბლა, მისი ამოწყდომა თითქმის გარდუვალია.

მავნე ნივთიერების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია – ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გამჭუჭყიანებლების მაქსიმალური კონცენტრაცია ჰაერში და წყალში.

მავნებლებთან კომპლექსური ბრძოლა – ორი ან მეტი შერჩეული მეთოდი, რომელიც ეკოლოგიური და ეკონომიკური ზარალის ასაცილებლად გაერთიანებულია მავნებლებთან ბრძოლის ერთიანი პროგრამის ჩარჩოში.

მალიმიტირებელი ფაქტორის კანონი (ლიბიხოს მინიმუმის კანონი) – ეკოლოგიური ფაქტორის ზემოქმედება მით უფრო ძლიერია, რაც მინიმალურია იგი წარმოდგენილ სხვა ფაქტორებთან შედარებით.

მალმიტირებელი ფაქტორი – ორგანიზმის ან პოპულაციის ზრდასა და/ან გამრავლების შეზღუდვაზე პირველ რიგში პასუხისმგებელი ფაქტორი.

მაქსიმალურად მდგრადი ექსპლოატაცია (აღმდგენადი რესურსის) – რესურსის მაქსიმალური რაოდენობა, რომლის მოხმარება შეიძლება მისი მარაგების გამოუღეულად განუსაზღვრელად დიდი დროის მანძილზე გარემოს გამოყენების ან პროდუქციის მიღების მაქსიმალური დონე, რომელიც შეესაბამება სისტემის აღდგენის უნარს.

მდგრადობის დიაპაზონი – პირობების დიაპაზონი, რომელშიც შესაძლებელია ორგანიზმის ან პოპულაციის ცხოველქმედება და გამრავლება.

მდგრადობის ზღვარი – ფაქტორის ექსტრემალური ზღვარი, რომლის ფარგლებს გარეთ ორგანიზმი ან პოპულაცია იღუპება.

მეზოტროფი – მცენარე, რომელიც ნიადაგში საკვები ნივთიერების მიმართ ხასიათდება ზომიერი მოთხოვნილებით.

მეზოტიპი – ტენიანობის საშუალო პირობების მცენარე.

მელიორაცია – მინის რესურსების ეფექტურად გამოყენების მიზნით არახელსაყრელი პიდროლოგიური, ნიადაგური და აგროკლიმატური პირობების არსებითი გაუმჯობესების ორგანიზაციული, სამეურნეო და ტექნიკური ღონისძიებების სისტემა.

მეტაბოლიზმი – ორგანიზმში მიმდინარე ყველა ქიმიური რექციის ერთობლიობა; ნივთიერებათა ცვლა.

მიკროკლიმატი – ტერიტორიის მცირე მონაკვეთის კლიმატი.

მინდორსაცავი ტყის ზოლი – ხელოვნურად შექმნილი, რამდენიმე რიგისაგან შემდგარი მრავალწლიანი ხე-მცენარეულობის ზოლი, რომლის დანიშნულებაა სასოფლო-სამეურნეო მიწდვრების დაცვა ქარისმიერი ეროზიისაგან.

მინერალიზაცია (ნიადაგის) – ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) თანდათანობითი დაჟანგვა, რომლის შედეგად რჩება მხოლოდ მისი უსტრუქტურო მინერალური ნაწილი.

მინების რეკულტივაცია – მინის ღირებულების და პროდუქტიულობის აღდგენის სამუშაოთა კომპლექსი.

მუტაცია – ორგანიზმის მემკვიდრული თვისების შეცვლა, მის გენეტიკურ მასალაში მიმდინარე გარდაქმნების შედეგად. არსებობს სპონტანური და ხელოვნური მუტაცია.

მუტუალიზმი – ორი ორგანიზმის მჭიდრო ურთიერთკავშირი, რომელიც ორივესთვისაა ხელსაყრელი.

მცენარეული თანასაზოგადოება, ფიტოცენოზი – მცენარეების სახეობების მდგრადი ერთობლიობა ბიოტოპში.

ნიადაგი – დედამიწის ფხვიერი ზედა ნაწილი, რომელიც შექმნილია ქანების, კლიმატის, ბიოსფეროს, რელიეფის, ხნოვანების და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ურთიერთქმედებით.

ნიადაგი აზონალური – ნიადაგი, რომელსაც არა აქვს ნიადაგნარმოქმნის ზონალური პროცესის ნიშნები, ე.ი. არ ემორჩილება ზონალურ კანონს. გავრცელებულია ყველა ზონაში (ხირხატიანი, პრიმიტიული და სხვ.).

ნიადაგი ინტრაზონალური – ნიადაგი, რომელიც ფორმირდება სპეციფიკურ ქანებზე (კარბონატულ, დამლაშებულ), ქარბტენიან პირობებში, რაც განსაზღვრავს მის განსხვავებას ზონალური ნიადაგისაგან (მაგ. ნეშომალა-კარბონატული).

ნიშა (ეკოლოგიური) – გარემოს ყველა ფაქტორის ერთობლიობა, რომელთა საზღვრებშიც ბუნებაში შეიძლება არსებობდეს სახეობა და მისი ცენოზნარმოქმნელი ქმედება.

ოპტიმალური პოპულაცია – პოპულაციის სიდიდე, რომელიც უზრუნველყოფს ექსპლუატაციის მაქსიმალურ მდგრადობას. მდგრადი ექსპლუატაციის დონე მცირდება პოპულაციის მეტი ან ნაკლები რიცხოვნობის დროს.

ოპტიმუმი – ფაქტორების ინტენსივობა ან სიდიდე ან ფაქტორების ისეთი შეხამება, რომელიც უზრუნველყოფს რომელიმე პროცესის საუკეთესო შედეგს.

პარაზიტი – ორგანიზმი, რომელიც იკვებება სხვა ორგანიზმის ხარჯზე და ხშირად ამ ორგანიზმს იყენებს როგორც საარსებო გარემოს.

პესტიციდი – ნივთიერება, ქიმიური პრეპარატი, რომელიც გამოიყენება მცენარეების დასაცავად მავნებლების, დაავადებებისა და სარეველებისგან, აგრეთვე, ცხოველების პარაზიტების, მღრნელების და სხვ. გასანადგურებლად (ინსექტიციდები, ფუნგიციდები, ჰერბიციდები, აკარიციდები და სხვ.).

პირველადი კონსუმენტი – ორგანიზმი, რომელიც, ძირითადად, იკვებება მწვანე მცენარის ქსივილით, ნაყოფით ან თესლით.

პოპულაცია – ერთი სახეობის ინდივიდების ერთობლიობა, რომლებსაც გააჩნია საერთო გენოფონდი და იკავენს გარკვეულ ტერიტორიას.

პოპულაციის სიმჭიდროვე – ფართობის ერთეულზე პოპულაციის ინდივიდების რიცხვი.

პროდუქტიულობა – ზედაპირის ერთეულზე დროის ერთეულში მცენარეებით, ცხოველებით ან ბიოცენოზში მობინადრე სახეობის ერთობლიობით წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა. განარჩევენ პირველად (მცენარეების მიერ წარმოქმნილ) და მეორად (ჰეტეროტროფების მიერ წარმოქმნილ) პროდუქტიულობას.

პროდუცენტები – ეკოსისტემის ავტოტროფული ორგანიზმები (მწვანე მცენარეები და ქემოსინთეტიკური ბაქტერიები), რომლებიც სინათლის და ქიმიური რეაქტივების ენერგიას იყენებენ არაორგანული ნაერთებიდან ორგანული ნაერთების სინთეზისათვის.

რადიაქტიური ნარჩენები – ნარჩენები, რომლებიც წარმოადგენენ/შეიცავენ რადიაქტიურ ნივთიერებებს.

რედუცენტები – ორგანიზმები, რომლებიც ახდენენ მკვდარი ორგანული ნივთიერებების დაშლას და მათ გარდაქმნას არაორგანულ ნივთიერებად (ბაქტერიები, სოკოები, საპროფაგები, კოპროფაგები, ნეკროფაგები და სხვ.).

რესურსების დაცვა – რესურსისადმი ისეთი დამოკიდებულება, რომელიც ადამიანს მოუტანს მაქსიმალურ სარგებლობას განუსაზღვრელად ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

რეუტილიზაცია – საგნების მეორადი გამოყენება მათი მოცილების/მეცვლის ნაცვლად.

რეციკლიზაცია – წრებრუნვაში ჩართვა.

რისკის ანალიზი – გამოკვლევები, რომლებიც მიმართულია რომელიმე პროდუქტის განხორციელების დროს მოსალოდნელი რისკის ზუსტ განსაზღვრაზე.

საპროფიტები, საპროტროფები – ხრწნად ორგანულ მატერიაზე მობინადრე და მკვებავი მცენარეები.

სიმბიოზი – ორი ან რამდენიმე სახეობის მჭიდრო თანაცხოვრება, რომელიც, ჩვეულებრივ, სასარგებლოა პარტნიორებისთვის.

სტანდარტი – გარემოში სხვადასხვა გამჭუჭყიანებელი ნივთიერების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია.

სუქცესია – ბიოტიკში პროგრესული ან რეგრესული მიმართულებით ცოცხალი თანასაზოგადოების თანმიმდევრული ცვლა, რომელიც გამოწვეულია ერთი ან რამდენიმე ფაქტორის შეცვლით.

ტექნოგენეზი – ადამიანის სანარმოო საქმიანობის ზემოქმედებით ბუნებრივი კომპლექსების შეცვლის პროცესი.

ტროფული (კვებითი) ჯაჭვები – ორგანიზმების ერთობლიობა, რომელიც თანმიმდევრულად უზრუნველყოფენ მატერიის გადატანას ბიოგეოქიმიურ ციკლში. მათი მუდმივი შემადგენელი ნაწილებია პრიდუცენტები (მწვანე მცენარეები), ფიტოფაგი კონსუმენტები და ზოოფაგები (ცხოველები), აგრეთვე დესტრუქტორები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანული ნარჩენების მინერალიზაციას.

ფიტოკლიმატი – მიკროკლიმატის ნაირსახეობა; მეტეოროლოგიური პირობები, რომლებიც იქმნება მცენარეულობაში (ბალახმდგნარში, ხის ვარჯში და ა.შ.).

ფიტომასა – ნებისმიერ ბუნებრივ თანასაზოგადოებაში მცენარეების ჯამური ბიომასა.

ფიტონციდი – მცენარის მიერ წარმოქმნილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება, რომელიც კლავს მიკროორგანიზმებს ან ამუხრუჭებს მათ განვითარებას.

ფიტოპლანქტონი – წყალში მოტივტივე მცენარეების ერთობლიობა.

ფიტოცენოზი – ბიოცენოზის მცენარეული ნაწილი; დედამიწის შეზღუდულ, შედარებით ერთგვაროვან ნაკვეთზე მცენარეების სახეობების ერთობლივობა.

ფოტოსინთეზი – სინათლის ენერგიის მეშვეობით ორგანული ნივთიერებების სინთეზის რეაქცია.

ქსენობიოტიკი – ორგანიზმის ნებისმიერი უცხო ნივთიერება, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს ბიოლოგიური პროცესის დარღვევა.

ქსეროფიტი – ტენის მუდმივი/სეზონური დეფიციტის ადგილსამყოფელის შეგუებული მცენარე.

წყალმცენარე – წყლის უმდაბლეს მცენარეთა ჯგუფი, რომელიც შეიცავს ქლოროფილს და წარმოქმნის ორგანულ ნივთიერებას.

ჰიგროფიტი – ჭარბტენიანი ადგილმდებარეობის მცენარე.

ჰეტეროტროფი – ორგანიზმი, რომელიც საკვებად იყენებს მზა ორგანულ ნივთიერებას (ყველა ცხოველი, ზოგიერთი მცენარე, ბაქტერიების უმრავლესობა, სოკოები).

ჰერბიციდი – პესტიციდების ჯგუფის ქიმიური პრეპარატი, რომელიც, ძირითადად, სპობს არასასურველ, სარეველა მცენარეულობას.

ჰიდრობიონტი – წყლის არეში მობინადრე ორგანიზმი.

ჰიდროსფერო – დედამიწაზე ყველა წყლის ერთობლიობა: ხმელეთის (სიღრმითი, ნიადაგური, ზედაპირული), ოკეანური და ატმოსფერული.

ჰომეოსტაზი – გარემოს პირობების შეცვლისას ბიოლოგიური სისტემის თვითრეგულაციის უნარი.

გამოყენებული ლიტერატურა

ბეროზაშვილი ტ., ტყის ზოგიერთი ბრობლემა, თბ., 2012.

გეგეჭკორი არნ., ბიოგეოგრაფია. დედამიწის ბიომები. თსუ, თბ., 2009.

გოგოლი გ., გარემო და ცხოველი: პროდუქტიულობის ეკოლოგიური პრობლემები მეძროხეობაში. მეცნიერება, თბ., 1997.

გორდეზიანი მ., კვესიტაძე გ., ეკოლოგიის ქიმიური საფუძვლები. თბ., 2000.

გულისაშვილი ვ., ურუშაძე თ., ბუნების დაცვის საფუძვლები. განათლება, თბ., 1983.

ელიავა ი., ნახუცრიშვილი გ., ქაჯაია გ., ეკოლოგიის საფუძვლები. თსუ, თბ., 2009.

ელიზბარაშვილი ნ., გეოგრაფიის საფუძვლები. უნივერსალი, თბ., 2008.

თხელიძე ა., ლიპარტელიანი რ., მუმლაძე ნ., ხომასურიძე ხ., დანელია გ., სოფლის მე-
ურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა. საზოგადოება ცოდნა, თბ., 2009.

მიქაძე ლ., პესტიციდები და ეკოლოგიური უსაფრთხოება. თბ., 2010.

სუპატაშვილი გ., ქაჯაია გ., გარემო და ადამიანი. თსუ, თბ., 2001.

სუპატაშვილი გ., გარემოს ქიმია (ეოქიმია). თსუ, თბ., 2010.

ურუშაძე ალექსანდრე (სანდრო). აგრომეტეყვეობა. მნიგნობარი, თბ., 2012.

ფალავანდიშვილი შ., ურუშაძე თ., ქერივიშვილი თ., ჯაში დ., ნიადაგის ეკოლოგია. ბა-
თუმი-თბილისი, 2009.

ქარჩავა გ., ციციშვილი მ., ზოგადი ეკოლოგია. თბ., 2011.

ქაჯაია გ., გამოყენებითი ეკოლოგიის საფუძვლები. თსუ, თბ., 2002.

ქაჯაია გ., ბიოსფერო დღეს და მომავალში. ინტელექტი, თბ., 2011.

ლოლობერიძე მ., წყლის ეკოსისტემები: დაცვა და რაციონალური გამოყენება. მეცნი-
ერება, თბ., 1992.

ჭელიძე თ., ფიზიკური მეთოდები ბუნების დაცვაში. თბ., 2004.

100+ კითხვა-პასუხი გამოყენებით ეკოლოგიაში. თსუ, თბ., 2011.

Акимов Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В., Экология - Природа - Человек - Техника. М.,
2001.

Алимов А.Ф., Элементы теории функционирования водных экосистем. Наука, СПб, 2000.

Андруз Дж., Бримбекумб П., Джикелз Т., Лисс П., Введение в химию окружающей среды
(пер. с англ.). Мир, Москва, 1999.

Бабаион В.Ф., Трухин В.И., Карпачевский Л.О. и др. Магнетизм почв. Изд-во ЯГТУ,
Ярославль. 1995.

Вернадский В.И., Биосфера. Изд. дом "Ноосфера", Москва, 2001.

Глазовская М.А., Педогенез и континентальные циклы углерода. Москва, 2009.

Исаев А.А., Экологическая климатология. Научный мир, Москва, 2001.

- Карпачевский Л.О., Экологическое почвоведение. ГЕОС, Москва, 2005.
- Остроумов С.А., Введение в биохимическую экологию. Изд-во МГУ, М., 1986.
- Савинкина Е., Литосфера. Википедия, 2009.
- Смит К., Основы прикладной метеорологии. Гидрометсондат, Ленинград, 1978.
- Хуродзе Р.А., Кормилицын В.И., Цицქიშვილი М.С. Инженерная экология. Технический университет, Тбилиси, 1996.
- Шарден П.Т., Феномен человека. Устойчивый мир, Москва, 2001.
- Andrews J., Brimblecombe P., Jickells T., Liss P. An Introduction to Environmental Chemistry. Oxford: Blackwell Sci., 1996,
- Benton M.J., Earth Systems: the Biosphere Rebooted. Nature, 2011.
- Bocharnikov V., Laletin V., Per Angelstam, Urushadze T. Russia, Ukraine, the Caucasus, and Central Asia. In Traditional Forest-Related Knowledge, Springer, 2012.
- Carson R. Silent Spring. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin, 1962.
- Clark W.C. and Munn R.E., eds. Sustainable Development of the Biosphere. Cambridge, UK: Cambridge University Press on behalf of the International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria, 1986.
- Dobzhansky T. Genesis and the Origin of Species. N.Y., 1953.
- Glassmeier K.K., Neuhaus A., Vogt J. Space Climatology. Invites presentation. Alpach Summer School, 2002.
- Graedel T.E. and Crutzen P.J. Atmospheric Change: on Earth System Perspective. New York: W.H. Freeman and Company, 1993.
- Houghton J.T., Jenkins G.J., and Ephraums J.J., eds. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1990
- Jacobs D. Reversals of the Earth's Magnetic Field. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- Nriagu J.O. Global Metal Pollution, Environment. 32(7), 1990.
- Petrova G.N. Displacement of VGP during Reversals. Geomagnetic Field in Quaternary. Potsdam, 1990.
- Push C. Preventable losses. World Bank, 2004.
- Rand G.M. Fundamentals of Aquatic Toxicology. 2nd edition. Taylor and Francis, Philadelphia, 1995.
- Salomons W. and Stigliani W.M., eds. Biogeodynamics of Pollutants in Soil and Sediments. Risk Assessment of Delayed and Non-Linear Responses. Springer-Verlag, Berlin 1995.
- Socolow R., Andrews C., Bebkhouf F. and Thomas V. eds. Industrial Ecology and Global Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994.
- Spiro G. Thomas, Stigliani M. William Chemistry of the Environment. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1996.
- Szostak J.W. Origins of Life: Systems Chemistry on Early Earth. Nature, v. 459, 2009.

- Tester J.W., Wood D.O., and Ferrari N.A., eds. Energy and the Environment in the 21st Century. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1991.
- Travis C.C. and Hester S.T. Global Chemical Pollution. Environment Science and Technology, 25, 1991.
- Wetzel B., Limnology. 3rd edition. Academic Press, San Diego et al., 2001.
- World Resources 1994-1995. New York: Oxford University Press, 1994.

გამომცემლობის რედაქტორი	მაია ეჯიბია
გარეკანის დიზაინი	თინათინ ჩირინაშვილი
კომპიუტერული უზრუნველყოფა	ნინო ვაჩეიშვილი