

ზია ქაჯაია

# ეკოლოგია

(გამოყენებითი ეკოლოგიის საკითხები)

საქართველოს განათლების სამინისტროს მიერ  
დამტკიცებულია დამხმარე სახელმძღვანელოდ უმაღლესი  
სასწავლებლების სტუდენტებისათვის

თბილისი  
1999

წიგნში აღწერილია ადამიანისა და ბიოსფეროს ურთიერთობა ბოლო ათეული წლების მანძილზე. ტრადიციული ეკოლოგიის ძირითადი პრინციპების დახასიათების შემდეგ, მასში ასახულია ბიოსფეროს დეგრადირების ფაქტორები და მისი ცვლილება ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს მაგალითზე.

სათანადო ადგილი აქვს დათმობილი ანთროპოგენური ფაქტორის განვითარების ხელშეწყობ მიზეზებს – ტექნიკურ პროგრესს, დემოგრაფიულ აფეთქებას, ურბანიზაციის პროცესს და ა. შ.

აღწერილია ბიოსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგები ცოცხალი სისტემების დონეზე, სახელდობრ, ბიომრავალფეროვნების დაქვეითება, მცენარეული საფარის დეგრადირება, ფაუნის გაღარიბება, ოკეანური რესურსების შემცირება; სპეციალურ თავებში განხილულია პესტიციდების როლი გარემოს გაბინძურებაში, ტოქსიკანტების ჩართვა კვებით ჯაჭვებში, მათი ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ა. შ.

ბოლო თავი ეხება მდგრადი განვითარების კონცეფციის აღწერას, დაცული ტერიტორიების, აგრეთვე ფლორისა და ფაუნის იშვიათი წარმომადგენლების შენარჩუნების საკითხებს, ენერჯის არატრადიციული წყაროებისა და სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაციის პრინციპების დახასიათებას. მოტანილია მაგალითები საქართველოს სინამდვილიდან.

წიგნი შეიცავს 50 სურათსა და 10 ცხრილს. იგი გათვალისწინებულია სტუდენტთათვის, უფროსი კლასების მოსწავლეთათვის, პედაგოგებისათვის და ეკოლოგიის საკითხებით დაინტერესებული ფართო მკითხველისათვის.

**რედაქტორები:** საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი ირ. მლინაძე,

საქართველოს მეცნ. აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის წამყვანი მეცნიერი მუშაკი ირ. ძორაძი

**რეცენზენტები:** პროფ. არნ. გეგმაძე-ძორი, დოც. ე. აბაშიძე  
დოც. ვ. გვახარია

„ბიოსფერო და ადამიანი და არა ადამიანი და ბიოსფერო“ – ეს პრინციპი, რომელიც გამოჩენილმა რუსმა ბიოლოგმა ვ. ტომოფეევ-რუსოვსკიმ ჩამოაყალიბა, ბოლოს და ბოლოს უნდა დაედოს საფუძვლად ჩვენს ურთიერთდამოკიდებულებას გარემოსთან.

კაცობრიობა შეიქმნა და ცხოვრობს ბიოსფეროში, იყენებს მის პროდუქტებს; იგი დამოკიდებულია ბიოსფეროზე, თუმცა, ამავე დროს, ცვლის მას. ჩვენ დავივიწყეთ, რომ კაცობრიობა – ბიოსფეროს ელემენტია და შეუძლია იარსებოს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ შეგნებულად გამოიყენებს მის რეზერვებს.

ჩვენი შორეული წინაპრები არ ფიქრობდნენ ბუნების სიმდიდრეებზე. ჰაერის და წყლის მარაგი, მცენარეთა და ცხოველთა სიმრავლე მათ დაუშრეტელი ეგონათ. პირველყოფილი მხენელ-მთესველი, შეიარაღებული კავითა და გუთნით, ხის მჭრელი – ცულით, მეთევზე – ბარჯით ვერ შეიტანდნენ გარემოში მეტ-ნაკლებად თვალსაჩინო ცვლილებებს. მაგრამ დღეს ჩვენს ზღვებს არაერთი მძლავრი თევზსაჭერი ფლოტი სერავს, ხის მჭრელი შეიარაღებულია ელექტრული ხერხითა და მორსაზიდი ტრაქტორით, თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა კი თავისი სიმძლავრით მსხვილ მრეწველობას უტოლდება. ჩვენს თვალწინ იქმნება წარმოების ახალი დარგები. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების, არხების გაყვანის, მდინარეთა რეგულირების, წყალსატევების შექმნისა და სხვათა შედეგად ადამიანის გავლენა დედამიწის ქერქზე გეოლოგიური პროცესების მასშტაბებს იძენს.

გასულ საუკუნეში ძნელი იყო იმის წარმოდგენა, რომ ტექნიკური პროგრესი გარემოში უარყოფითი ცვლილებების მიზეზი გახდებოდა, რაც, თავის მხრივ, ცოცხალი ორგანიზმების ნორმალურ ზრდა-განვითარებას შეაფერხებდა. 130 წლის წინათ, როდესაც გამოჩენილმა გერმანელმა მეცნიერმა ე. ჰეკელმა ეკოლოგიის ცნება დაამკვიდრა, იგი მას განმარტავდა, როგორც მეცნიერებას ორგანიზმებისა და გარემოს ურთიერთობის შესახებ. ცხადია, ჰეკელი ვერც კი წარმოიდგენდა, რომ გავიდოდა დრო და გარემო ადამიანის ზეინტენსიური ზეგავლენის ქვეშ მოექცეოდა, ხოლო ე. წ. „ანთროპოგენური ფაქტორი“ თავისი მნიშვნელობით სხვა ეკოლოგიურ ფაქტორებს გაუტოლდებოდა. სამწუხაროდ, ჰეკელის შემდგომი თაობის

წარმომადგენლები ამაში იოლად დარწმუნდნენ. დღეს კი აშკარაა, რომ ტექნიკის შემდგომი განვითარებისა და ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური ათვისების ფონზე გარემოს ოპტიმალური მდგომარეობის შენარჩუნება – კაცობრიობის არსებობის ერთადერთი პირობაა.

ეკოლოგია ჩვენი დროის თავისებურ სიმბოლოდ იქცა, იგი ცხოვრების ყველა სფეროში შეიჭრა და სახალხო მეურნეობის მრავალ დარგს დაუკავშირდა. შეიქმნა „ლანდშაფტური“, „სამრეწველო“, „აგრარული“, „გლობალური“, „სოციალური ეკოლოგია“.

კლასიკური ეკოლოგიისაგან განსხვავებით, ხსენებულ მიმართულებებს გამოყენებითი მნიშვნელობა აქვთ. ბუნებრივი მოვლენების კომპლექსური შესწავლის საფუძველზე, ისინი ითვალისწინებენ გარემოს დაცვის სტრატეგიას და ტაქტიკას ადგილობრივი და პლანეტარული მოვლენების ფონზე.

გამოყენებითი ეკოლოგიის ყველა დარგის აღსანიშნავად შემოთავაზებული იყო ტერმინი „ინვაირონმენტოლოგია“ (environmentology – სწავლება საარსებო გარემოს შესახებ), თუმცა ფართო აღიარება ამ ტერმინმა ჯერ-ჯერობით ვერ მოიპოვა.

გარემოში მიმდინარე მოვლენებისადმი მიზეზ-შედეგობრივი მიდგომის პრინციპი დიდი ხანია დამკვიდრდა სპეციალისტ-ბუნებისმეტყველთა შორის. სხვა საქმეა ფართო საზოგადოება, ახალგაზრდობა, რომელიც, როგორც წესი, არასაკმარისადაა ინფორმირებული თანამედროვე ეკოლოგიის პრაქტიკულ საკითხებში.

შემოთავაზებული წიგნი – ამ სერიოზული ხარვეზის შევსების ცდაა.

აღამიანისა და გარემოს ურთიერთობა რთული და მრავალმხრივი პროცესია. მისი სწორად შეფასება ფუნდამენტური ეკოლოგიის ძირითადი პრინციპებისა და კანონების გარეშე ძნელია. ამიტომ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ წიგნის პირველი თავი ზოგადი ეკოლოგიის საფუძვლების მოკლე დახასიათებისათვის დაგვეთმო.

მომდევნო განყოფილებებში ასახულია ბიოსფეროს დეგრადირების მიზეზები და წყაროები, მისი ძირითადი ელემენტების (ატმოსფერო, ნიადაგი, წყლები) ანთროპოგენური ცვლილებები, ბიოსფეროში მიმდინარე პროცესების გავლენა ცოცხალ სისტემებზე და აღამიანზე.

როგორც ქვევით დავინახავთ, გარემოს თანამედროვე მდგომარეობა პირდაპირ კავშირშია ინდუსტრიალიზაციის დონესთან, მოსახლეობის რაოდენობასთან და მის განაწილებასთან და ა. შ. ამიტომ ისეთ

საკითხებს, როგორცაა მოსახლეობის ზრდის ფაქტორები, ურბანიზაციის პროცესი, დემოგრაფიული აფეთქების თანმხლები მოვლენები და სხვ.. მათ წიგნში სათანადო ადგილი აქვთ დათმობილი.

ბოლო თავი ეხება ჩვენი დროის პროგრესული იდეებისა და კონკრეტული ნაბიჯების აღწერას, რომელიც „ეკოლოგიური ალტერნატივის“ სახელითაა ცნობილი და გარემოში მიმდინარე უარყოფითი პროცესების დაძლევის უნდა ემსახუროდეს.

წიგნის შეზღუდული მოცულობის და ბიოსფეროს თანამედროვე პრობლემების სიმრავლის გამო, ყველა ამ საკითხის მეტ-ნაკლები სისრულით დახასიათება შეუძლებელია. მაგრამ ავტორი იმედოვნებს, რომ დაინტერესებული მკითხველი შეძლებს მისთვის საჭირო დამატებითი ინფორმაციის ამოკრეფას წიგნის ბოლოში დართული ლიტერატურის სიიდან.

წიგნზე მუშაობისას საგულისხმო რჩევებს და დახმარებას ვიღებდი კოლეგებისაგან. ესენია, პირველ რიგში, წიგნის რედაქტორები – ირ. ქორქია და ირ. ელიავა; აკადემიკოსი გ. გიგაური, საქ. მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტები ნ. ალექსიძე და გ. ნახუცრიშვილი; აგრეთვე დოც. დ. თარხნიშვილი, უფროსი მასწავლებელი ნ. გიორგაძე, მეცნიერი მუშაკები მ. ბარამიძე, ლ. ბუთხუზი და ასპირანტი ხ. ყარსიმაშვილი.

ვისარგებლობ შემთხვევით და თვითოეულ მათგანს გულითად მადლობას ვუხდით.

I. ეკოლოგიის საბანი და ამოცანები

სიტყვა „ეკოლოგია“ დღეს ისეოივე პოპულარულია, როგორც, მაგალითად, „ცივილიზაცია“, „ეკონომიკა“, „გარემო“ და სხვ. თანამედროვე პრობლემებით დაინტერესებული მრავალი მკვლევარი, ნებით თუ უნებლიეთ, ეკოლოგიასთანაა დაკავშირებული. მაგრამ საკითხები, რომელსაც, მაგალითად, ბიოლოგი შეისწავლის, თავისი შინაარსით განსხვავდება გეოფიზიკოსის, ქიმიკოსის, სოციოლოგის, იურისტის ან ეკონომისტის პრობლემებისაგან. შესაბამისად, ყველა სპეციალისტი ამ ტერმინს იმდენად განსხვავებულ მნიშვნელობას ანიჭებს, რომ არასპეციალისტისათვის ძნელია გაგება: მაინც რა არის ეკოლოგია?

*ეკოლოგიის საგანი.* ტერმინი „ეკოლოგია“ 1866 წელს შემოთავაზებულია გერმანელი ზოოლოგის ე. ჰეკელის მიერ. თავდაპირველად იგი განმარტებული იყო, როგორც ბიოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის ცხოველთა ურთიერთობას გარემოს ცოცხალ და არაცოცხალ ელემენტებთან. (მცენარეების მიმართ ეს ტერმინი პირველად ე. ვარმინგმა გამოიყენა 1895 წელს). იმ დროიდან მოყოლებული მეცნიერთა შეხედულება ეკოლოგიის საგნისა და შინაარსის შესახებ იცვლებოდა. მაგალითად, ტენსლის (1935) აზრით, ეკოლოგია არის მეცნიერება მცენარეთა და ცხოველთა არსებობისა და განვითარების შესახებ მათ ბუნებრივ ადგილსამყოფელში; ოდუმი (1975) თვლის, რომ ეკოლოგია უნდა განიმარტოს, როგორც მოძღვრება ბუნების სტრუქტურისა და ფუნქციონირების შესახებ; ს. შვარცი (1969) ეკოლოგიას განმარტავს, როგორც მეცნიერებას, რომლის შესწავლის საგანია ორგანიზმებისა და გარემოს ურთიერთობა პოპულაციების დონეზე. სხვებს მიაჩნიათ, რომ იგი სწავლობს ცოცხალი ორგანიზმების კომპლექსებს, როგორც ისტორიულად ჩამოყალიბებულ სისტემებს (ფეოდოროვი, გილმანოვი, 1980). ბოლო ხანებში ეკოლოგიას უკავშირებენ გარემოში მიმდინარე ანთროპოგენურ ცვლილებებს და ორგანიზმთა რეაქციებს მათ მიმართ.

ჩვენ უპირატესობას ვანიჭებთ ეკოლოგიის შემდეგ განმარტებას: თანამედროვე ეკოლოგია მეცნიერებაა, რომელიც ცალკეული ინდივიდების, პოპულაციების და თანასაზოგადოებების დონეზე შეისწავლის ორგანიზმთა ურთიერთდამოკიდებულებას მათ გარემომცველ ცოცხალ

და არაცოცხალ ფაქტორებთან იმ ცვლილებების გათვალისწინებით. რომელიც გარემოში ადამიანს შეაქვს.

ბოლო ხანებში ეკოლოგიის ამოცანები მნიშვნელოვნად გაფართოვდა. გამოიკვეთა დედამიწაზე მიმდინარე პროცესებისა და მოვლენებისადმი ეკოლოგიური მიდგომის აუცილებლობა. საზოგადოებას ნათლად უნდა ჰქონდეს წარმოდგენილი ეკოლოგიური კრიზისის შესაძლო შედეგები, ამიტომ თანამედროვე ეკოლოგია შეიძლება დავახასიათოთ, როგორც ამ კრიზისის თავიდან აცილების თეორია და პრაქტიკა, გარემოს დაცვის საფუძველი.

*ეკოლოგიის ძირითადი მიმართულებები*, როგორც ჰეკელი აღნიშნავდა, ნებისმიერ ორგანიზმზე ერთდროულად მრავალი ფაქტორი მოქმედებს. იმის მიხედვით, თუ როგორ გარემოში ბინადრობს იგი, ამ ფაქტორთა მოქმედების სპეციფიკა განსხვავებულია. შესაბამისად, ეკოლოგია, პირველ რიგში, ცოცხალ ორგანიზმებზე გარემო ფაქტორთა მოქმედების ზოგად პრინციპებს შეისწავლის. ამ მიმართულებას ხშირად აუტეკოლოგიას უწოდებენ.

ცალკეულ ინდივიდებზე გარემო ფაქტორების უშუალო ზემოქმედების მიუხედავად, შეგუება ამ ინდივიდთა ერთობლიობების – პოპულაციების დონეზე ხორციელდება. ამის საფუძველზე ჩამოყალიბდა და განვითარდა ეკოლოგიის მეორე მიმართულება – პოპულაციური ეკოლოგია, რომელიც სახეობრივი პოპულაციების ზოგად თავისებურებებსა და გარემოსთან მათი შეგუების მექანიზმებს შეისწავლის.

სწავლება პოპულაციების შესახებ ცხადყოფს, რომ ბიოსფეროს ნებისმიერი მონაკვეთი უნდა განვიხილოთ, როგორც სხვადასხვა სახეობის მცენარის, ცხოველისა და მიკროორგანიზმის პოპულაციებისა და გარემოს არაცოცხალი კომპონენტების რთული სისტემა, რომელშიც ხორციელდება ბიოგენური ნივთიერებებისა და ელემენტების ცვლა. ასეთ სისტემებს ეკოსისტემებს უწოდებენ, ხოლო ეკოლოგიის დარგს, რომელიც მათ შეისწავლის, თანასაზოგადოებათა ეკოლოგიას, ანუ სინეკოლოგიას.

*გარემო და საარსებლ. პირობები*. ეკოლოგიური თვალსაზრისით, გარემო არის ბუნებრივი მოვლენებისა და მატერიალური სხეულების ერთობლიობა, რომელიც პირდაპირ ან არაპირდაპირ ზემოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებზე. ყველა ორგანიზმის გარემო შედგება არა-ორგანული და ორგანული ბუნების ელემენტებისაგან, თანაც ზოგი აუცილებელია მისთვის, სხვები კი განურჩეველი.

განსხვავებით გარემოსაგან, საარსებო პირობები, ან სასიცოცხლო პირობები – ესაა სიცოცხლისათვის აუცილებელი ელემენტები. პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა გარემოს იმ ელემენტებს აქვთ, რომლებიც განსაზღვრავენ ორგანიზმთა განვითარებას, გადარჩენას, აღწარმოებას. ამ ელემენტებს ეკოლოგიური ფაქტორები ეწოდებათ.

სხვადასხვა ორგანიზმი ერთსა და იმავე ეკოლოგიურ ფაქტორზე სხვადასხვაგვარად რეაგირებს. ეს იმით გამოიხატება, რომ მათ ფაქტორთა განსხვავებული მახასიათებლები სჭირდებათ. მაგალითად, უდაბნოში მცენარეები და ცხოველები მაღალი ტემპერატურისა და დაბალი ტენიანობის პირობებში არსებობენ; ტუნდრის მობინადრეები საჭიროებენ მაღალ ტენიანობას და ადვილად იტანენ შედარებით დაბალ ტემპერატურებს. ზღვის და მტკნარი წყლების მობინადრენი მინერალური ნივთიერებების სხვადასხვა კონცენტრაციებს საჭიროებენ. გარემოსთან შეგუების ყველა თავისებურება ორგანიზმების ევოლუციური განვითარების პროცესში ჩამოყალიბდა.

## 2. ეკოლოგიური ფაქტორები

*ეკოლოგიური ფაქტორების კლასიფიკაცია.* გარემოს მრავალრიცხოვანი ფაქტორი პირობით სამ ძირითად ჯგუფად შეიძლება განაწილდეს: აბიოტური, ბიოტური და ანთროპოგენური.

აბიოტურ ფაქტორებში შედის ორგანიზმზე მოქმედი არაორგანული ბუნების ელემენტები – ტემპერატურა, ტენიანობა, განათება, ატმოსფერული წნევა, ქარები. აგრეთვე ატმოსფეროს, მტკნარი და ოკეანური წყლების, ნიადაგის ქიმიზმი და სხვ.

ბიოტურ ფაქტორებში იგულისხმება ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულების ყველა სახე. ანთროპოგენური ფაქტორები შეიძლება დაეახასიათოთ, როგორც გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების ყველა ფორმა, რომელიც, უმრავლეს შემთხვევაში, მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა საარსებო პირობების უარყოფით ცვლილებას იწვევს. ანთროპოგენური ფაქტორი ადამიანის წარმოშობასთან ერთად ჩაისახა და ვითარდება მოსახლეობის ზრდასთან და საზოგადოების სოციალ-ეკონომიკურ განვითარებასთან ერთად.

წიგნის მომდევნო თავები ანთროპოგენური ფაქტორის და მისი უარყოფითი შედეგების დახასიათებას ეხება.



*აბიოტური ფაქტორების ზემოქმედება ორგანიზმებზე.* გასული საუკუნის შუა პერიოდში გერმანელმა ქიმიკოსმა და ფიზიოლოგმა ი. ლიბიხმა დაადგინა, რომ მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია ნიადაგში ქიმიური ელემენტების გარკვეული ერთობლიობა. მათგან ზოგიერთი დიდი რაოდენობით უნდა იყოს, სხვები – საშუალო, ხოლო მესამენი შესაძლოა მხოლოდ უკიდურესად დაბალი კონცენტრაციებით. ამავე დროს, ერთი ელემენტი ვერ შეცვლის მეორეს. თუ გარემოში ყველა ელემენტი ჭარბადაა, ერთის გარდა, მცენარის ზრდა უზრუნველყოფილ იქნება მანამდე, სანამ ამ უკანასკნელის რაოდენობა არ ამოიწურება. ამგვარად, მცენარის ზრდა იზღუდება მინიმალური რაოდენობის ელემენტის უკმარობით.

ამ აღმოჩენას ლიბიხმა „მინიმუმის კანონი“ უწოდა. მართალია, ეს კანონი ქიმიური ფაქტორების მიმართ იყო ფორმულირებული, მას გაცილებით უფრო ზოგადი ხასიათი აქვს. ორგანიზმთა სიცოცხლისათვის საარსებო პირობების გარკვეული ერთობლიობაა აუცილებელი. ქიმიური ელემენტების ანალოგიურად, თუ ყველა ფაქტორი ხელსაყრელია, ერთის გარდა (რომლის რაოდენობა დაბალია), ეს უკანასკნელი გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს ორგანიზმის სიცოცხლისათვის. გარემოს იმ ფაქტორს, რომელიც ზღუდავს ორგანიზმის განვითარებას, მალი-მიტირებელი (შემზღუდველი) ჰქვია.

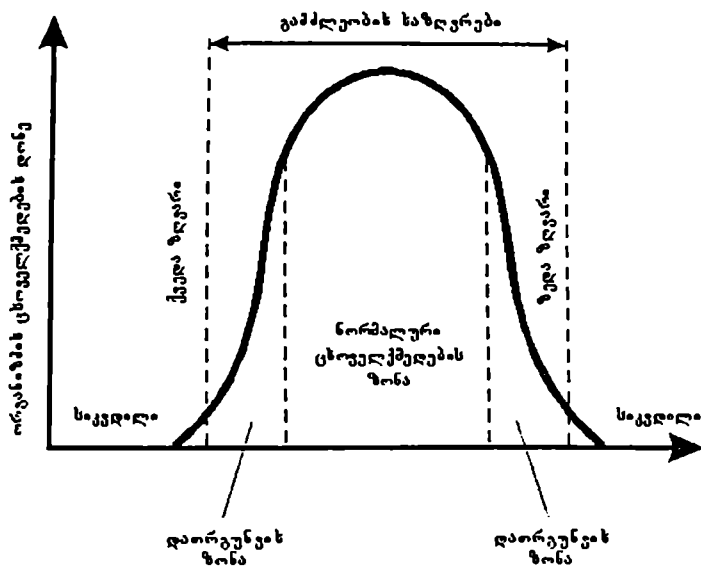
ორგანიზმზე აბიოტური ფაქტორების ზემოქმედების ეფექტი მათ ინტენსივობაზეა დამოკიდებული. ყველა სახეობას ევოლუციის პროცესში გამოუმუშავდა უნარი, შეეგუოს ფაქტორის გარკვეულ რაოდენობრივ მაჩვენებლებს. ამავე დროს, ყველა ორგანიზმისათვის, იქნება ეს მცენარე, ცხოველი თუ მიკროორგანიზმი, არსებობს ფაქტორის კონკრეტული მახასიათებელი, რომელიც მისთვის ოპტიმალურია. ამ მაჩვენებლის შემცირება ან გაზრდა ამუხრუჭებს ორგანიზმის ზრდა-განვითარებას, ხოლო ფაქტორის მაქსიმალურმა ან მინიმალურმა გადაზრამ შესაძლოა ორგანიზმის სიკვდილი გამოიწვიოს (სურ. 1.2.1). რაც უფრო მეტად იხრება ფაქტორი ოპტიმალური მაჩვენებლიდან, მით მეტად ითრგუნება ცხოველმოქმედება. საზღვრებს, რომლის იქით ორგანიზმის არსებობა შეუძლებელია, გამძლეობის ქვედა და ზედა ზღვარი ქვია.

*ორგანიზმთა ეკოლოგიური პლასტიკურობა.* როგორც აღინიშნა, ორგანიზმზე ერთდროულად მრავალი ფაქტორი მოქმედებს. ამ ფაქტორების მიმართ სხვადასხვა ორგანიზმის დამოკიდებულება განსხვავებულია. მაგალითად, ტემპერატურასთან მიმართებაში არჩევენ

სითბოს „მოყვარულ“ და სიცივის „მოყვარულ“ ორგანიზმებს, ტენიანობასთან მიმართებაში – ტენის „მოყვარულ“ და სიმშრალის ამტან ორგანიზმებს და ა. შ. ცხადია, ასეთ დაჯგუფებას მრავალი გარდამავალი საფეხური აქვს.

ყველა სახეობისათვის დამახასიათებელია გამძლეობის ხარისხიც. მაგალითად, ზომიერი სარტყლის მცენარეებსა და ცხოველებს შეუძლიათ იარსებონ ტემპერატურის ფართო დიაპაზონის პირობებში, მაშინ როდესაც ტროპიკული კლიმატის სახეობები ვერ ეგუებიან ამ ფაქტორის უმნიშვნელო მერყეობასაც კი.

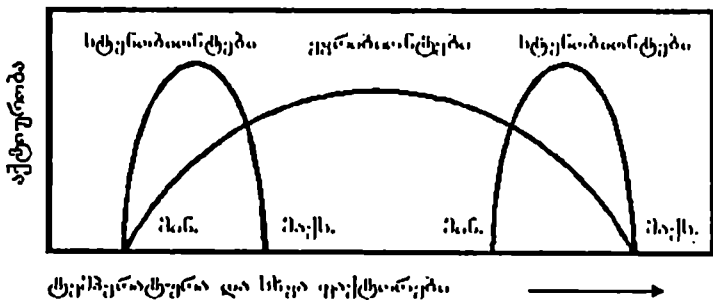
სახეობის უნარი შეეგუოს გარემო ფაქტორთა ცვლილების ამა თუ იმ დიაპაზონს, მის ეკოლოგიურ პლასტიკურობაში (ეკოლოგიურ ვა-



სურ. 1.2.1. ეკოლოგიურ ფაქტორთა მრავალი მოქმედება ორგანიზმებზე, რადკევიჩის (1977) მიხედვით.

ლენტობაში) აისახება. სახეობები, რომელთაც შეუძლიათ იარსებონ ფაქტორის ოპტიმალური მახასიათებლიდან შედარებით მცირე გადახრისას, ვიწროდ სპეციალიზირებულს, ანუ სტენობიონტურს უწოდებენ; სახეობებს, რომლებიც შეგუებული არიან ფაქტორის მნიშვნელოვან მერყეობას – ფართოდ შეგუებულს ანუ ევრიბიონტულს უწოდებენ (სურ. 1.2.2.)

იმისდა მიხედვით, თუ როგორ დამოკიდებულებას ავლენს ორგანიზმი ამა თუ იმ ფაქტორის მიმართ, მის გამომხატველ სიტყვას ემატება პრეფიქსი ეერი-, ან სტენო-. ასე, ტემპერატურასთან მიმართებაში ასხვავებენ ეერი- და სტენოთერმულ ორგანიზმებს, მარილების კონცენტრაციასთან მიმართებაში – ეერი- და სტენოჰალინურს, განათებასთან მიმართებაში – ეერი- და სტენოფოტურს, საკვებთან მიმართებაში – ეერი- და სტენოფაგებს და ა. შ.



სურ. 1.2.2. სახეობათა ეკოლოგიური პლასტიკურობა, ოდუმის (1975) მიხედვით

ყველა ფაქტორის მიმართ ფართოდშეგუებული ორგანიზმები ძალზე ცოტაა; უფრო ხშირად ეერი- და სტენოზოონტობა ვლინდება რომელიმე ერთი ფაქტორის მიმართ. ეერიზოონტობა, როგორც წესი, ხელს უწყობს სახეობის ფართო გავრცელებას, სტენოზოონტობა – ზღუდავს არეალს.

## 2.1. აბიოტური ფაქტორები

### ა. ხმელეთის გარემო

მაკროკლიმატი, მეზოკლიმატი, მიკროკლიმატი. კლიმატს, როგორც ეკოლოგიურ ფაქტორს, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმისათვის. ამავე დროს, ერთსა და იმავე კლიმატურ პირობებში, რელიეფის თუ მცენარეული საფარის მიხედვით, აბიოტური ფაქტორები შესაძლოა განსხვავებული იყოს. ამის შესაბამისად, ეკოლოგიაში განასხვავებენ მაკროკლიმატს (რეგიონის კლიმატს), მეზოკლიმატს (ადგილობრივ კლიმატს) და მიკროკლიმატს (ადგილსამყოფელის კლიმატს). მაგა-

ლითად, აღმოსავლეთ საქართველოში შირაქის ველის კლიმატი შეიძლება ჩაითვალოს მაკროკლიმატად; შირაქის ველის შემადგენლობაში მყოფი ტყის მასივი, რომელიც გამოირჩევა აბიოტური ფაქტორების თავისებურებით, სპეციფიკურ მეზოკლიმატს შეიცავს; ამა თუ იმ ცხოველის კონკრეტული ადგილსამყოფელი ტყის მასივში კი სპეციფიკური მიკროკლიმატით ხასიათდება. ამგვარად, ნებისმიერი მეზოკლიმატის გარემო შესაძლოა მრავალ მიკროკლიმატურ პირობებს აერთიანებდეს.

მომდევნო თავებში ჩვენ შევეხებით მცენარეთა და ცხოველთა გადაშენების მაგალითებს ეკოსისტემების ანთროპოგენური ცვლილების შედეგად. ადვილად დაერწმუნდებით, რომ ამის მიზეზი ხშირ შემთხვევაში მეზოკლიმატის და, მასთან დაკავშირებულ, ადგილსამყოფელთა მიკროკლიმატური თავისებურებების ცვლილებაა.

*ტემპერატურა.* ორგანიზმის არსებობის, განვითარების და გავრცელების ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი ტემპერატურაა. თანაც მნიშვნელობა აქვს არა მხოლოდ სითბოს საერთო რაოდენობას, არამედ მის განაწილებას დროში, ანუ სითბოს რეჟიმს. ტროპიკულ ზონაში სითბოს რეჟიმი წლის მანძილზე მეტ-ნაკლებად მუდმივია, ეკვატორიდან დაცილების შესაბამისად, ტემპერატურის სეზონური და დღე-ღამური მერყეობა იზრდება.

ოპტიმალური ტემპერატურის დროს ორგანიზმთა ფიზიოლოგიური პროცესები შედარებით ინტენსიურად მიმდინარეობს. ასეთ პირობებში თავს იჩენს ვანტ-ჰოფის წესი, რომლის თანახმად ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ით ზრდისას ქიმიური პროცესების ინტენსივობა გარკვეული სიდიდით იზრდება. ეს შეიძლება გამოვხატოთ განტოლებით:  $Q_{10} = 2$ ,  $Q_{10} = 3$  და ა. შ., რაც იმას ნიშნავს, რომ ტემპერატურის ზრდა  $10^{\circ}$ -ით იწვევს ქიმიური პროცესების ინტენსივობის გაორმაგებას, გასამმაგებას და ა. შ. ოპტიმალური ტემპერატურის ზევით ან ქვევით ბიოქიმიური რეაქციების ინტენსივობა ქვეითდება.

ყველა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელია განვითარების მინიმალური, ოპტიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურული საზღვრები. ქვედა ოპტიმალურიდან ქვედა მინიმალურის და ზედა ოპტიმალურიდან ზედა მაქსიმალურის ფარგლებში განლაგებულია ქვედა და ზედა პესიმუმის დიაპაზონები. უკიდურესად მინიმალურ და უკიდურესად მაქსიმალურ ტემპერატურებს, რომლის საზღვრებს გარეთ ორგანიზმის განვითარება ვერ ხორციელდება, განვითარების ქვედა და ზედა ზღურბლს, ან ქვედა და ზედა ბიოლოგიურ ნულს უწოდებენ.

ტემპერატურის დიაპაზონს განვითარების ქვედა და ზედა ზღურბლებს შორის ეფექტურ ტემპერატურებს უწოდებენ. მაგალითად, ზორბლის გაღვივებისათვის მინიმალური ტემპერატურული დიაპაზონი  $0^{\circ}$ - $5^{\circ}$ -ს შეადგენს, ოპტიმალური —  $25^{\circ}$ - $31^{\circ}$ -ს, ხოლო მაქსიმალური —  $33^{\circ}$ - $37^{\circ}$ -ს;  $0^{\circ}$  და  $37^{\circ}$  — ქვედა და ზედა ბიოლოგიური ნულია;  $0^{\circ}$ - $25^{\circ}$  — ქვედა, ხოლო  $31^{\circ}$ - $37^{\circ}$  — ზედა პესიმალური დიაპაზონებია, მაშინ როდესაც  $0^{\circ}$ - $37^{\circ}$  — ეფექტური ტემპერატურების დიაპაზონია.

მცენარეთა და ცივისხლიან ცხოველთა განვითარებისათვის მნიშვნელობა აქვს სითბოს საერთო რაოდენობას, რომელსაც ისინი გარემოდან იღებენ. მას ეფექტური ტემპერატურების ჯამი, ან სითბოს ჯამი ეწოდება. ყველა სახეობისათვის ეს მაჩვენებელი სპეციფიკურია. სითბოს ჯამი გამოიხატება ფორმულით:  $C = (t - t_1)n$ , სადაც  $t$  — რეალური ტემპერატურაა,  $t_1$  — განვითარების ქვედა ზღვარი,  $n$  — განვითარების ხანგრძლივობა (დღეებში ან საათებში). რაც მეტია განსხვავება  $t$ -სა და  $t_1$ -ს შორის, მით ნაკლებია  $n$  და პირიქით. რაც უფრო ახლოა  $t_1$   $t$ -სთან, მით ნაკლები დროა საჭირო ორგანიზმის განვითარებისათვის.

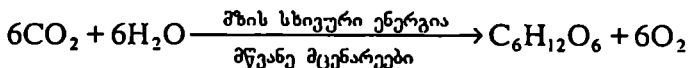
*ატმოსფერული ჰაერის ტენიანობა.* ჰაერის ტენიანობა მისი წყლის ორთქლით გაჯერებაზე დამოკიდებული, ხოლო ჰაერში წყლის ორთქლის რაოდენობა — ტემპერატურაზე. რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით მეტ ტენს შეიცავს ჰაერი. ამა თუ იმ კონკრეტული ტემპერატურის პირობებში ჰაერის წყლის ორთქლით გაჯერებას თავისი მაქსიმალური საზღვარი გააჩნია. ჩვეულებრივ, ჰაერის გაჯერება არ აღწევს მაქსიმალურ დონეს; განსხვავებას მაქსიმალურსა და რეალურ გაჯერებას შორის ტენიანობის დეფიციტი ქვია. ეს უკანასკნელი — უმნიშვნელოვანესი ეკოლოგიური პარამეტრია, რადგან ერთდროულად ორ სიდიდეზეა დამოკიდებული — ტენიანობაზე და ტემპერატურაზე.

ატმოსფერული ნალექები ჰაერის ტენიანობასთანაა დაკავშირებული. ისინი წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია. ჰაერის მიწისპირა ფენაში ცვარი ან ბურუსი წარმოიქმნება, დაბალი ტემპერატურის დროს კი ტენის კრისტალიზაცია აღინიშნება. კონდენსაციის და წყლის ორთქლის კრისტალიზაციის შედეგად ატმოსფეროს ზედა ფენებში ღრუბლები და ატმოსფერული ნალექი ყალიბდება.

ნალექი — დედამიწაზე წყლის წრებრუნვის ერთ-ერთი რგოლია. ნებისმიერ რეგიონში მისი რეჟიმი მკაცრად სტაბილურია, მაგრამ რეგიონების შესაბამისად იგი მეტ-ნაკლებ განსხვავებას ავლენს. უკიდურესი გადახრები ნალექის სიუხვის მხრივ ე. წ. ჰუმიდურ

(ტენიან) და არიდულ (მშრალ) ზონებში შეიმჩნევა. ნალექის მაქსიმალური წლიური რაოდენობა ტროპიკული ტყეებისთვისაა დამახასიათებელი (წელიწადში 2000 მმ და მეტი), მშრალ ზონებში ეს მაჩვენებელი 250 მმ-ს არ აღემატება.

*მზის სხივური ენერგია* სინათლე – ნებისმიერი ეკოსისტემის ერთ-ერთი უმთავრესი ფაქტორია. სხივური ენერგიის მეშვეობით ხორციელდება ფოტოსინთეზის პროცესი, ანუ მწვანე მცენარეების მიერ გარემოს არაორგანული კომპონენტებისაგან ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნა:



ეს განტოლება მხოლოდ ზოგად წარმოდგენას გვიქმნის ფოტოსინთეზის შესახებ. სინამდვილეში იგი შედგება მრავალრიცხოვანი რეაქციისაგან, რომელთა განხორციელება სხვადასხვა ფერმენტის, ანუ ბიოლოგიური კატალიზატორის მეშვეობით ხორციელდება.

ფოტოსინთეზის პროდუქტებია ჟანგბადი და ნახშირწყლები. ჟანგბადის ნაწილს თვით მცენარეები იყენებენ, დიდი ნაწილი კი ცხოველების სუნთქვას ხმარდება. შაქრებში ჩართული ენერგია მცენარეთა და მცენარეებით მკვებავ ცხოველთა არსებობას უზრუნველყოფს.

*ატმოსფერული მასების მოძრაობა (ქარები)*. ქარის წარმოშობას დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გათბობა განსაზღვრავს, რაც წნევის ვარდნილობასთანაა დაკავშირებული. ქარის ნაკადი მიმართულია ნაკლები წნევის მხარისაკენ, ანუ იქით, სადაც ჰაერი უფრო მეტად თბება. ჰაერის მიწისპირა ფენაში ატმოსფერული მასების მოძრაობა კლიმატის ყველა ელემენტზე – ტემპერატურულ რეჟიმზე, ტენიანობაზე, აგრეთვე აორთქლების ინტენსივობაზე, მცენარეთა ცხოველმოქმედებაზე – ახდენს გავლენას.

ატმოსფერული მასების მოძრაობაში ხანგრძლივი ციკლები აღინიშნება, რომლებიც პერიოდულად ცვლის ერთმანეთს. ატმოსფერული ცირკულაციის ტიპთან დაკავშირებულია ცხოველთა მრავალი სახეობის აქტივობაც, მაგალითად, მავნებელთა მასობრივი გამრავლების პერიოდები.

## ბ. ნიადაგის საფარველი

ნიადაგი – დედამიწის ქერქის ზედა ფხვიერი ფენაა; იგი წარმოქმნილია ატმოსფეროს, ლითოსფეროს და ბიოსფეროს ხანგრძლივი

ურთიერთქმედების შედეგად ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების ერთობლივი მოქმედებით.

ნიადაგი — სამფაზოვანი გარეშა, შეიცავს მკვრივ, თხევად და გაზობრივ კომპონენტებს. მცენარეებთან, ცხოველებთან და მიკროორგანიზმებთან ერთად, იგი ქმნის რთულ ეკოლოგიურ სისტემას, სადაც მუდმივად ხორციელდება ორგანული ნივთიერებების სინთეზი და დაშლა. მისი ერთ-ერთი ფუნქციაა მზის ენერჯის ბიოგენური დაგროვება, ტრანსფორმირება და განაწილება. ნიადაგი ურთიერთქმედებს ბიოსფეროს სხვა ელემენტებთან და მონაწილეობს რიგი ქიმიური ელემენტის — ჟანგბადის, წყალბადის, აზოტის, ფოსფორის, გოგირდის, კალციუმის, სპილენძის, კობალტის და სხვათა წრებრუნვაში.

ცოცხალი ორგანიზმების როლი ნიადაგის ფორმირებაში მეტად დიდია. ისინი განსაზღვრავენ ნიადაგის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს თავისებურებას — ნაყოფიერებას, რომელიც შეიძლება განიმარტოს, როგორც მცენარეების საკვებით, წყლითა და ჰაერით უზრუნველყოფის უნარი.

რომ გაკეთდეს ნიადაგის ვერტიკალური ჭრილი, გვერდით კედლებზე აშკარად გამოჩნდება რამდენიმე ფენა. მათ თანმიმდევრობას ნიადაგის პროფილი ქვია. ზედა ფენის (A — ჰორიზონტის) სისქე, ბიომის შესაბამისად, 2,5-დან რამდენიმე ათეულ სმ-ს შეადგენს. ეს ფენა შეიცავს მცენარეთა ფესვებს, მიკროორგანიზმებს, ნიადაგის ცხოველებს, ორგანიზმთა მკვდარ ნაწილებს.

A — ჰორიზონტში წარმოქმნილი მინერალური და ორგანული ნივთიერებები ილუვიალურ, ანუ B — ჰორიზონტში აღწევენ; მას მოსდევს C — ჰორიზონტი, ანუ დედა-ქანი, სადაც იწყება ნიადაგის წარმოქმნის პროცესი.

ნიადაგის მინერალური შედგენილობის დაახლოებით 50% კაჟმიწაზე მოდის, 25% — თიხამიწაა, 1-10% — რკინის ოქსიდებია, 0,1-5% კი მაგნიუმის, კალიუმის, ფოსფორის, კალციუმის ოქსიდები. ორგანული მასა შეიცავს ნახშირწყლებს (ლიგნინი, ცელულოზა, ჰემიცილოზა), ცილოვან ნივთიერებებს, ცხიმებს და ა. შ. ისინი აქ მარტივ ნივთიერებებად (წყალი, ნახშირბადის დიოქსიდი, ამონიაკი) იშლებიან ან შედარებით რთულ მასად — ჰუმუსად გარდაიქმნიებიან. ეს უკანასკნელი ხელს უწყობს წყლის დაკავებას და ნიადაგის სიფხვიერის შენარჩუნებას.

ნიადაგის საფარველის ანთროპოგენური ცვლილება დახასიათებულია IV თავში.

## გ. წყლის გარემო

წყალი ქმნის ცოცხალ ორგანიზმთა თავისებურ გარემოს, რომელიც, ატმოსფერულ ჰაერთან შედარებით, მაღალი სიმკვრივით და სიბლანტით ხასიათდება. წყლის სიმკვრივე დაახლოვებით 800-ჯერ, სიბლანტე 55-ჯერ მეტია, ვიდრე ჰაერისა. წყლის სხვა თავისებურებებს შორის აღსანიშნავია: 1 – მუდმივი მოძრაობა, რომელიც განაპირობებს ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლების მეტ-ნაკლებ ერთგვაროვნებას; 2 – ტემპერატურული სტრატოფიკაცია, ანუ ტემპერატურის სიღრმესთან დაკავშირებული ცვლილება; 3 – გამჭვირვალობა, რომელიც განსაზღვრავს ფიტოპლანქტონის და უმაღლესი მცენარეების ფოტოსინთეზურ აქტივობას და ორგანული ნივთიერების დაგროვებას.

ცოცხალი ორგანიზმებისათვის მნიშვნელოვან აბიოტურ ფაქტორებს შორის, აღსანიშნავია წყლის მარილიანობა (კარბონატების, სულფატების, ქლორიდების შემცველობა), აგრეთვე გახსნილი ჟანგბადის და ნახშირორჟანგის რაოდენობა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჟანგბადი, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის ორგანიზმთა (ჰიდრობიონტების) სუნთქვას. მისი კონცენტრაციის კლება იწვევს ორგანიზმის ცხოველმოქმედების მკვეთრ დაცემას.

ჰიდრობიონტების გავრცელება წყალბადიონთა კონცენტრაციაზეცაა (pH) დამოკიდებული. წყლის ყველა მობინადრე შეგუებულია pH-ის სპეციფიკურ დონეს: ზოგი უპირატესობას მყავე გარემოს ანიჭებს, სხვები – ტუტეს, მესამენი – ნეიტრალურს. ამ ფაქტორის მკვეთრმა ცვლილებამ (მაგალითად, წყლის სამრეწველო გაბინძურების შედეგად) შესაძლოა ჰიდრობიონტების დაღუპვა გამოიწვიოს.

ჰიდროსფეროს, როგორც ბუნებრივი გარემოს, და მისი ანთროპოგენური ცვლილების აღწერა მოტანილია IV თავში.

### 2.2. ბიოტური ფაქტორები

როგორც აღინიშნა, ბიოტურ ფაქტორებში იგულისხმება ორგანიზმთა ურთიერთდამოკიდებულების ყველა ფორმა. მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა ურთიერთობა (ანუ კოაქციები) მრავალგვარია. ერთ შემთხვევაში ორგანიზმები უშუალოდ ზემოქმედებენ ერთმანეთზე; სხვა



შემთხვევაში, ერთნი ცვლიან გარემოს აბიოტური ფაქტორების რეჟიმს და ამ გზით ზემოქმედებენ დანარჩენ სახეობებზე.

ცოცხალ ორგანიზმთა კოაქციებს შორის ერთ-ერთი ძირითადია მცენარეთა და ცხოველთა ურთიერთდამოკიდებულება. ფოტოსინთეზის გზით მცენარეები ქმნიან პირველად ორგანულ ნივთიერებას, რითაც უზრუნველყოფენ ყველა ცხოველის არსებობას. ცხოველებს შორის არჩევენ მონოფაგებს, პოლიფაგებს და ოლიგოფაგებს. პირველნი იკვებებიან მხოლოდ ერთეული სახეობის მცენარით ან ცხოველით, მეორენი — მრავალი სახეობის წარმომადგენლებით, მაშინ როდესაც მესამენი — შეზღუდული სახეობებით იკვებებიან.

არჩევენ კოაქციების 2 ძირითად ტიპს — ჰომოტიპურ რეაქციებს, ანუ ერთი და იგივე სახეობის ინდივიდთა ურთიერთქმედებას და ჰეტეროტიპულ რეაქციებს, ანუ სხვადასხვა სახეობის ინდივიდთა ურთიერთქმედებას. მოგვყავს ჰეტეროტიპული რეაქციების ძირითადი სახეების მოკლე აღწერა:

კონკურენცია — ურთიერთობის ფორმაა, რომლის დროს საკვების, სოკრცის ან სხვა აუცილებელი რესურსისათვის სხვადასხვა სახეობის წარმომადგენლები უარყოფითად ზემოქმედებენ ერთმანეთზე;

მტაცებლობა — სახეობათაშორისი ურთიერთობის ფორმაა, რომლის დროს ერთი სახეობა მეორის ზარჯზე არსებობს. ამ ურთიერთობას საფუძვლად უდევს კვებითი კავშირები: მტაცებელი კლავს თავის მსხვერპლს, შემდეგ კი ჭამს მას;

პარაზიტიზმი — ისეთი ურთიერთობაა, რომლის დროს ერთი სახეობის წარმომადგენელი (პარაზიტი) ცხოვრობს მეორის (მასპინძლის) ზარჯზე, რისთვისაც სახლდება მისი სხეულის შიგნით ან ზედაპირზე. პარაზიტიზმი გავრცელებულია როგორც მცენარეებში, ისე ცხოველებში — ვირუსებში, ბაქტერიებში, სოკოებში, უმარტივესებში, ჭიებში, ფეხსახსრიანებში;

კომენსალიზმი — კვებით კავშირებზე აღმოცენებული ურთიერთობაა, რომელიც ხელსაყრელია ერთ-ერთი პარტნიორისათვის, მაგრამ განურჩეველია მეორისათვის. ჩვეულებრივ, კომენსალიზმის დროს შედარებით მცირე ზომის ორგანიზმი სახლდება უფრო მსხვილი ორგანიზმის სიახლოვეს ან მის სხეულზე და სარგებლობს ამ უკანასკნელის საცხოვრებელი სივრცით, საკვების ნარჩენებით და ა. შ.

სინოიკია — სივრცობრივი თანაარსებობაა, რომელიც სასარგებლოა ერთი სახეობისათვის, მაგრამ განურჩეველია მეორისათვის. განსხვავებით

კომენსალიზმისაგან, სინოიკიის დროს კვებითი დამოკიდებულება არ შეიმჩნევა;

სიმბიოზი, ანუ მუტუალიზმი – სხვადასხვა სახეობის ურთიერთსასარგებლო თანაარსებობაა. სიმბიოზის მაგალითია ზოგიერთი ჭიანჭველისა და ბუგრის ურთიერთობა: ჭიანჭველები იცავენ ბუგრებს, ბუგრები კი უზრუნველყოფენ ჭიანჭველებს საკვებით;

პროტოკოოპერაცია – ორი სახეობის თანაცხოვრებაა, რომელიც მათ გარკვეულ უპირატესობას ანიჭებს მტაცებლისაგან თავდაცვის თვალსაზრისით;

ამენსალიზმი – კოაქციის ტიპია, რომლის დროს ერთი სახეობის (ამენსალის) ზრდა-განვითარება მეორის (ინჰიბიტორის) გავლენით ფერხდება; ამენსალიზმის მაგალითია ობის სოკოსი და ბაქტერიების ურთიერთობა.

ცხადია, კოაქციის ამ ფორმებს შორის მრავალი გარდამავალი სახე და გამონაკლისია.

### 3. პოპულაციების ეკოლოგია

*პოპულაციების ზოგადი დახასიათება.* ცნობილია, რომ სახეობები თავისი არეალის ფარგლებში არათანაბრად არიან განაწილებული და, ჩვეულებრივ, მათი წევრები ცოტად თუ ბევრად გამოიჯნულ დაჯგუფებებს – პოპულაციებს ქმნიან. თანამედროვე შეხედულებით, პოპულაცია – სახეობის არსებობის ძირითადი ფორმა, ანუ ინდივიდთა ერთობლიობაა, რომელსაც გარკვეული ტერიტორია უკავია და აქვს უნარი იარსებოს განუსაზღვრელად ხანგრძლივი დროის მანძილზე. მისი წევრები მეტნაკლები პანმიქსიით ხასიათდებიან და, როგორც წესი, სივრცობრივად იზოლირებული არიან იმავე სახეობის სხვა პოპულაციებისაგან.

სახეობა პოპულაციების სახით არსებობს. ნებისმიერ ბიოცენოზში იგი პოპულაციითაა წარმოდგენილი. ამ თვალსაზრისით პოპულაცია შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ბიოცენოზის ნაწილი, ბიოცენოზი კი – როგორც სხვადასხვა სახეობის პოპულაციათა ერთობლიობა.

ნებისმიერი ორგანიზმი, მეტადრე თუ იგი სქესობრივად მრავლდება, ამა თუ იმ პოპულაციის წევრია. მისი ხანგრძლივი არსებობა პოპულაციის გარეშე ძნელია, ხშირად შეუძლებელიც. პოპულაციის წევრები

მრავალმხრივ არიან დაკავშირებული ერთმანეთთან. ამის გამო პოპულაცია ფუნქციონირებს, როგორც ერთიანი სისტემა.

სახეობების პოპულაციური სტრუქტურა განსხვავებულია: ზოგი სახეობა მხოლოდ ერთი ან რამდენიმე პოპულაციითაა წარმოდგენილი, სხვები – მრავალ ასეულს შეიცავენ. რუსი ზოოლოგის ს. ოგნევის (1931) მონაცემებით, 30-იან წლებში მთელ რუსეთის ტერიტორიაზე ყარსალის (*Martes zibellina*) 15-20 პოპულაცია იყო ცნობილი (სურ. 1.3.1); ამავე დროს, ჩვეულებრივი მემინდვრიის პოპულაციების რიცხვი მრავალ ასეულს შეადგენს.



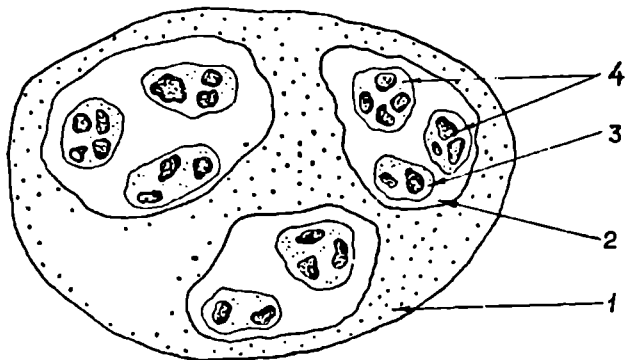
სურ. 1.3.1. ყარსალის არეალი რუსეთში 30-იან წლებში, ოგნევის (1931) მიხედვით.

მიუხედავად იმისა, რომ პოპულაციების რეალობას თითქმის არავინ უარყოფს, თანამედროვე ეკოლოგთა შორის არაა ერთიანი აზრი მათი ტოლფასოვნების შესახებ. ზოგი თვლის, რომ ფართოდ გავრცელებული სახეობები რიგი იერარქიულად დაქვემდებარებული დაჯგუფებისაგან, ანუ სხვადასხვა რანგის – ადგილობრივი, ეკოლოგიური, გეოგრაფიული – პოპულაციებისაგან შედგება.

ადგილობრივი (ელემენტარული) პოპულაცია წარმოადგენს ინდივიდთა ისეთ ერთობლიობას, რომელსაც უკავია ბიოცენოზის ნაწილი

და შეგუებულია მაქსიმალურად ერთგვაროვან პირობებში ცხოვრებას. ადგილობრივი პოპულაციების ერთობლიობა ქმნის ეკოლოგიურ პოპულაციას, ამ უკანასკნელთა ერთობლიობა კი გეოგრაფიულს. ეკოლოგიური პოპულაცია დაკავშირებულია კონკრეტულ ბიოცენოზთან, რომლის თვისებები მის სპეციფიკას განსაზღვრავენ (სურ. 1.3.2).

სხვა ეკოლოგები თვლიან, რომ ინდივიდთა სივრცობრივ დაჯგუფებათა იერარქიაში სახელწოდებას „პოპულაცია“ მხოლოდ ის რგოლი იმსახურებს, რომელსაც განუსაზღვრელად ხანგრძლივი დროის მანძილზე არსებობისა და განვითარების ყველა აუცილებელი პირობა გააჩნია.



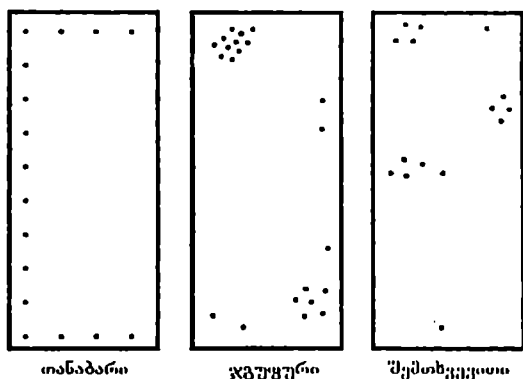
სურ. 1.3.2. სახეობის პოპულაციური სტრუქტურა, ნაუმოვის და სხვ. (1975)  
 მიხედვით: 1 – სახეობის არეალი, 2 – ცეოგრაფიული პოპულაცია,  
 3 – ეკოლოგიური პოპულაცია, 4 – ელემენტარული პოპულაცია

ხშირია, როდესაც ცალკეული ინდივიდები, ან მათი ჯგუფები ტოვებენ პოპულაციის საზღვრებს და მიგრირებენ სხვა ტერიტორიაზე. ასეთ შემთხვევით დასახლებებს არაფერი აქვთ საერთო დამოუკიდებელ პოპულაციებთან. განსახლებული ინდივიდები, როგორც წესი, ახალ პირობებს ვერ ეგუებიან და იღუპებიან, უკეთეს შემთხვევაში ისინი ძველ ადგილსამყოფლებს უბრუნდებიან.

*პოპულაციების სივრცობრივი სტრუქტურა.* სახეობის სპეციფიკისა და ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებების შესაბამისად, არჩევენ ორგანიზმთა სივრცობრივი განაწილების, ანუ შიგაპოპულაციური დისპერსიის 3 ძირითად ტიპს – შემთხვევითს, თანაბარსა და ჯგუფურს (სურ. 1.3.3)

შემთხვევითი განაწილება შედარებით იშვიათი მოვლენაა და ვლინდება მეტ-ნაკლებად ერთგვაროვან პირობებში, როდესაც ორგანიზმები არ მიისწრაფიან დაჯგუფებისაკენ; თანაბარ განაწილებას ვხვდებით იმ შემთხვევაში, როდესაც ორგანიზმებს შორის კონკურენცია ძლიერია, ან მათ შორის ანტაგონისტური ურთიერთდამოკიდებულებაა. შედარებით ხშირი მოვლენაა პოპულაციის შიგნით სხვადასხვა ტიპის დაჯგუფებების წარმოქმნა.

ქვევით დავინახავთ, რომ ცხოველთა გადაშენების ერთ-ერთი მიზეზი ბიოტოპების რღვევაა. ამ დროს ბევრია დამოკიდებული ბიოტოპში ცხოველთა განაწილების ხასიათზე. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია მათი სივრცობრივი სტრუქტურა, პოპულაციის გადაშენების კოეფიციენტი იცვლება.



სურ. 1.3.3. ინდივიდთა განაწილების ტიპები პოპულაციებში, დაქოს (1975) მიხედვით.

შიგაპოპულაციური დისპერსიის დადგენა განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს, როდესაც საქმე პარაზიტულ ან მანე სახეობებთან გვაქვს. ცნობილია, რომ წყლის მემინდვრია დასავლეთ ციმბირის ველისა და ტყე-ველის ოლქებში ხშირად უჩვეულოდ მრავლდება და მნიშვნელოვან ზარალს აყენებს სახალხო მყურნეობას. გამოირკვა, რომ ამ ტერიტორიაზე მემინდვრია სხვადასხვანაირად ნაწილდება – წყალსატევებისაგან დაშორებულ ადგილებში შემთხვევითი განაწილება ახასიათებს, ნაპირების გასწვრივ კი – ჯგუფური. როგორც რუსი

ეკოლოგი გ. ნოვიკოვი (1979) აღნიშნავს, ეს გარემოება საგრძნობლად ადვილებს მანებლის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების შემუშავებას.

პოპულაციური პოლიმორფიზმი. როგორც აღინიშნა, პოპულაცია ფუნქციონირებს, როგორც ერთიანი სისტემა, თუმცა ეს იმას არ ნიშნავს, რომ იგი ერთგვაროვანია. პოპულაციების უმრავლესობა რთული სტრუქტურით ხასიათდება. მაგრამ შიგაპოპულაციური ერთეულები, პოპულაციებისაგან განსხვავებით, სივრცობრივად არ გამოირიცხავენ ერთმანეთს და მეტნაკლებად მჭიდროდ კონტაქტირებენ. პოლიმორფიზმი ნიშნავს პოპულაციის შიგნით ორ ან რამდენიმე მორფო-ფიზიოლოგიურად განსხვავებული ფორმის არსებობას.

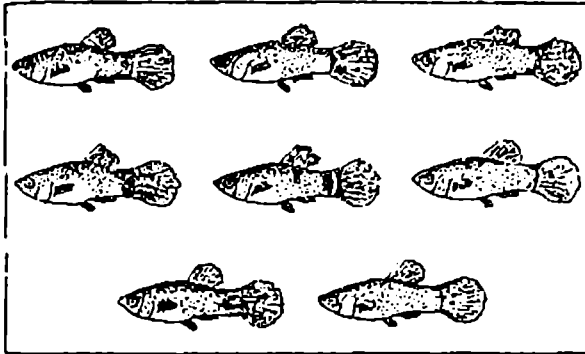
პოლიმორფიზმი შეგუებითი თვისებაა; იგი მნიშვნელოვნად ზრდის პოპულაციის სასიცოცხლო შესაძლებლობებს და ხელს უწყობს სახეობის არსებობას ცვალებად პირობებში. რაც უფრო მეტადაა გამოხატული პოლიმორფიზმი, მით ფართოა პოპულაციის ეკოლოგიური პლასტიკურობა, უფრო იოლად ეგუება იგი გარემოს ციკლურ და უეცარ ცვლილებებს.

შიგაპოპულაციური არაერთგვაროვნების ერთ-ერთი გამოვლინებაა პოპულაციის დემოგრაფიული სტრუქტურა. ამ შემთხვევაში იგულისხმება სხვადასხვა ასაკისა და სქესის თანაფარდობა, რომელიც განსაზღვრავს შობადობას, სიკვდილიანობას და, საბოლოო ჯამში, პოპულაციის რიცხოვნობის ცვლილებას დროში. პოლიმორფიზმის მაგალითებია კასტები – საზოგადოებრივ მწერებში, სეზონური რასები – თევზებში, რასები ადვილსამყოფელის მისხედვით – მწერებში და მღრღნელებში და ა. შ. (სურ. 1.3.4). არიან მორფები, რომლებიც გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორების გადატანას ემსახურება.

საარსებო პირობების გაუარესებას თან სდევს ცხოველთა რიცხოვნობის მკვეთრი შემცირება, მაგრამ ეს იშვიათად ახდენს გავლენას პოპულაციის თვითაღდგენის უნარზე. ექსტრემალური პირობების მიმართ მდგრადი მორფების ხარჯზე პოპულაციის ოპტიმალური პოლიმორფიზმი იოლად აღდგება. ანთროპოგენური ფაქტორებით გამოწვეული ცვლილებები, შესაძლოა, არც იყოს იმდენად მნიშვნელოვანი, მაგრამ დაირღვეს პოპულაციის ოპტიმალური სტრუქტურა. ამას მოყვება მისი თვითაღდგენის უნარის დაქვეითება, რამაც შესაძლოა პოპულაციის დაღუპვა გამოიწვიოს.

ადამიანის გავლენით ჩვენს პლანეტაზე მრავალი ასეული სახეობა მოისპო. სხვა მიზეზებთან ერთად, ეს განაპირობა ამ სახეობათა

პოპულაციების ოპტიმალური სტრუქტურის დარღვევამ, რაც, თავის მხრივ, უსისტემო ნადირობას, ტყეების მოსაობას და სხვა მსგავს მიზეზებს მოყვა. ამ მოვლენების ამსახველი მაგალითები წიგნის მომდევნო თავებშია აღწერილი.



სურ. 1.34. თევზ *Platypocilus maculatus* -ის 8 მორფა კელისწინა ლაქის მიხედვით, გორდონის (1947) მიხედვით.

იშვიათი და გადაშენების პირამდე მისული სახეობები სხვა არაფერია, თუ არა ძლიერ დასუსტებული პოპულაციები, რომელთაც, დარღვეული პოლიმორფიზმის გამო, დაკარგული აქვთ თვითაღდგენის უნარი.

პოპულაციის რიცხოვნობა და სიმჭიდროვე, ოდუმის ცნობილი გამოთქმა „ბიოლოგია მაშინ იქცევა ეკოლოგიად, როდესაც ვაყენებთ კითხვას – რამდენი ან როგორი“ სწორედ პოპულაციებს მიესადაგება, რადგან მათი როლი ეკოსისტემებში განისაზღვრება არა მხოლოდ იმით, თუ რომელ ორგანიზმებთან გვაქვს საქმე, არამედ იმითაც, თუ რა რაოდენობით არიან ისინი. პოპულაციის რიცხოვნობა – ესაა ამა თუ იმ სახეობის ინდივიდთა საერთო რაოდენობა მოცემულ ტერიტორიაზე.

რიცხოვნობა უფრო კონკრეტულ ხასიათს ღებულობს, როდესაც იგი სივრცის ერთეულშია გამოხატული. ასეთ შემთხვევაში შეგვიძლია ვიმსჯელოთ პოპულაციის სიმჭიდროვის შესახებ. სიმჭიდროვეს გამოხატავენ ორგანიზმთა რაოდენობით (ან ბიომასით) ფართის (ან მოცულობის) ერთეულზე (მაგალითად, 200 ხე 1 ჰა-ზე, 1 გრ. წყალმცენარე 1 მ<sup>3</sup> წყალში, 200 კგ. თევზი წყლის ზედაპირის 1 ჰა-ზე და ა. შ.).

პოპულაციის რიცხოვნობა და სიმჭიდროვე არაა მუდმივი. ისინი დამოკიდებულია აბიოტურ ფაქტორებზე, სხვა სახეობებთან ურთიერობაზე, მტაცებლების აქტივობაზე და ა. შ., რომელიც ზემოქმედებს პოპულაციის წვერთა გამრავლების ინტენსივობაზე, სიკვდილიანობაზე და მიგრაციაზე. მაგრამ როგორც რიცხოვნობის, ისე სიმჭიდროვის ცვლილება უსასრულო როდია! სახეობის ნებისმიერი პოპულაციისათვის დამახასიათებელია ამ პარამეტრების სპეციფიკური სიდიდე, რომლისგანაც მკვეთრი გადახრა ნორმალურ პირობებში არ ხდება.

ამერიკელი ეკოლოგის ოლის მიერ 40-იან წლებში ჩამოყალიბებული მინიმალური რიცხოვნობის წესის თანახმად, თუ პოპულაციის სიმჭიდროვე გარკვეულ მინიმუმზე დაბალია, მან შესაძლოა შეწყვიტოს არსებობა. მაგალითად, ჩვამას ნორმალური ცხოველქმედება მხოლოდ მაშინაა შესაძლებელი, თუ კოლონიაში ინდივიდების რიცხვი 10000-ზე ნაკლები არაა და 1 მ<sup>2</sup>-ზე სულ ცოტა სამი ბუდე მოდის; აფრიკული სპილოსათვის აუცილებელია, რომ ჯოგში იყოს არანაკლებ 25 ცხოველისა, ხოლო ჩრდილოეთის ირმისათვის ოპტიმალურია 300-400 ინდივიდი თითოეულ ჯოგში.

*პოპულაციების დინამიკა*: პოპულაციის დინამიკა გულისხმობს მისი რიცხოვნობის ცვლილებას დროში. რაოდენობრივი ცვლილება ყოველთვის განაპირობებს თვისობრივს, რადგან იცვლება პოპულაციის ისეთი პარამეტრები, როგორიცაა სიმჭიდროვე, დემოგრაფიული სტრუქტურა, თავდაცვისა და თავდასხმის უნარი, გავრცელების ხასიათი და ა. შ.

პოპულაციის რიცხოვნობა და მისი ცვალებადობა განპირობებულია ორი ძირითადი და ურთიერთსაწინააღმდეგო მოვლენით — შობადობით და სიკვდილიანობით, რასაც ორგანიზმთა განსახლება (ემიგრაცია) და სხვა პოპულაციების წვერთა შემოსახლება (იმიგრაცია) ემატება.

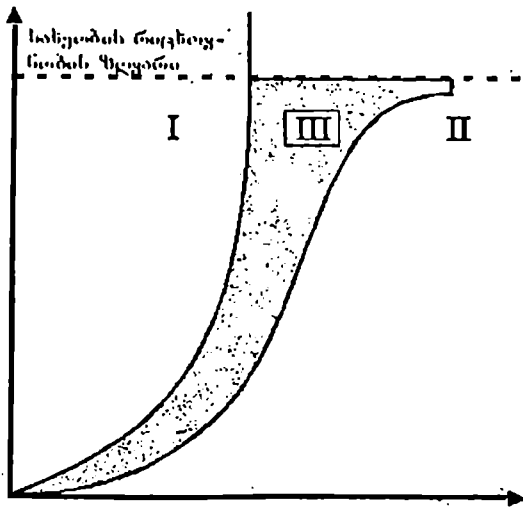
თეორიულად, ნებისმიერ პოპულაციას, თუ იგი არაა შეზღუდული გარემო ფაქტორების უარყოფითი ზემოქმედებით, რიცხოვნობის განუსაზღვრელი ზრდის უნარი აქვს. ასეთ შემთხვევაში პოპულაციის რიცხოვნობა დამოკიდებული იქნება სახეობის ბიოტურ პოტენციალზე, რომელიც შეიძლება განიმარტოს, როგორც ერთი წყვილის (ან ერთი ინდივიდის) შთამომავლობის თეორიული მაქსიმუმი სიცოცხლის მანძილზე.

ცხადია, პოპულაციის ბიოტური პოტენციალი იშვიათად ხორციელდება, რეალური შობადობა კი ხშირ შემთხვევაში ბევრად ჩამორჩება მაქსიმალურს.



შობადობის, სიკვდილიანობის და მიგრაციების ზეგავლენით პოპულაციების რიცხოვნობა მუდმივ ცვლილებას განიცდის. როგორც კი რიცხოვნობა გადააჭარბებს ზღვარს, თავს იჩენენ პოპულაციისათვის დამახასიათებელი სპეციფიკური მექანიზმები. ამის შედეგად შობადობა ქვეითდება, სიკვდილიანობა კი მატულობს, რაც, საბოლოო ჯამში, პოპულაციის სიმჭიდროვის დაქვეითებას იწვევს. საწინააღმდეგო ვითარებაში შობადობა ჭარბობს სიკვდილიანობას და პოპულაციის რიცხოვნობა იზრდება. ოპტიმალური სიმჭიდროვის დროს შობადობა და სიკვდილიანობა თითქმის გათანაბრებულია, ხოლო რიცხოვნობა – მეტ-ნაკლებად სტაბილური. პოპულაციის ასეთი მდგომარეობა შეესაბამება ე. წ. გარემოს ტევადობას, რომელიც შეიძლება დავახასიათოთ, როგორც გარემოს უნარი, შეინარჩუნოს პოპულაციის განსაზღვრული სიმჭიდროვე.

თუ დაგუშვებთ, რომ სახეობის ბიოტური პოტენციალი რეალიზებულია, ხოლო საკვები არაა ლიმიტირებული, პოპულაცია გაიზრდება გეომეტრიული პროგრესიით. თუ ასეთ ზრდას გრაფიკულად გამოვხატავთ, მივიღებთ უსასრულობისაკენ მიმართულ მრუდს, რომელსაც ექსპონენციალურს უწოდებენ. ჩვეულებრივ კი, პოპულაციის ზრდა S-მაგვარ (ანუ ლოგისტურ) მრუდს შეესაბამება (სურ. 1.3.5)



სურ. 1.3.5. პოპულაციის ზრდის მრუდეები. დაყოს (1975) მიხედვით: I – ექსპონენციალური ზრდის მრუდი, II – ლოგისტური ზრდის მრუდი, III – გარემოს წინააღმდეგობა

ადვილად დასანახია პრინციპული განსხვავება ამ მრუდეებს შორის. ექსპონენციალური მრუდი ასახავს სახეობის ბიოტურ პოტენციალს, რომელიც არაა დამოკიდებული რესურსების რაოდენობაზე. რაც შეეხება ლოგისტურ მრუდს, იგი გამოხატავს პოპულაციის რიცხოვნობას რეალურ პირობებში, როდესაც რესურსები შეზღუდულია.

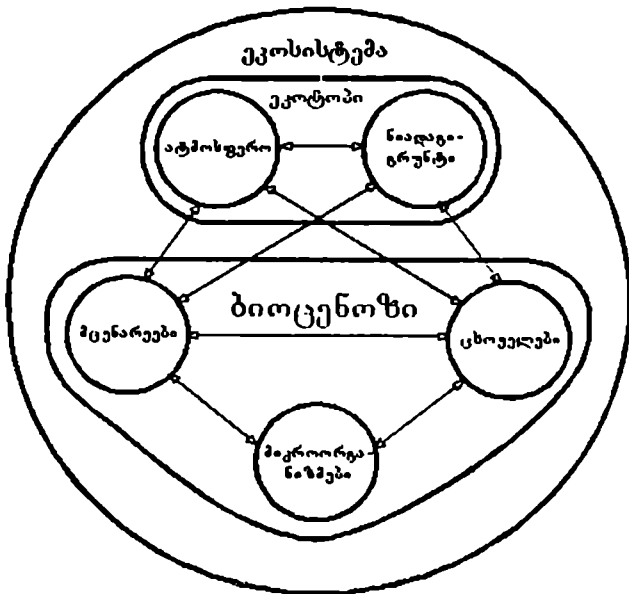
50-იან წლებში ბორჯომის ხეობაში თავი იჩინა ნაძვის მავნებელმა – ლაფანჭამიამ. მავნებელი შემოყვა „ჩითახეე-ჰესის“ მშენებლობისათვის ციმბირიდან შემოზიდულ ხე-ტყეს. ადგილობრივი პირობები მწერისათვის ოპტიმალური გამოდგა; მას არც კონკურენტი გამოუჩნდა, არც ბუნებრივი მტერი, ასე რომ, მავნებლის რიცხოვნობამ სწრაფად იწყო ზრდა და მან ექსპონენციალური ხასიათი მიიღო.

ასეთი მაგალითი მრავალია, თუმცა, ჩვეულებრივ, ექსპონენციალური ზრდა მხოლოდ მცირე ხანს გრძელდება, კონკურენტებისა და ბუნებრივი მტრების გაჩენამდე. ამ უკანასკნელთა ზემოქმედებით პოპულაციის რიცხოვნობა სწრაფად კლებულობს, ხოლო მრუდი ლოგისტურ სახეს იძენს.

#### 4. თანასაზოგადოებათა ეკოლოგია

*ეკოსისტემის რაობა.* როგორც აღინიშნა, ბიოსფეროს ნებისმიერი მონაკვეთი უნდა განვიხილოთ, როგორც მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა პოპულაციების და გარემოს არაცოცხალი კომპონენტების ერთობლიობა, რომელსაც ეკოსისტემას უწოდებთ. ნებისმიერი ეკოსისტემა ორ კომპონენტს შეიცავს – ბიოცენოზს, ანუ ცოცხალ ორგანიზმთა ერთობლიობას და ეკოტოპს, ანუ არაცოცხალი (აბიოტური) ელემენტების ერთობლიობას. მაგრამ ეკოსისტემა ამ კომპონენტების მექანიკური ჯამი კი არ არის, არამედ თვისობრივად სპეციფიკური, სხვა ეკოსისტემებისაგან მეტ-ნაკლებად განსხვავებული და გამიჯნული სისტემაა, რომელიც მოქმედებს და ვითარდება მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი თავისებურებებით (სურ. 1.4.1)

ფუნქციური თვალსაზრისით ეკოსისტემის ელემენტები განსხვავებულია. როგორც აღინიშნა, პირველად ორგანულ ნივთიერებას მცენარეები წარმოქმნიან. ეს ხორციელდება ფოტოსინთეზის გზით, რომლის დროს შთაინთქმება ნახშირორჟანგი, სამაგიეროდ გამოიყოფა ჟანგბადი. რადგან მცენარეები თავის მასას თვითონ ქმნიან, მათ



სურ. 1.4.1. ეკოსისტემის კომპონენტები და მათი ურთიერთობის სქემა. სუკაჩოვის (1964) მიხედვით, ცვლილებებით.

თვითმკვებავებს, ანუ ავტოტროფებს უწოდებენ. არაორგანული ნივთიერებისაგან პირველად ორგანულ ნივთიერებათა პროდუქციების უნარის გამო მათ პროდუცენტებსაც უწოდებენ.

ცხოველები იყენებენ მცენარეთა მიერ გამოშუშავებულ მზა ორგანულ ნივთიერებას, ამიტომ მათ ჰეტეროტროფებს (სხვისით მკვებავებს), ანუ კონსუმენტებს (ლათინური სიტყვიდან „კონსუმო“ – ვიყენებ) უწოდებენ. განასხვავებენ რამდენიმე სახის კონსუმენტებს: პირველი რიგის, ანუ მცენარეებით მკვებავ (ფიტოფაგ) ცხოველებს; მეორე რიგის, ანუ ხორცის მჭამელ ცხოველებს, რომლებიც ფიტოფაგებით იკვებებიან; მესამე რიგის, ანუ მტაცებლებს, რომლებიც დანარჩენი ცხოველებით იკვებებიან და ა. შ.

ეკოსისტემაში მუდმივად გროვდება მკვდარი მცენარეები, ცხოველები და მათი ნაწილები (ფოთლები, ტოტები, ნაყოფები), რომლებიც ორგანიზმთა განსაკუთრებული ჯგუფის – რედუცენტების (ლათინური სიტყვიდან „რედუქციო“ – დაბრუნება) ხარჯზე შედარებით მარტივ არაორგანულ

ნივთიერებებად იშლებიან. რედუცენტებს მიეკუთვნებიან ბაქტერიები, სოკოები, უმარტივესნი, მკვდარი ორგანული ნარჩენების შთანმთქმელი წვრილი უხერხემლონი.

*ეკოლოგიური ნიში.* ბიოცენოზში შემაჯავლი ყველა სახეობა აქ გარკვეულ ფუნქციას ასრულებს, რომლის აღსანიშნავად ამერიკელმა მეცნიერმა ი. გრინელმა 1917 წელს „ეკოლოგიური ნიშის“ ცნება დაამკვიდრა. თუ აღვიღსამყოფელს შეიძლება ვუწოდოთ ორგანიზმის „მისამართი“, ეკოლოგიური ნიში — მისი „პროფესია“.

სისტემატიკურად განსხვავებულ ფორმებს მსგავს ეკოსისტემებში ხშირად იდენტური ფუნქცია აკისრიათ. მაგალითად, ავსტრალიის ბალახოვანი და ტყის მცენარეები სახეობრივად განსხვავდება ევროპისა და აზიის ანალოგიური ეკოსისტემების სახეობებისაგან. მაგრამ, როგორც პროდუცენტებს, მათ აქ მსგავსი ეკოლოგიური ნიში უკავიათ.

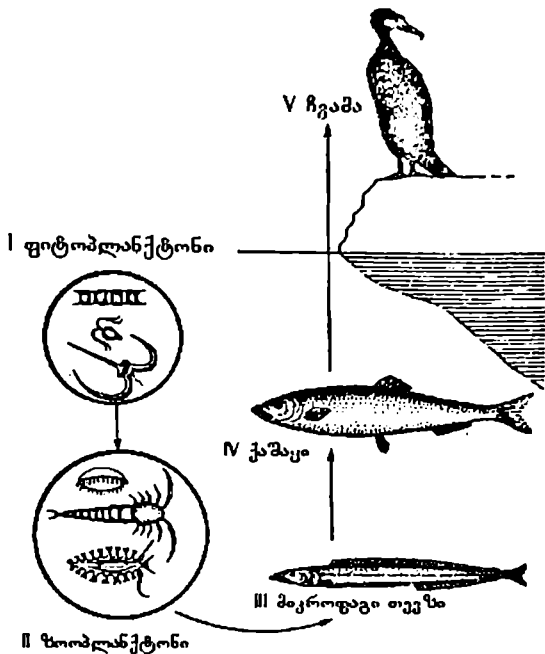
საწინააღმდეგო სურათია, როდესაც ერთსა და იმავე სახეობას სხვადასხვა ეკოსისტემაში განსხვავებული ეკოლოგიური ფუნქცია აკისრია. იგივე ითქმის სისტემატიკურად მონათესავე სახეობებზე, რომლებიც ეკოსისტემაში ერთმანეთის სიახლოვეს ბინადრობენ.

ეკოლოგიური ნიშის ცნებასთან მჭიდროდაა დაკავშირებული წარმოდგენა ე. წ. „გაჯერებული“ და „გაუჯერებელი“ ბიოცენოზების შესახებ. თუ ბიოცენოზის სასიცოცხლო რესურსები ბიომასისა და ენერჯის წარმოქმნის ყველა ეტაპზე მეტ-ნაკლებად სრულად გამოიყენება, იგი გაჯერებულად უნდა ჩაითვალოს. ბიოცენოზი გაუჯერებელია, თუ იგი „თავისუფალ“ ეკოლოგიურ ნიშებს შეიცავს.

მაგრამ ბიოცენოზების ასეთი დაყოფა პირობითია, რადგან ეკოლოგიური ნიში არ არსებობს თავისთავად, ანუ იმ სახეობებისაგან დამოუკიდებლად, რომლებიც მას იკავებენ. ამის გაუთვალისწინებლობა ხშირად არასწორ წარმოდგენას ქბადებს ბიოცენოზის, როგორც სისტემის შესახებ, რომელიც „ეკოლოგიური ნიშებისაგან შედგება“.

*კვებითი ჯაჭვები.* ყველა ბიოცენოზში ხორციელდება ნივთიერების გადაცემა ორგანიზმთა ერთი ჯგუფიდან მეორეში. მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა ასეთ თანმიმდევრულ ჯგუფებს კვებითი (ტროფული) ჯაჭვები ქვიათ (სურ. 1.4.2)

ბუნებაში კვებითი ჯაჭვი სუფთა სახით თითქმის არასოდეს გვხვდება. ერთი და იგივე სახეობის მცენარე თუ ცხოველი, როგორც წესი, სხვადასხვა ჯაჭვის შემადგენელი რგოლია. შესაბამისად, ყველა ბიოცენოზში ყალიბდება კვებითი ჯაჭვების კომპლექსები, რომლებიც



სურ. 14.2. კვებითი ჯაჭვის მაგალითი, რამაღის (1981) მიხედვით.

ერთმანეთშია გადახლართული და რთულ სისტემებს, ე. წ. კვებით ბალებს ქმნის.

თუ კვებითი ჯაჭვის ძირითადი რგოლი კომბოსტოა, მომდევნო რგოლები შეიძლება იყოს კომბოსტოს თეთრულა, კომბოსტოს ჩრჩილი, კომბოსტოს ხვატარი, კურდღელი და ყველა ცხოველი, რომელიც კომბოსტოთი იკვებება. ამგვარად, კომბოსტო ამ შემთხვევაში მრავალი ჯაჭვის ძირითად რგოლს შეადგენს, რადგან მომდევნო რგოლებიდან (კომბოსტოს თეთრულა, კურდღელი და სხვ.) შესაძლოა იქმნებოდეს დამოუკიდებელი ჯაჭვები. ამავე დროს კომბოსტოთი მკვებავი თითოეული სახეობა შეიძლება იყოს არა ერთი, არამედ რამდენიმე ჯაჭვის შემადგენელი ნაწილი.

**ბიოცენოზის მდგრადობა.** ნებისმიერი ბუნებრივი ბიოცენოზი მდგრადი სისტემაა, რაც დაკავშირებულია მასში მიმდინარე პროცესების გაწონასწორებულ მდგომარეობასთან. ცოცხალი სისტემის უნარს, შეინარჩუნოს

სტაბილურობა საკუთარი მარვეულირებელი მექანიზმებით, კომეოსტაზი ეწოდება.

\* \* \*

ბიოცენოზის მდგრადობა უზრუნველყოფილია ე. წ. უკუკავშირების მექანიზმებით. ამ მოვლენის არსი იმაშია, რომ სისტემის ესა თუ ის ელემენტი, იღებს რა ინფორმაციას მეორე ელემენტისაგან, იყენებს მას კორექტივების შეტანის მიზნით მართვის შემდგომ პროცესში. მარტივ სისტემაში „ირები – მგელი“ მგელი იკვებება ირმით. თუ ირმის რიცხოვნობა იზრდება, მგლის რიცხოვნობაც უნდა იზრდებოდეს. ამ შემთხვევაში საქმე დადებით უკუკავშირთან გვაქვს. მაგრამ რადგან მგელი იკვებება ირმით, ამ უკანასკნელის რიცხოვნობა მეტისმეტად ვერ გაიზრდება, გარკვეულ ეტაპზე კი იგი შემცირებას დაიწყებს. ამაში ვლინდება უარყოფითი უკუკავშირი.

ჩვეულებრივ, ბუნებრივ პირობებში, წონასწორობაა შენარჩუნებული. ეს იმაში გამოიხატება, რომ დადებითი და უარყოფითი უკუკავშირები კანონზომიერად მონაცვლეობენ.

განსაკუთრებულ სიტუაციებში უკუკავშირი კვებით დონეებს შორის შესაძლოა დაირღვეს. თუ მტაცებლის რიცხოვნობა მეტისმეტად გაიზარდა, ან ირმებს შორის თავი იჩინა ინფექციურმა დაავადებამ, სისტემის ნორმალური ფუნქციონირება ბრკოლდება, რაც თვით სისტემას უქმნის საფრთხეს. იგივე სიტუაცია შესაძლოა განვითარდეს ძლიერი გვალვის შედეგად, როდესაც მკენარეთა პროდუქტიულობა მკვეთრად ეცემა. ეს იწვევს ჯაჭვურ რეაქციას, რომელიც ჯერ ირმის რიცხოვნობაზე მოქმედებს, შემდეგ კი მგლისაზე.

გაცილებით უფრო რთული მოვლენები შეიძლება განვითარდეს ანთროპოგენური ფაქტორის ძლიერი ზემოქმედების დროს. ადამიანი მუდმივად ზემოქმედებს ბიოცენოზებზე, რაც გამოიხატება მათთვის უჩვეულო კომპონენტების (მაგალითად, ტოქსიკური ნივთიერებების) შეტანაში, კონსუმენტების (მაგალითად, სარეწაო ცხოველების) მასობრივ დახოცვაში, ხე-მცენარეების გადამეტებულ ჭრაში და ა. შ. ყველა შემთხვევაში ზიანდება ბიოცენოზის ცალკეული რგოლები. რაც შეეხება საბოლოო შედეგს, იგი ზემოქმედების ხარისხზეა დამოკიდებული.

ბუნებრივ დაბრკოლებებსა და ანთროპოგენური ფაქტორებით გამოწვეულ დაბრკოლებებს შორის პრინციპული განსხვავებაა. ბუნებრივი დაბრკოლებები იშვიათად იწვევენ სისტემის დაშლას. როგორი მაღალიც

არ უნდა იყოს მტაცებლის რიცხოვნობა, იგი მინც დამოკიდებულია მსხვერპლზე.

ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების დროს ასეთი უკუკავშირები თითქმის გამორიცხულია. ასე, პერბიციდების გამოყენება სერიოზულ დაბრკოლებებს ქმნის ბიოცენოზში. ერთის მხრივ, ილუპება ბალახი – პროდუცენტი, რაც იწვევს ფიტოფაგების რიცხოვნობის მკვეთრ შემცირებას და ღრმა ცვლილებებს კვებითი ჯაჭვების შემდგომ რგოლებში.

ძლიერი ხანძრების ან ტყეების გაჩეხვის შემდეგ, პირველ რიგში, პროდუცენტები ისპობიან. რაც შეეხება კონსუმენტებს, მათი არსებობა არა მხოლოდ ხანძარზე, არამედ მცენარეულ საფარზეცაა დამოკიდებული. თუ დაეუშვებთ, რომ კონსუმენტების ცალკეული წარმომადგენლები კიდევ გადაურჩნენ ცეცხლს, ისინი საკვების გარეშე ღიღხანს მინც ვერ იარსებებენ.

წივნის შესატყვის განყოფილებებში ზევით აღწერილი მოვლენების ამსახველი არაერთი მაგალითია მოტანილი.

\* \* \*

ბიოცენოზების ენერგეტიკა. როგორც აღინიშნა, დელამიწაზე დაცემული სხივური ენერგიის მხოლოდ 0,1-0,2% შეითვისება მწვანე მცენარეების მიერ, დანარჩენი – გარემოში იფანტება. ენერგიის ეს მცირე ულუფა ფოტოსინთეზის პროცესს ხმარდება და ამიტომ ნებისმიერი ეკოსისტემის არსებობის წყაროა.

ფოტოსინთეზის შედეგად ნახშირწყლებში ფიქსირებული ენერგიის ნაწილი პირველადი პროდუქციის წარმოქმნაზე იხარჯება, დანარჩენი – მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესებს ხმარდება.

მცენარეების მიერ პროდუცირებული ნივთიერებების ნაწილი ფიტოფაგების საკვებად გამოიყენება. ფიტოფაგებში ასიმილირებული პროდუქცია მხოლოდ ნაწილობრივ გამოიყენება მათი ბიომასის წარმოქმნისათვის, დანარჩენი – ცხოველთა სასიცოცხლო პროცესებს ხმარდება. იგივე ითქმის II, III რიგის კონსუმენტებზე.

ამგვარად, ენერგია, რომელიც კვებითი ჯაჭვის შემადგენელ რგოლებში ფიქსირდება, ყოველ ტროფულ დონეზე მნიშვნელოვნად მცირდება. ამის გამო კვებითი ჯაჭვი არ შეიძლება მეტისმეტად გრძელი იყოს; როგორც წესი, იგი 5-6 რგოლს არ აღემატება.

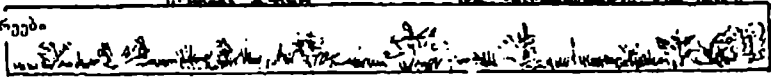
ბიოცენოზების ენერგეტიკასთან დაკავშირებულია ბიოლოგიური პროდუქტიულობის საკითხი. ავტოტროფების ბიომასას პირველად

მეორადი მტაცებლები

პირველადი მტაცებლები

ფიტოფაგები

მცენარეები



სურ. 1.4.3. ეკოლოგიური პირამიდა, რიკლეფსის (1979) მიხედვით.

პროდუქციას უწოდებენ, მათ მიერ ორგანული ნივთიერების წარმოქმნის ინტენსიობას – პირველად პროდუქტიულობას. კონსუმენტები, რომლებიც პირველადი პროდუქციით იკვებებიან, თავის ბიომასას ქმნიან; ამ უკანასკნელს მეორადი პროდუქცია ქვია, მისი წარმოქმნის ინტენსიობას კი – მეორადი პროდუქტიულობა.

ყველა ბიოცენოზს სპეციფიკური ბიოლოგიური პროდუქტიულობა ახასიათებს, რომელიც შეიძლება განიმარტოს, როგორც ბიოცენოზში შემავალ მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა აღწარმოების უნარი. ბიომასის აღწარმოება გარკვეული სისწრაფით ხორციელდება; შესაბამისად, ბიოცენოზის ბიოლოგიური პროდუქტიულობა არის მისი ბიომასის ნამატი დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში.

*რიცხვთა პირამიდები.* კვებითი ჯაჭვის შემადგენელ რგოლებში ორგანული მასის და ენერჯის შემცირების საკითხი თავის დროზე ჩ. ელტონმა შეისწავლა. მანვე ააგო ამ მოვლენის ამსახველი პირამიდა, რომელსაც რიცხვთა, ანუ ელტონის პირამიდა ეწოდა (სურ. 1.4.3)

პირამიდის ფუძეს პროდუცენტების შესატყვისი მაჩვენებლები იკავებენ, მათ ცვლიან ფიტოფაგების, შემდეგ კი II და III რიგის კონსუმენტების მაჩვენებლები. პირამიდის წვეროზე მსხვილი მტაცებლების მაჩვენებლები ლაგდება.

ელტონის პირამიდის პრინციპი უნივერსალურია და იგი ობიექტურად ასახავს ენერჯის ნაკადს ბიოცენოზში. იშვიათი გამონაკლისის გარდა, იგი არასოდეს ირღვევა და მოიცავს როგორც ხმელეთის, ისე წყლის გარემოს.



ქვევით დავინახავთ, რომ კვებითი ჯაჭვი, ენერჯის გადაცემასთან ერთად, ტოქსიკურ ნივთიერებათა დაგროვებასაც უწყობს ხელს. ეს საკითხი დაწვრილებით V თავშია განხილული. აქ აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ჩვენს მიერ დახასიათებული ელტონის პირამიდა ტოქსიკურ ნივთიერებათა გადაცემის პრინციპს და საბოლოო შედეგს უფრო გასაგებს ხდის. სახელდობრ, პირამიდის თანმიმდევრულ საფეხურებზე ტოქსიკანტების კონცენტრაცია თანდათან იზრდება; მინიმალური კონცენტრაციით პროდუცენტები ხასიათდებიან, მაქსიმალურით კი — უმაღლეს საფეხურზე მდგომი მტაცებლები.

*ბიოცენოზების სტრუქტურა, იარუსიანობა.* ყველა ბიოცენოზი სპეციფიკური სტრუქტურით ხასიათდება. ამას განსაზღვრავს კლიმატი, დედა-ქანი, ნიადაგი, ნიადაგური წყლები და სხვ. ნებისმიერ მდგრად ბიოცენოზში აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების ურთიერთქმედება ორგანიზმთა კანონზომიერ განაწილებას უწყობს ხელს. ამის ერთ-ერთი გამოხატულება — ბიოცენოზის იარუსიანობაა.

იარუსიანობა, პირველ რიგში, მცენარეულ თანასაზოგადოებებში (ფიტოცენოზებში) ვლინდება. მაგალითად, ტყეში სშირად 5-6 იარუსს ითვლიან (სურ. 1.4.4), მდელის ფიტოცენოზებში იარუსების რაოდენობა ნაკლებია. ნებისმიერი იარუსის მცენარეები თავისებურ მიკროკლიმატს



სურ. 1.4.4. გროპიკული ტყის ვერტიკალური სტრუქტურა, ჩერნოვას და სხვ. (1981) მიხედვით.

ქმნიან, რაც ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა ადექვატურ განაწილებას უწყობს ხელს. ამგვარად, ყოველი იარუსი შეიძლება დავხასიათოთ, როგორც სხვადასხვა მცენარის, ცხოველის და მიკროორგანიზმის პოპულაციების ერთობლიობა.

იარუსიანობა ხელს უწყობს ორგანიზმთა ოპტიმალური სიმჭიდროვის დამყარებას, მათ მიერ საარსებო რესურსების ოპტიმალურ ათვისებას, კონკურენციის შემცირებას და ა. შ. იარუსული განლაგება მცენარეთა მიწისქვეშა ნაწილებსაც ახასიათებს. ხე-მცენარეთა ფესვები უფრო ღრმად იჭრებიან ნიადაგში, ვიდრე ბუჩქებისა; მიწის ზედაპირის სიახლოვეს ბალახოვან მცენარეთა ფესვებია განლაგებული, მიწის ზედაპირზე კი ხავსების რიზოიდები.

ყოველი ბიოცენოზი ხასიათდება სპეციფიკური სახეობრივი შედგენილობით; თანაც ზოგიერთი სახეობა მრავალრიცხოვანია, სხვები კი მცირერიცხოვანი. ნებისმიერ ბიოცენოზში ვხვდებით ერთ ან რამდენიმე სახეობის მცენარეს, რომლებიც მის „გარეგნულ იერს“ განსაზღვრავენ. ასეთ სახეობებს დომინანტები ქვიათ.

დომინანტების ხარჯზე მცხოვრებ სახეობებს პრედომინანტებს უწოდებენ. მაგალითად, მუხნარში დომინანტური სახეობა მუხაა; მასთან დაკავშირებული მწერები, ფრინველები, მღრღნელები და სხვ. — პრედომინანტებია.

სახეობრივი მრავალფეროვნების მხრივ ეკოსისტემები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მაგალითად, ტროპიკული ტყეების ცენოზებში აღინიშნება ათობით ათასი სახეობის მცენარე, ასობით ათასი სახეობის უხერხემლო და რამდენიმე ათასი სახეობის ხერხემლიანი ცხოველი. სხვა ბიოცენოზები შედარებით ღარიბია. მაგალითად, ტაიმირზე ტუნდრის ბიოცენოზი შედგება 140-მდე სახეობის უმაღლესი, 650-მდე სახეობის უდაბლესი მცენარისაგან, 1000-მდე სახეობის ცხოველისა და 2500-მდე სახეობის მიკროორგანიზმისაგან.

რთული ბიოცენოზები მეტი მდგრადობით ხასიათდებიან გარემოს უარყოფითი ცვლილების მიმართ. ცალკეული კომპონენტების (მცენარეული ან ცხოველური სახეობების) ამოვარდნა, როგორც წესი, არ იწვევს უარყოფით ცვლილებებს, რადგან მათ ადგილს კვებითი ბადის სხვა კომპონენტები იკაებენ. ტროპიკული ტყეების ბიოცენოზებში სახეობათა მასობრივი გამრავლება თითქმის გამორიცხულია, რასაც

ვერ ვიტყვით შედარებით მარტივი ცენოზების შესახებ. მაგალითად, ტუნდრაში ხშირია ლემინგების ან მელიების რიცხოვნობის პერიოდული მკვეთრი ზრდა.

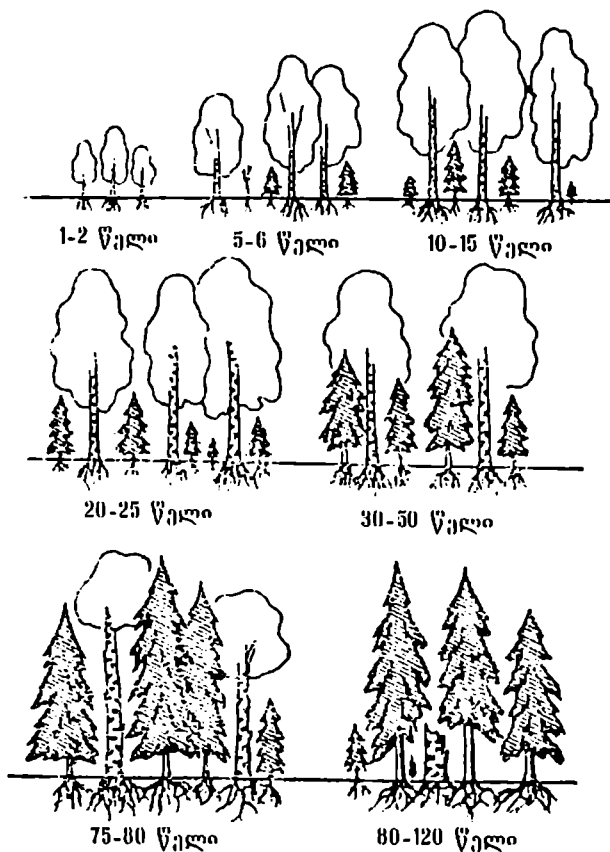
*ბიოცენოზების დინამიკა.* ბიოცენოზების ერთ-ერთი თავისებურება – მათი დღე-ღამური და წლიური დინამიკაა. ყველა ბიოცენოზისათვის დამახასიათებელია სახეობები, რომელთა აქტივობა დღე-ღამის მანძილზე იცვლება, ზოგჯერ კი წყდება. გასაგებია, რომ ეს იწვევს მთელი თანასაზოგადოების ცხოველქმედების მეტ-ნაკლებ ცვლილებას. დიდი მნიშვნელობა აქვთ ცხოველთა დღე-ღამურ მიგრაციებსაც; ამ მხრივ, პირველ რიგში, ზღვის პლანქტონი გამოირჩევა.

უფრო მკაფიო გადახრები სეზონური მოვლენების დროს აღინიშნება. ორგანიზმთა ცხოველქმედების სეზონური ცვლილების მაგალითებია ყვავილობა, ნაყოფის მოცემა, აქტიური ზრდა, ფოთოლცვენა, ზამთრის სვენება – მცენარეებში; დიაპაუზა, ძილქეში, მიგრაციები – ცხოველებში.

დღე-ღამური და სეზონური დინამიკის პროცესში ბიოცენოზის მთლიანობა, ჩვეულებრივ, არ ირღვევა. მაგრამ, არც თუ იშვიათად, ეკოსისტემაში აღინიშნება ფაქტორები, რომელთა გავლენით თანასაზოგადოება ძირეულ ცვლილებას განიცდის. ასეთ შემთხვევაში მოცემულ ტერიტორიაზე ვითარდება სხვა, ახალ პირობებთან უფრო შეგუებული ცენოზი. ბიოცენოზების თანმიმდევრულ თვისობრივ ცვლილებას ეკოლოგიური სუქცესია ქვია, ხოლო ერთმანეთის შემცვლელ თანასაზოგადოებათა ჯაჭვს სუქცესიურ რიგს უწოდებენ. საბოლოო ჯამში, ფორმირდება თანასაზოგადოების ახალი ტიპი, რომელსაც კლიმაქსური ეწოდება (სურ. 1.4.5)

სუქცესიის ხანგრძლივობა განსხვავებულია. ზოგჯერ იგი ასეულ წლებს მოიცავს, ზოგჯერ კი შედარებით სწრაფად ხორციელდება. ტყის ხანძარს შეუძლია მომენტალურად მოსპოს ათასწლეულების მანძილზე ჩამოყალიბებული ბიოცენოზი და მის ადგილზე შედარებით სწრაფად სხვა თანასაზოგადოება ვითარდება.

განასხვავებენ პირველად და მეორად სუქცესიებს. სუქცესია, რომელიც მეტ-ნაკლებად „ცარიელ“ ადგილზე ვითარდება პირველადია. ასეთ შემთხვევაში თანასაზოგადოების ჩამოყალიბება დიდი ხნის, ზოგჯერ ასეული წლების მანძილზე გრძელდება. თუ სუქცესია ხორციელდება ადგილზე, რომელიც წინათ სხვა ბიოცენოზს ეკავა, კლიმაქსური



სურ. 1.4.5. ბიოცენოზური სუქსეცია, სტალნიცის და სხვ. (1988) მიხედვით.

თანასაზოგადოება შედარებით მოკლე დროში ვითარდება. ასეთ სუქცესიას მეორადი ეწოდება. თანამედროვე პირობებში მეორადი სუქცესიები ხშირი მოვლენაა; ისინი აღინიშნება ხანძრების, ჭაობების დაშრობის, სტეპების ათვისების შედეგად. ამის მაგალითები წიგნის შესატყვისის განყოფილებაშია მოტანილი.

## თავი II. ბიოსფერო

### 1. ბიოსფეროს ცნება

ტერმინი „ბიოსფერო“ პირველად ე. ბ. ლამარკმა გამოიყენა თავის გეოქიმიურ შრომებში. 1875 წელს ავსტრიელმა გეოლოგმა ე. ზიუსმა ბიოსფერო დაახასიათა, როგორც დედამიწის თხელი გარსი, სადაც არსებობს და ვითარდება სიცოცხლე.

მწყობრი სწავლება ბიოსფეროს შესახებ მხოლოდ 1926 წელს შეიქმნა. მისი ავტორია გამოჩენილი რუსი მეცნიერი ვ. ვერნადსკი. მან ბიოსფერო უწოდა დედამიწის გარსს, რომლის შედგენილობას, სტრუქტურას და ენერგეტიკას ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლივი ცხოველქმედება განაპირობებს.

ბიოსფეროს ფარგლებში ზოგჯერ გამოყოფენ ბიოგეოსფეროს – შრეს, სადაც პლანეტის ცოცხალი ნივთიერების ძირითადი მასაა კონცენტრირებული. იგი განლაგებულია დედამიწის ქერქის და ატმოსფეროს საზღვარზე და წყლის ზედა შრეში. მისი სისქე რამდენიმე მეტრიდან (უდაბნო, ტუნდრა) რამდენიმე ათეულ მეტრამდე (ტყის თანასაზოგადოებები, ზღვები) მერყეობს.

მრავალი მკვლევარი მიზანშეწონილად თვლის ბიოსფეროში გამოყოს ნოსფერო, ანუ „შეგნების სფერო“ – ბიოსფეროს განვითარების უმაღლესი საფეხური, დაკავშირებული ადამიანის წარმოშობასთან. არსებობს შედარებით გაუბრალოებული შეხედულებაც, რომლის თანახმადაც, ბიოსფერო მხოლოდ დღეს მცხოვრები ორგანიზმების მექანიკური ჯამია.

თანამედროვე ბიოსფერო მოიცავს ლითოსფეროს და ატმოსფეროს ნაწილებს და მთელ ჰიდროსფეროს. მათგან ლითოსფერო, ანუ დედამიწის ქერქი, მატერიკების მკვირივი გარსია. სიცოცხლე აქ ძირითადად ზედა შრეში – ნიადაგშია კონცენტრირებული.

ჰიდროსფერო დედამიწის წყლიანი გარსია. მისი მთავარი შემადგენელი ნაწილია მსოფლიო ოკეანე, რომელიც ფარავს პლანეტის ზედაპირის 7/10-ს.

ატმოსფერო პლანეტის გაზობრივი გარსია. იგი შედგება სხვადასხვა გაზის, წყლის ორთქლისა და მტკრისაგან და გარს აკრავს ბიოსფეროს დანარჩენ ნაწილებს. ატმოსფერო რამდენიმე შრედ იყოფა. ესენია: ტროპოსფერო, სტრატოსფერო, მეზოსფერო და იონოსფერო.

ტროპოსფერო ატმოსფეროს ქვედა შრეა. აქ თავმოყრილია ატმოსფერული ჰაერის 8/10. პოლუსების თავზე მისი სისქე 9 კმ-ია, ეკვატორის თავზე – 15 კმ. ტროპოსფეროს მოსდევს სტრატოსფერო, რომელთა შორის გარდამავალი შრე, ე. წ. ტროპოპაუზაა. სტრატოსფეროს სისქე 35-40 კმ-ია.

ბიოსფეროს ზედა საზღვარი დაახლოებით 6 კმ-ს აღწევს ზღვის დონიდან. ამ სიმაღლეზე ჯერ კიდევ შეუძლიათ არსებობა ქლოროფილის შემცველ მცენარეებს. მაგრამ უფრო ზევით, ეოლურ ზონაში, მხოლოდ ზოგიერთი ფეხსახსრიანი ბინადრობს, რომლებიც ქარის მიერ მოტანილი მცენარეული მტვრით, სპორებით და მიკროორგანიზმებით იკვებებიან. კიდევ უფრო ზევით ცოცხალი ორგანიზმები მხოლოდ შემთხვევით შეიძლება აღმოჩნდნენ. ბიოსფეროს ქვედა საზღვარი ვრცელდება საშუალოდ 2-3 კმ-ის სიღრმეზე ხმელეთის პირობებში და 1-2 კმ-ის სიღრმეზე ოკეანის ფსკერიდან.

ჩვენს პლანეტაზე სიცოცხლის განაწილება ხმელეთზე და ოკეანურ წყლებში მკვეთრად განსხვავებულია. კონტინენტებზე მცენარეები სჭარბობენ ცხოველებს, ოკეანეში – პირიქით. ხმელეთის ბიომასა ბევრად აღემატება ოკეანისას, ეს უკანასკნელი პლანეტის ბიომასის მხოლოდ 0,13%-ს შეადგენს. ცოცხალი, ნივთიერება ძირითადად ხმელეთის მცენარეებშია თავმოყრილი, იმ ორგანიზმების ბიომასა კი, რომლებიც მცენარეებით იკვებებიან. 1%-ს არ აღემატება. მცენარეული სახეობების რიცხვი სახეობათა საერთო რაოდენობის 21%-ს შეადგენს, თითქმის 70% ცხოველებზე მოდის.

ბიოსფეროს არსებობისა და განვითარების აუცილებელი პირობაა ნივთიერების მუდმივი მიმოქცევა მის ცოცხალ და არაცოცხალ ელემენტებს შორის. ეს პროცესი მნიშვნელოვან ენერგიას საჭიროებს, რომლის წყაროა მზე. დედამიწაზე ყოველწლიურად  $5 \cdot 10^{20}$  კკალ სხივური ენერგია ეცემა; ამ ენერგიის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი – 0,1-0,2% შეითვისება მწვანე მცენარეების მიერ და ხმარდება ნივთიერებათა მიმოქცევას.

მზის ენერგია ნივთიერებათა ორ წრებრუნვას უზრუნველყოფს – დიდს. ანუ გეოლოგიურს და მცირეს, ანუ ბიოლოგიურს. მათგან პირველი ხელს უწყობს მინერალურ ნივთიერებათა გადატანას მთელი პლანეტის მასშტაბით.

ცოცხალი ნივთიერების გაჩენასთან ერთად გეოლოგიური წრებრუნვის წიაღში ჩაისახა ბიოლოგიური, ანუ მცირე წრებრუნვა. ამ წრებრუნ-

ვისათვის დამახასიათებელია ორგანული ნაერთების სინთეზი და დაშლა – ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესი, რომელიც გარკვეულ თანაფარდობაში იმყოფება და სიცოცხლის ძირითად თავისებურებას შეადგენს. ბიოლოგიურ წრებრუნვაში ჩართული ენერგია უზარმაზარ საბუშაოს ახორციელებს, რომელიც, პირველ რიგში, პირველადი პროდუქციის წარმოქმნაში გამოიხატება.

ბიოსფეროს შექმნის შემდეგ ქიმიური ელემენტები განუწყვეტელ მიმოქცევას განიცდიან ცოცხალ ორგანიზმებსა და არაცოცხალ გარემოს შორის. ელემენტების ასეთ მიმოქცევას ბიოგეოქიმიური ციკლები ეწოდება. ბიოსფეროში შიშვინარე ძირითადი ციკლებია: ფანგბადის, ნახშირბადის, წყლის, აზოტის, ფოსფორის, გოგირდის და ა. შ.

ჩვენს პლანეტაზე ორგანულმა სამყარომ ევოლუციის რამდენიმე ეტაპი განვლო. მათგან პირველისათვის დამახასიათებელია აბიოტურ წრებრუნვაში ბიოტური წრებრუნვის გაჩენა და ბიოსფეროს შექმნა. ამას მოსდევს მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების ფორმირება და თვით სიცოცხლის გართულება. მომდევნო ეტაპები დაკავშირებულია ადამიანის წარმოშობასთან, რომლის მონაწილეობით ხორციელდება ბიოსფეროს შემდგომი ევოლუცია და მასში ნოოსფეროს (შეგნების სფეროს) ჩამოყალიბება. ამ ეტაპზე ბიოსფერო ადამიანის გავლენის ქვეშ ექცევა და მისი ზემოქმედებით ვითარდება.

## 2. ბიოსფეროს სტრუქტურა

ბიოსფეროს სტრუქტურული ერთეული ეკოსისტემაა. ერთი შეხედვით, ეკოსისტემები ჩვენს პლანეტაზე უწყსრიგოდ არიან განაწილებული. მაგრამ ეს ასე არ არის. სინამდვილეში ისინი გარკვეული კანონზომიერებით არიან დაჯგუფებული. ეკოსისტემების განაწილების შესწავლა, როგორც წესი, მსხვილი რეგიონალური ერთეულების – მაკროეკოსისტემების, ანუ ბიომების დონეზე ხორციელდება. ბიომი შეიძლება განიმარტოს, როგორც „მსხვილი სისტემურ-გეოგრაფიული ქვედანაყოფი ბუნებრივ-კლიმატური ზონის ფარგლებში“ (რეიმერსი, 1990). ყველა ბიომისათვის სპეციფიკური ეკოსისტემებია დამახასიათებელი.

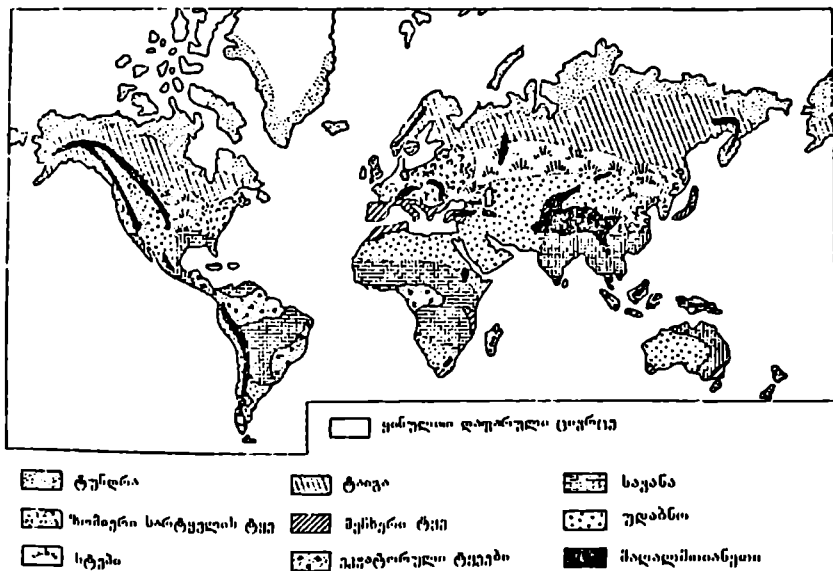
ბიომები სამი სახისაა: ხმელეთის, ზღვის და მტკნარი წყლების. ხმელეთის ბიომების თავისებურებებს რეგიონის კლიმატი და, მასთან დაკავშირებული, მტკნარული საფარი განსაზღვრავს. ზღვის და მტკნარი

წყლების ბიომები ნაკლებადაა დამოკიდებული კლიმატზე; მათ თავისებურებებს ფსკერის სიღრმე, ორგანიზმთა ვერტიკალური განაწილება და წყლის დინება განსაზღვრავს.

ქვევით მოგვყავს ბიოსფეროს ძირითადი ბიომების ჩამონათვალი დრიოს (1976) მიხედვით:

### ა. ხმელეთის ბიომები

ხმელეთის ბიომებს პირობით ორ ჯგუფად ყოფენ: ღია (ტუნდრა, უდაბნოები, სტეპები, საყანები და სხვ.) და ჩაკეტილი (ტყეები) (სურ. II.2.1). ტუნდრა პოლუსების გარშემოა გადაჭიმული. იგი იყოფა პოლარულ ტუნდრად – უკიდურეს ჩრდილოეთ ნაწილში და ტყე-ტუნდრად – სამხრეთში. პოლარულში ძირითადად ხავსები და ლიქენები ხარობს, ტყე-ტუნდრაში – აგრეთვე ზოგიერთი ბუჩქოვანი მცენარე. ცოცხალ ორგანიზმთა ზრდა-განვითარების ძირითადი მაღიმეტირებული ფაქტორი აქ დაბალი ტემპერატურა და მოკლე სავეგეტაციო პერიოდია.



სურ. II.2.1. ხმელეთის ბიომები, დრიოს (1976) მიხედვით.



ტუნდრისგან განსხვავებით, უდაბნოებში შემზღვეველი ფაქტორი სიმშრალეა. არჩევენ ზომიერი სარტყლის და ტროპიკული სარტყლის უდაბნოებს. მცენარეული საფარი აქ უკიდურესად ღარიბია. იგი წარმოადგენილია სახეობებით, რომელთაც აქვე წყლის დაკავების უნარი, ან სახეობებით, რომელთა თესლი ხანგრძლივი დროის მანძილზე მოსვენების მდგომარეობაშია, მაგრამ წვიმიან დღეებში სწრაფად აღმოცენების უნარით ხასიათდება. კლიმატის მიხედვით, უდაბნოებსა – ერთის მხრივ და სტეპებსა და სავანებს შორის – მეორეს მხრივ რიგი გარდამავალი საფეხურია.

სტეპებს უზარმაზარი სივრცე უკავიათ ზომიერი კლიმატის ოლქებში – აზიასა და ავსტრალიაში, ჩრდ. ამერიკაში (პრერიები), სამხრეთ ამერიკაში (პამპასები). სტეპები ძირითადად კონტინენტების შიგნითაა განლაგებული, სადაც ტემპერატურის მერყეობა მეტ-ნაკლებად მკაფიოდაა გამოხატული. მათთვის დამახასიათებელია მაღალი ნალექიანობა – წლის ერთ სეზონში და შედარებით მაღალი სიმშრალე – დანარჩენში, რაც ხელს უშლის მერქნიან მცენარეთა განვითარებას.

სავანებისაგან განსხვავებით, სავანები უფრო თბილ და შედარებით ტენიან ტროპიკულ რაიონებშია გავრცელებული. ისინი ყოველთვის სამხრეთ ამერიკის, ავსტრალიის, აფრიკის დიდ სივრცეებს, ტემპერატურის მერყეობა აქ გაცილებით უფრო სუსტადაა გამოხატული, ვიდრე სტეპებში. სტეპების მსგავსად, აქაც მარცვლოვნები დომინირებენ, თუმცა მათთან ერთად იზრდებიან ბუჩქოვანი, იშვიათად ხე-მცენარეებიც. მშრალი სეზონის ხანგრძლივობის შემცირებასთან ერთად, სავანები თანდათან ტროპიკულ ტყეებში გადადიან.

ტერმინით „ტაიგა“ აღნიშნავენ წიწვოვან ტყეებს, რომლებიც უზარმაზარი სარტყლის სახით ტუნდრის სამხრეთით არიან განლაგებული. ეს ბიომი ხასიათდება ცივი კლიმატით, რითაც ზოგჯერ ტუნდრას ემსგავება. ზამთარი აქ მეტად მკაცრია, სამაგიეროდ ზაფხული – საკმაოდ თბილი, რაც ხელს უწყობს ზოგიერთი მერქნიანი სახეობის განვითარებას.

ზომიერი სარტყლის ტყეები ფარავენ ცენტრალურ ევროპას ტაიგის სამხრეთით, აშშ აღმოსავლეთს, აგრეთვე ჩინეთისა და იაპონიის მნიშვნელოვან ნაწილს. ისინი ძირითადად ფოთლოვანი სახეობებითაა წარმოდგენილი. კლიმატი აქ ზომიერია, ტენიანობა მაღალი, წლის დროები მკაფიოდაა გამოხატული.

ხმელთაშუაზღვისეული კლიმატის ქვეყნებში ეს ტყე მეჩხერი ტყის სახეს ღებულობს. სხვადასხვა კონტინენტზე და სხვადასხვა ქვეყანაში ზომიერი სარტყლის ტყეები სხვადასხვა სახეობის მცენარეებითაა წარმოდგენილი და მათ სახელწოდებაც განსხვავებული აქვთ. ესაა გარიგა – ხმელთაშუაზღვეთში, ჩაპარალი – კალიფორნიასა და მექსიკაში, მელლესკრაბი – ავსტრალიის სამხრეთ სანაპიროზე და ა. შ.

მარადმწვანე ტროპიკული ტყეები გადაჭიმულია ეკვატორის გასწვრივ სამხრეთ ამერიკაში, ცენტრალურ აფრიკაში და მალაიზიაში. ეს ბიომი ჩამოყალიბდა ცხელი კლიმატისა და უხვი ნალექის გავლენით, რომელიც წლის მანძილზე თითქმის თანაბრადაა განაწილებული. მცენარეული საფარი აქ უაღრესად მდიდარია; განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით ხე-მცენარეები, ბუჩქები, ლიანები და ეპიფიტები გამოირჩევიან; ბალახოვანი საფარველი, სინათლის ნაკლებობის გამო, სუსტადაა განვითარებული. მცენარეთა ბიომასა აქ ორჯერ, ზოლო პირველადი პროდუქტიულობა 4-5-ჯერ აღემატება ტაიგის შესატყვის მარჩვენებლებს.

ზევით ჩამოთვლილი ბიომებისაგან განსხვავებით, მთის ეკოსისტემები არ არიან დაკავშირებული ლანდშაფტურ-გეოგრაფიულ ზონებთან, ამიტომ მათ აზონალურ ბიომებს უწოდებენ. მთის ეკოსისტემებში სიმაღლესთან ერთად სასიცოცხლო პირობები მკვეთრად იცვლება: ზღვის დონიდან ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ტემპერატურა 0,5-0,7°-ით ეცემა, ნალექების წლიური რაოდენობა კი იზრდება. მაღალმთიანეთის სარტყელები, რომლებიც წიწვოვნებითაა დაფარული, ტაიგას მოგვაგონებს; მათ ზევით კი ალპური მდელოებია გავრცელებული, რაც ტუნდრის ანალოგიას ქმნის.

### *ბ. ზღვის ბიომები.*

ზღვა უფრო ღარიბია მცენარეებით და ცხოველებით, ვიდრე ხმელეთი. ზღვის ორგანიზმები სამ ღიდ ჯგუფად იყოფა; მათგან ბენტოსი წარმოდგენილია ფსკერის ორგანიზმებით. ისინი შეიძლება იყვნენ სუბსტრატთან მიმაგრებული (წყალმცენარეები, ღრუბელები, კნიდარიები, ასციდიები და სხვ.), მთხრელი (რგოლიანი ჭიები, ორსაგდულიანი მოლუსკები და სხვ.), მცოცავი (კანეკლიანები, კიბოსნაირები და სხვ.) და თავისუფლადმცურავი ფსკერის სიახლოვეს (კიბოსნაირნი, თევზები, თავფეხიანი მოლუსკები).

პლანქტონი წარმოდგენილია წყალში პასიურად შეწონილი ორგანიზმებით. ფიტოპლანქტონი შედგება წყალმცენარეთა, ძირითადად, ერთუჯრედიანთა წარმომადგენლებისაგან (დიატომები, პერიდინეები და სხვ.) და ბაქტერიებისაგან. ზოოპლანქტონი წარმოდგენილია უმარტივესებით, ციბრუტლებით, მუცელფეხიანი მოლუსკებით, სალპებით, კიბოსნაირთა სხვადასხვა ჯგუფით.

ნექტონი შედგება წყლის სიზრქეში მცურავი სახეობებისაგან, რომლებიც, წყლის დინების მიუხედავად, თავისუფლად მოძრაობენ. ნექტონს განეკუთვნებიან თავფეხიანი მოლუსკები, თევზები, ვეშაპისნაირნი, ფარფლთათიანები. ღია წყლებში გავრცელებულ ნექტონს და პლანქტონს ხშირად პელაგიურ ორგანიზმებს უწოდებენ, ფსკერთან დაკავშირებულ ორგანიზმებს კი ბენტალურს.

ზღვის ნაპირიდან დაცილების და სიღრმის ზრდასთან ერთად, ჰიდრობიონტების საარსებო პირობები იცვლება. კონტინენტების სიახლოვეს განლაგებულ ზონას, რომლის სიღრმე 200 მ-ს არ აღემატება, კონტინენტური პლატო უწოდება (მისი ფართი შეადგენს ოკეანის საერთო ფართის 7,6%-ს). ოკეანის დიდი ნაწილი გაცილებით უფრო ღრმაა (2-6 ათასი მ), შედარებით სწორი და მას აბისალურ ვაკეს უწოდებენ (82,2%). ეს ზონები ე. წ. კონტინენტური კალთებითაა შეერთებული (8,1%). აბისალურ ვაკეში ალაგ-ალაგ ღრმულებია (6-11 ათასი მ), რომელთა ერთობლიობა ინფრააბისალურ ზონას (2,1%) ქმნის.

კონტინენტური პლატო დაფარულია წყლის შედარებით თხელი ფენით, რომელსაც ნერიტულ პროვინციას უწოდებენ. იგი მაღალი პროდუქტიულობით ხასიათდება, აქ პელაგიური და ბენტალური ორგანიზმები მკაფიოდ არაა ერთმანეთისაგან გამოჯნული.

ოკეანის დანარჩენი ნაწილი ოკეანურ პროვინციას უკავია. აქ პროდუქტიულობა შედარებით დაბალია, ხოლო პელაგიური და ბენტალური ორგანიზმები მკვეთრადაა გამოჯნული.

პლანეტის სხვადასხვა ნაწილში ნერიტული ბიოცენოზების სახეობრივი შედგენილობა და კვებითი ჯაჭვები სპეციფიკურია. სიღრმის ზრდასთან ერთად, პირველ რიგში, წყალმცენარეები იცვლებიან: მწვანე წყალმცენარეებს ცვლის რუხი, ამ უკანასკნელს წითელი, უფრო ღრმა ფენებში კი დიატომები და პერიდინეები გავრცელებული. პროდუცენტების ცვლა კვებითი ჯაჭვების შემადგენელი რგოლების მეტ-ნაკლებ ცვლილებას განაპირობებს.

იგივე შეიძლება ითქვას ოკეანური პროვინციისა და მისი თანასაზოგადოებების შესახებ. აქ გარკვეულ სიღრმემდე ფიტოპლანქტონია გავრცელებული, რაც წყლის მაღალ გამჭვირვალობასთანაა დაკავშირებული. ამ ზონას ეუფოტური ქვია. ოკეანის უფრო ღრმა ფენები მოკლებულია პროდუცენტებს (თუ არ ჩავთვლით ფსკერის ქემომასინთეზირებელ ბაქტერიებს). შესაბამისად, სიცოცხლე ამ ფენებში ეუფოტურ ზონაზეა დამოკიდებული, რადგან აქედან განუწყვეტლად ილექება მკვდარი ორგანული მასა.

ნერიტული პროვინციის ანალოგიურად, ოკეანური პროვინციის ფორმაციები, სახეობრივი შედგენილობის თუ კვებითი ჯაჭვების თვალსაზრისით, პლანეტის სხვადასხვა ნაწილში უკიდურესად სპეციფიკურია.

### *გ. მტკნარი წყლების ბიომები.*

მტკნარი წყლის ეკოსისტემები მკაფიოდაა ერთმანეთისაგან გამოჯნული. სახეობრივი მრავალფეროვნების თვალსაზრისით ისინი გაცილებით უფრო ღარიბია, ვიდრე ზღვისა. აქ საერთოდ არ გვხვდებიან კანეკლიანები და კნიდარიები, ღრუბელები კი მცირერიცხოვანი სახეობებითაა წარმოდგენილი. სამაგიეროდ მტკნარ წყლებში მრავალი მწერი ბინადრობს. ზოგიერთ მათგანს აქვს წყლის ზედაპირზე გადაადგილების უნარი. ისინი ჰიდრობიონტების განსაკუთრებულ ჯგუფს – ნეისტონს ქმნიან.

მტკნარი წყლების ბიომები ორი სახისაა – მდგარი წყლებისა და მდინარეებისა. ისინი განსხვავდებიან ტემპერატურული რეჟიმით, ქიმიზმით, მცენარეთა და ცხოველთა სახეობრივი შედგენილობით, კვებითი ჯაჭვების სპეციფიკით და ა. შ. გასაგებია, რომ პლანეტის სხვადასხვა ნაწილში მტკნარი წყლების ფორმაციები განსხვავებულია.

### თავი III. ანთროპომეტრი ფაქტორის წარმოშობა და განვითარება.

როგორც აღინიშნა, გარემოს უარყოფითი ცვლილებები ადამიანის წარმოშობაზე ბევრად ადრე დაიწყო. გაბინძურების ბუნებრივი წყაროები, ისევე როგორც მათი მოქმედების შედეგები, მეტად მრავალგვარია, ასე რომ, გვარ Homo -ს პირველი წარმომადგენლების გაჩენისას დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში ტერიტორიის ნაწილი მეტ-ნაკლებად შეცვლილი იყო.

ადამიანი, სხვა ორგანიზმების მსგავსად, თავის საარსებო გარემოზეა დამოკიდებული. ეს ურთიერთობა რთულია და წინააღმდეგობრივი, იგი ადამიანის ევოლუციის პარალელურად მუდმივად იცვლებოდა. დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ენერგოაღჭურვილობასაც, რომელიც, საზოგადოებრივი ფორმაციების შესაბამისად, იცვლებოდა: ადამიანის საკუთარ ენერგიას შინაური პირუტყვის ენერგია ცვლიდა, ამ უკანასკნელს — ქარის და წყლის ენერგია, შემდეგ დენთის და ორთქლის ენერგია, ელექტროენერგია, ატომის ენერგია.

ენერგიის განვითარებასთან ერთად, იზრდებოდა გარემოსთან ადამიანის ურთიერთობის ფორმები და გარემოზე ზემოქმედების ინტენსიობა. ანთროპოგენური ფაქტორი თანდათან იკრებდა ძალას. თუ საზოგადოების განვითარების ადრეულ საფეხურებზე, სხვა ბუნებრივ ფაქტორებთან შედარებით, იგი სუსტი იყო, შემდეგ თავისი მასშტაბებით და მნიშვნელობით გაუტოლდა მათ და გადააჭარბა კიდევ.

თუ რა შედეგები გამოიღო ამან, ეს წიგნის შესაბამის თავებშია განხილული. აქ უნდა აღინიშნოს პრობლემის ზოგადი მხარე: გარემოზე ზემოქმედება ხშირად ისეთ მოვლენებს იწვევს, რომელთა წინასწარ გათვალისწინება თითქმის შეუძლებელია, ხოლო ზემოქმედების შემდგომი გაღრმავება თვით ადამიანის ჯანმრთელობას და, საბოლოო ჯამში, მის არსებობას უქმნის საფრთხეს.

კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე ბიოსფეროს ლოკალური თუ გლობალური ცვლილებების არაერთი მაგალითია ცნობილი. რაც შეეხება გლობალურ ანთროპოგენურ ცვლილებებს, ის ათასწლეულების მანძილზე შედარებით ნელა, შეუმჩნევლად ვითარდება და თავის მაქსიმუმს მხოლოდ ჩვენს დროში აღწევს.

ეს ცვლილებები გარემოს ყველა პარამეტრშია ასახული. ასე მაგალითად, ენერგეტიკული ბალანსი, რომელიც მზის ენერგიითაა

უზრუნველყოფილი, პრაქტიკულად არ შეცვლილა. სამაგიეროდ შემცირდა ორგანული წარმოშობის ქანებში (წიაღისეული საწვავი), ნიადაგის კუმუსში წარსულ ეპოქათა აკუმულირებული ენერჯის მარაგი;

წყლის საერთო რაოდენობა პლანეტის მასშტაბით თითქმის იგივეა, რაც წარსულში იყო. მაგრამ ხმელეთის მტკნარი წყლები, რომელთაც პლანეტის ჰიდროსფეროს 1%-ზე ნაკლები უკავიათ, შემცირდა. შეიცვალა მათი ხარისხიც. ამის შედეგად პლანეტის ცალკეულ რეგიონებში შეიმჩნევა სასმელი წყლის დეფიციტი;

ბიოლოგიურმა პარამეტრმა ასევე განიცადა ცვლილება. ეს, პირველ რიგში, ბიომასას და პლანეტის ბიოლოგიურ პროდუქტიულობას ეხება, რომელიც ხმელეთის 10%-ზე პრაქტიკულად გაქრა, 10-15%-ზე – მნიშვნელოვნად დაქვეითდა;

გარემოს გეოქიმიური პარამეტრი ასევე შეიცვალა, რაც უწინარესად ნივთიერებათა წრებრუნვის ცვლილებაში იჩენს თავს. ბიოლოგიური წრებრუნვა პლანეტის თითქმის ნახევარზეა დარღვეული: დღეს ანთროპოგენურ უდაბნოებს ხმელეთის 5% უკავიათ, ანთროპოგენურ „ბედლენდს“ (უვარგისი მიწა) – 3%, ინდუსტრიულ და ქალაქის ტერიტორიებს – 2%, ბაღებსა და სახნავ-სათესებს – 13%, მეორად დაბალპროდუქტიულ ტყეებს – 15%, დეგრადირებულ საძოვრებს – 10%. დარღვეულია გეოლოგიური წრებრუნვაც, რაც მნიშვნელოვანწილად გარემოში ტოქსიკურ ნივთიერებათა დაგროვებით აიხსნება. ასეთ ვითარებაში ხშირად ისმის კითხვა: ხომ არ აღმოჩნდა ბიოსფერო ეკოლოგიური კრიზისის წინაშე?

პლანეტის ან მისი ცალკეული რეგიონების ეკოლოგიური კრიზისის შესახებ დღეს ბევრი იწერება. სხვადასხვა ავტორს ეს ცნება სხვადასხვაგვარად ესმის; ხშირად ამა თუ იმ რესურსის ამოწურვა ეკოლოგიურ კრიზისთანაა გაიგივებული, რაც, ცხადია, არაა სწორი.

სპეციალურ ლიტერატურაში ეკოლოგიური კრიზისი დახასიათებულია, როგორც გარემოსა და ადამიანის ისეთი ურთიერთობა, რომლის დროს საზოგადოების საწარმოო ძალებისა და წარმოებითი ურთიერთობის განვითარება ვერ თავსდება გარემოს რეალურ შესაძლებლობებში. ეკოლოგიური კრიზისი არ უნდა გავაიგივოთ გარემოზე ადამიანის გავლენის გაზრდასთან.

აფასებს რა ბიოსფეროს თანამედროვე მდგომარეობას, აკადემიკოსი ე. კოვდა შემდეგ დასკვნამდე მიდის: გლობალური ეკოლოგიური კრიზისი ჯერჯერობით არ შეიმჩნევა. ამავე დროს არის საფუძველი ვილაპარაკოთ

გარემოს ანომალურ მდგომარეობაზე, რომელიც შეიძლება გადაიზარდოს კრიზისულში, თუ არ იქნა მიღებული სათანადო ზომები.

ქვემოთ დაინახავთ, რომ ანთროპოგენური ფაქტორის მძლავრი განვითარება შედარებით ახლო წარსულში დაიწყო, როდესაც ერთმანეთს რიგი მოვლენა დაემთხვა – მოსახლეობის რაოდენობის მკვეთრი ზრდა და ურბანიზაცია, ტექნიკური პროგრესი და ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური ათვისება. ამის შემდეგ ანთროპოგენური ფაქტორის მოქმედება ექსპონენციალურად იზრდება, რასაც გარემოს ადეკვატური დეგრადირება მოსდევს.

გარემოზე ზემოქმედების მასშტაბები სხვადასხვაგვარია. კონკრეტული ობიექტისა და შედეგების მიხედვით, ეს ზემოქმედება პირობითად სამგვარი შეიძლება იყოს:

I – ლოკალური, როდესაც საქმე გვაქვს სახეობრივ პოპულაციებთან, ან თანასაზოგადოებებთან;

II – რეგიონალური, როდესაც ზემოქმედების ობიექტი მთელი რეგიონია;

III – გლობალური, როდესაც ზემოქმედებას პლანეტარული მნიშვნელობა აქვს.

მკითხველი იოლად დარწმუნდება, რომ უმრავლეს შემთხვევაში საქმე გვაქვს პირველი ტიპის ზემოქმედებასთან. მაგალითად, ინტენსიური ნადირობის შედეგად პოპულაციის რიცხოვნობა მკვეთრად მცირდება, რაც იწვევს შესატყვის ცელილებებს კვებით ჯაჭვში და, საბოლოო ჯამში, მთელ თანასაზოგადოებაში.

საბოლოო შედეგი ზემოქმედების ხარისხზეა დამოკიდებული. შედარებით სუსტი ზემოქმედებისას პოპულაციის ოპტიმალური რიცხოვნობა რამდენიმე თაობის მანძილზე შესაძლოა აღდგეს. მაგრამ თუ ზემოქმედება ძლიერია, ირღვევა პოპულაციის დემოგრაფიული სტრუქტურა, რის შედეგადაც მისი რიცხოვნობის აღდგენა პრაქტიკულად შეუძლებელია და გარკვეული დროის შემდეგ სახეობამ შესაძლოა შეწყვიტოს არსებობა.

კიდევ უფრო რთული სიტუაცია იქმნება ტყეების მასობრივი მოსპობისას, თუმცა ამ შემთხვევაშიც ბევრია დამოკიდებული ზემოქმედების ხარისხზე. ძლიერი ხანძრის შედეგად ისპობა მთელი თანასაზოგადოება და მასთან ერთად მცენარეთა და ცხოველთა ასობით პოპულაცია. ასეთ შემთხვევაში პირველადი თანასაზოგადოების აღდგენა პრაქტიკულად არ ხდება, ხოლო გავერანებულ ადგილზე სხვა, გაცილებით უფრო გაღარიბებული თანასაზოგადოება იკიდებს ფეხს.

ჩვენ ყოველთვის არ შეგვიძლია კორელაციის დადგენა გარემოზე ზემოქმედებასა და საბოლოო შედეგებს შორის. ანთროპოგენური ზემოქმედება მრავალმხრივი პროცესია, მისი შედეგები ასევე განსხვავებული შეიძლება იყოს. ერთი კია: გარემოს ლოკალური ცვლილებები უფრო მასშტაბურ მოვლენებს უდევს საფუძვლად, საბოლოო ჯამში კი ანთროპოგენური ცვლილება გლობალურ ხასიათს იძენს. ეს, თავის მხრივ, მიზეზია ისეთი უარყოფითი მოვლენებისა, როგორცაა ტემპერატურის გლობალური მომატება, ცვლილებები ოზონურ შრეში, მჟავა წვიმები, ბოლნისლი და ა. შ.

## 1. ანთროპოგენური ფაქტორის ისტორიისათვის.

ისტორია შეიძლება განვიხილოთ არა მხოლოდ როგორც ფორმაციების ცვლა, როგორც საწარმოო ძალების, კულტურისა და პოლიტიკური ცხოვრების განვითარების ეტაპები. იგი ამავე დროს საზოგადოებისა და ბუნებრივი სისტემების ურთიერთობათა ცვლის პროცესიცაა.

მატერიალური კულტურის ყოველ დონეს ბუნებრივ კომპლექსებზე ზემოქმედების სპეციფიკური ფორმები და საზღვრები გააჩნია. როგორც წესი, ზემოქმედების ეს საზღვრები შეიცნობოდა მხოლოდ მაშინ, როდესაც უარყოფითი პროცესები გარემოში შეუქცევად ხასიათს იღებდა. ამას ტრაგიკული მოვლენები ახლდა: მეცხოველეობის განვითარებას და გადამეტებულ ძოვებას საძოვრების დევრადირება მოყვა, მიწათმოქმედებას – ნიადაგების გამოფიტვა, ირიგაციაზე გადასვლას – მიწების დამლაშება და ტერიტორიების დაჭაობება. 6000 წლის მანძილზე კაცობრიობამ დაკარგა 20 მლნ კმ<sup>2</sup> მიწის რესურსი. შედარებისათვის აღვნიშნავთ, რომ დღეს მსოფლიოში მთელი სახნავი მიწების საერთო ფართი 15 მლნ კმ<sup>2</sup>-ს არ აღემატება.

ჩვენი შორეული წინაპრები ქვედა პალეოლითიდან წარმოადგენდნენ ბიოცენოზების შემადგენელ ნაწილს და, ცხოველთა სხვა სახეობების მსგავსად, მონაწილეობდნენ ნივთიერებათა ბუნებრივ წრებრუნვაში. მაგრამ როგორც კი პალეოლითის მონადირეებმა აითვისეს ცეცხლი, მათი როლი ბიოცენოზებში საგრძნობლად შეიცვალა.

ცეცხლი კაცობრიობის პირველი ტექნიკური მონაპოვარია, რომელმაც მნიშვნელოვანი უპირატესობა მიანიჭა ჩვენს წინაპრებს სხვა ცხო-



ველებთან შედარებით. შეიცვალა მათი ნადირობის ფორმები და, შესაბამისად, კვების რაციონი; სტიმული მიეცა შრომის იარაღების სრულყოფას, რამაც, საბოლოო ჯამში, დააჩქარა ადამიანის ევოლუციის პროცესი.

მაგრამ, ამავე დროს, ცეცხლი იყო უზარმაზარ ტერიტორიებზე ხანძრების გაჩენისა და პირველადი ტყეების მასობრივი მოსპობის მიზეზიც. თავდაპირველად ამ პროცესს შემთხვევითი ხასიათი ჰქონდა, მაგრამ შემდეგ ხანძრების გაჩენა შეგნებულად ხდებოდა – საძოვრების შექმნის მიზნით.

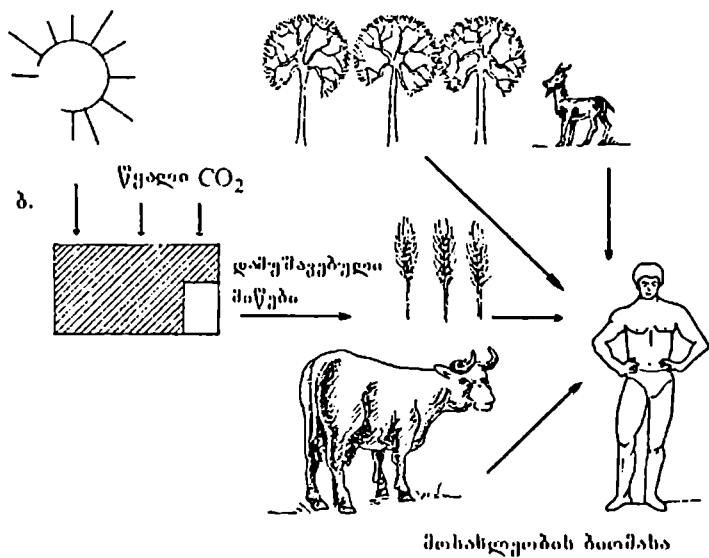
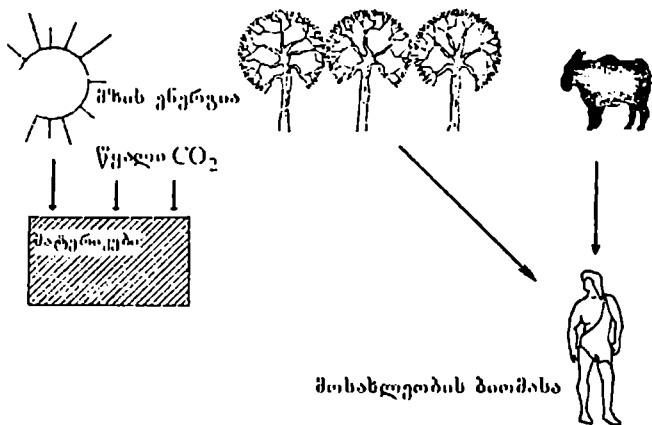
მასობრივმა ხანძრებმა პრაქტიკულად ყველა კონტინენტი მოიცვა; მეტადრე დაზარალდა აფრიკა, ცენტრალური ევროპა, აზია და ტროპიკული ამერიკა; მრავალ ადგილას გაჩანაგებული ტყეების ადგილზე სავანები გაჩნდა.

დაახლოებით 10000 წლის წინათ ჩრდ. ამერიკის აბორიგენებმა ბიზონების მოშენების და საძოვრების გაფართოების მიზნით ტყის უზარმაზარი მასივები გადაწვეს, რამაც ხელი შეუწყო პრერიების გაჩენას.

ყველა ანალოგიურ შემთხვევაში მცენარეული საფარის გალარიბება ფაუნის ცვლილებასაც იწვევდა, რის შესახებ არაერთი პალეონტოლოგიური მონაცემი მეტყველებს: დაახლოებით 50000 წლის წინათ (პლეისტოცენი) აფრიკის მრავალ რეგიონში მსხვილ ძუძუმწოვართა სახეობების ნახევარზე მეტი მოისპო; 12000 წლის წინათ მხოლოდ მალრიბის რაიონში (თანამედროვე ლიბია, ტუნისი, ალჟირი, მაროკო) ძუძუმწოვრების 60%-ზე მეტი განადგურდა; იგივე ბედი ეწია ჩრდ. ამერიკის მამონტებსა და უძველეს ბიზონებს პალეოლითში. ვარაუდობენ, რომ სამხრეთ ამერიკის გიგანტური ქსენართრესების და გლიპტოდონტების, ისევე როგორც მადაგასკარის და ახალი ზელანდიის გიგანტური ფრინველების – დინორნითიდების მოსპობა პირველყოფილმა ადამიანმა დააჩქარა.

ნეოლითის დასაწყისში, სოფლის მეურნეობის განვითარებასთან ერთად, ბიოსფეროზე ადამიანის ზემოქმედება მნიშვნელოვნად იზრდება. ბუნებრივი თანასაზოგადოებები ხელოვნურით იცვლება. ხდება ბიოცენოზების რეგრესული ცვლა: Sylva → Saltus → Ager, რაც ნიშნავს ტყის ბიომების შეცვლას საძოვრებით, შემდეგ კი სასოფლო-სამეურნეო მიწდვრებით.

სურ. III.1.1. გვიჩვენებს ადამიანისა და გარემოს ურთიერთობის ცვლილებას ნეოლითში. როგორც ჩანს, ჩვენს შორეულ წინაპრებს,



სურ. III.1.1. ადამიანისა და გარემოს ურთიერთობა ნეოლითში, ბრაუნის (1970) მიხედვით.

რომლებიც ძირითადად მცენარეული ნაყოფით და გარეული ცხოველებით იკვებებოდნენ, მხოლოდ შედარებით ნაკლები სიმჭიდროვის პირობებში შეეძლოთ არსებობა (ა). მაგრამ შემდეგ, სასოფლო-სამეურნეო მიწების

ფართო ათვისებამ და მეცხოველეობის განვითარებამ ხელი შეუწყო მათი ბიომასის მნიშვნელოვან ზრდას (ბ). მართლაც, თუ პალეოლითის მონადირე სიცოცხლისათვის 20 კმ<sup>2</sup>-ს საჭიროებდა, მიწათმოქმედისათვის სულზე 3-4 კმ<sup>2</sup> იყო საკმარისი.

სოფლის მეურნეობის განვითარება და ადამიანის საკვებად გამოსაყენებელი კულტურების მოყვანა პირვანდელი მცენარეული საფარის ხარჯზე ხდებოდა. ტყეების მასობრივი მოსპობა. მიწების არარაციონალური გამოყენება – ათასეული წლების მანძილზე ჩამოყალიბებული თანასაზოგადოებების განადგურებას უწყობდა ხელს. მოგვიანებით ამას ემატებოდა შუა საუკუნეების ადამიანისათვის დამახასიათებელი შიში ტყეების მიმართ; დასტურად თუნდაც ჩინეთი კმარა, სადაც ტყეებს წინათ ამ ტერიტორიის თითქმის 90% ეკავათ.

პირვანდელი ბიოცენოზების მოსპობამ მსოფლიოს მრავალ რეგიონში მიწების დეგრადირება გამოიწვია. ამის მაგალითია დღევანდელი სამხრეთი პალესტინა, სირიისა და მესოპოტამიის ჩრდილოეთი რაიონები აღმოსავლეთ ირანამდე. მიწათმოქმედება აქ დაახლოებით 10000 წლის წინათ ჩაისახა, რასაც სასოფლო-სამეურნეო ცივილიზაციის გაფურჩქვნა მოყვა. მაგრამ ბიოცენოზების გადამეტებულმა ექსპლუატაციამ ამ ტერიტორიების გაუდაბნობას შეუწყო ხელი.

აღნიშნული მოვლენების გლობალური ხასიათის მიუხედავად, ანთროპოგენური ზემოქმედების საერთო ღონე გასული საუკუნის დასაწყისამდე მაინც არ იყო მაღალი. სხვადასხვა საზოგადოებრივმა ფორმაციამ შეინარჩუნა ერთი ეკონომიკური საფუძველი, რომელმაც ნეოლითში მოიკიდა ფეხი. როგორც არ უნდა ყოფილიყო ამ ფორმაციების სოციალურ-ეკონომიკური ბაზა, ისინი, საბოლოო ჯამში, აგრარული ცივილიზაციის ნაირსახეობებს წარმოადგენდნენ. ქალაქების ზრდისა და ინდუსტრიალიზაციის განვითარების მიუხედავად, მოსახლეობის უმეტესი ნაწილი მაინც სოფლის მეურნეობის ხარჯზე ცხოვრობდა და გარემოსაც შესაბამისად ითვისებდა.

აგრარულ ცივილიზაციას საგრძნობლად არ შეუცვლია ნივთიერებათა წრებრუნვა და ენერჯის ნაკადი ბიოსფეროში. ბიოცენოზებში ადამიანი ერთ-ერთი მომხმარებელი იყო; სხვა ცხოველებთან ერთად იგი არსებობდა პირველადი მწარმოებლებისა (პროდუცენტების) და ზოგიერთი კონსუმენტის (საქონელი, ნადირ-ფრინველი) ხარჯზე და ამავე დროს სარგებლობდა მათ მიერ გამოიმუშავებული მასალით (ხე-ტყე, მცენარეული ბოჭკო, ბეწვი და ა. შ.).

ადამიანის მიერ გამოყენებული ენერგია არ იყო დიდი. ნეოლითში იგი შეადგენდა დაახლოებით 10000 კკალ-ს დღე-ღამეში, ხოლო შუა საუკუნეების ბოლოს დაახლოებით 20000 კკალ-ს სულზე, რაც რამდენჯერმე ნაკლებია თანამედროვე მაჩვენებლებზე.

აგრარული ცივილიზაციის დროს ეკოსისტემები ჰომეოსტაზის მაღალი უნარით სასიათღებოდნენ; მათი ცვლის მიუხედავად, ადამიანის საქმიანობა ბუნებრივი ბიოგეოქიმიური წრებრუნვის ჩარჩოებში თავსდებოდა. მაგრამ საზოგადოების განვითარების შემდგომ ეტაპებზე სიტუაცია მკვეთრად შეიცვალა. ორმა გლობალურმა მოვლენამ პრინციპულად შეცვალა გარემოზე ზემოქმედების მასშტაბები; ესაა ტექნიკური პროგრესი და დემოგრაფიული აფეთქება

## 2. ტექნიკური პროგრესი და გარემო

XVIII საუკუნის დასაწყისიდან მეცნიერებაში მნიშვნელოვანი ძვრები აღინიშნება. საფუძველი დაედო ტექნიკურ პროგრესს, რომელსაც ინდუსტრიალიზაციის განვითარება მოყვა. ახალი მანქანა-იარაღების გამოგონება, ისევე როგორც ტექნიკის გამოყენება საზოგადოებრივი ცხოვრების სხვადასხვა სფეროში, სწრაფად ცვლის ევროპის წამყვანი სახელმწიფოების ეკონომიკურ სტრუქტურას.

მრეწველობის პარალელურად სოფლის მეურნეობაც ვითარდება, რაც ხელს უწყობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სრულყოფას, საძოვრების პროდუქტიულობის ამაღლებას, შინაური ცხოველების ჯიშების ზრდას. მაგალითად, XVII-XVIII საუკუნეებში სანადირო ძაღლების, ცხენების, შინაური პირუტყვის არაერთი ახალი ჯიშში იყო გამოყვანილი. პარალელურად, ადგილი აქვს კულტურული მცენარეების და შინაური ცხოველების ფართო გავრცელებას: ამერიკიდან ევროპაში შეიტანეს სიმინდი, კარტოფილი, მზესუმზირა, თამბაქო, რიგი მერქნიანი და ლეკორატიული მცენარე; სამაგიეროდ ამერიკის კონტინენტზე შემოიტანეს სორბალი, მსხვილი რქოსანი პირუტყვი, ცხენის მრავალი ჯიშში.

XIX ს-ის მეორე ნახევრიდან, მეტადრე ინდუსტრიალიზაციის მძლავრ განვითარებასთან ერთად, ადამიანის ზემოქმედება ბუნებრივ პროცესებზე კიდევ უფრო მასშტაბური ხდება. ანთროპოგენური ფაქტორი თანდათან ძლიერდება. თავდაპირველად გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება

პლანეტის მხოლოდ ცალკეულ რეგიონებში შეიმჩნევა, მაგრამ შემდეგ ეს პროცესი გლობალურ ხასიათს იძენს.

ამ მხრივ განსაკუთრებით II მსოფლიო ომის შემდგომი პერიოდი გამოირჩევა, რაც რამდენიმე მიზეზთანაა დაკავშირებული. ესენია: წარმოების ზრდა (1960-80 წლებში საზოგადოებრივი პროდუქცია მსოფლიო მასშტაბით საშუალოდ 2,5-ჯერ გაიზარდა), მოსახლეობის რიცხოვნობის მატება, ურბანიზაციის პროცესი და ა. შ. თუ წინათ ანთროპოგენური ზემოქმედება უპირატესად ლითოსფეროთი შემოიფარგლებოდა, ამ პერიოდში მან მოიცვა ზედაპირული წყლები, საჰაერო სივრცე, მსოფლიო ოკეანე, ცოცხალი სამყარო.

80-იანი წლების მონაცემებით, დედამიწის წიაღიდან ყოველწლიურად 100 მლრდ-მდე ტ მადანი მოიპოვება. იწვება 7 მლრდ ტ სათბობი, სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე 500 მლნ ტ მინერალური სასუქი და 4 მლნ ტ შხამქიმიკატი იფანტება. ჯანდაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მონაცემებით, ბოლო დრომდე სხვადასხვა მიზნით 500000-მდე ქიმიური ნაერთი გამოიყენებოდა, აქედან 40 000-მდე მავნეა, 12 000-მდე ტოქსიკური.

დედამიწაზე ყოველწლიურად  $1 \cdot 10^{10}$  ტ ჟანგბადი იხარჯება, რაც რამდენიმეჯერ აღემატება XIX საუკუნის მაჩვენებლებს. ჟანგბადის წყარო ფოტოსინთეზია, რომელსაც ხმელეთის მცენარეულობა და ფიტოპლანქტონი ახორციელებს. მაგრამ, როგორც აღინიშნა, მცენარეული საფარი დედამიწაზე მცირდება. ჰაერის გაჭუჭყიანება მცენარის ზრდა-განვითარებას საშუალოდ ორჯერ ამუხრუჭებს, ჟანგბადის გამოყოფის ინტენსივობა ინდუსტრიულ რაიონებში კი რამდენიმეჯერ უფრო დაბალია, ვიდრე ბუნებრივ ეკოსისტემებში. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივია დაისვას კითხვა: ზომ არ გადააჭარბებს უახლოეს მომავალში ჟანგბადის ხარჯვა მის გამომუშავებას?

ბიოსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ერთ-ერთი მაჩვენებელი ენერგეტიკული ბალანსის ცვლილებაა. ადამიანი, პირველ რიგში, ფოტოსინთეზის გზით ტრანსფორმირებულ ენერგიას იყენებს. მაგრამ ამასთან ერთად იგი იძულებულია გამოიყენოს დედამიწის წიაღში ათასეული წლების მანძილზე დაგროვილი ენერგიაც. ამის შედეგად ყოველ მოსახლეზე იხარჯება საშუალოდ 100 ათასამდე კკალ დღეში, რაც რამდენჯერმე აღემატება ჩვენი შორეული წინაპრების მაჩვენებლებს.

ენერჯის ხარჯვა ჩვენს საუკუნეში მნიშვნელოვნად უსწრებს მოსახლეობის ზრდას. 1900-1970 წლებში მოსახლეობის რაოდენობა დაახლოებით 2-ჯერ გაიზარდა, ენერჯის ხარჯვა კი 12-ჯერ. ენერჯის გამოყენება უკანასკნელი საუკუნის მანძილზე ექსპონენციალურად იზრდება: 1850 წლიდან – დაახლოებით 2,5%-ით წელიწადში, 1950 წლიდან – 5%-ით, ამჟამად კი დაახლოებით 9%-ით წელიწადში.

ენერჯის გამოყენება პლანეტის სხვადასხვა რეგიონში არათანაბარია. მაგალითად, აშშ-ის მოსახლეობა დედამიწის მოსახლეობის 7-8%-ს შეადგენს. ამავ დროს, 1970 წლის მონაცემებით, ეს ქვეყანა იყენებს მსოფლიოში გამოიმუშავებული ენერჯის მესამედს. ყოველ მოსახლეზე აქ დღეში 230 000 კვადრატული მეტრი იხარჯება.

ინდუსტრიული საზოგადოების მიერ ენერჯის ხარჯვის ასეთი ზრდა სერიოზული ამოცანის წინაშე გვაყენებს და გვაიძულებს ვიფიქროთ მეორე პრობლემაზე, რომელიც ენერჯის ალტერნატიული გზების გამოძებნაში მდგომარეობს.

თანამედროვე პირობებში ინდუსტრიალიზაციის ძველი განვითარების ერთ-ერთი სავალალო შედეგი – ბუნებრივი ეკოსისტემების საერთო წილის შემცირებაა. რამადის (1981) მონაცემებით, კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე ზონიერი სარტყლის ტყეების ფართი დაახლოებით 70%-ით შემცირდა და ყოველწლიურად რამდენიმე მლნ ჰა-თი მცირდება. ამ პერიოდში უდაბნოდ იქცა 9225000 კმ<sup>2</sup>, ამჟამად გაუდაბნოების პროცესი 20 ჰა/წთ-ს შეადგენს. უკანასკნელი 140 წლის მანძილზე დედამიწის საერთო ბიომასა დაახლოებით 21%-ით შემცირდა; ხმელეთის პროდუქტიულობამ 20%-ით იკლო, ოკეანისამ – 30%-ით.

ამგვარად, რაც უფრო იზრდება სახალხო მეურნეობის დონე, მით უფრო რეალური ხდება ეკოლოგიური კრიზისის საფრთხე. ამიტომ გასაგებია რამადის (1981) განცხადების არსი: არც ერთ ორგანიზმს არ შეუძლია გარემოს ათვისება ნივთიერებათა წრებრუნვის კანონების გაუთვალისწინებლად. ნებისმიერი არსება, რომელიც შეეცდება მიიღოს მეტი, ვიდრე წარმოქმნის მისი გარემომცველი ეკოსისტემა, ანუ იკვებება არა მხოლოდ პრაქტიკით, არამედ ძირითადი კაპიტალითაც, განწირულია გადაშენებისათვის.

ეს მოსაზრება გვაიძულებს განვიხილოთ კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემა, რომელსაც უშუალო კავშირი აქვს ბიოსფეროზე ადამიანის ზემოქმედებასთან და, ამდენად, მის მომავალთანაც. ესაა თანამედროვე დემოგრაფიული პრობლემები.

### 3. მოსახლეობის ზრდა და ბარჰმი.

პლანეტის მოსახლეობის ზრდა უკანასკნელი საუკუნის მანძილზე, გარკვეული თვალსაზრისით, გამოუცნობელი პრობლემაა. ღარიბ ქვეყნებში ხელმოკლე ოჯახები ყოველთვის როდი რეაგირებენ მძიმე საარსებო პირობებზე და, როგორც წესი, არ სჯერდებიან მცირერიცხოვან შთამომავლობას. უფრო მეტიც, ეს ოჯახები ხშირად ცდილობენ ჰყავდეთ რაც შეიძლება მეტი შვილი. შედეგად, ზოგიერთ განვითარებად ქვეყანაში მოსახლეობის რაოდენობა უახლოესი 20-25 წლის მანძილზე, როგორც ჩანს, გაორმაგდება, ხოლო თუ შობადობა ასეთივე ტემპით გაგრძელდა. მომავალი საუკუნის შუა პერიოდისათვის იგი 4-ჯერ გაიზრდება.

ამავე დროს, ინდუსტრიული ქვეყნების შეძლებულ ოჯახებს, რომელთაც შესწევთ უნარი იყოლონ მეტი მცირეწლოვანი ბავშვი, შეგნებულად არიდებენ თავს მრავალშვილიანობას. შედეგად, ასეთ ქვეყნებში მოსახლეობა ძალიან ნელა იზრდება, ან წლების მანძილზე თითქმის იგივე დონეზე რჩება.

რას შეიძლება მიეწეროს ესოდენ პარადოქსული სიტუაცია? სხვა მიზეზთა შორის, როგორც ჩანს, ერთ-ერთი მთავარია სიკვდილიანობის დაქვეითება, რაც დაკავშირებულია საზოგადოებრივი ჯანდაცვის პროგრესთან, ავადმყოფების მოვლა-პატრონობის გაუმჯობესებასთან, სამკურნალო საშუალებების სრულყოფასთან.

მაგრამ როგორი შედეგი მოჰყვა ჯანმრთელობის დაცვის საერთო დონის ამაღლებას? ინდუსტრიულ ქვეყნებში სიკვდილიანობის კლებას მოსახლეობის ზრდა მოჰყვა. მაგრამ ასეთი სიტუაცია დიდ ხანს არ გაგრძელდება: მოსახლეობა დარწმუნდა, რომ ჯანდაცვის დონის ამაღლების შედეგად ოჯახებს შეიძლება ჰყავდეთ ნაკლები შვილი და ჰქონდეთ იმედი, რომ ისინი გადარჩებიან. ამიტომ მოკლე დროში აქ შობადობამ დაცემა დაიწყო.

რაც შეეხება განვითარებად ქვეყნებს, აქ სიკვდილიანობის შემცირებას შობადობის ადექვატური ცვლილება არ მოჰყოლია; უმრავლეს შემთხვევაში ოჯახებს ჰყავთ 4-5, ზოგჯერ კი მეტი შვილი. ჯამში, განვითარებად ქვეყნებში მოსახლეობის ზრდის ტემპი 3-3,5-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე ინდუსტრიულში.

ცხოველთა ნებისმიერი სახეობის მსგავსად, მოსახლეობის რაოდენობას და მის ცვალებადობას 2 ძირითადი და ურთიერთსაწინააღმდეგო ფაქტორი განსაზღვრავს — შობადობა და სიკვდილიანობა,

რასაც ემატება განსახლება (ემიგრაცია) და სხვა ტერიტორიიდან შემოსახლება (იმიგრაცია).

შობადობაში იგულისხმება დაბადებულთა რაოდენობა ათას სულზე ერთი წლის განმავლობაში. საწინააღმდეგო მოვლენა სიკვდილიანობაა, რომელიც გამოხატავს დაღუპულთა რიცხვს ათას სულზე იგივე დროის მანძილზე. განსხვავება შობადობასა და სიკვდილიანობას შორის შეადგენს მოსახლეობის ბუნებრივ ნამატს. რაც მეტია სხვაობა, მით მეტია მოსახლეობის ზრდის კოეფიციენტი. თუ სიკვდილიანობა სჭარბობს შობადობას, ზრდის კოეფიციენტი უარყოფითია.

განვითარებად ქვეყნებში მოსახლეობის ზრდის კოეფიციენტი შეადგენს 15-30 სულს წელიწადში. ინდუსტრიულ ქვეყნებში იგი გაცილებით უფრო დაბალია. მაგალითად, დანიაში, შვედეთში, გერმანიაში, ავსტრიაში ეს მაჩვენებელი 0-ს უახლოვდება; იტალიაში, პოლონეთში, კანადაში, აშშ-ში შობადობა ჯერ კიდევ შესამჩნევად აღემატება სიკვდილიანობას. ჯამში კი ინდუსტრიულ ქვეყნებში მოსახლეობის წლიური ნამატი შეადგენს მისი რიცხოვნობის 0,6%-ს, განვითარებად ქვეყნებში – 2%-ზე მეტს.

მოსახლეობის ზრდას, ბუნებრივ ნამატთან ერთად, მიგრაციული პროცესებიც განსაზღვრავს. განსხვავებას სხვა ტერიტორიიდან შემოსახლებულთა და ქვეყნიდან განსახლებულთა შორის იმიგრაციის სუფთა სიჩქარეს უწოდებენ. შესაბამისად. მოსახლეობის რაოდენობის ზრდა არის ბუნებრივი ნამატისა და იმიგრაციის სუფთა სიჩქარის ჯამში.

იყო დრო, როდესაც დემოგრაფები მიგრაციულ პროცესებში დადებით მსარეს ხედავდნენ, რადგან თვლიდნენ, რომ ამან შესაძლოა ზოგიერთი განვითარებადი ქვეყნის განტვირთვა გამოიწვიოს. მაგრამ, როგორც ირკვევა, ამ მოვლენას არ ასლავს რამდენადმე დადებითი შედეგი ჭარბდასახლების პრობლემის გადაწყვეტაში. 1970-80 წლებში ინდოეთის ემიგრანტთა რიცხვი ამ ქვეყნის მოსახლეობის ნამატის მხოლოდ 0,2%-ს შეადგენდა, ხოლო მთელი აფრიკისა და აზიისათვის ეს მაჩვენებელი 1%-ს არ აღემატებოდა. როგორც მსოფლიო ბანკის ექსპერტები აღნიშნავენ, წელიწადში 700 000 იმიგრანტი განვითარებადი ქვეყნებიდან შეადგენს მათი მოსახლეობის ნამატის მეტად მცირე ნაწილს, მაგრამ მიმღები (ინდუსტრიული) ქვეყნებისათვის ხშირად მოსახლეობის ნამატის 20-30%-ს. ადვილად წარმოსადგენია, თუ როგორ შეიძლება დაამუხრუჭოს ამ მოვლენამ ნებისმიერი ინდუსტრიული ქვეყნის ეკონომიკა.



### 3.1. მოსახლეობის ზრდის ისტორიისათვის

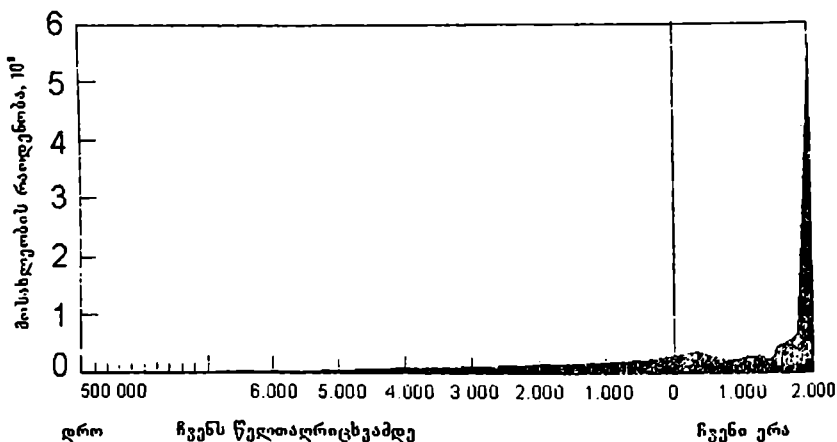
დედამიწის ზოგიერთ რაიონში უკვე რამდენიმე საუკუნეა არსებობს ჭარბდასახლების პრობლემა, მაგრამ მოსახლეობის გლობალური მკვეთრი ზრდა მხოლოდ ჩვენი დროისთვისაა დამახასიათებელი. შემთხვევითი არაა, რომ XX საუკუნეში ამ მოვლენას „დემოგრაფიული აფეთქება“ ეწოდა და მას, თავისი მნიშვნელობით, გეოლოგიურ კატასტროფებს აღარებენ.

თეორიულად ნებისმიერ ორგანიზმს აქვს რიცხოვნობის განუსაზღვრელი ზრდის უნარი, თუ იგი არაა შეზღუდული გარემო ფაქტორების უარყოფითი ზემოქმედებით. როგორც ჩ. დარვინი აღნიშნავდა, „ყველა სახეობა ბუნებრივად იმდენად სწრაფად მრავლდება, რომ მოსაპოვის ფაქტორი რომ არ მოქმედებდეს, ერთი წყვილი მოკლე დროში მთელ დედამიწის ზურგს დაფარავდა“. როგორც ზევით აღინიშნა, ასეთ ზრდას ექსპონენციალური ეწოდება.

არც ერთი სახეობის მცენარის და ცხოველის რიცხოვნობა არ იზრდება ექსპონენციალური კანონით. და თუ ასეთი ზრდა მაინც ზორციელდება – მხოლოდ დროის გარკვეულ მონაკვეთში, ან განსაკუთრებულ პირობებში. ადამიანი, როგორც ბიოლოგიური სახეობა, განსხვავდება დანარჩენებისაგან. მოსახლეობის ცვლილება დროში, მუტადრე ბოლო საუკუნის მანძილზე, აბლოა ექსპონენციალურ ზრდასთან. მართალია, იგი არ შეესატყვისება ადამიანის ბიოტურ პოტენციალს, რაც დაკავშირებულია სოციალ-ეკონომიკურ და ზოგიერთ სხვა ფაქტორთან, მაგრამ ადამიანი მაინც ერთად ერთი სახეობაა, რომლის რიცხოვნობა განუხრელად იზრდება (სურ. III. 3.1.1., ცხრილი III. 1).

დოკუმენტური მასალის სიმწირის მიუხედავად, ჩვენთვის ცნობილია ზოგიერთი მონაცემი კაცობრიობის დემოგრაფიული ისტორიიდან. გვარ Homo -ს პირველი წარმომადგენლები დაახლოებით 1700000 წლის წინათ გაჩნდნენ. მილიონი წლის წინათ მცხოვრები ავსტრალოპითეკების შემდეგ კი პირველი პალეანთროპების რიცხოვნობა 130000-ს არ აღემატებოდა. 100000 წლის წინათ დედამიწის მოსახლეობა მილიონს უახლოვდებოდა; 10000 წლის წინათ – 5 მილიონს, ხოლო ორი ათასი წლის წინათ – 150 მილიონს აღემატებოდა.

ჩვენს ერაში მოსახლეობის რიცხოვნობა მკვეთრად იზრდება; 1650 წელს იგი აღემატებოდა 500 მლნ-ს, 1800 წელს – 906 მლნ-ს, 1850 წელს უახლოვდებოდა 1 მლრდ-ს. „პასტერის ერაში“, როდესაც



სურ. III.3.1.1. მოსახლეობის მრდა დედამიწაზე, ბრაუნის (1970) მიხედვით.

სიკვდილიანობა მკვეთრად შემცირდა, მოსახლეობამ კიდევ უფრო სწრაფად იწყო ზრდა; 1930 წელს იგი 2 მლრდ-ზე მეტი იყო, 1962 წელს – დაახლოებით 3 მლრდ, 1975 წელს – 4 მლრდ, ხოლო საუკუნის დასასრულისათვის დედამიწის მოსახლეობა 6 მლრდ-ს უახლოვდება.

ცხრილი III. I. გვიჩვენებს მოსახლეობის ზრდას და მისი გაორმაგების პერიოდებს უკანასკნელი 9000 წლის მანძილზე. როგორც ჩანს, 9000 წლის წინათ მოსახლეობის გაორმაგებისათვის 2500 წელი იყო საჭირო, ჩვენი ერის დასაწყისისათვის – 1000 წელი, ხოლო ჩვენი საუკუნის II ნახევარში – მხოლოდ 40 წელი. მოსახლეობის ზრდის ტემპი ხანგრძლივი დროის მანძილზე შეადგენდა დაახლოებით 0.002%-ს წელიწადში, ჩვენი წელთაღრიცხვის შემდეგ, 18 საუკუნის მანძილზე – 0.1%-ს, ხოლო 70-იანი წლებში ამ მაჩვენებელმა 1,9-2,0%-ს მიაღწია. ამგვარად, გამოთქმა „დემოგრაფიული აფეთქება“, როგორც ჩანს, სავსებით შეესაბამება რეალობას.

### 3.2. დემოგრაფიული აფეთქების თანმსლები მოვლენები

მოსახლეობის რაოდენობის მკვეთრი ზრდის გამო, განვითარებადი ქვეყნების ერთ-ერთი საჭირობოროტო პრობლემა საკვები პროდუქტების

დრო, წწ	მოსახლეობის რაოდენობა, მლნ	გაორმაგების დრო, წწ
ჩვენს წელთაღრიცხვამდე		
7000-4500	10-20	2500
4500-2500	20-40	2000
2500-1000	40-80	1500
1000-0	80-160	1000

ჩვენი წელთაღრიცხვის შემდეგ

0-900	160-320	900
900-1700	320-600	800
1700-1850	600-1200	150
1850-1950	1200-2500	100
1950-1990	2500-5000	40

ცხრილი III.1. მოსახლეობის ზრდა დეკადშიწამე, სტადნიცკის და როლიონოვის (1988) მიხედვით

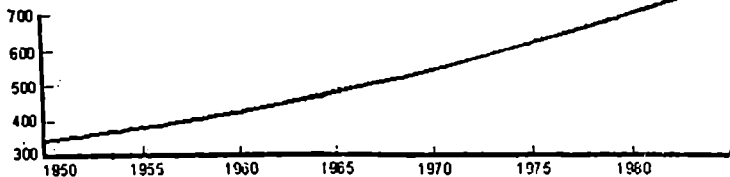
ნაკლებობაა. იშვიათი როდია, როდესაც სახელმწიფოში პროდუქციის საერთო მოცულობა იზრდება, მაგრამ იმის გამო, რომ პარალელურად იზრდება მოსახლეობაც, ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით იგი თითქმის იმავე დონეზე რჩება.

სურ. III. 3.2.1-ის I და II გრაფიკებზე ასახულია მოსახლეობისა და სასურსათო მარცვლის რაოდენობის ზრდა ინდოეთში 1950-85 წლებში; III გრაფიკი გვიჩვენებს პროდუქციის მოცულობას ერთ სულ მოსახლეზე. მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყანაში მარცვლის საერთო რაოდენობა 35 წლის მანძილზე თითქმის 250%-ით გაიზარდა, თვითოეულ მოსახლეზე მან მხოლოდ უმნიშვნელოდ მოიმატა.

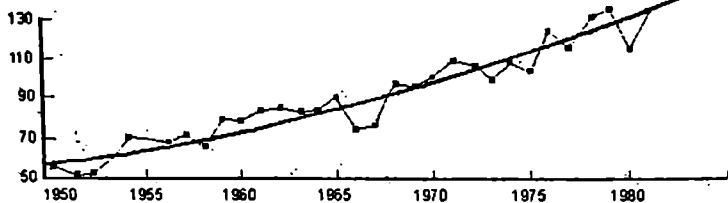
\* \* \*

*1983-85 წლებში აფრიკის კონტინენტზე არნახული შიმშილი მძვინვარებდა. მსოფლიო შეძრული იყო ტრაგედიის ამსახველი ფოტოლოკუმენტებით და ციფრობრივი მასალებით. უძლიერესა გვაღვამ,*

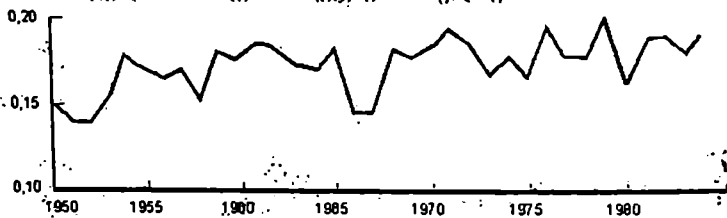
მოსახლეობის რაოდენობა, მლნ.



სასურსათო მარცვალა, მლნ. ტ.



მარცვლის რაოდენობა (ცგ) ერთ სულზე



სურ. III.3.2.1. მოსახლეობის და სასურსათო მარცვლის რაოდენობის მრდა ინდოეთში 1950-84 წლებში, ა და ბ რეველების (1995) მიხედვით.

რომელმაც უზარმაზარი ტერიტორია მოიცვა, მოსავლის მასობრივი დაღუპვა გამოიწვია. ამას მასობრივი შიმშილი მოყვა. ცხადია, პირველ რიგში, იზარალეს ქვეყნებმა, რომელთაც არც სურსათის მარაგი გააჩნდათ, არც საკმარისი ფული, მის შესაძენად.

აფრიკის კრიზისი უნდა განვიხილოთ, როგორც ქრონიკული პრობლემის მწვავე ფორმა. მსგავსი სიტუაცია იშვიათი როდია განვითარებად ქვეყნებში! მას ადამიანთა მასობრივი დაღუპვა მოსდევს. საეკონომიკური თვლიან, რომ ყოველდღიურად მსოფლიოში შიმშილის მიზეზით 20-30 ათასი ადამიანი იღუპება; დაღუპულთა დიდი ნაწილი 5 წლამდე ბავშვები არიან.

\* \*

გაეროს სასურსათო და სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზაციის (FAO) მონაცემებით, განვითარებად ქვეყნებში მოსახლეობის 25% ცუდად იკვებება, რადგან მისი რაციონი არ შეიცავს ერთ ან რამდენიმე აუცილებელ კომპონენტს. მოსახლეობის თითქმის 20% ნახევრადმშიერია, რადგან არ ღებულობს საკმარისი რაოდენობის კალორიებს.

რამდენადაც განვითარებად ქვეყნებში სახსრები ძირითადად სურსათზე იხარჯება, ჯანდაცვის მიზნებისათვის შედარებით ცოტა რჩება. შედეგად, სიკვდილიანობა და ავადობა დედებს შორის აქ ბევრად მაღალია, ვიდრე ინდუსტრიულ ქვეყნებში, ხოლო ასეთი დედებისაგან დაბადებული ბავშვები სუსტი ჯანმრთელობით და დაქვეითებული გონებრივი შესაძლებლობებით ხასიათდებიან. მდგომარეობის გამოსწორებას განვითარებადი ქვეყნების ხელისუფლება სოფლის მეურნეობის ეფექტურობის გაზრდით ცდილობს. მაგრამ, როგორც წესი, ეს მიიღწევა გარემოს მდგომარეობის მკვეთრი გაუარესების ფასად.

ძნელი არაა იმის გაგება, თუ რატომ არ შეუძლიათ განვითარებად ქვეყნებს რაციონალურად გამოიყენონ მიწები და დააწესონ თუნდაც მინიმალური კონტროლი გარემოს მდგომარეობაზე. თუ მშობლები და მათი შვილები მუდმივად შიმშილობენ, ხშირად ავადმყოფობენ, ცუდად იკვებებიან და არა აქვთ უკეთესი მომავლის იმედი, ძნელად წარმოსადგენია, რომ ისინი სათანადო მზრუნველობით ეკიდებოდნენ გარემოს მდგომარეობას.

რაც შეეხება ინდუსტრიულ ქვეყნებს, აქ მოსახლეობის ზრდასთან დაკავშირებულ პრობლემებს შორის ერთ-ერთი მთავარია ბუნებრივი რესურსების რაციონალური ხარჯვა და ტექნოლოგიების სრულყოფა. ენერგეტიკულმა კრიზისმა ცხადყო, რომ ძირითადი ბუნებრივი რესურსები – ნავთობი და გაზი არაა უსასრულო და ისინი სწრაფად ილევა. კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე ამა თუ იმ მნიშვნელოვანი რესურსის მკვეთრი შემცირება, ჩვეულებრივ, მასზე ფასების ზრდას იწვევდა. ეს კი უბიძგებდა მომხმარებელს გადასულიყო სხვა სახის მასალაზე. მაგალითად, ხე-ტყის შეზღუდულმა მარაგმა აიძულა ინგლისელები ჯერ კიდევ რამდენიმე საუკუნის წინათ საწვავად ქვანახშირი გამოეყენებინათ.

უნდა ვაღიაროთ, რომ ასეთი გადასვლა, რომელსაც ეკონომისტები „შენაცვლების პრინციპს“ უწოდებენ, ყოველთვის როდი ამართლებს თავს! XX საუკუნის დასაწყისში, ქვანახშირის ინტენსიური გამოყენების

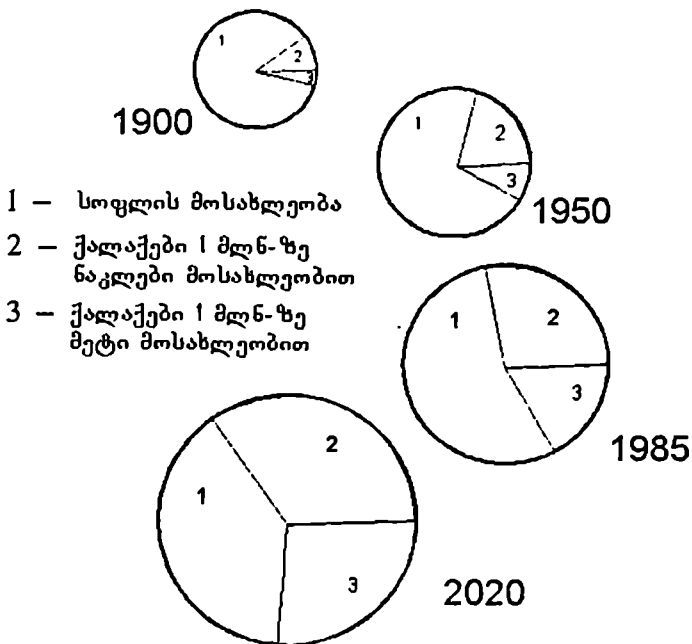
შედგად, ლონდონში ჰაერის გაჭუჭყიანებამ ისეთ ღონეს მიაღწია, რომ წლის ცალკეულ სეზონებში ქალაქში ცხოვრება თითქმის შეუძლებელი იყო.

იმუშავეს თუ არა „შენაცვლების პრინციპი“ მოსახლეობის მკვეთრი ზრდის პირობებში – ძნელი სათქმელია. ბევრია დამოკიდებული იმაზე, თუ როგორ განვითარდება მეცნიერება და ტექნიკა, რათა კაცობრიობა უზრუნველყოფილ იყოს ენერჯის ისეთი არატრადიციული წყაროებით, როგორცაა მზე, ქარი, ოკეანური მიმოქცევა და სხვ.

ამგვარად, იქმნება დახშული წრე, საიდანაც გამოსავალს ვერ-ვერობით მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევებში თუ ვპოულობთ: მოსახლეობის მკვეთრი ზრდა საცხოვრებელი ტერიტორიების, სასოფლო-სამეურნეო მიწების, საკვები პროდუქტების წარმოების ზრდის აუცილებლობას იწვევს. ნებით თუ უნებლიეთ ეს ხელს უწყობს ბუნებრივი ეკოსისტემების დეგრადირებას, ნიადაგის ეროზიას, ტერიტორიების გაუდაბნობას. მოსახლეობის რიცხოვნობის მატება იწვევს ტრანსპორტის ზრდას, ბუნებრივი რესურსების გადამეტებულ ხარჯვას და, შედეგად, ჰაერის, ოკეანური და მტკნარი წყლების, ნიადაგების გაბინძურებას. რაც მეტია მოსახლეობა, მით მეტი რაოდენობით გროვდება სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენი, რომელიც გადამუშავებას ან უვნებელყოფას საჭიროებს. წინააღმდეგ შემთხვევაში იქმნება გარემოს გაბინძურების უზარმაზარი წყარო, რაც დამატებით საშიშროებას უქმნის ყველა ცოცხალ ორგანიზმს, მათ შორის ადამიანსაც.

მოსახლეობის ზრდასთან ერთად, ჩვენი დროისათვის კიდევ ერთი მოვლენაა დამახასიათებელი, რომელთანაც დაკავშირებულია არა მხოლოდ გარემოს მდგომარეობა, არამედ ადამიანთა ურთიერთობის ხასიათიც. ესაა ქალაქების ზრდა. ჩვენ ამჟამად გარდამავალ საფეხურზე ვიმყოფებით: თუ წინათ პლანეტის მოსახლეობის დიდი ნაწილი სოფელში ცხოვრობდა, სულ ახლო მომავალში საწინააღმდეგო სურათთან გვექნება საქმე. ვარაუდობენ, რომ მომავალი ათასწლეულის დასაწყისში ქალაქის მოსახლეობა 60%-ს მიუახლოვდება (სურ. III. 3.2.2).

თუ 1950 წელს მსოფლიოში მხოლოდ 5 ქალაქი იყო 5 მლნ-ზე მეტი მოსახლით, 1980 წელს ასეთი ქალაქების რაოდენობამ 26-ს მიაღწია, მოსახლეობის საერთო რაოდენობით 252 მლნ-მდე. მომავალი ათასწლეულის დასაწყისში მოსალოდნელია 60-მდე ქალაქის არსებობა მოსახლეობის საერთო რიცხოვნობით 650 მლნ ადამიანამდე. დემოგრაფები მოელიან გიგანტური ქალაქების გაჩენას მოსახლეობით



სურ. III. 3.2.2. ურბანიზაციის ტემპი, ა. და ჩ. რეველებს (1995) მიხედვით.

25-30 მლნ ადამიანი. მაგალითად, ტოკიოს მოსახლეობა 1970 წელს 16 მილიონს შეადგენდა; ვარაუდობენ, რომ მომავალი საუკუნის დასაწყისში იგი 30 მლნ-ს მიაღწევს; კალკუტის შესაბამისი მაჩვენებლებია 8 მლნ და 40 მლნ.

ქალაქში ცხოვრებას რიგი უპირატესობა გააჩნია. მოსახლეობის კონცენტრაციის მატება აადვილებს სამედიცინო და საყოფაცხოვრებო მომსახურებას. მაგალითად, საპარის მიმდებარე რეგიონებში სოფლის მოსახლეობის მხოლოდ 10%-ია უზრუნველყოფილი სასმელი წყლით, მაშინ როდესაც ქალაქებში ეს მაჩვენებელი 66%-ს უახლოვდება. ვარაუდობენ, რომ საშუალოდ სოფლის მიგრანტთა 75% იუმჯობესებს ეკონომიკურ მდგომარეობას.

მაგრამ ქალაქში გადმოსახლებულნი ხშირად უკიდურესად მძიმე მდგომარეობაში ვარდებიან. ქალაქის ინფრასტრუქტურის განვითარება – საცხოვრებელი ფონდის ზრდა, სატრანსპორტო, კანალიზაციის და წყალმომარაგების სისტემების სრულყოფა – ჩამორჩება მოსახლეობის

ზრდის ტემპს. ვერც კანონები და სახელმწიფოს მართვის მეთოდები, ვერც ზნეჩვეულებანი ვერ იცვლებიან იმდენად სწრაფად, რომ მიესადაგონ ქალაქის მზარდი მოსახლეობის მოთხოვნებს.

ურბანიზაციის პროცესი საქართველოშიც შეინიშნება (ცხრილი III.2.). ქალაქების მშენებლობისათვის აქ ყოველწლიურად 1000 ჰა-მდე მიწა გამოიყოფა. ამ ფართში შედის გარეუბნების და ახლომდებარე სოფლების სამეურნეო მიწები, რომლებიც უახლოეს წარსულში ქალაქის მოსახლეობას საკვები პროდუქტებით უზრუნველყოფდა. ქალაქების რაოდენობა, ისევე როგორც მათი მოსახლეობა, ამჟამად იზრდება.

	1961 წ.	1969 წ.
მოსახლეობის რაოდენობა, ათასებში	4190	5449
აქლან:		
ქალაქის (% საერთო რაოდენობიდან)	49	56
სოფლის	51	44
ქალაქების რაოდენობა	34	62
ქალაქის ტიპის დასახლებანი	37	53
ქალაქის მიწის ფართი (ათასი ჰა)	50	85

ცხრილი III.2. ურბანიზაციის დინამიკა საქართველოში (1961-89 წწ); ლალიძის (1995) მიხედვით

### 3.3. დემოგრაფიული პერსპექტივები.

აქ მოტანილი მონაცემები მხოლოდ ნაწილობრივ ასახავენ დემოგრაფიული აფეთქების თანმხლებ მოვლენებს. ზოგი ეკოლოგი დემოგრაფიულ ევოლუციაში ინგლისელი ეკონომისტის თომას მალთუსის იდეების დადასტურებას ხედავს. 1798 წელს გამოცემულ წიგნში „ჭარბდასახლების პრინციპების გამოკვლევა“ მალთუსი ასაბუთებს, რომ ჩვენი პლანეტის მოსახლეობის ზრდის შესაძლებლობანი ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე მისი გამოკვებისა. ამიტომ მოსახლეობის ზრდა კაცობრიობას, საბოლოო ჯამში, კატასტროფულ შიმშილამდე მიიყვანს.

მალთუსის მტკიცებით, მოსახლეობის ზრდა გეომეტრიული პროგრესით ხორციელდება, საკვები რესურსებისა კი, სასოფლო-სამეურნეო მიწების სიმცირის გამო, არითმეტიკულით. მოსახლეობის რიცხოვნობის



კატასტროფული ზრდა და საკვები პროდუქტების უკმარობა, რაც, პირველ რიგში, განვითარებადი ქვეყნებისთვისაა დამახასიათებელი, გვაფიქრებინებს, რომ მალთუსის პესიმიზტური წინასწარმეტყველება არც თუ უსაფუძვლოა.

აქ მოტანილი მონაცემები საშუალებას გვაძლევს გავანალიზოთ ზოგიერთი მოსახრება პლანეტის მოსახლეობის შესახებ და დემოგრაფიული პერსპექტივები XXI საუკუნისათვის. ექსპერტთა შეხედულებები ორ ჯგუფად შეიძლება გაიყოს: „პესიმიზტები“ თვლიან, რომ დედამიწის მოსახლეობა კვლავაც გაიზრდება ექსპონენციალური კანონით; „ოპტიმიზტებს“ მიაჩნიათ, რომ მოსახლეობის ზრდა, საბოლოო ჯამში, ლოგისტურ კანონს დაემორჩილება. მართალია, ჩვენ ამჟამად S-ისმაგვარი მრუდის აღმავალ შტოზე ვიმყოფებით, მაგრამ ვუახლოვდებით გარდატეხის ფაზას, რომლის შემდეგ მოსახლეობის რიცხოვნობა სტაბილიზირდება.

„პესიმიზტების“ შეხედულებათა ერთ-ერთი გამოხატულებაა მილოუზის კონცეფცია. თავის ნაშრომში „ზრდის საზღვრები“ (1971) მილოუზმა ჩამოაყალიბა 3 მარამეტრი, რომლებიც, მისი აზრით, განსაზღვრავენ ჩვენს დემოგრაფიულ პერსპექტივებს. ესენია: მოსახლეობის რიცხოვნობა, ინდუსტრიალიზაცია და ჯანდაცვის საერთო დონე.

მილოუზი თვლის, რომ სამივე პარამეტრი ექსპონენციალურად იზრდება, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ გარდატეხის ფაზა და მასთან დაკავშირებული მოსახლეობის სტაბილიზირება არარეალურია.

ცნობილი სახელმწიფო მოღვაწე რ. მაკნამარა 1984 წელს, პლანეტის მოსახლეობის პრობლემებისადმი მიძღვნილ კონფერენციაზე აღნიშნავდა: მოსახლეობის ზრდა ბოლოს და ბოლოს შეჩერდება და თანამედროვე მაჩვენებელზე დაბლა დავა. ეს განხორციელდება ძველი მალთუსიანური ფაქტორების გავლენით, ან, რაც უფრო რეალურია, იძულებითი საშუალებების გამოყენებით მთავრობის მხრიდან.

ჯ. საიმონი (1984) ეყრდნობა ისტორიულ პრეცედენტებს და ამტკიცებს, რომ ბუნებრივი რესურსების დეფიციტის პირობებში, ადამიანი, ახალ ტექნოლოგიებზე და მეცნიერების მიღწევებზე დაყრდნობით, შეძლებს დამატებითი რესურსების შექმნას, რათა დაკმაყოფილებულ იქნეს პლანეტის მზარდი მოსახლეობის მოთხოვნები.

„ოპტიმიზტების“ ერთ-ერთი წარმომადგენლის – ტომპსონის თანახმად, პლანეტის მოსახლეობის ზრდა 3 ძირითად ფაზად იყოფა: პირველ, ე. წ. მალთუსიანურ ფაზაში, ზრდა შედარებით სუსტია, რადგან, ინტენსიურ შობადობასთან ერთად, სიკვდილიანობის კოეფიციენტი მაღალია.

მეორე ფაზა შეესაბამება დემოგრაფიულ აფეთქებას; შობადობა რამდენადმე ჩამორჩება წინა ფაზის მაჩვენებელს, სამაგიეროდ სიკვდილიანობის ინდექსი, ჯანდაცვისა და სოფლის მეურნეობის საერთო ღონის ზრდის გამო, ამ ფაზაში საგრძნობლად დაბალია.

მესამე, სტაბილიზირების ფაზა, გამოირჩევა დემოგრაფიული აღმავლობის შესუსტებით, შემდეგ კი შეწყვეტით, რაც განპირობებული იქნება შობადობის შეგნებული შეზღუდვით. ტომპსონის აზრით, ახალშობილთა საშუალო რაოდენობა ამ ფაზაში უნდა მერყეობდეს 2,11-დან 2,34-მდე ოჯახზე.

როგორც აღინიშნა, ევროპის ზოგიერთი სახელმწიფო დღეს ახლოა ამ მაჩვენებელთან, ხოლო ავსტრიაში, შვედეთში და გერმანიაში მოსახლეობის ნამატი არ აღემატება 0,4%-ს წელიწადში.

როგორც ვხედავთ, არც ოპტიმიზტების, არც პესიმიზტების პროგნოზები არ გამორიცხავს პლანეტის მოსახლეობის ზრდას უახლოეს ათეულ წლებში. ყველაზე ზომიერი მონაცემების მიხედვითაც კი, მოსახლეობის მაქსიმუმი დაახლოებით ორჯერ გადაჭარბებს თანამედროვე მაჩვენებელს. ეს, თავის მხრივ, გამოიწვევს საზოგადოების მატერიალური კეთილდღეობისათვის აუცილებელი დანახარჯების გაორმაგებას. ამის შედეგად, ანთროპოგენური ზემოქმედება ბიოსფეროზე, ცხადია, კიდევ უფრო მეტად გამძაფრდება.

60-იანი წლებიდან მოსახლეობის რაოდენობის რეგულირების საკითხი ყოველმხრივი ანალიზისა და ფართო დისკუსიის საგანს შეადგენს. დემოგრაფები იმ დასკვნამდე მივიდნენ, რომ მოსახლეობის ზრდის შენელება რეალურია, თუმცა სხვადასხვა ქვეყანაში, ადამიანების, რელიგიისა და საზოგადოებრივი წყობის შესაბამისად, ეს პროცესი სხვადასხვაგვარად განხორციელდება. გასათვალისწინებელია, რომ ნებისმიერი ღონისძიება შობადობის რეგულირებაზე მხოლოდ გარკვეული დროის შემდეგ გამოიღებს სასურველ შედეგს. უკვე დაბადებულ ბავშვებს, რომელთა რაოდენობა ხშირ შემთხვევაში ბევრად მეტია, ვიდრე ოჯახის აღწარმოებისათვისაა აუცილებელი, ცხადია, იგი ვერანაირად ვერ შეეხება.

\* \* \*

*ბოლო ხანებში ერთ-ერთი ყველაზე შთამბეჭდავი „ექსპერიმენტი“, დაკავშირებული მოსახლეობის რიცხოვნობის რეგულირებასთან, ჩინეთში ტარდება. ამ ქვეყანაში 1 მლრდ-მდე ადამიანი ცხოვრობს. ბოლო დრომდე მოსახლეობის ზრდა არ იწყვედა სერიოზულ შემოთქმას.*

უფრო მეტიც, 1957 წლამდე მთავრობა ატარებდა პრონათალურ პოლიტიკას, რაც მოსახლეობის რიცხოვნობის ზრდის ხელშეწყობაში გამოიხატებოდა. მაგრამ 1971 წლიდან ჩინელი ლიდერებისათვის აშკარა გახდა, რომ მოსახლეობის უკონტროლო ზრდა გადაულახავ წინააღმდეგობებს ქმნის მათი ცხოვრების დონის ამაღლებაში. ამან განაპირობა ხელისუფლების პირველი აქტიური ქმედებანი – მოიმატა შეუღლებისათვის ნებადართულმა ასაკმა, იზღუდებოდა ოჯახებში შვილების რაოდენობა და ა. შ.

1978 წელს აშკარა გახდა, რომ სიტუაცია ჩინეთში გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე დემოგრაფები ვარაუდობდნენ; მოსახლეობამ 10%-ით გადააჭარბა საეარაულო რიცხოვნობას. საქმეს ისიც ართულებდა, რომ ქვეყანაში დიდი რაოდენობით ახალგაზრდა იყო, რომელსაც შეეძლო დამოუკიდებელი ოჯახის შექმნა.

ასეთ სიტუაციაში ჩინეთში დაიწყო ფართო კომპანია, რომლის მიზანი იყო დაერწმუნებინათ ახალგაზრდა ოჯახები, ჰყოლოდათ არაუმეტეს ერთი შვილისა. ასეთ პირობებში მოსახლეობის ზრდა შეჩერდებოდა, შემდეგ კი დაიყვანებოდა 800 მლნ-მდე.

ამჟამად ჩინეთში რეპროდუქტიულ ასაკამდე მიღწეულთა რაოდენობა მაღალია და ქვეყანა სერიოზული გამოცდის წინაშე დგას. თუ პროგრამა – ერთი შვილი ოჯახზე – ვერ განხორციელდა და მოსახლეობის ზრდის კოეფიციენტი 2,1-ს გაუტოლდა, 40 წლის შემდეგ ჩინეთში მოსახლეობა 1,63 მლრდ-ს მიაღწევს. თუ პროგრამა წარმატებით განხორციელდა, 2010 წლისათვის მოსახლეობის რაოდენობა 1,2 მლრდ-ს მიაღწევს, მაგრამ შემდეგ კლებას დაიწყებს.

არანაკლებ საინტერესოა ინდოეთი, სადაც მოსახლეობის ზრდის ტემპი დღეს ყველა სხვა სახელმწიფოზე მაღალია. II მსოფლიო ომის შემდეგ მოსახლეობის რაოდენობა აქ 300 მლნ-ს აღწევდა, 70-იანი წლების შუა პერიოდში იგი გაორმაგდა. მოსახლეობის რაოდენობის შემცირების ცდები ინდოეთში 50-იან წლებში დაიწყო. აქ მუშავდებოდა „ოჯახის დაგეგმვის“ ნაციონალური პროგრამა, რომელიც იმ დროისათვის უნიკალური იყო მსოფლიოში. მაგრამ „პროგრამამ“ სასურველი შედეგი ვერ გამოიღო.

1976 წლიდან ქვეყანაში ხორციელდებოდა ახალი პროგრამა, რომელსაც საფუძვლად სტეროილიზაციის მეთოდი დაედო. სტეროილიზაცია სამი შვილის ყველა მამას უტარდებოდა, ქალებს კი მე-4 შვილზე ფეხმძიმობის შემთხვევაში, ორსულობის შეწყვეტას აიძულებდნენ.

საინტერესოა, რომ პრემიერ-მინისტრ ი. განდის მმართველობის ბოლო პერიოდში სტერილიზაცია წელიწადში მლნ-მდე მამაკაცს უტარდებოდა.

1977 წელს ი. განდის მთავრობამ არჩევნებში მარცხი განიცადა. არის მოსაზრება, რომ ამის ერთ-ერთი მიზეზი სტერილიზაციასთან დაკავშირებული პროგრამა იყო. ამიტომ პრემიერ-მინისტრ ღესაის მთავრობამ უარი სთქვა ძალდატანების მეთოდზე. მთავრობის მეთაურის პოსტზე ხელმეორე არჩევნების შემდეგ ი. განდი უფრო ზომიერ პოლიტიკას ატარებდა მოსახლეობის რაოდენობის ხელოვნური შემცირების სფეროში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ანალოგიური სიტუაცია მსოფლიოს მრავალ სხვა ქვეყანაში – ბრაზილიაში, საჰარის მომიჯნავე რეგიონებში – აღინიშნება. ყველა შემთხვევაში მოსახლეობის რეგულირების სპეციფიკურ გზებს მიმართავენ.

\*

\*

## თავი IV. ბიოსფეროს ანთროპოგენური ცვლილება

### I. ანთროპოგენური გაბინძურების არსი.

გარემოს გაბინძურებას ორი მიზეზი განსაზღვრავს: ბუნებრივი, რომელიც დაკავშირებულია ბუნებრივ (სტიქიურ) მოვლენებთან და ანთროპოგენური. ეს უკანასკნელი შეიძლება განიმარტოს, როგორც გარემოს უარყოფითი ცვლილება ადამიანის საქმურნეო საქმიანობის შედეგად.

გარემოს ანთროპოგენური ცვლილება ადამიანის წარმოშობასთან ერთად დაიწყო და მისი ევოლუციის პარალელურად ძლიერდება. პლანეტის მოსახლეობასთან ერთად, იზრდება მრეწველობის და სოფლის მეურნეობის მასშტაბები. ეს განაპირობებს ბუნებრივი რესურსების სულ უფრო ინტენსიურ ხარჯვას, რაც, არასრულყოფილი ტექნოლოგიების პირობებში, იწვევს ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროს უარყოფით ცვლილებას. ზიანდება ბიოსფეროს ცოცხალი ელემენტები — მცენარეები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები; სუსტდება ბიოცენოზების თვითრეგულირების უნარი, რაც, საბოლოო ჯამში, მათ დეგრადირებას უწყობს ხელს.

ბიოსფეროს უარყოფითი ცვლილების ეს ზოგადი პროცესი კატასტროფულად ვითარდება. მისი შეჩერების (ან თუნდაც შენელების) პერსპექტივები კი ჯერ-ჯერობით მცირეა.

გარემოს გაბინძურების წყაროებია: სამრეწველო და თბოენერგეტიკული კომპლექსები, საყოფაცხოვრებო, სამშენებლო, სასოფლო-სამეურნეო ობიექტები, ტრანსპორტი, ადამიანის მიერ ეკოსისტემებში შეტანილი ქიმიური ნივთიერებები (მაგალითად, სარეველებთან ბრძოლის ან მცენარეთა დაცვის მიზნით) და სხვა მრავალი.

ყველა შემთხვევაში გაბინძურების ობიექტია ბიოსფეროს სტრუქტურული ერთეული — ეკოსისტემა. ტოქსიკურ ნივთიერებათა ჭარბი რაოდენობა ეკოლოგიურ ფაქტორთა რეჟიმის ცვლილებას იწვევს, ამის გამო ცოცხალი ორგანიზმები მათთვის უჩვეულო პირობებში ვარდებიან. შედეგად, ირღვევა ნივთიერებათა ცვლის პროცესები, კვებითი ჯაჭვების ოპტიმალური სტრუქტურა და ფუნქციონირება და, საბოლოო ჯამში, ბიოცენოზების პროდუქტიულობაც.

თანამედროვე არასრულყოფილი ტექნოლოგია არ იძლევა ნედლეულის უდანაპარგოდ გადამუშავების საშუალებას, ამიტომ სახალხო მეურნეობის ყველა სახის პროდუქციას მოპოვებული ნედლეულის

10%-ზე ნაკლები ხმარდება, დანარჩენი — გარემოში იფანტება. ამის შედეგად ბიოსფეროში ყოველწლიურად დაახლოებით 30 მლრდ ტ სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენი გროვდება გაზობრივი, მკერივი თუ თხევადი სახით. მათი ნაწილი „საშიში ნარჩენების“ კატეგორიას განეკუთვნება.

ნარჩენებთან დაკავშირებით დღის წესრიგში ორი მნიშვნელოვანი პრობლემა დგას: სად წავიღოთ მილიონობით ტონა საშიში მასალა? რა ეუყოთ ათასობით მიტოვებულ ნაყარს და სამარხს? იდეალურ საშუალებად ითვლება მავნე ნარჩენების მეორადი გადამუშავება, თუმცა ამ გზის რეალიზება ჯერ-ჯერობით მხოლოდ იშვიათ შემთხვევაში ხერხდება. ნარჩენები შეიძლება დამუშავდეს ქიმიურად, რის შედეგად ის უვნებელი ან ნაკლებად საშიში ხდება. თუ ორგანული მასალა მძიმე ლითონებს არ შეიცავს, მისი განეიტრალება ბიოლოგიური საშუალებით შეიძლება (მაგალითად, ნარჩენების კომპოსტირება და სასუქად გამოყენება). შედარებით ნაკლებსაზიფათოდ ითვლება ნარჩენების დაწვა სპეციალურ ლუმელებში. ბოლო ხანებში შემოთავაზებულია ლუმელების დაყენება გემებზე; ასეთ შემთხვევაში თავიდანაა აცილებული წვის დროს გამოყოფილი. გაზების უვნებელყოფის აუცილებლობა. [სხვათა შორის, 90-იან წლებში უკვე მუშაობდა ასეთი დანიშნულების ორი სპეციალიზირებული ხომალდი — „ველკანი“ (დანია) და „მატიას II“ (გერმანია)]. საშიში ნარჩენების უვნებელყოფის ერთ-ერთი გზა — მათი ჭაბურღილებში ჩამარხვაა, თუმცა ეს გზაც სადავოდ ითვლება, რადგან ნარჩენები შეიძლება გაიჟონოს, ან აფეთქდეს კიდევ.

\* \* \*

ნარჩენებთან დაკავშირებული პრობლემების საილუსტრაციოდ აღწერთ ლავ-კენელის ტრაგედიას, რომელიც თავის დროზე ფართოდ გახმაურდა. საუკუნის დასაწყისში ნიაგარის წყალვარდნილის მახლობლად დაიგეგმა სანიმუშო დასახლების გაშენება, რომელიც შედარებით იაფფასიანი ენერჯის ხარჯზე იარსებებდა. ენერჯის მოპოვებისათვის ნეარაუდვეი იყო არხის გაყვანა ჩანჩქერის ზედა და ქვედა დონეებს შორის. სამწუხაროდ, პროექტის განხორციელება ვერ მოხერხდა; მისგან მხოლოდ ნაწილობრივ გათხრილი კალაპოტი დარჩა, რომელიც 20-30-იან წლებში სხვადასხვა საწარმოს მიერ დაგროვილი ნარჩენების იზოლირებისათვის გამოიყენებოდა. 1953 წელს ერთ-ერთმა კომპანიამ ნარჩენები თიხის ფენით გადაფარა, ხოლო ტერიტორია

შტატის სასკოლო საბჭოს მიჰყიდა. მოკლე ხანში აქ სკოლა და 100-მდე საცხოვრებელი სახლი აშენდა.

რა მოხდა შემდეგ — ბოლომდე ცნობილი არაა. ვარაუდობენ, რომ აქტიური მშენებლობის და უჩვეულო წვიმების გამო, წყალმა გააყვას კადაპოტი და გაგლიჯა მისი კედლები. ამან გამოიწვია გრუნტის წყლებში მკენე ნივთიერებების გაყონვა, რის შემდეგ ის შენობის სარდაფებში, საცურაო აუზებში, ეზოებში, სათამაშო მოედნებზე აღმოჩნდა. მათ შორის იყო დიოქსინები — ერთ-ერთი ყველაზე ტოქსიკური შენაერთი.

წლების მანძილზე ლავ-კენელის ტერიტორიაზე აღინიშნებოდა თანდაყოლილი დეფექტების და ქრომოსომული ანომალიების მაღალი სიხშირე. 850-მდე ოჯახმა ბოლოს და ბოლოს დატოვა საცხოვრებელი ადგილები.

ასეთი შემთხვევა, სამწუხაროდ, მრავალია. ეს იმაზე მეტყველებს, რომ მკენე ნარჩენების უვნებელყოფის შესაძლებლობები ჯერ-ჯერობით მაინც პრობლემატურია.

\* \* \*

გარემოს გაბინძურება ყოველთვის ერთბაშად როდი იჩენს თავს! ნახტომისებურ მოვლენებს ხშირად ფარული პროცესები ცვლის. ტოქსიკურ ნივთიერებათა ნაწილი ქიმიური აქტივობით გამოირჩევა, მრავალ მათგანს ორგანიზმთა ქსოვილებში დაგროვების უნარი გააჩნია, რაც უარყოფით შედეგს მხოლოდ ხანგრძლივი დროის შემდეგ გამოიღებს.

გარემოს ელემენტების — ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროს — გაბინძურების წყაროები და შედეგები მომდევნო განყოფილებებშია აღწერილი. აქ საგანგებოდ აღვნიშნავთ გარემოს რადიოაქტიური გაბინძურების არსს.

ცოცხალი ნივთიერება ბუნებრივი რადიოაქტიური ფონის ზემოქმედებას მრავალი ათასწლეულის მანძილზე განიცდიდა. ამან მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა სიცოცხლის გართულებასა და ბიოსფეროს ევოლუციაში. ბუნებრივი რადიოაქტიური ფონის წყაროებია რადიოაქტიური ელემენტები, რომლებიც დედამიწის შრეების, მათ შორის, ბიოსფეროს, შემადგენლობაშია; ამას ემატება კოსმიური გამოსხივების მუდმივი ნაკადი.

ხანგრძლივი დროის მანძილზე ბუნებრივი რადიონუკლიდები მაიონიზირებელი გამოსხივების ერთად-ერთი მიზეზი იყო, მაგრამ XX ს-ის

დასაწყისში გაჩნდა ანთროპოგენური წარმოშობის არაერთი სხვა წყარო. მათ მიეკუთვნება დედამიწის სიღრმიდან სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას ამოტანილი ბუნებრივი რადიონუკლიდები. ამ შემთხვევაში გარემოს გაბინძურებას იწვევენ ქვანახშირზე მომუშავე ელექტროსადგურები, ზოგიერთი სამშენებლო მასალა, სასოფლო-სამეურნეო სასუქების წარმოება და სხვ.

ანთროპოგენურ ჯგუფს განეკუთვნება ბირთვული რეაქციების დროს ხელოვნური რადიონუკლიდები; გაბინძურების ძირითადი წყაროა ბირთვული იარაღის გამოცდა და ავარიები ატომურ ელექტროსადგურებზე.

1945-86 წლებში მსოფლიოში 1500-მდე ბირთვული აფეთქება განხორციელდა; შედეგად, ატმოსფეროში რადიონუკლიდების უზარმაზარი რაოდენობა გავრცელდა და შემდეგ დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში დაილექა. ამან მნიშვნელოვნად შეცვალა პლანეტის რადიოეკოლოგიური სიტუაცია.

60-იანი წლებიდან, ატომური ელექტროსადგურების, სამთომომპოვებელი და სამთოგადამამუშავებელი საწარმოების და რადიოქიმიური ქარხნების მიერ დაგროვილ რადიოაქტიურ ნარჩენებთან ერთად, აღმოცენდა გარემოს გაბინძურების ასალი წყარო – ავარიები ატომურ ელექტროსადგურებზე. ატომური ენერგეტიკის არსებობის მანძილზე სხვადასხვა ტიპის 150-ზე მეტი ავარია მოხდა, რომელთა შორის, როგორც რადიაციის დონით, ისე გაბინძურებული ტერიტორიის სიდიდით, ჩერნობილის ავარია ყველაზე დიდი იყო.

## 2. ანთროპოგენური ნარჩენების გავრცელება

თუმცა ბიოსფეროს ანთროპოგენური გაბინძურება უმრავლეს შემთხვევაში ლოკალური მოვლენაა, საბოლოო ჯამში, იგი მაინც გლობალურ ხასიათს ატარებს. ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის პროცესში წარმოქმნილი ნივთიერებები არ რჩება ადგილზე; როგორც წესი, ის შორ მანძილზე გადაიტანება.

ანთროპოგენური ნარჩენების გავრცელების თვალსაზრისით უპირველესი მნიშვნელობა ატმოსფერულ ნაკადებს აქვთ. როგორც არ უნდა იყოს ნივთიერება – ორგანული თუ მინერალური, გაზობრივი, თხევადი თუ მკვრივი, იგი ადვილად ხვდება ატმოსფეროში. თხევადი



ნივთიერება ვრცელდება აეროზოლის სახით, ან ორთქლდება; მკერძი ნივთიერება გადაიტანება მტვერის სახით.

ინდუსტრიულ და ჭარბდასახლებულ რაიონებიდან ტოქსიკანტების ინტენსიური გავრცელება მრავალი ფაქტით დასტურდება. მაგალითად, პესტიციდები აღმოაჩინეს გამოყენების ადგილიდან მრავალი ათასი კილომეტრის დაშორებით ანტარქტიკის თოვლის საფარში.

დღეს კარგადაა ცნობილი ძირითადი ატმოსფერული ნაკადების მიმართულება და სიჩქარე. საშუალო განედებში გაბატონებულია დასავლეთის ნაკადი, რომლის სიჩქარე ტროპოპაუზის სიახლოვეს 35 მ/სეკ-ს შეადგენს. ასეთ პირობებში ჰაერში გაბნეული ნაწილაკები დედამიწის ირგვლივ შემოვლას დაახლოებით 12 დღეს უნდება. სტრატოსფეროში ჰაერის მასების მოძრაობა არ აღემატება რამდენიმე სანტიმეტრს სეკუნდში. ამის გამო ანთროპოგენური ნივთიერებები აქ გაცილებით უფრო ნელა ვრცელდება. პირიზონტალურ ნაკადებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰაერის ვერტიკალურ მოძრაობას, რომლის დროს ატმოსფერული მინარევების გადაადგილების სიჩქარე ზოგჯერ 30 მ/სეკ-ს აღწევს.

სტრატოსფეროში ანთროპოგენური ნარჩენები ხშირ შემთხვევაში 1-2 წელს ყოვნდება, ტროპოსფეროს სიახლოვეს – 3-4 თვეს, ზედა ტროპოსფეროში – ერთ თვეს, ქვედა ტროპოსფეროში – 6-10 დღეს. ტროპოსფეროში ანთროპოგენური გაზების ცირკულაცია ხშირად 2-4 თვეს გრძელდება. ნაკლებად აქროლადი ნივთიერებების, მეტადრე იშვიათი გაზების, ატმოსფეროში დაყოვნება ზოგჯერ საგრძნობლად ჭიანურდება. იგივე ითქმის რადიოაქტიური იზოტოპების შესახებ.

ადრე თუ გვიან ატმოსფერული მინარევები დედამიწას უბრუნდება და აქ სხვადასხვა ბიოცენოზში გროვდება.

ატმოსფერული ნაკადების გარდა, ანთროპოგენური ნარჩენების გავრცელებაში დიდი მნიშვნელობა ცხოველებსაც აქვთ, რომელთა ორგანიზმში ტოქსიკანტები წყალთან და საკვებთან ერთად ხვდება. ასე, ვერცხლისწყლის ნაერთით მოწამლული თევზი შეიძლება ემსხვერპლოს მტაცებელს მისი გავრცელების მთელ არეალზე. ფრინველები, რომლებიც ბუდეებს დასავლეთ ევროპაში იკეთებენ, ხშირად დიდი რაოდენობით შეიცავენ ქლორორგანულ ინსექტიციდებს. ზამთრის დადგომისას ისინი ცენტრალური აფრიკის რაიონებში მიგრირებენ, რასაც მოსდევს ინსექტიციდის შორ მანძილზე გადატანა და მისი ჩართვა სხვადასხვა კვებით ჯაჭვში.

### 3. ატმოსფეროს უარყოფითი ცვლილება.

#### 3.1. ატმოსფეროს თანამედროვე მდგომარეობა.

თანამედროვე ატმოსფერო სიცოცხლის განვითარებასთან ერთად ჩამოყალიბდა. მოლეკულური ჟანგბადი, რომელსაც პირველადი ატმოსფერო არ შეიცავდა, მწვანე მცენარეების განვითარების პარალელურად გროვდებოდა. ჩვენს დროში ატმოსფეროს შედგენილობა მისი ძირითადი კომპონენტების მისუდვით შეტ-ნაკლებად სტაბილურია (იხ. ცხრილი IV.1.): მისი საერთო მასა  $5,2 \cdot 10^{19}$  ტ-ს შეადგენს, აქედან 9/10 – ტროპოსფეროშია.

დედამიწაზე დაცემული მზის ენერჯის „დოზას“ ატმოსფერო არეგულირებს. ეს რომ არა, დღისით მზე დედამიწის ზედაპირს  $100^{\circ}\text{C}$ -მდე გააცხელებდა, ღამე კი ტემპერატურა –  $100^{\circ}\text{C}$ -მდე დაეცემა. ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე მუდმივად ეცემა მზისა და სხვა კოსმიური გამოსხივების მძლავრი ნაკადი. იგი დედამიწის ზედაპირს შეუფერხებლად რომ აღწევდეს, აქ სიცოცხლე ვერ განვითარდებოდა. კოსმიური გამოსხივების შეკავებას ატმოსფერო არეგულირებს.

გაზები	მოცულობა (%-ში)
აზოტი	78,1
ჟანგბადი	20,9
არგონი და სხვა ინერტული გაზები	0,95
ნახშირორჟანგი	0,03
ოზონი	0,000002

#### ცხრილი IV.1. ატმოსფეროს გაზობრივი შედგენილობა

ატმოსფეროს ერთ-ერთი თავისებურებაა მისი გამჭვირვალობა, რომელსაც უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ულტრაიისფერი და ინფრაწითელი სხივებისათვის. და, ამდენად, ყველა ორგანიზმის სიცოცხლისათვის. ფოტოსინთეზს – მზის ენერჯის ფიქსაციის ერთადერთ წყაროს – სწორედ ამ სხივების ინტენსივობა განსაზღვრავს. ულტრაიისფერი გამოსხივების დონის მატება სხვადასხვა ხასიათის ავადმყოფურ მოვლენებს იწვევს, გამოსხივების დონის დაცემა – პათოგენურ მიკროორგანიზმთა მასობრივ გამრავლებას. დიდია

ატმოსფეროს გამჭვირვალობის როლი დედამიწაზე სითბოს ბალანსის რეგულირების თვალსაზრისით.

ატმოსფეროსთანაა დაკავშირებული ჟანგბადის, ნახშირბადის, აზოტის, წყლის და სხვათა წრებრუნვა. საჰაერო ბასინი გიგანტური რეზერვუარის როლს ასრულებს, სადაც ეს ნივთიერებები გროვდება და, ამავე დროს, მთელ დედამიწაზე ნაწილდება.

უკანასკნელი 100-150 წლის მანძილზე ატმოსფეროში საგულისხმო ცვლილებები შეინიშნება. ეს ეხება ატმოსფეროს ძირითად კომპონენტებს და მათ წყაროებს. ამ მხრივ ყურადღებას, პირველ რიგში, ჟანგბადი იმსახურებს. მას შემდეგ, რაც ატმოსფეროში ჟანგბადის რაოდენობამ 1%-ს გადააჭარბა, ცოცხალმა ნივთიერებამ ინტენსიური განვითარება დაიწყო. შეიქმნა ოზონური ეკრანი, რომელიც ბიოსფეროს მაღალი ენერჯის კოსმიური სხივებისაგან იცავს. ატმოსფეროში  $O_2$ -ის შემცირება გამოიწვევდა ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველქმედების დაცემას და მის თანმხლებ სხვა უარყოფით მოვლენებს.

ყოველწლიურად ჩვენს პლანეტაზე  $1 \cdot 10^{10}$  ტ ჟანგბადი იწვეება. უკანასკნელი საუკუნეების მანძილზე გამოყენებულია თითქმის იმდენივე ჟანგბადი, რამდენიც ბოლო მილიონი წლის განმავლობაში; ეს შეადგენს მარაგის დაახლოებით 0,02%-ს. ვარაუდობენ, რომ თუ პროცესი ასე გაგრძელდა, 100-150 წლის შემდეგ ჟანგბადის შემცველობა 1,5-2%-ით დაიკლებს.

ბიოსფეროში ჟანგბადის დაგროვებას მცენარეული საფარი განაგებს. ამას ემატება მსოფლიო იკეანეში მწვანე წყალმცენარეთა როლი. მათი საერთო მასა კატასტროფულად ეცემა, რაც, პირველ რიგში, წყლის გაბინძურებასთანაა დაკავშირებული. ჰაერის გაბინძურება მცენარის ზრდას საგრძნობლად ამუხრუჭებს, ჟანგბადის გამოყოფის ინტენსივობა ინდუსტრიულ რაიონებში საშუალოდ ორჯერ დაბალია, ვიდრე სუფთა გარემოში.

ატმოსფეროსთან დაკავშირებული მეორე პრობლემა — ნახშირორჟანგის ინტენსიური ემისიაა. ამ გაზის შემცველობა ატმოსფეროში 0,03%-ს არ აღემატება. არის მოსაზრება, რომ XXI ს-ის I ნახევარში  $CO_2$ -ის რაოდენობა 0,04%-მდე გაიზრდება. ერთი შეხედვით, ასეთი ცვლილება არ უნდა იყოს საგანგაშო, რადგან  $CO_2$ -ის კონცენტრაციის ზრდა აუმჯობესებს მცენარეთა სასიცოცხლო პირობებს. მაგრამ, რეალურად, ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მომატება პროცენტის მესამედშიც კი გამოიწვევს ატმოსფეროს გამჭვირვალობის შესამჩნევ

ცვლილებას და დაბრკოლებას შეუქმნის დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილ თბურ გამოსხივებას.

ჰაერის მოცულობის 3/4-ზე მეტს აზოტი შეადგენს. მისი რაოდენობა, ერთის მხრივ, აზოტმაფიქსირებელი მიკროორგანიზმების და წყალმცენარეების, მეორეს მხრივ, დენიტრიფიკატორ ბაქტერიების ცხოველმოქმედების შედეგად მეტ-ნაკლებად გაწონასწორებულია. მაგრამ აზოტის სამრეწველო გამოყენებამ შესაძლოა მნიშვნელოვნად შეცვალოს ბალანსი. ვარაუდობენ, რომ ამჟამად სამრეწველო მიზნებისათვის წელიწადში იხარჯება მილიარდამდე ტ აზოტი, ანუ რამდენჯერმე მეტი, ვიდრე მას დენიტრიფიკატორები გამოიმუშავენ. ეს გარემოება, მიუხედავად უზარმაზარი ატმოსფერული ძარაგისა, სერიოზულ პრობლემებს ქმნის.

უცვლელი არც ატმოსფერული ორთქლია. ამ მხრივ ყურადღებას ჰაერის ზედა ფენები, პირველ რიგში, სტრატოსფერო იმსახურებს, სადაც ზებგერითი თვითმფრინავების გავლენით, დიდი რაოდენობით კონდენსირებული წყალი იტყორცნება. ამ მოვლენის როლი ჯერ-ჯერობით არაა ბოლომდე დადგენილი. არ გამორიცხავენ, რომ წყლის გაჩენა სტრატოსფეროში ოზონის შემცირებას და, შედეგად, მისი დამცველი ფუნქციის შესუსტებას უწყობს ხელს.

### 3.2. ატმოსფეროს გაბინძურება.

ატმოსფეროს გაბინძურება გლობალური პრობლემაა. ამის ერთ-ერთი დასტურია გაბინძურების ფაქტები ადამიანის საცხოვრებლისაგან ძლიერ დაშორებულ რეგიონებში. ასე, 60-იანი წლების მონაცემებით, იელოუსტონის ნაციონალურ პარკში, სადაც ჰაერი ყველაზე სუფთად ითვლება აშშ-ში, სულ რაღაც 10 წლის მანძილზე გაბინძურება 2-3-ჯერ გაიზარდა.

ატმოსფეროს გაბინძურების წყარო 2 ჯგუფისაა: ბუნებრივი და ხელოვნური (ანთროპოგენური, უპირატესად ტექნოგენური). პირველს მიეკუთვნება ვულკანების მიერ ამოტყორცნილი ნაცარი და გაზები, ტყის ხანძრების პროდუქტები, ეროდირებული ნიადაგისა და უდაბნოს მტვერი, კოსმიური მტვერი, მცენარეული მტერის მარცვალი და სხვ. ჩვეულებრივ, ბუნებრივი წყაროები არ იწვევენ ჰაერის რამდენადმე მნიშვნელოვან უარყოფით ცვლილებებს, თუმცა განსაკუთრებულ

შემთხვევებში ისიც შეიძლება აღმოჩნდეს ატმოსფეროს ძლიერი გაბინძურების მიზეზი. ასე, ვულკან კრაკატაუმ კუნძულ იავაზე 1883 წელს მტკრისა და ნაცრის ისეთი რაოდენობა ამოტყორცნა, რომ რეგიონის მნიშვნელოვან ნაწილზე მზის რადიაცია დიდი ხნის მანძილზე რამდენადმე დაქვეითებული იყო, რამაც თბური ბალანსის საგრძნობი ცვლილება გამოიწვია.

ატმოსფეროს უარყოფითი ცვლილების ძირითადი მიზეზი ბოლო 150 წლის მანძილზე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობაა; მასთანაა დაკავშირებული ბიომასის წვა, წიაღისეული სათბობის მოპოვება და გამოყენება, ტრანსპორტის ზრდა, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობა და ა. შ.

80-იანი წლების მონაცემებით, წლის მანძილზე ატმოსფეროში 200 მლნ-მდე ტ ნახშირბადის ოქსიდი, 150 მლნ-მდე ტ გოგირდის დიოქსიდი, 53 მლნ ტ აზოტის ოქსიდები, 250 მლნ-მდე ტ მტკერი, 120 მლნ-მდე ტ ნაცარი, 50 მლნ-მდე ტ სხვადასხვა ნახშირწყალბადი გამოიყოფა. მიუხედავად ამისა, ატმოსფეროს ძირითადი კომპონენტების (აზოტი, ჟანგბადი, კეთილშობილი გაზები, რომელთა საერთო მოცულობა 99,9%-ს შეადგეს) კონცენტრაცია ჯერ-ჯერობით შედარებით უმნიშვნელოდ იცვლება; ატმოსფეროში მიმდინარე უარყოფითი მოვლენები დაკავშირებულია ზოგიერთი მეორეხარისხოვანი კომპონენტის კონცენტრაციის მატებასთან. მათ მიეკუთვნება, პირველ რიგში, გოგირდის დიოქსიდი ( $SO_2$ ), აზოტის მონოქსიდი,  $NO$  და დიოქსიდი,  $NO_2$  (რომელთაც გამოვხატავთ საერთო ფორმულით  $NO_x$ ), რიგი ქლორფთორნახშირბადი და სხვ.

$SO_2$ -ის შემცველობა ატმოსფეროში იშვიათადაა 50 მლრდ<sup>-1</sup>-ზე მეტი, მაგრამ ესეც საკმარისია ისეთი უარყოფითი მოვლენებისათვის, როგორცაა მჟავა წვიმები, ქვის და მეტალის კოროზია, დაბალი ხილვადობა და სხვა.  $NO_x$ , რომლის კონცენტრაცია ასევე მეტად დაბალია, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მჟავა ნალექის და ბოლნისლის წარმოქმნაში. ქლორფთორნახშირბადი, რომლის შემცველობა ატმოსფერულ ჰაერში მხოლოდ ერთ მემილიარდედს შეადგენს, ოზონის შრის გათხელების ძირითადი მიზეზია სტრატოსფეროში. ამის გარდა, მეთანთან ( $CH_4$ ), აზოტის ოქსიდთან ( $N_2O$ ) და ნახშირორჟანგთან ( $CO_2$ ) ერთად, იგი ქმნის ზემოთაღნიშნულ სათბურის ეფექტს.

იზრდება ბიოსფეროში მძიმე ლითონების რაოდენობა. კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე გამოდნობილია 20 მლრდ-მდე ტ რკინა. მისი

რაოდენობა მანქანა-დანადგარებში, ნაგებობებში, სხვადასხვა მოწყობილობაში აქემად 6 მლრდ ტ-ს უახლოვდება. შესაბამისად, დაახლოებით 14 მლრდ ტ გარემოშია გაბნეული. სხვა მეტალების დანაკარგი ასევე მაღალია. მაგალითად, ვერცხლისწყლისა და ტყვიისათვის დანაკარგი შეადგენს წლიური მოპოვების 70%-ს. ქვანახშირის წვისას ნაცართან და გაზებთან ერთად ზოგიერთი ელემენტი მეტი რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე მოიპოვება საბადოებზე: მაგნიუმი - 1,5-ჯერ მეტი, მოლიბდენი - 3-ჯერ, დარიშხანი - 7-ჯერ, ტიტანი, ვერცხლისწყალი და ურანი - დაახლოებით 10-ჯერ მეტი და ა. შ.

არსებული მონაცემებით\*, რაჭაში დარიშხანის სამთო-ქიმიური ქარხნის მიერ მხოლოდ 1988 წლის მანძილზე დამუშავებული იყო 95 ტ დარიშხანი; აქედან 12 ტ (თეთრი დარიშხანის სახით) ატმოსფეროში გაიფანტა, 23 ტ (ხსნადები არსენიტების და დარიშხან (III) ქლორიდის სახით) - მდინარეებში ჩავიდა, 45 ტ სულფატების სახით მდინარისპირა ფერდობებზე დაილექა. ამგვარად, პროდუქციის სახით მიღებულ იყო მხოლოდ 15 ტ, ანუ მოპოვებული მასალის 11%.

აღამიანის მოღვაწეობის რომელი სფერო განაპირობებს ემისიის კონკრეტულ სახეობას? რატომ იწვევს გაზობრივი მინარევები ატმოსფერული ეფექტების ასეთ დიდ მრავალფეროვნებას? რამდენად სერიოზულია ამ ეფექტების როლი პლანეტის მომავლისათვის? სამწუხაროდ, ამომწურავი პასუხი ყველა ამ კითხვაზე ჯერ არაა გაცემული. საკმე ისაა, რომ ატმოსფეროში გაზების აქტივობის მექანიზმები და მათი ურთიერთქმედების განმსაზღვრელი პროცესები მეტად რთულია, ზოგჯერ ბუნდოვანიც. გაზობრივი შედგენილობის, ტემპერატურის, მზის რადიაციის, ღრუბლიანობის, ატმოსფერული ნალექების და სხვათა შესაბამისად, ქიმიური პროცესები მნიშვნელოვნად იცვლება (ეს, თავის მხრივ, განსაზღვრავს გაზის დაყოვნების ხანგრძლივობას, მისი მოქმედების არეალს და ა. შ.).

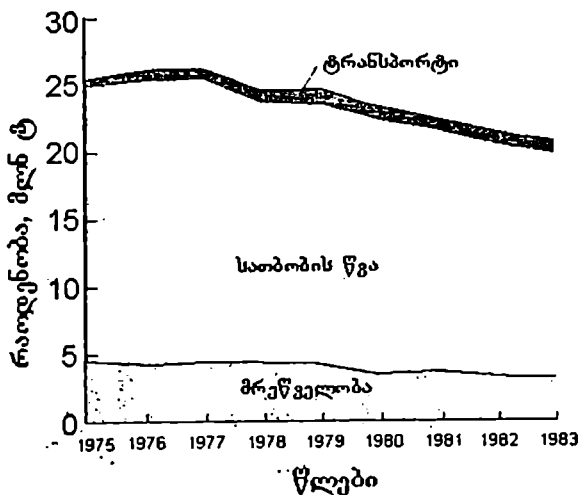
მიუხედავად ამისა, დღეს ჩვენთვის ცნობილია ზოგიერთი გაზის ემისიის მიზეზები. როგორც ცხრილიდან ჩანს, წიაღისეული საწვავის გამოყენება  $SO_2$ -ის,  $NO_x$ -ის,  $CO_2$ -ის და სხვათა გამოყოფას იწვევს. თუ წვა სრული არაა, წარმოიქმნება აგრეთვე ნახშირბადის მონოქსიდი, ანუ მხუთავი გაზი ( $CO$ ); სხვადასხვა ნახშირწყალბადი (მეთანი

\* იხ. საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს 1991 წლის დასკვნა ლუხუნის და ცანას დარიშხანის საბადოების მდგომარეობის და მათი შემდგომი გამოყენების შესახებ.

ჩათვლით) და ჭვარტლი (ნახშირბადის ნაწილაკები). მეტალურგიულ წარმოებას ახლავს  $SO_2$ -ის, ქლორფთორნახშირბადის და ტოქსიკური მეტალების გამოყოფა (იხ. ცხრილი IV.2).

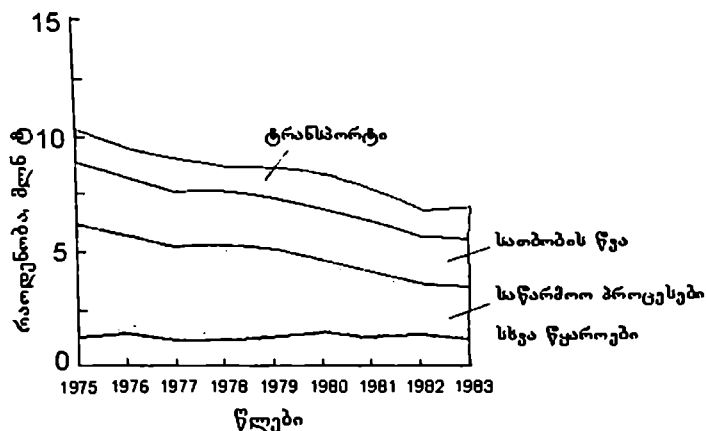
მაგალითის სახით მოგვყავს ზოგი მაენე აირის და მკერივი ნაწილაკების წყაროები და მათი რაოდენობის ცვლილება აშშ-ში 70-80-იან წლებში (სურ. IV.3.2.1.-IV.3.2.5.)

ქვანახშირი შეიცავს 0,5-დან 5-6%-მდე გოგირდს. ელექტროსადგურებისათვის გამოყენებულ ქვანახშირში მისი საშუალო რაოდენობა 2,5%-ია. ეს იმას ნიშნავს, რომ მილიონი ტ ასეთი ქვანახშირი, წვის დროს, 25000-მდე ტ გოგირდს გამოყოფს. გოგირდი იჟანგება; წარმოიქმნება  $SO_2$  და  $SO_3$ , რომლებიც ჰაერის-ორთქლთან და ჟანგბადთან რეაგირებისას  $H_2SO_4$ -ად გარდაიქმნება.



სურ. IV.3.2.1. გოგირდის ოქსიდების წყაროები და რაოდენობა აშშ-ში (აშშ გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემები), პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.

ქვანახშირის წვის დროს, გოგირდის ჟანგეულების გარდა, დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ნაცარი, ჭვარტლი, აგრეთვე კალციუმის და რკინის ჟანგეულები, რომლებიც  $H_2SO_4$ -ის გავლენით კალციუმის და

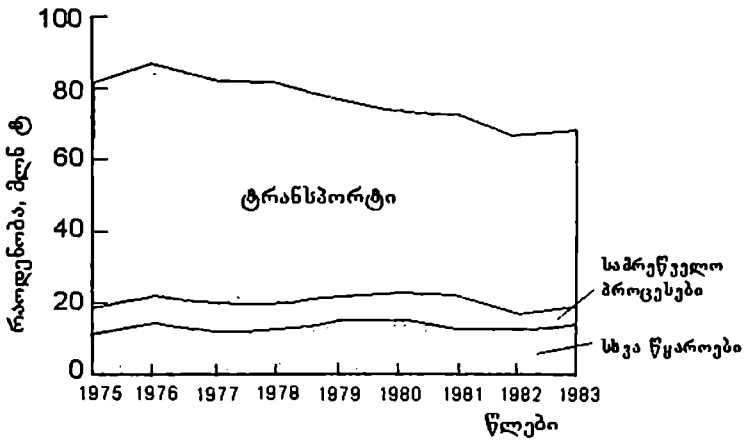


სურ. IV.3.2.2. მკერძი ნაწილაკების წყაროები და რაოდენობა აშშ-ში (აშშ გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემები),  
 პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.

აირი	ძირითადი წყაროები
ნახშირბადის მონოქსიდი (CO)	წიაღისეული სათბობის და ბიომასის წვა, ავტოტრანსპორტი
ნახშირბადის დიოქსიდი (CO <sub>2</sub> )	წიაღისეული სათბობის და ტყეების წვა
მეთანი (CH <sub>4</sub> ) და სხვა ნახშირწყალბადები	წიაღისეული სათბობის მოპოვება, ავტოტრანსპორტი, ნაგავსაყრელები, ბრინჯის ნათესები
აზოტის მონოქსიდი (NO) და დიოქსიდი (NO <sub>2</sub> ) – NO <sub>x</sub>	წიაღისეული სათბობის და ბიომასის წვა, ავტოტრანსპორტი
აზოტის ოქსიდი (N <sub>2</sub> O)	ბიომასის წვა, აზოტის სასუქები
გოგირდის დიოქსიდი (SO <sub>2</sub> )	წიაღისეული სათბობის წვა, მეტალურგია, ავტოტრანსპორტი
კლორფთორნახშირბადი	აეროზოლები, ფრეონები, ქაფები, მეტალურგია

ცხრილი IV.2. მოგიერთი მანენ აირის ანთროპოგენური წყაროები, თ. გრეიდელის და პ. კრუტცენის (1989) მიხედვით

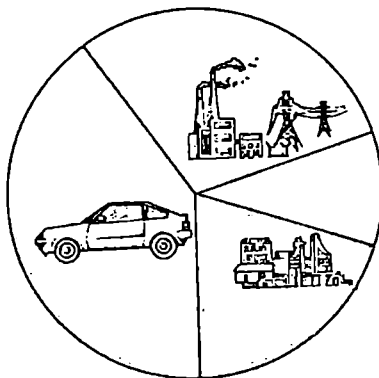




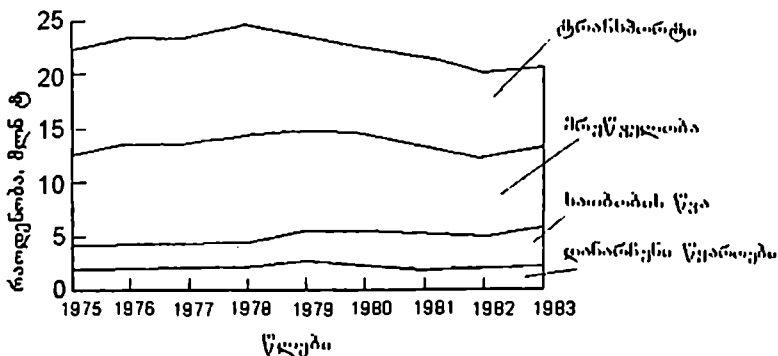
სურ. IV.3.2.3. ნახშირბადის ოქსიდების წყაროები და რაოდენობა აშშ-ში (აშშ გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემები),  
 პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.

რკინის სულფატებად გარდაიქმნებიან. სხვა მკვრივ ნაწილაკებთან შედარებით, ისინი ძალზე მცირე ზომისაა, ამიტომ ღიდ ზანს ყოვნიდებიან ჰაერში, ხოლო მისი ნაკადებით შორ მანძილზე გადაიტანებიან.

ღიდ ქალაქებსა და მჭიდროდ დასახლებულ პუნქტებში ატმოსფეროს გაბინძურების ძირითადი წყარო ავტოტრანსპორტია. 80-იანი წლების



სურ. IV.3.2.4. ავტოს ოქსიდების წყაროები აშშ-ში,  
 პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.



სურ. IV.3.2.5. ნახშირწყალბადების წყაროები და რაოდენობა აშშ-ში (აშშ გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემები),  
 კ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.

მონაცემებით, ინდუსტრიულ ქვეყნებში გაბინძურების 60% ავტომანქანებზე მოდის, ზოგიერთ ქალაქში კი ეს მაჩვენებელი 80%-ს აღწევს. ატმოსფეროს გაბინძურების დონე ქალაქის თავზე დაახლოებით 15-ჯერ მაღალია, ვიდრე სოფლად და 100-150-ჯერ მაღალი, ვიდრე ოკეანურ სივრცეში.

ავტომანქანების გამონაბოლქვი 200-მდე კომპონენტს შეიცავს, რომელთაგან განსაკუთრებული ტოქსიკურობით  $CO$ ,  $NO_x$ , ზოგიერთი ნახშირწყალბადი და, მეტადრე, ტყვია ხასიათდება. გამოთვლილია, რომ 300 მლნ-მდე ავტომანქანა დღე-ღამეში 800 000-მდე ტ  $CO$ -ს, 150 000-მდე ტ ნახშირწყალბადებს, 50 000-მდე ტ აზოტის ოქსიდებს და თითქმის 1000 ტ ტყვიას გამოყოფს. მათგან  $CO$  წარმოიქმნება ავტომანქანის ძრავაში ნახშირბადის არასრული წვის შედეგად:  $C + 1/2 O_2 \rightarrow CO$ . აზოტის ჟანგეულების 90% აზოტის მონოქსიდია, დანარჩენი – აზოტის დიოქსიდი. მაგრამ ჰაერში, რეაქციების შედეგად,  $NO$ -ს დიდი ნაწილი უფრო საშიშ  $NO_2$ -ად გარდაიქმნება.

წიაღისეული სათბობის წვისა და ავტომანქანების გამონაბოლქვის ერთ-ერთი უარყოფითი შედეგი – კადმიუმის, დარიშხანის, ტყვიის და სხვათა გამოყოფაა. დარიშხანის ნაწილი გარემოში პესტიციდების და დეფოლიანტების მიზეზით ვრცელდება. შედარებით მცირე რაოდენობით მას ქვანახშირიც შეიცავს. ზოგიერთი მონაცემით, ყოველწლიურად აშშ-ში ქვანახშირის მიზეზით ატმოსფეროში საშუალოდ 2 000 ტ დარიშხანი გამოიყოფა.

დარიშხანის საბადოების ზონაში, სადაც ხდება მისი მოპოვება, დამუშავება და პროდუქტის დამზადება, დარიშხანის შემცველობა გარემოში ყოველთვის საგრძნობლადაა მომატებული, როგორი დახვეწილიც არ უნდა იყოს ტექნოლოგია. 1989 წლის მონაცემებით, რაჭის სამთო-ქიმიური ქარხნის ზონაში დარიშხანის შემცველი ნაერთების კონცენტრაცია ბევრად ჭარბობდა დასაშვებ ნორმას – ლითონური დარიშხანის საამქროში 3,5-ჯერ, პრეპარატების საამქროში 5-6-ჯერ, აურიპიგმენტის საამქროში თითქმის 2-ჯერ და ა. შ.; საწარმოო მტვერში ყველაზე ტოქსიკური ნაერთების – თეთრი დარიშხანის, მეტალური დარიშხანის, აურიპიგმენტის კონცენტრაცია 4-8-ჯერ აღემატებოდა ნორმას.

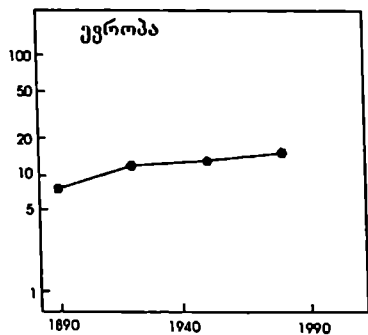
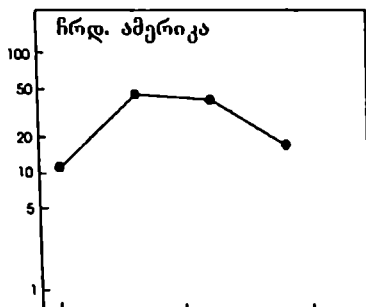
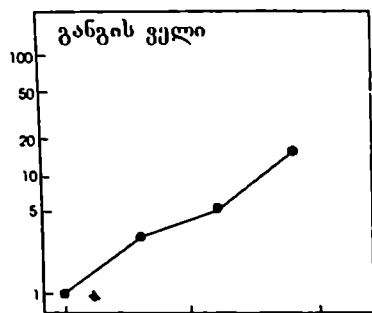
მაწვე გაზების ემისია ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო ღონისძიებასთანაცაა დაკავშირებული. ტყეებისა და სავანების გადაწვა საძოვრებისა და სახნავი მიწებისათვის CO-ს, CH<sub>4</sub>-ის და NO<sub>x</sub>-ის გამოყოფას იწვევს; ტყეების გადაწვის შემდეგ გაშიშვლებული ნიადაგიდან N<sub>2</sub>O გამოიყოფა; ამავე გაზის წყაროა აზოტიანი სასუქები. მეთანის მნიშვნელოვანი რაოდენობა გამოიყოფა რაიონებში, სადაც ბრინჯის პლანტაციებია. ეს მით უფრო ხაზგასასმელია, რომ ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონებში ბრინჯი მოსახლეობის ძირითადი საკვები პროდუქტია.

ოფიციალური მონაცემებით, ყოფილი სსრკ-ს სხვა რესპუბლიკებს შორის, საქართველოს, გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების თვალსაზრისით, მესამე ადგილი ეკავა; ოთხი ქალაქი (ზესტაფონი, თბილისი, რუსთავი, ქუთაისი) ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ინდექსის მხრივ კავშირის 100 ქალაქის რიცხვში შედიოდა.

10 წლის მანძილზე (1979-88) ატმოსფეროში მოხვედრილი მაწვე ნივთიერების რაოდენობა თითქმის ორჯერ გაიზარდა. მხოლოდ 1987 წელს საპაერო აუზში 510 ათასამდე ტ გამაბინძურებელი ნივთიერება იყო გაბნეული; მათ შორის მყარი 160 000 ტ, თხევადი და გაზობრივი – 350 000 ტ. აქედან გოგირდოვანი ანჰიდრიდი შეადგენდა 112 000 ტ-ს, აზოტის ოქსიდი – 40 000 ტ-ს, ნახშირწყალბადები – 39 000 ტ-ს.

საინტერესო გამოკვლევა ჩაატარეს ამერიკელმა ეკოლოგებმა. მათ შეისწავლეს SO<sub>2</sub>-ის კონცენტრაციის დინამიკა ჩვენი პლანეტის 3 რეგიონში – აშშ ჩრდ.-აღმოსავლეთში, ავროპაში და მდ. განგის ველზე (ინდოეთი) უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე. როგორც გაირკვა,

SO<sub>2</sub> -ის კონცენტრაცია, მილგრად<sup>-1</sup>



სურ. IV.3.2.6. SO<sub>2</sub>-ის კონცენტრაციის ცვლილება დღემდე სწრაფად რეგიონში, გრეიდელის და სხვ. (1989) მიხედვით.

აშშ-ში 1890-1940 წწ-ში SO<sub>2</sub>-ის სწრაფი მატება აღინიშნებოდა, რაც პირდაპირ კავშირშია ახალი ქარხნების და ელექტროსადგურების რიცხვის ზრდასთან. შემდეგ კონცენტრაცია გათანაბრდა, ხოლო 1960-70 წწ-ში მან შემცირება იწყო. ეს გარემოება, ავტორების აზრით, დაკავშირებულია საწვავის ახალი სახეობის – ნავთობის გამოყენებასთან და ჰაერის რეგულარული კონტროლის განხორციელებასთან.

ევროპაში SO<sub>2</sub>-ის კონცენტრაცია 1890-1940 წწ-ში იზრდებოდა, შემდეგ ზრდა შეწყდა, მაგრამ კონცენტრაციის შემცირება არ მომხდარა, რადგან აქ კონტროლი გამონაბოლქვზე დაწესებული არ ყოფილა.

განგის ველზე, სადაც საწარმოო ობიექტები არც ისე დიდი ხანია რაც გაჩნდა, SO<sub>2</sub>-ის კონცენტრაციამ შედარებით მოკლე დროში მოიმატა და იგი

ევროპის მაჩვენებლებს გაუთანაბრდა. ამას ავტორები ხსნიან ინდოეთში ქვანახშირის ინტენსიური გამოყენებით (სურ. IV.3.2.6).

ავტორები ასკენიან, რომ თუ ენერჯისადმი დამოკიდებულება ჩვენს პლანეტაზე რადიკალურად არ შეიცვალა, სახელდობრ, არ მოხდა ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება და ათვისება, ატმოსფეროში SO<sub>2</sub>-

ის შემცველობა კვლავაც გაიზრდება. ეს, პირველ რიგში, განვითარებადი ქვეყნების ხარჯზე მოხდება, სადაც, ერთი მხრივ, მოსახლეობა სწრაფად მატულობს და ამასთან ერთად აქ შედარებით იაფფასიან საწვავს – ქვანახშირს იყენებენ, რომელიც  $SO_2$ -ის მაღალი შემცველობით ხასიათდება.

### 3.3. ატმოსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ზოგიერთი შედეგი.

ბოლო დროის გამოკვლევებმა გვიჩვენა ზოგიერთი ატმოსფერული გამონახობის რეგიონალური თუ გლობალური უარყოფითი მოქმედების შედეგები. როგორც ცხრილი IV.3.-დან ჩანს, მჟავა წვიმები (მჟავა თოვლი, ნისლი, ცვარი) ქიმიური გარდაქმნების პროდუქტია  $NO_x$ -ის და  $SO_2$ -ის მონაწილეობით. გარკვეული რეაქციების შედეგად ეს გაზები გარდაიქმნება აზოტის ( $HNO_3$ ) და გოგირდის მჟავებად ( $H_2SO_4$ ), რომლებიც იხსნება წყალში და მჟავა ნალექს ქმნის. რადგან წყლის წვეთები სწრაფად ტოვებს ატმოსფეროს, მჟავა წვიმა უფრო ლოკალური მოვლენაა, ვიდრე გლობალური.

ბოლო 200 წლის მანძილზე ნალექების მჟავიანობამ ბიოსფეროში საგრძნობლად მოიმატა. ასე, მაგალითად, აშშ ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში 1900 წ-დან იგი თითქმის 4-ჯერ გაიზარდა, თანაც ეს პროცესი ამკარად კორელირებს ამ ტერიტორიაზე  $SO_2$ -ის და  $NO_x$ -ის გამონახობის ზრდასთან.

მჟავა წვიმები ტროპიკებშიც აღინიშნება, სადაც სამრეწველო ობიექტები პრაქტიკულად არ არის. როგორც ჩანს, ეს დაკავშირებულია ბიომასის გადამეტებულ წვასთან.

მჟავა ნალექები მეტად უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ეკოსისტემებზე. მათი ზემოქმედებით მნიშვნელოვნად მოიმატა წყალსატევების მჟავიანობამ სკანდინავიაში, ჩრდილო-აღმოსავლეთ ამერიკაში, სამხრეთ-აღმოსავლეთ კანადაში, რის შედეგადაც აქ შემცირდა ჰიდრობიონტების სახეობრივი მრავალფეროვნება და ცალკეულ სახეობათა პოპულაციების რიცხოვნობა.

მჟავა ნალექები იწვევენ ღია ცის ქვეშ დატოვებულ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის, მანქანა-დანადგარების, აგრეთვე შენობების და ხელოვნების ნიმუშების კოროზიას. მხოლოდ აშშ-ში დაზიანებული ობიექტების შეკეთებაზე წელიწადში ათობით მილიარდი დოლარი

მოქმედების შედეგები

აირი	„სათბურის ეფექტი“	ოზონის შრის დაზიანება	მთავი წყობები	კლიმატი	დაბალი ხოლმელობა	თვითგაწმენის უნარის დაქვეითება
ნახშირბადის დიოქსიდი (CO <sub>2</sub> )						+
ნახშირბადის დიოქსიდი (CO <sub>2</sub> )	+	+/-				
საოქსიდანი (CH <sub>4</sub> ) და სხვა ნახშირწყალბადები		+/-		+		+/-
აზოტის დიოქსიდი (NO <sub>2</sub> ) და დიოქსიდი (N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )		+/-	+	+	+	
აზოტის ოქსიდი (NO <sub>x</sub> )		+/-				
კოქსიდი (CO)			+		+	
ჰლოროფორმნი (CFC)	+	+				

ცხრილი IV.3. მიოგაერთი მანეე აირის გლობალური მოქმედების შედეგები, თ. გრეიდელის და პ. კრეტცენის (1989) მიხედვით

ზარევება. სულფატ-იონების (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) შემცველი ნაწილაკები, გაბნევის პალაღი უნარის გამო, ამცირებენ ზიღვალობას და ღრუბლების ალბედოს (მზის სხივების არეკვლის უნარს).

მორე არასასიამოვნო მოვლენაა ბოლნისლი თანამედროვე ქალაქებსა და მათ გარეუბნებში. ამ ტერმინით გამოხატავენ ატმოსფეროს ქვედა ფენებში წარმოქმნილი აირების ნარევის. საწყისი მასალაა NO<sub>x</sub>, ავტომობილების გამოწვეული ნახშირწყალბადები და ზოგიერთი სხვა, რომელიც მზის რადიაციის ზემოქმედებით ორგანიზმებისათვის მანეე ვაზებად გარდაიქმნება.

ფოტოქიმიური რეაქციების მთავარი პროდექტი ოზონია, რომელიც სასუნთქი გზების და თვლების გაღიზიანებას იწვევს; მეტად მანეე იგი მცენარეთათვის, მათ შორის სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის.

ჩვენს ღროში ოზონის კონცენტრაცია დასავლეთ ევროპაში 2-4-ჯერ, კალიფორნიაში, აშშ აღმოსავლეთ ნაწილში და ავსტრალიაში – ზოგჯერ 10-11-ჯერ აღემატება ბუნებრივ დონეს. ტროპიკებში და სუბტროპიკებში, მცენარეული საფარის რეგულარული წვის შედეგად, ოზონის კონცენტრაცია ხშირად 5-6-ჯერ იზრდება.

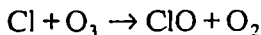
თუ ოზონის კონცენტრაციის დაქვეითება დედამიწის ზედაპირთან

ახლოს გააჯანსაღებდა გარემოს. სტრატოსფერული ოზონის შემცრება საშიშია. მასთანაა დაკავშირებული ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსივობის ზრდა, რაც, თავის მხრივ, ხელს უწყობს კიბოს გაჩენას და კატარაქტას, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაავადებას, ფიტოპლანქტონის დაშლას.

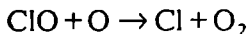
ბოლო დრომდე სტრატოსფერული ოზონის შრის გათხელება შედარებით მკვეთრად ანტარქტიკის თავზე იყო გამოხატული. აქ 1975 წ-დან ყოველ გაზაფხულზე წარმოიქმნება ე. წ. „ოზონის ხვრელი“, სადაც აირის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნადაა დაქვეითებული. დღეს ნაადრევია დასკვნების გაკეთება ოზონის შრის საერთო მდგომარეობის შესახებ, მაგრამ აშკარაა, რომ ბოლო 20 წლის მანძილზე ზამთარში და ადრე გაზაფხულზე ჩრდ. ნახევარსფეროს საშუალო და მაღალ განედებში ოზონის დანაკარგი 2-10%-ს შეადგენს.

სტრატოსფერული ოზონის კონცენტრაციის დაქვეითების ძირითადი მიზეზი ქლოროფთორნახშირბადაია, მეტადრე ფრეონ-II ( $\text{CFCl}_3$ ) და ფრეონ-12 ( $\text{CFCl}_2$ ). ეს ანთროპოგენური ნივთიერებები წლების მანძილზე წარმატებით გამოიყენება ფრეონების, საფრქვეველების, გამსხნელების წარმოებაში. თავდაპირველად მათი პოპულარობა მეტად დიდი იყო, რადგან ატმოსფეროს ქვედა შრეების ქიმიურ რეაქციებში ისინი პრაქტიკულად არ მონაწილეობენ და ცოცხალ ორგანიზმებზე მათი უარყოფითი ზემოქმედება თითქმის გამორიცხულია.

სწორედ ეს თვისება გახდა მათი სტრატოსფეროში მოხვედრის მიზეზი. აქ, ძლიერი ულტრაიისფერი გამოსხივების მოქმედებით, ისინი იხლიჩებიან; გამოთავისუფლებული ქლორის ატომი, როგორც კატალიზატორი. ურთიერთქმედებს ოზონთან, რის შედეგადაც ქლორის მონოქსიდი წარმოიქმნება:



ეს უკანასკნელი რეაქციაში შედის ჟანგბადის ატომთან (რომელიც ოზონის სხვა მრლკეულების ფოტოლისოციაციის შედეგად ჩნდება); წარმოქმნილი ქლორის ატომი განაპირობებს რეაქციის ახალ ციკლს:

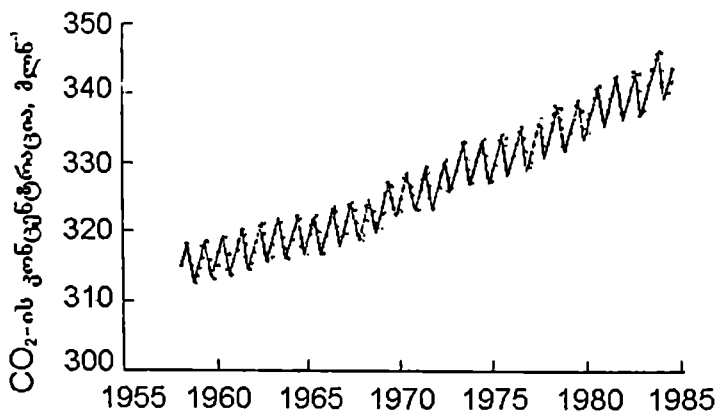


თუ ოზონის სტრატოსფერული შრის გათხელება უპირატესად ანთროპოგენურ ნივთიერებათა ერთ კლასთან — ქლოროფთორნახშირბადთანაა დაკავშირებული, ტემპერატურის გლობალური მომატება სხვადასხვა ფაქტორის ერთობლივი მოქმედების შედეგია. რამდენად

შეიძლება მოიმატოს ტემპერატურამ უახლოეს წლებში, ჩვენ ვერ არ ვიცით. ერთი კი ცხადია: ატმოსფეროში ამ მოვლენების გამომწვევი გაზების შემცველობა იზრდება, რის გამო ტემპერატურის მომატება გარდაუვალი ხდება. ეს გაზებია, პირველ რიგში, CO<sub>2</sub>, აგრეთვე მეთანი, ქლოროფორნი, აზოტის დიოქსიდი (სურ. IV.3.3.1).

სათბურის გადახურვის ანალიზიურად, ჩამოთვლილი გაზები თავისუფლად ატარებენ მზის მოკლელტალლიან სხივებს, მაგრამ აკავენ დედამიწიდან არეკლილ თბურ გამოსხივებას, რის შედეგად ატმოსფეროს ქვედა ფენები თბება. ეს მოვლენა „სათბურის ეფექტის“ სახელწოდებითაა ცნობილი.

სითბოს ბუნებრივი შეკავება დედამიწის ზედაპირის სიახლოვეს



სურ. IV.3.3.1. CO<sub>2</sub>-ის კონცენტრაციის ცვლილება ატმოსფეროში (პაეაის კუნძულების ერთ-ერთი ოფსერვატორიის მონაცემები),  
 პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.

პლანეტაზე სიცოცხლის შენარჩუნების მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ეს რომ არა, აქ ტემპერატურა მეტისმეტად დაბალი იქნებოდა. თუნდაც რამდენიმე გრადუსით ტემპერატურის აწვეის პერსპექტივა დიდ შემფოთებას იწვევს, რადგან ზუსტად არავინ იცის, თუ რა ზემოქმედებას მოახდენს ეს გარემოზე – ნალექებზე, ზღვის დონეზე, თოვლსაფარზე. არსებული მონაცემებით, დედამიწის ზოგიერთ რეგიონში ჰაერის საშუალო ტემპერატურამ უკვე მოიმატა 0,5-1°C-ით.

ატმოსფეროს გათბობას ბუნებრივი საწვავის გამოყენებაც იწვევს.



ამ მოვლენის მასშტაბები და შესაძლო გავლენა პლანეტის ტემპერატურაზე ჯერ არაა ბოლომდე დადგენილი. ამავე დროს ცნობილია, რომ მსხვილ ქალაქებში და სამრეწველო ცენტრებში ჰაერის ტემპერატურა ხშირად  $2-3^{\circ}\text{C}$ -ით აღემატება რეგიონის საშუალო მაჩვენებლებს.

საწინააღმდეგო შედეგი ატმოსფეროს გამტკვერიანებას ახლავს. მექანიკური ნაწილაკები შთანთქავენ მზის სხივებს და დედამიწაზე დაცემული რადიაციის შემცირებას იწვევენ. ატმოსფეროს ჰიგიენური სტანდარტი  $15 \text{ ტ/ჰა}$  გამტკვერიანებას უშვებს, მაგრამ ზოგიერთ სამრეწველო რაიონში ეს მაჩვენებელი თითქმის  $4$ -ჯერ მაღალია.

ამავე დროს მყინვარებზე მოხვედრილი მტკვერი თოვლის დნობას უწყობს ხელს. აკად. თ. დავითიას (1965) მონაცემებით, კავკასიონის თოვლსაფარზე დალექილი მტკვრის რაოდენობა 1930-63 წლებში თითქმის  $20$ -ჯერ გაიზარდა (1790-1910 წლებში იგი პრაქტიკულად უცვლელი იყო).

ჩვენს პლანეტაზე კლიმატის ცვლილების ტენდენცია უკანასკნელ საუკუნეში აშკარაა. XX ს-ის დასაწყისში შეიმჩნეოდა ტემპერატურის გლობალური მომატება საშუალოდ  $0,5^{\circ}\text{C}$ -ით, შემდეგ  $30-40$  წლის მანძილზე საშუალოდ  $0,3^{\circ}\text{C}$ -ით აცივდა. გზირიშვილის და სხვ. (1998) მონაცემებით, XX საუკუნეში პლანეტის ზოგ რეგიონში საშუალო ტემპერატურა აშკარად აღემატება ადრინდელი რამდენიმე ათასწლეულის საშუალო მაჩვენებლებს.

ტემპერატურის მომატებამ  $1,5-2^{\circ}\text{C}$ -ით შესაძლოა გამოიწვიოს ანტარქტიკის და გრენლანდიის ყინულოვანი საფარველის დნობა, ამას მოყვება ოკეანის დონის აწევა და დაბლობი რაიონების წყალში ჩაძირვა.

როგორც მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, დაბალი ხილვადობის მიზეზია უწინარესად  $\text{NO}_x$  და  $\text{SO}_2$ ; ატმოსფეროს თვითგაწმენდის უნარს  $\text{CO}$  განსაზღვრავს. ზოგიერთი ანთროპოგენური აირის მოქმედება ცალსახა არაა და სხვადასხვა ფაქტორზეა დამოკიდებული. მაგალითად,  $\text{CO}_2$ -ის,  $\text{NO}_x$ -ის და  $\text{N}_2\text{O}$ -ს როლი ოზონის კონცენტრაციის ცვლაში სიმაღლეზეა დამოკიდებული. მეთანი ძირითადად ასუსტებს ამ ეფექტს; გამონაკლისია მხოლოდ ის რაიონები, რომლებიც ოზონის ზერელის ქვეშ მდებარეობს. მეთანის როლი ატმოსფეროს თვითგაწმენდის უნარში (ჰიდროქსილის რაოდენობის შემცირების გზით) ჩრდ. და სამხრეთ ნახევარსფეროებში განსხვავებულია: სამხრეთ ნახევარსფეროში იგი

ამცირებს მას, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში — პირიქით (იხ. ცხრილი IV.3).

#### 4. ჰიდროსფეროს უარყოფითი ცვლილება

##### 4.1. წყალი და მისი ჯანაწილება დედამიწაზე

ჰიდროსფერო — დედამიწის წყლიანი გარსი — მოიცავს ოკეანეებს, ზღვებს, ტბებს, მდინარეებს, ჭაობებს. მიწისქვეშა წყლებს. დედამიწაზე წყლის საერთო რაოდენობა დაახლოებით 1 386 მლნ კმ<sup>3</sup>-ს შეადგენს. ოკეანეებისა და ზღვების საერთო ფართი 2,5-ჯერ აღემატება ხმელეთისას. მსოფლიო ოკეანის საშუალო სიღრმე 3 704 მ-ია, მაქსიმალური — 11 034 მ. მისი მოცულობა დედამიწის საერთო მოცულობის 0,1%-ს არ აღემატება.

ჰიდროსფეროს 2,5% მტკნარია და შეადგენს დაახლოებით 7 მლნ მ<sup>3</sup>-ს პლანეტის თვითოეულ მაცხოვრებელზე. მაგრამ მისი დიდი ნაწილი ძნელადმისაწვდომია; თითქმის 70% პოლარული ქვეყნებისა და მთების ყინულოვან საფარშია დაკავებული.

ტბების საერთო ფართი 2 მლნ კმ<sup>2</sup>-ზე ცოტა მეტია. ყველაზე მსხვილი მტკნარი წყალსაცავი წყლის სარკის მიხედვით (82 680 კმ<sup>2</sup>) — ზედა ტბაა (აშშ), მაგრამ წყლის მოცუობით (11 600 კმ<sup>3</sup>) იგი ბევრად ჩამორჩება ბაიკალის ტბას (24 000 კმ<sup>3</sup>). ჭაობების ფართი დაახლოებით 3 მლნ კმ<sup>2</sup>-ია, აქედან 60% ყოფილ სსრკ-შია.

მდინარეები შეადგენენ წყლის მსოფლიო მარაგის 0,002%-ს. მიწისქვეშა წყლები — 1,7%-ს, ატმოსფერული წყლები — 0,001%-ს. ბიოლოგიური ანუ ცოცხალი ორგანიზმების შემცველი წყლები — 0,0001%-ს.

წყლის გამოყენება მრეწველობაში და სოფლის მეურნეობაში წლიდან წლამდე იზრდება; ამჟამად მატება 3,1%-ს შეადგენს წელიწადში. თანამედროვე მოსახლეობა იყენებს 3 000 კმ<sup>3</sup>-ზე მეტ მტკნარ წყალს წელიწადში. ყველაზე მეტი რაოდენობით იგი სოფლის მეურნეობაში იხარჯება. მაგალითად, 1 ტ ხორბალი საჭიროებს 1 500 ტ წყალს, 1 ტ ბრინჯი — 7 000 ტ, 1 ტ ბამბა — 10 000 ტ წყალს.

1 ტ ფოლადისა და თუჯის დამზადებაზე იხარჯება 15-20 მ<sup>3</sup> წყალი, აბრეშუმზე — 300-400, სინთეზურ ბოჭკოზე — 500, სპილენძზე

- 500, პლასტმასებზე - 500-1000, სინთეზურ კაუჩუკზე - 2-3 ათასი მ<sup>3</sup> წყალი.

საშუალო სიმძლავრის ქიმიური კომბინატი დღეში 1-2 მლნ მ<sup>3</sup> წყალს ხარჯავს. მსხვილ ქალაქებში, 3 მლნ-ზე მეტი მოსახლეობით. ყოველდღიურად 2 მლნ მ<sup>3</sup> წყალი იხარჯება.

#### 4.2. ჰიდროსფეროს გაბინძურება

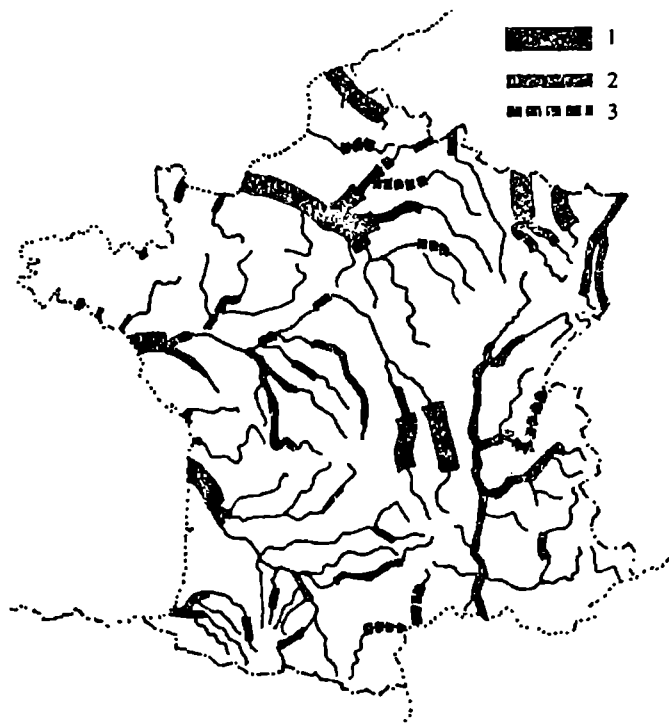
წყლის გაბინძურება თანამედროვეობის ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემაა. თუ ატმოსფეროს ცვლილება ჯერ-ჯერობით მხოლოდ პოტენციურ საშიშროებას უქმნის ბიოსფეროს, კონტინენტური და ოკეანური წყლების გაბინძურება, შეიძლება ითქვას, ჩვენი ყოველდღიური საზრუნავია.

მსოფლიო ოკეანე მილიონი წლების მანძილზე გიგანტური საფილტრაციო სისტემის როლს ასრულებდა. მაგრამ ამ ფუნქციას იგი თანდათან კარგავს, რადგან არ ძალუძს გადაამუშაოს აურაცხელი შხამქიმიკატი, სარეცხი საშუალება, პლასტიკური მასა, რომლის დიდი ნაწილი მისთვის ბოლო დრომდე უცხო იყო.

150-200 წლის წინათ მტკნარი წყლის პრობლემა ჯერ კიდევ არ იდგა კაცობრიობის წინაშე. მაგალითად, მდ. ტემზა XIX ს-ის დასაწყისში საკმაოდ სუფთა იყო და მასში შეიძლებოდა ორაგულის ჭერა. XVIII ს-ის ბოლომდე პარიზელები სასმელ წყალს პირდაპირ მდ. სენიდან იღებდნენ. ტემზაში ორაგული დიდი ხანია მოისპო, სენა კი დღეს მდინარისა და ჩამდინარე წყლების ნარეგია (სურ. IV.4.2.1)

უკეთეს მდგომარეობაში არც სხვა მდინარეებია. მაგალითად, რეინში 80-იანი წლების მონაცემებით, ყოველწლიურად 941 ტ ვერცხლისწყალი, 1 740 ტ ღარიშხანი, 1 700 ტ ტყვია, 1 400 ტ სპილენძი, 13 000 ტ ცინზი, 100 ტ ქრომი, 20 მლნ ტ სხვადასხვა მარილი იყრება.

სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო წყლები - ჰიდროსფეროს გაბინძურების ერთ-ერთი ყველაზე საშიში წყაროა. ჯერ კიდევ 60-იან წლებში ზღვებში ყოველწლიურად 700 მლრდ მ<sup>3</sup> ნახშირი წყალი ჩაედინებოდა; აქედან 1/3 - სამრეწველო იყო. რ. პარსონის მონაცემებით, 60-იანი წლების ბოლოსათვის აშშ-ის მდინარეებში ჩაღვრილი საყოფაცხოვრებო წყლების თითქმის 25% დაუმუშავებელი იყო, 31% გადიოდა მხოლოდ პირველად დამუშავებას, 44%-ს სრულად



სურ. IV.4.2.1. საფრანგეთის მდინარეების გაჭუჭყიანების რუკა, რამადის (1981) მიხედვით; გაჭუჭყიანება: 1 – ძლიერი, 2 – საშუალო, 3 – პერიოდული.

ამუშავებდნენ, მაგრამ წყლის სისუფთავის აღდგენა მხოლოდ 80%-ით ხერხდებოდა.

იაპონიაში თითქმის აღარ დარჩა მეტ-ნაკლებად დიდი მდინარე, რომელშიც ბანაობა შეიძლებოდა; ეს მდინარეები სამრეწველო ჩამდინარე წყლებითაა გაბინძურებული. ამასთან გაჩნდა ახალი დაავადებაც: წლების მანძილზე სამთო-გადამამუშავებელი კომბინატი „მიცუი“ იაპონიის ერთ-ერთ მდინარეში კადმიუმის შემცველ ნარჩენებს უშვებდა; ამ მდინარის წყლით ბრინჯის ნათესები ირწყვებოდა, ბრინჯთან ერთად კადმიუმი ადამიანის ორგანიზმში ხვდებოდა და ძვლებში გროვდებოდა. შედეგი მძიმე აღმოჩნდა: კადმიუმის შემცველი ძვალი არაჩვეულებრივად მყიფეა და იოლად ტყდება სხეულის უმნიშვნელო მოძრაობისას.

50-იან წლებში ბაიკალის ტბის სიახლოვეს ცელულოზ-მუყაოს

ორი ქარხანა აშენდა. უგულვებელყოფილი იყო ტბის უნიკალური სასმელი წყალი (იგი შეიცავს მტკნარი წყლის მსოფლიო მარაგის დაახლოებით 1/6-ს) და ცხოველთა მრავალი ენდემური სახეობა. რამდენიმე წლის შემდეგ ტბის ჰიდროქიმიურ რეჟიმში სერიოზული ცვლილებები აღინიშნებოდა.

როგორც შემდეგ გაირკვა, ყოველდღიურად ქარხნიდან ტბაში 150000 მ<sup>3</sup> წყალი ჩაედინება, რომლის მუტაგენური თვისებები შენარჩუნებულია მისი 50-100-ჯერადი გაზავების შემდეგაც კი; ყოველდღიურად ატმოსფეროში 100 ტ-მდე მავნე ნივთიერება იფრქვევა, საიდანაც 19 ტ – აეროზოლია, 3,5 ტ – გოგირდის ანჰიდრიდი; წლის განმავლობაში ტბაში 18000 ტ ქლორი ჩადის. ულან-უდე დღეში 120000 მ<sup>3</sup> საწარმოო ჩამდინარე წყალს გამოიმუშავებს, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ცხიმებს, ნავთობპროდუქტს, მძიმე ლითონებს. ყოველწლიურად მდ. სელენგას ბაიკალში 12000 ტ მინერალური, 3,5 ათასი ტ ორგანული, 135 ტ შეტივტივებული ნივთიერება ჩააქვს.

დიდი ტბები – ზედა, მიჩიგანი, გურონი, ერი, ონტარიო – აშშ-ისა და კანადის საზღვარზეა განლაგებული. ერთ დროს ეს სუფთა წყლის ერთ-ერთი ყველაზე მსხვილი რეზერვუარი იყო პლანეტაზე. მაგრამ ბოლო საუკუნის მანძილზე ტბების გაბინძურების დონე თანდათან იზრდებოდა, რაც, პირველ რიგში, მათ სიახლოვეს გაშენებულ მრავალრიცხოვან მსხვილ დასახლებულ პუნქტებთანაა დაკავშირებული. განსაკუთრებით იზარალებს ერიმ და ონტარიომ, რომლებიც დღეს თითქმის უსიცოცხლოა.

70-იან წლებში მდ. დეტროიტს ერიში ყოველდღიურად 7,5 მლნ მ<sup>3</sup> საყოფაცხოვრებო წყალი შეჰქონდა; აქ ყოველწლიურად ჩადიოდა 36 მლნ ტ მკვრივი ნაწილაკი, 4 მლნ ტ ქლორი, 27000 ტ ფოსფორი, 160000 ტ აზოტის ნაერთი. ნიაგარას და სხვა მდინარეებს ონტარიოში შეჰქონდათ 7.10<sup>6</sup> ტ მკვრივი ნაწილაკი, 6 მლნ ტ ქლორიდი, 12000 ტ ფოსფორი, 146000 ტ აზოტის ნაერთი.

80-იან წლებში ცნობილი გახდა, რომ შვეიცარიის ტბებში „ამერიკული ტრაგედიის“ ევროპული ვარიანტი თამაშდება. ჟენევის ტბა სიკვდილის პირამდე იყო მისული. წლიდან წლამდე ჟანგბადის შემცველობა აქ 30000 ტ-ით მცირდებოდა.

მიკრობიოლოგები აღნიშნავენ შვეიცარიის ტბებში ფეკალური წყლების კატასტროფულ ზრდას; გაბინძურების ერთ-ერთი მიზეზი ფოსფატებია, რომლებიც წყალში სარეცხ საშუალებებთან და სასუქთან

ერთად ხვდებოდა. გაჭუჭყიანებულ წყალში პათოგენური მიკრობები უფრო სწრაფად მრავლდება, ვიდრე სუფთაში. ეს ხელს უწყობს საშიში დაავადებების – ინფექციური ჰეპატიტის, ქოლერის, ტიფის, დიზენტერიის და სხვ. გავრცელებას.

ხმელთაშუა ზღვის პოპულარული პლავები ხშირადაა გაბინძურებული მდგრადი მიკროორგანიზმებით. ძირითადი მიზეზი სანაპირო ქალაქების ფეკალური წყლებია. არანაკლები მნიშვნელობა აქვთ ცელულოზ-ქაღალდის კომბინატების, კვების მრეწველობის სხვადასხვა ობიექტის (სასაკლაოები, რძის, შაქრის, ყველის ქარხნები) გაბინძურებულ წყლებს. მაღალი სიმძლავრის ცელულოზ-ქაღალდის კომბინატი წყალს თითქმის ისევე აჭუჭყიანებს, როგორც ნახევარმილიონიანი ქალაქი. ფინეთში ცელულოზ-ქაღალდის წარმოების ნარჩენები ყველა სამრეწველო ნარჩენის 84%-ს შეადგენს, შეედეთში – 80-ს, აშშ-ში 13%-ს.

არტაშონის აუზი (ბისკაის ყურე, საფრანგეთი) ამ თვალსაზრისით სავალალო მაგალითია. ცელულოზ-ქაღალდის კომბინატებმა ნამდვილ კლოაკად აქციეს ეს უნიკალური მხარე. არტაშონის აუზის ზოგიერთ რაიონში ზღვა თანდათან კვდება, მცენარეები და ცხოველები ისპობა, ზღვის პროდუქტების საკვებად გამოყენება საშიშია, ერთ დროს განთქმული სახამანწკე ფერმები არსებობას წყვეტენ; მხოლოდ 1960-65 წწ-ში წყლის გაბინძურების გამო 60-ზე მეტი ფერმა გაუქმდა.

გაბინძურებულია ბალტიის ზღვაც, სადაც 200-მდე მდინარე ჩაედინება. მის 20000 კმ-იან სანაპირო ზოლზე 60-მდე მსხვილი ქალაქია გაშენებული.

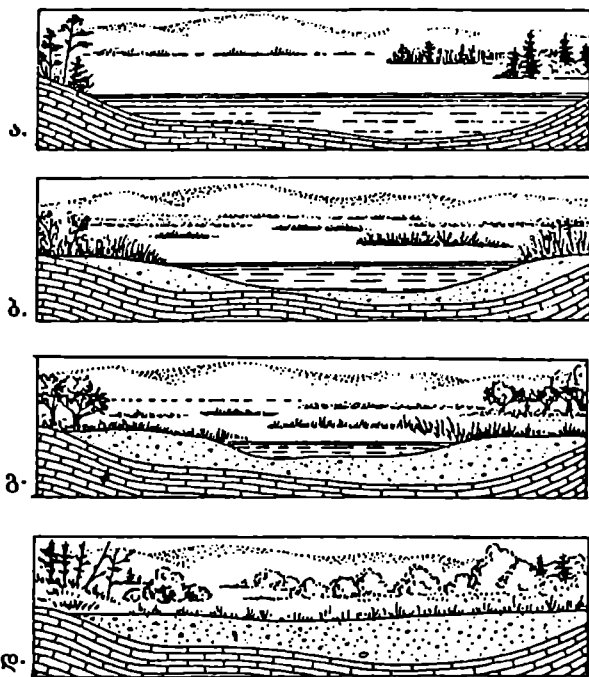
ოფიციალური მონაცემებით, საქართველოს 113 ქალაქსა და ქალაქის ტიპის დასახლებიდან, ცენტრალიზებული კანალიზაცია მხოლოდ 46-ს გააჩნია. კანალიზაციით არაა აღჭურვილი ზოგი საკურორტო ქალაქი. 1991 წელს წყალსატევებში ჩამდინარე წყლებით მოხვედრილია: ორგანული ნაერთები – 28 000 ტ, შეწონილი ნივთიერებები – 161 000, საერთო აზოტი – 4,700, კადმიუმი 0,05, მანგანუმი 1,9, სპილენძი 0,2, ღარიშხანი 29, ფენოლები 0,07 ტ.

სხვა ზღვების ანალოგიურად, შავი ზღვა ძლიერაა გაბინძურებული ანთროპოგენური ნივთიერებებით. ყოველწლიურად აქ რამდენიმე ათასი ტ ბიოგენური, 1,5-2 მლნ ტ ორგანული ნივთიერება ჩადის. შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია მატულობს, რაც, პირველ რიგში, ორგანულ ნივთიერებებთანაა დაკავშირებული.

ვეტროფიკაცია – წყლის გაბინძურების ერთ-ერთი შედეგია. იგი

შეიძლება დაეახსნათოთ, როგორც ჰიდრობიონტების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის მკვეთრი ზრდა ბიოგენური ელემენტების ჭარბი რაოდენობის გამო, რაც ფიტომასის ზრდას იწვევს და კვებითი ჯაჭვის შემდგომი რგოლების – კიბოსნაირთა, თევზების და სხვათა მასობრივ გამრავლებას უწყობს ხელს. ამას მოსდევს ჟანგბადის დეფიციტი და გოგირდწყალბადის დაგროვება, რის შედეგად წყალსატევი სიცოცხლისათვის თანდათან უვარგისი ხდება (სურ. IV. 4.2.2.)

ეკტროფიკაციის ძირითადი მიზეზი ნიტრატები და ფოსფატებია. მათი წყაროებია ადამიანისა და ცხოველთა ექსკრემენტები (რომლის თითქმის 50% ნიტრატებია); სასუქი, რომელიც ძლიერი წვიმების დროს სასოფლო-სამეურნეო მიწებშიდან ირეცხება; ფოსფორიტული



სურ. IV.4.2.2. ტბის დაბერების ეტაპები, რამაღის (1981) მიხედვით:  
 ა – ახალგაზრდა ოლიგოტროფული ტბა, ბ – ბიომასის ზრდა ტბაში,  
 გ – ევტროფული ტბა, დ – ტბის სრული ვაჭრობა.

შახტები, სარეცხი საშუალებები და სხვ.

ამერიკის დიდ ტბებში და უენევის ტბაში მიმდინარე მოვლენების ერთ-ერთი მიზეზი ევტროფიკაციაა. წყალმცენარეების ზრდის ინტენსივობა ერიში 1919 წლიდან თითქმის 20-ჯერ გაიზარდა. ამ ხნის მანძილზე, მცენარეთა კვდომის და ხრწნის შედეგად,  $O_2$ -ის შემცველობა, მეტადრე წყლის ღრმა ფენებში, კატასტროფულად კლებულობდა. ეს იწვევდა უხერხემლოთა რიგი სახეობის მოსპობას და მათთან ტროფულად დაკავშირებული სარეწაო თევზების რიცხოვნობის მკვეთრ დაცემას. მწვანე წყალმცენარეები შეიცვალა ლურჯმწვანეთი, რომელიც თევზის საკვებად უვარგისია.

70-იანი წლების ბოლოს აშშ და კანადამ ერთობლივი ღონისძიებები დაგეგმეს დიდი ტბების გადასარჩენად. 1975 წ კანადამ პირველმა შემოიღო შეზღუდვები ფოსფატების წარმოებასა და გამოყენებაში.

უკანასკნელი 15 წლის მანძილზე ფოსფორის შეტანა ერის ტბაში დაახლოებით 75%-ით შემცირდა. მიუხედავად ამისა, წყალი მაინც გაღარიბებულია ჟანგბადით. დაგეგმილია ფოსფორის შეტანის შემცირება კიდევ 15%-ით. ვარაუდობენ, რომ ამის შემდეგ ტბა აღდგენას დაიწყებს.

აშშ 10 000-მდე ტბა მეტ-ნაკლებად ევტროფიცირებულია. ევტროფიკაციის პროცესი ამ რამდენიმე ათეული წლის წინათ განთქმულ ლადოგის ტბაშიც დაიწყო. მიზეზია აზოტის და ფოსფორის შემცველი ნაერთები და ცელულოზ-ქაღალდის კომბინატების ჩამდინარე წყლები. ყოველწლიურად ტბაში 8000 ტ ფოსფორი ჩადის. მაგრამ, როგორც ვარაუდობენ, თუ მოვლენები კვლავაც ასე განვითარდა, 2010 წლისათვის ფოსფორის რაოდენობა 11000 ტ-ს მიაღწევს.

ევტროფიკაცია ჩვენს ტბებსაც შეეხო. განსაკუთრებით გამოირჩევა კუმისის, ჯანდარის, ნადარბაზევის, მარაბდის ტბები, სადაც ამ საუკუნის შუა წლებიდან ეს პროცესი ინტენსიურად ვითარდება. ბაზალეთის ტბაც კი, რომელიც ბოლო დრომდე შედარებით სუფთა იყო, მრავალ ადგილას ევტროფიცირებულია.

არსებული მონაცემებით, აშშ-ში ნიტრატების წლიური წარმოება დაახლოებით 10 მლნ ტ-ს შეადგენს, რაც აღემატება ბუნებრივი ბიოქიმიური პროცესების შედეგად სინთეზირებულ ნაერთებს. კომონორის (1969) მონაცემებით, 1944-69 წწ-ში ქალაქის ჩამდინარე წყლებში ნიტრატების რაოდენობამ 70%-ით მოიმატა.

ფოსფატების წყარო, სოფლის მეურნეობის გარდა, სარეცხი საშუალებების წარმოება და გამოყენებაა. 1966 წ აშშ-ში 2 მლრდ ტ სინთეზირებული სარეცხი საშუალება გაიყიდა, რომელიც 1 მლნ-მდე



ტ ფოსფატს შეიცავდა; აქედან მნიშვნელოვანი ნაწილი ჰიდროსფეროში მოხვდა. 80-იანი წლების მონაცემებით, აშშ ქალაქების ჩანარეცხი წყლები ერთ სულ მოსახლეზე 0,75-დან 2 კგ-მდე მინერალურ ფოსფორს შეიცავდა წელიწადში.

პრაქტიკულად ყველა ტოქსიკური ნივთიერება, წარმოქმნილი თანამედროვე სოფლის მეურნეობის, მრეწველობის, ტრანსპორტის, კომუნალური მეურნეობის, ენერგეტიკის ბაზაზე, ჰიდროსფეროში ხვდება. ისინი წყლის ჰიდროლოგიური რეჟიმის რღვევას და ცოცხალი ორგანიზმების საარსებო პირობების გაუარესებას იწვევენ. სხვა ნივთიერებებს შორის აღსანიშნავია ტყვია, რომლის ერთ-ერთი წყარო ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვია. ვარაუდობენ, რომ ჰიდროსფეროში ყოველწლიურად 25000 (სხვა მონაცემებით 150-200 ათასი) ტ ტყვია ხვდება; ჩრდ. ატლანტიკის წყლებში 1920-65 წწ-ში ამ მეტალის კონცენტრაციამ 0,01-დან 0,07 მგ/ლ-მდე მოიმატა.

ვერცხლისწყლის წლიურმა მსოფლიო წარმოებამ დიდი ხანია გადააჭარბა 10000 ტ-ს. აქედან მხოლოდ 20% გამოიყენება მრეწველობაში, დანარჩენი გარემოში იფანტება. ამის გარდა, 3000-მდე ტ ვერცხლისწყალი წიაღისეული სათბობის წვისას გამოიყოფა. აქედან ყოველწლიურად ოკეანეში 5000-მდე ტ ხვდება. კანადაში მდ. ინგლიშ-რივერი ქლორისა და კაუსტიკური სოდის დამამზადებელი ქარხნების ჩანარეცხით წლების მანძილზე იწამლებოდა ვერცხლისწყლით. სპეციალისტების დასკვნით, 70-იან წლებში ეს ქარხნები ყოველ ტონა დამამზადებულ პროდუქტზე ჩამდინარე წყლებში 100-200 გრ ვერცხლისწყალს უშვებდნენ.

დარიშხანი გარემოში პესტიციდების და დეფოლიანტების ხარჯზე ხვდება; გარკვეული რაოდენობით იგი ქვანახშირის წვისას გამოიყოფა. ამიტომ ქვანახშირზე მომუშავე საწარმოთა სიახლოვეს განლაგებული წყლები ხშირად დარიშხანის მაღალი შემცველობით ხასიათდებიან.

ბუნებრივ წყლებში დარიშხანის დასაშვები კონცენტრაცია 1-3 მკგ/ლ-ს შეადგენს, მაგრამ ხშირად ეს მაჩვენებელი მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი. ჩვენს მიერ ხსენებულ რაჭისა და ქვემო სვანეთის სამთო-ქიმიური ქარხნების ახლომდებარე მდინარეთა წყლებში დარიშხანის კონცენტრაცია ზოგჯერ ორ-სამ ათეულ მკგ/ლ-ს აღწევდა, ხოლო სოფელ ურავთან თოვლში კონცენტრაცია ხშირად 45-100 მკგ/ლ-მდე იზრდებოდა.

ნახშირწყალბადები კონტინენტური და ოკეანური წყლების

გაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა. ნავთობის მოპოვებასთან ერთად ამას ხელს უწყობს მისი ტრანსპორტირება და ნავთობპროდუქტების მრავალმხრივი გამოყენება. დღეს ზღვებში ყოველწლიურად 1 მლრდ-ზე მეტი ტ ნავთობი გადაიტანება; 0,1-0,2% – ტანკერების რეცხვისას გემის განტვირთვის შემდეგ ოკეანეში მეტ-ნაკლებად „ლეგალურად“ ხვდება. ამ მხრივ მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე გაბინძურებული რეგიონი ლა-მანში და პა-დე-კალეს სრუტეა; აქ ყოველდღიურად 300-მდე გემი გადის, რომელთა დიდი ნაწილი ბალასტიან წყალს ოკეანეში ღვრის (სურ. IV. 4.2.3).

არაფერს ვაშობთ ნავთობსასხმელი გემების ავარიების შესახებ. მხოლოდ 1960-70 წწ-ში ავარიების რაოდენობა მსოფლიო მასშტაბით 500-ს აღწევდა.

არანაკლებ საშიშია ზღვაში ნავთობის ჭაბურღილების მწყობრიდან



სურ. IV.4.2.3. ნავთობის ლაქები მსოფლიო ოკეანეში 80-იანი წლების დასაწყისში. პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით.

გამოსვლა. პირველი ავარია კალიფორნიის შელფზე მოხდა, რომლის დროს ზღვაში აუარებელი ნავთობი ჩაიღვარა.

რამადის (1981) მონაცემებით, მსოფლიო ოკეანეში სხვადასხვა მიზეზით წელიწადში საშუალოდ 5 მლნ (სხვების აზრით, 10 მლნ) ტ ნავთობი ხვდება. შავ ზღვაში ნავთობის კონცენტრაცია ხშირად 1 მკ/ლ-ს შეადგენს.

ერთი ტ ნავთობი დაახლოებით 12 კმ<sup>2</sup> წყლის ზედაპირს ფარავს

თხელი აპკით და მლნ-მდე ტ ზღვის წყალს აბინძურებს. ნავთობის აპკი ამუხრუჭებს ფოტოსინთეზის პროცესს და ჟანგბადის გამოყოფის ინტენსივობას ფიტოპლანქტონის მიერ, რაც ხშირად ჰიდრობიონტების მასობრივი დაღუპვის მიზეზია.

ორგანულ სინთეზირებულ ნაერთებს შორის ჰიდროსფეროს გაბინძურების თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს სარეცხ საშუალებებს, პოლიქლორობიფენილებს, ფენოლებს, პლასტმასის ნაწარმს. სარეცხი საშუალებები შეიცავს აქტიურ ნაერთებს – დეტერგენტებს და დამატებით ინგრედიენტს – არომატულ ნივთიერებებს, მათეთრებელ საშუალებებს, რომლებიც მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა. მდინარეებში მოხვედრილი დეტერგენტები ხშირად ძლიერ ქაფდება, ისე, რომ წყლის ზედაპირზე გადაკრული ქაფის სქელი ფენა თევზებისა და სხვა ჰიდრობიონტების მასობრივ გაგუღვას იწვევს.

*პესტიციდების წარმოება და გამოყენება* დიდ საშიშროებას უქმნის ჰიდროსფეროს. ერთი მხრივ, ხდება ზღვებისა და კონტინენტური წყლების გაბინძურება მათი წარმოების ნარჩენებით. ამის გარდა ტყეებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამუშავება ხელს უწყობს ტოქსიკური ნივთიერებების დაგროვებას ნიადაგის ზედა ფენებში, საიდანაც ისინი წვიმისა და გრუნტის წყლებით მდინარეებში ჩადიან. აქტიურ ნივთიერებათა დიდი ნაწილი ატმოსფეროში გადადის, სტრატოსფერული ნაკადებით ვრცელდება და ნალექთან ერთად ოკეანეებში ხვდება. პესტიციდების დიდი ნაწილი აქტიურად ერთვება კვებით ჯაჭვებში, რაც ხშირად მტაცებელი თევზებისა და ფრინველების ინტოქსიკაციას იწვევს.

*პოლიქლორობიფენილების (პქბ) მოლეკულური სტრუქტურა* ახლოა დღტ-სთან. ისინი უპირატესად პლასტმასის წარმოებაში გამოიყენება. პქბ-ს ვხვდებით როგორც ტბებში, ისე ოკეანურ წყლებში. შვედი მეცნიერების მონაცემებით, ზღვის ფრინველების (გვარები Fulmarus, Puffinus, Pterodroma ) ინტოქსიკაცია პქბ-ით ბოლო წლებში საგრძნობლად იზრდება. ანალოგიური სურათი შეინიშნება ბალტიისა და ჩრდ. ზღვების თევზებსა და წყლის ძუძუმწოვრებში.

80-იან წლებში პქბ-ის წარმოებამ ისეთ მასშტაბებს მიაღწია, რომ ის პრაქტიკულად მსოფლიოს თითქმის ყველა მსხვილ წყალსატევში აღინიშნებოდა. ვერცხლისწყლის მსგავსად, იგი კუმულირდება თევზებში და სხვა ჰიდრობიონტებში.

*სინთეზირებული პლასტიკური მასები* ერთ-ერთი გავრცელებული

ნივთიერებაა ზღვებში, ფენოლებს უპირატესად კონტინენტურ წყლებში ვხვდებით; იგივე ითქმის კრეზოლების და მათი ჰომოლოგების შესახებ.

II მსოფლიო ომის შემდეგ დელამიწაზე გაჩნდა გარემოს უარყოფითი ცვლილების გამოძწვევი კიდევ ერთი წყარო – ბირთვული დაშლის პროდუქტები, რომლებიც გარემოს რადიოაქტიურ გაბინძურებას იწვევს. ამ მხრივ ყველაზე სახიფათო ატომური ყუბარების გამოცდაა, რომელსაც მოსდევს ათასობით კილომეტრზე რადიოაქტიური ნარჩენების გაბნევა. როგორც სხვა ნივთიერებები, ისინიც ბოლოს და ბოლოს ოკეანურ წყლებში ხვდება.

ატომური რეაქტორების გაცივებისათვის წყლის დიდი რაოდენობაა საჭირო; 1000 მეგა-ვატის სიმძლავრის ატომურ ელექტროსადგურს სჭირდება 320000 ლ წყალი წუთში, ანუ 4,5 მლრდ ლ დღე-ღამეში. დანადგარის უმნიშვნელო მოშლილობის მიზეზითაც კი ნარეცხი წყალი ხშირად რადიოაქტიურია.

არაფერს ვამბობთ ატომური ელექტროსადგურების ავარიების შესახებ, რომლებიც თავისი მრავალმხრივი შედეგებით ხშირად ათეული წლების მანძილზე გვახსენებენ თავს.

დიდ საშიშროებას ქმნის მაღალაქტიური ნარჩენები ატომური იარაღის წარმოებისას. ჩვეულებრივ, მათ რკინაბეტონის კონტეინერებში ათავსებენ, რომლებიც ოკეანის სიღრმეებში იძირება. ამ ოპერაციის შესაძლო შედეგები არ საჭიროებს კომენტარს; საქმე ისაა, რომ კონტეინერის შენახვის პერიოდი შეუდარებლად მცირეა რადიოაქტიური ნივთიერების დაშლის პერიოდზე.

## 5. მიწების დეგრადირება

### 5.1. ნიადაგის საფარველის თანამედროვე მდგომარეობა

ნიადაგი ფარავს ხმელეთის უდიდეს ნაწილს; გამონაკლისია ყინულოვანი საფარველით, ბარხანებით, კლდეებით, ქვიანი ყრილებით დაკავებული ტერიტორიები. ხმელეთის ფართი 14 800 მლნ ჰა-ს შეადგენს; აქედან დაახლოებით 45% უდაბნოები, ნახევრადუდაბნოები, მუდმივი თოვლით დაფარული სივრცეები, ქალაქები, სოფლები, სამრეწველო ობიექტები და სხვა ტერიტორიებია, სადაც ნიადაგი არ არის, ან

სუსტადაა განვითარებული, ან უვარგისია გამოყენებისათვის.

სასოფლო-სამეურნეო მიწებისათვის ათვისებულია ხმელეთის 30%; დამუშავებული მიწების ფართი ერთ სულ მოსახლეზე 0,5 ჰა-ს აღწევს. შედარებით სრულად ათვისებულია ევროპისა და აშშ-ის მიწები. აქ მიწათმოქმედებისათვის გამოსაყენებელი რეზერვები თითქმის ამოწურულია. სამხრეთ ამერიკის, აფრიკის, ავსტრალიის, ნაწილობრივ აზიის რეზერვები ჯერ კიდევ მნიშვნელოვანია.

ნიადაგის საფარველის თანამედროვე მდგომარეობას უპირატესად ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა განსაზღვრავს. თანამედროვე ნიადაგები — ეს, პირველ რიგში, ადამიანის მრავალსაუკუნოვანი შრომის პროდუქტია. მოსავალთან ერთად, მას ნიადაგიდან ორგანული და მინერალური ნივთიერებები გამოაქვს და ამით აღარბიებს ნიადაგს. ასე, 1 ჰა მიწის ფართზე აღებული 136 ც კარტოფილთან ერთად იკარგება 48,2 კგ აზოტი, 19 კგ ფოსფორი, 86 კგ კალიუმი; იგივე ფართზე შაქრის ჭარხლის 224 ც მოსავლის აღებისას იკარგება 41,1 კგ აზოტი, 16,8 კგ ფოსფორი, 39,2 კგ კალიუმი. ძლიერი ქარბუქის დროს ხნულის 1 სმ-იანი ფენა ჰა-ზე 30 კგ აზოტს, 22 კგ ფოსფორს, 30 კგ კალიუმს კარგავს. დღეს ნიადაგის დეგრადირება რამდენიმე ასეულჯერ უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე მისი წარმოქმნა.

სახნავი მიწის ფართი განუხრელად მცირდება. მაგალითად, აშშ-ში ქალაქის ტერიტორიების გაფართოვება ყოველწლიურად 350 000 ჰა-ის დაკარგვას იწვევს. ურბანიზირებულ მიწებს აქ 250-მდე მლნ ჰა უკავიათ; მიწა, სადაც წვიმის წყალი ვერ იჟონება, 50 მლნ ჰა-ს შეადგენს.

ნიადაგის დეგრადირების წყაროებია საცხოვრებელი და საყოფაცხოვრებო ობიექტები, მრეწველობის სხვადასხვა დარგი, თბოენერგეტიკა, სოფლის მეურნეობა, ტრანსპორტი, რომელიც იწვევს ნიადაგის გაბინძურებას მეტალებით და მათი შენაერთებით, რადიოაქტიური ნივთიერებებით, პესტიციდებით, სასუქებით და სხვ. მაგალითად, ვერცხლისწყალი ნიადაგში პესტიციდებთან და სამრეწველო ნარჩენებთან ერთად შედის. 90-იანი წლების მონაცემებით, მხოლოდ აშშ-ში მისი წლიური დაგროვება ნიადაგში 4-5 ათას ტონას აღწევს. მოპოვებული ტყვიის ყოველი ტონიდან 25 კგ გარემოში ხვდება, მისი დიდი რაოდენობა ავტომანქანების გამონაბოლქვთან ერთად გამოიყოფა. ტყვიის შენაერთები საბოლოოდ ნიადაგში და წყალსატევებში გროვდება. სამრეწველო რაიონების ნიადაგებში ტყვიის შემცველობა ხშირად 25-27-ჯერ უფრო

მაღალია, ვიდრე სოფლად.

ყოველწლიურად გარემოში სპილენძის ემისია 35 კგ/კმ<sup>2</sup>-ს შეადგენს, ცინკისა 27 კგ/კმ<sup>2</sup>-ს. მათი ჭარბი რაოდენობა თრგუნავს ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებას, იწვევს მცენარეთა ზრდის შენელებას, მოსავლიანობის დაქვეითებას.

ნიადაგის დეგრადირების ერთ-ერთი მიზეზი მინერალური სასუქების უსისტემო გამოყენებაა. როგორც აღინიშნა, მოსავალთან ერთად, ადამიანი ნიადაგს აცლის მცენარისათვის აუცილებელ საკვებ ელემენტებს – აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს, ნაკლები რაოდენობით გოგირდს, კალციუმს, მაგნიუმს და სხვ. ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნების ერთ-ერთი გზა – ამ დანაკარგის ანაზღაურებაა სხვადასხვა სასუქის შეტანით.

შედარებით ფართოდ გამოყენებულ სასუქებიდან აღსანიშნავია ამონიუმის და კალიუმის ნიტრატი, ამონიუმის სულფატი, კალიუმის ქლორიდი, შარდოვანა, რომელიც ნიტრიფიკატორ ბაქტერიების მეშვეობით ნიტრატებად გარდაიქმნება. ფოსფორი გამოიყენება სუპერფოსფატის სახით. ჩამოთვლილი სასუქების გამოყენება მსოფლიო მასშტაბით წლიდან წლამდე იზრდება: 1945-65 წლებში მათი წლიური ხარჯი თითქმის 6-ჯერ გაიზარდა.

მაგრამ სასუქებთან ერთად ნიადაგში მრავალი ტოქსიკური ნივთიერებაც შეიტანება. ასე, სუპერფოსფატები შეიცავენ დარიშხანის, კადმიუმის, ქრომის, კობალტის, სპილენძის, ტყვიის, ნიკელის, ვანადიუმის, ცინკის მცირე რაოდენობას. ისინი მაღალი მდგრადობით ხასიათდებიან, ამიტომ ყოველი ახალი დოზა წინა წლებში დაგროვილ რაოდენობას ემატება.

ქიმიური სასუქებით მიწის გადამეტნაჯერობის შემთხვევაში, ნიტრატები და ფოსფატები მცენარეთა ქსოვილებში გროვდება, რაც საკვები პროდუქტების ხარისხის დაქვეითებას უწყობს ხელს.

მცენარეებში დაგროვებასთან ერთად, მინერალური სასუქების ზედმეტი რაოდენობა ნიადაგის სტრუქტურის მკვეთრ გაუარესებას იწვევს. კომონორის (1970) მონაცემებით, სისტემატური დაბუშაების შედეგად, ნიადაგის ორგანული კომპლექსი სწრაფად კნინდება, მისი ფიზიკური სტრუქტურა ირღვევა, ფილტრაციის და ტენიანობის შენარჩუნების უნარი ქვეითდება. მდგომარეობას ისიც ართულებს, რომ მხენელ-მთესველები ხშირად ივიწყებენ ნიადაგის გამდიდრებას ჰუმუსით, რომელიც უზრუნველყოფს მისი ნაყოფიერების აღდგენას.

ნიადაგს დიდი სანიტარულ-ჰიგიენური მნიშვნელობა აქვს. იგი არის

სხვადასხვა დაავადების გამომწვევი უდაბლესი ცხოველებისა და მიკროორგანიზმების საარსებო გარემო. ნიადაგის გაბინძურება ხელს უწყობს დაავადებათა აღმოცენებას და გავრცელებას. XX ს-ის II ნახევარში ბენგალიის (ინდოეთი) ცალკეულ რაიონებში ქოლერა მძვინვარებდა. რასაც პიდრომორფული (ალუვიალური, დაჭაობებული) ნიადაგების გაბინძურებას უკავშირებენ. შავი ჭირის, მეცლის ტიფის, ტუბერკულოზის, დიზენტერიის, ბრუცელოზის აღმსვრელთა ნიადაგში აღმოჩენის სიხშირე ბოლო ხანებში ასევე მატულობს.

## 5.2. ნიადაგის ეროზია

ნიადაგის ეროზია არის მისი ზედა ფენის დაშლა. გამომწვევი მიზეზების შესაბამისად, არჩვენ წყლისმიერ და ქარისმიერ ეროზიას, ანუ დეფლაციას. ამ უკანასკნელს ზოგჯერ ეოლურს უწოდებენ (ეოლი — ბერძნულ მითოლოგიაში ქარების ღმერთი).

ეროზია — ბიოსფეროსათვის დამახასიათებელი ბუნებრივი მოვლენაა. მისი ინტენსივობა დაახლოებით ისეთივეა, როგორც ნიადაგის წარმოქმნა. ბუნებრივ ანუ გეოლოგიურ ეროზიას გარკვეულ პირობებში სარგებლობაც კი მოაქვს. მაგალითად, მისისიპის, რეინის, ნილოსის დელტის ნაყოფიერი მიწები შეიქმნა ამ მდინარეთა ზემოწელიდან ჩამოტანილი ნიადაგის მასებისაგან.

ბუნებრივ ეროზიასთან ერთად, ცნობილია ანთროპოგენური ეროზია, რომელიც ადამიანის სამეურნეო საქმიანობასთანაა დაკავშირებული. შედარებისათვის აღვნიშნავთ, რომ 20 სმ სისქის ნიადაგის ბუნებრივ ჩარეცხვას ტყიან ტერიტორიაზე დაახლოებით 174 000 წელი სჭირდება, დამრეც მდელოზე — 29 000 წელი. მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე ეს პროცესი გაცილებით უფრო სწრაფად ვითარდება. სწორი თესვით დაპროცესირების პირობებშიც კი სახნავი მიწა იგივე სისქის ნიადაგს უკვე 100 წლის მანძილზე კარგავს.

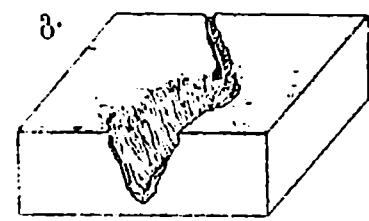
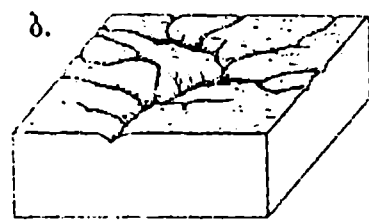
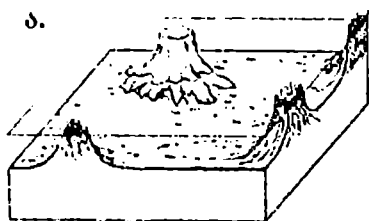
ნიადაგის წარმოქმნა მეტად ნელი პროცესია. 2,5 სმ სისქის ფენის წარმოქმნას რამდენიმე ასეული წელი სჭირდება. შესაბამისად, სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე ნიადაგის საფარველის რღვევა გაცილებით უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე მისი წარმოქმნა.

წყლისმიერი ეროზია 3 ტიპისაა — ზედაპირული, ჭავლური და ხევეური. ზედაპირული ეროზიის დროს წყალი ფართო ერთიანი ნაკადით მოძრაობს, ჭავლური ეროზიისას წყალი მცირე ზომის ღარებში გროვდება;

ხვეური ეროზიის დროს მცირე ნაკადები ერთიანდება მსხვილ ნიაღვრად, რომელიც ხშირად ღრმა ხეობებს ქმნის (სურ. IV. 5.2.1).

ყველა შემთხვევაში ნიადაგიდან გაიტანება საკვები ნივთიერებები და მცენარეული ნარჩენები – ნიადაგის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი, რომელიც მის ნაყოფიერებას განსაზღვრავს.

წყლის დინებაში მოხვედრილი ნიადაგის ნაწილაკები მდინარეთა კალაპოტებში და წყალსატევებში ილექება. დანალექის ზრდასთან ერთად წყალსატევი მცირდება. 1968 წ აშშ-ის 1000-მდე წყალსატევის შესწავლამ ცხადყო, რომ მათი 40% წელიწადში მოცულობის დაახლოებით 3%-ს კარგავს.



ნიადაგის შეტივტივებული ნაწილაკები უარყოფითად მოქმედებენ ჰიდრობიონტებზე. დანალექის ქვეშ შესაძლოა აღმოჩნდნენ ფსკერის ორგანიზმთა ადგილსამყოფელები. მღვრიე წყალი უშლის მზის სხივების შეღწევას ქვედა ფენებში, რაც აბრკოლებს ფიტოპლანქტონის ცხოველმოქმედებას.

ქარისმიერი ეროზია ანუ დეფლაცია არის ნიადაგის ზედა ფენის გამოფიტვა და ქარის მოქმედებით მისი ადგილგადანაცვლება. პირველ რიგში გამოიტანება ნიადაგის მსუბუქი და კარგად სტრუქტურირებული ნაწილი, ორგანული ნივთიერებების მაღალი შემცველობით. სამაგიეროდ ზედაპირზე რჩება მსხვილდისპერსიული ქვინიადაგი, რომელიც ძნელად ითვისებს ტენს.

ნიადაგის გამოფიტვა რეგულარული, თუმცა ნაკლებადშესამჩნევი მოვლენაა. მაგრამ ძლიერი ქარების დროს ჰაერის მძლავრი ნაკადი იტაცებს ნიადაგის მასას და შორ მანძილზე გადააქვს იგი. აღწერილია შემთხვევა, როდესაც ჰაერის თვითოეული კუბური კილომეტრი 450-მდე ტ ნიადაგს

სურ. IV.5.2.1. წყლისმიერი ეროზიის ფორმები, რეიმერსის (1990) მხედველით: ა – ზედაპირული, ბ – ჭაველური, გ – ხვეური.



შეიცავდა. აშშ-ში ქარისმიერი ეროზიის შედეგად ნიადაგის ყოველწლიური დანაკარგი საშუალოდ 17,5 ტ/ჰა-ს შეადგენს.

როგორც ითქვა, ანთროპოგენურ ეროზიას, უპირველეს ყოვლისა, მიწების არარაციონალური გამოყენება იწვევს; ესაა, ტყეების გადაკაფვა, პირუტყვის გადამეტებული ძოვება, ტერიტორიების უცეკო განაშენიანება და სხვ. ტყე ნიადაგის დაცვის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური საშუალებაა. ტყის ნიადაგი, ფესვთა მძლავრი სისტემის მეშვეობით, კარგად აკავებს თოვლისა და წვიმის წყალს. გრუნტის წყლების შეკვება აქ თანდათან და რეგულარულად ხდება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ტენიანობის შენარჩუნებას მთელი წლის მანძილზე. არსებული მონაცემებით, 1 მ<sup>2</sup> მშრალი ხავსი ერთი კგ მასით ძლიერი წვიმის შემდეგ 5 კგ-ს იწონის.

ტყის გაკაფვის შემდეგ ნიადაგი დაუცველი რჩება. თოვლისა და წვიმის წყალი თავისუფლად მოედინება მთების კალთებზე და თან მოაქვს ნიადაგის ნაწილაკები, რომლებიც შემდეგ მდინარეებში ჩაედინება. დაუცველი ნიადაგი მზის სხივების ზემოქმედებით ცხელდება, რაც იწვევს ჰუმუსის წარმომქმნელ ორგანიზმთა დაღუპვას.

ტყეების როლზე ეროზიული პროცესების განვითარებაში თბილისის შემოგარენის მოვლენებიც მეტყველებენ. ამ ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი წარსულში მუხნარ-რცხილნარით და წიფლნარით იყო დაფარული. მაგრამ დროთა ვითარებაში ტყეები გაიჩეხა, ფერდობები გაშიშვლდა და მრავალ ადგილას ეროზია განვითარდა. გ. ხარაიშვილის (1973) მონაცემებით, სახნავი მიწების ერთ ჰა-ზე ნიადაგის დანაკარგი აქ ხშირად 110-220 მ<sup>3</sup>-ს აღწევდა, რაც მრავალჯერ აღემატება ბუნებრივ დანაკარგს.

ეროდირებული ფერდობები წყალდიდობისა და სხვა სტიქიური მოვლენების წყაროცაა. წყალდიდობა ჩვენში არაერთხელ მომხდარა, მაგალითად, წაკისის ხეობაში 1887, 1940, 1948, 1955 წლებში; მდ. ვერეს ხეობაში — 1960 წელს და ა. შ. 1955 წელს წყალდიდობამ თბილისის გოგირდის აბანოების დატბორვა გამოიწვია, რასაც ადამიანის მსხვერპლი მოყვა. თბილისის შემოგარენის ფერდობები ტყიანი რომ ყოფილიყო, ასეთი მოვლენები აქ, ცხადია, არ განვითარდებოდა.

დაჩქარებული ეროზიის მიზეზი, ტყეების ჭრასთან ერთად, პირუტყვის გადამეტებული ძოვებაცაა. ერთის მხრივ, ისპობა მცენარეული საფარი და მისი აღდგენა ჭიანურდება. ამავე დროს, პირუტყვის ჩლიქებით ზიანდება ნიადაგი. შედეგად, მრავალწლიანი მცენარეები ერთწლიანი

იცვლება, რომლებიც, სუსტად განვითარებული ფესვთა სისტემის გამო, ცუდად იცავენ ნიადაგს. დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ ეროდირებულ საძოვრებზე, სადაც ერთწლიანი მცენარეები სჭარბობს, ძლიერი წვიმების დროს ჰექტარიდან რამდენიმე ტ ნიადაგი ირეცხება. ამავე დროს, შედარებით დაბალ მუზობელ მდელოებზე, სადაც მრავალწლიანი ბალახია, ზედაპირული წყლები გაცილებით ნაკლებია და ჰექტარიდან მხოლოდ რამდენიმე ათეული კგ ნიადაგი ირეცხება.

დაჩქარებული ეროზია — მიწათმოქმედების ერთ-ერთი ძირითადი მუხრუჭია. მისი მიზეზით ყოველწლიურად 50-70 ათასი კმ<sup>2</sup> მიწა იკარგება, რაც გამოყენებული სახნავი ფართის 3%-ს შეადგენს. არსებული მონაცემებით, სურსათის მწარმოებელი 4 ძირითადი სახელმწიფო — აშშ, ყოფილი სსრკ, ჩინეთი და ინდოეთი — ეროზიის შედეგად წელიწადში 13,2 მლნ ტ ნიადაგს კარგავს. აშშ-ში სახნავი მიწის 75% მეტ-ნაკლებად ეროდირებულია, ყოფილ სსრკ-ში — 73%.

ეროზიის ინტენსივობა დგინდება 1 ტ ნიადაგის დანაკარგით ჰა-ზე-თანამედროვე სოფლის მეურნეობაში ნახნავის სიღრმე 15-20 სმ-ია, რომლის მასა 2 250 ტ/ჰა-ს უახლოვდება. თუ ჩავთვლით, რომ ეროზიის სიჩქარე წელიწადში საშუალოდ 33 ტ/ჰა-ს შეადგენს, მაშინ ყოველწლიურად იკარგება 0,25 სმ ნიადაგი, ხოლო მთელი სახნავი ფენის დაკარგვას 60-70 წელი სჭირდება.

ეროზიის უკიდურესი ფორმა გაუდაბნობაა. ამ შემთხვევაში მცენარეული საფარი სრულ დეგრადირებას განიცდის და მისი თვითაღდგენა პრაქტიკულად არ ხდება.

არჩევნ გაუდაბნობების ორ ფორმას: დეზერტიფიკაციას. როდესაც გაუდაბნობების პროცესი უდაბნოს არეალის გაფართოებაში ვლინდება და დეზერტიზაციას, როდესაც ეს პროცესი ადგილზე, უდაბნოსაგან დამოუკიდებლად ხდება.

უდაბნობების და ნახევრადუდაბნობების საერთო ფართი დედამიწაზე 48,5 მლნ კმ<sup>2</sup>-ს, ანუ სიცოცხლისათვის ვარგისი ხმელეთის 30%-ს შეადგენს. აქედან ანთროპოგენურ უდაბნობებს დაახლოებით 10 მლნ კმ<sup>2</sup>, ანუ ხმელეთის ზედაპირის 6,7% უკავიათ. გაუდაბნობების პროცესი საათში 7 კმ<sup>2</sup>-ის (წელიწადში 6,9 მლნ ჰა) სისწრაფით ვითარდება. საშიშროების წინაშეა 30 მლნ კმ<sup>2</sup>, ანუ ხმელეთის 19% (სურ. IV.5.2.2).

გაუდაბნობება ბუნებრივი პროცესია, მაგრამ მნიშვნელოვანწილად მას ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა უწყობს ხელს. იქ, სადაც ნიადაგი



სურ. IV.5.2.2. გაუღაბნობა აშშ დასავლეთში. J. და ჩ. რეკელბის (1995)  
 მიხედვით: 1 – საშუალო, 2 – ძლიერი.

მწირია და მიმართავენ ხელოვნურ რწყვას, წყალი ინტენსიურად ორთქლდება, ხოლო ტერიტორიაზე მარილებით გაჯერებული წყალი რჩება. თუ ასეთი წყალი არ იქნა გატანილი სადრენაჟე სისტემით, კონცენტრაციამ შესაძლოა ისეთ ღონეს მიაღწიოს, რომ ნიადაგის ზედაპირზე მარილის თხელი ფენა იქმნება. ასეთ ადგილებში მცენარეები წვეტენ ზრდას და იღუპებიან. მდ. სენეგალის და ნიგერიის დელტები, ჩადის ტბის, ტიგროსისა და ევფრატის ველები – ამ ტიპის დამლაშების მაგალითებია.

გაუღაბნობას ინტენსიური მიწათმოქმედებაც იწვევს. როდესაც მიწათმოქმედი ცდილობს გაზარდოს მოსავალი თესვბრუნვის ვადების შემცირებით და მინდორს არ ტოვებს ანუელად, ნიადაგის ნაყოფიერება მცირდება და ეროზია სწრაფად იწყებს განვითარებას. ჩამოთვლილ მიზეზებს ხშირად ემატება ჭარბდასახლებულ რაიონებში გრუნტის

წყლების გადამეტებული ხარჯვა და მათი დონის დაწვევა, რაც მცენარეულ საფარზე დამლუპველ ზემოქმედებას ახდენს.

ეროზიის დაქვეითების ერთ-ერთი საშუალება სწორი თესვებრუნვაა. ამ შემთხვევაში ერთი კულტურა მეორით იცვლება, მაგალითად, ზორბალი სხვა მარცვლოვნით ან პარკოსნებით. ეროზიის გაძლიერების სერიოზული მიზეზი მიწის ზედაპირის დაქანებაა: რაც უფრო ციცაბოა ფერდობი, მით ძლიერია ეროზია. ამან სტიმული მისცა კონტურული ხენის მეთოდის შემუშავებას, რომელიც დატერასებაში გამოიხატება. ქარისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგო საშუალებაა ქარსაცავი ზოლები, რომლებიც საგრძნობლად ამცირებენ ქარის ძალას.

# თავი V. ანთროპომენური ფაქტორის გავლენა ცოცხალ სისტემებზე

## 1. ბიომრავალფეროვნების დაქვეითება

როგორც ბიოლოგიური სახეობა, ადამიანი გაჩნდა დედამიწის მაღალი ბიოტური მრავალფეროვნების ეპოქაში. მაგრამ მისი მიზეზით მცენარეთა და ცხოველთა მრავალფეროვნება ახლო მომავალში, როგორც ჩანს, ისეთ დონეს მიაღწევს, როგორც არ ყოფილა მეზოზოური ერის ბოლოდან, ანუ უკანასკნელი 65 მლნ წლის მანძილზე. რა შედეგებს გამოიღებს ეს – ძნელი სათქმელია, მაგრამ ზარალი უთუოდ კოლოსალური იქნება, მით უმეტეს, რომ სახეობების გადაშენება შეუქცევადი პროცესია.

ბოტანიკა და ზოოლოგია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა შედარებით ძველი დარგებია. მიუხედავად ამისა, მცენარეთა და ცხოველთა მრავალფეროვნების შესწავლის დონე მაინც დაბალია. საქმე ისაა, რომ ჩვენ არ ვიცით ცოცხალ ორგანიზმთა სახეობების თუნდაც მიახლოებული რაოდენობა; არაფერს ვამბობთ იმაზე, რომ რეალურად ვიყენებთ ცნობილ სახეობათა მხოლოდ მცირე ნაწილს.

მცენარეთა დადგენილი სახეობების რიცხვი სხვადასხვა ავტორის მონაცემით 265-500 ათასის ფარგლებში მერყეობს, ცხოველებისა კი 1-1,5 მლნ-ის ფარგლებში. ზოგიერთი ზოოლოგი თვლის, რომ დედამიწაზე ცხოველთა 3 მლნ-მდე სახეობა ბინადრობს, სხვების აზრით სახეობათა რაოდენობა 9 მლნ-ს უახლოვდება.

მკვლევართა ვარაუდით მცენარეთა და ცხოველთა შედარებით კარგად შესწავლილ ჯგუფებში (შიშველთესლიანები, ფრინველები, ტუბუშწორები) სახეობათა 50% უკვე აღწერილია; სამაგიეროდ ზოგიერთ ჯგუფში სახეობათა საერთო რაოდენობის მხოლოდ 20%-ია რეგისტრირებული. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებით ბევრს ფენსახსრიანთა, სოკოების, ოკენეთა სიღრმეების ბინადართა და ბაქტერიების შესწავლისაგან უნდა ველოდეთ. მაგალითად, ამ უკანასკნელთა სახეობების რაოდენობა 3000-ს აღემატება, მაგრამ სპეციალისტების აზრით, ეს რიცხვი დროთა განმავლობაში რამოდენიმეჯერ გაიზრდება. ამის მკაფიო დადასტურებაა 80-იანი წლების დასაწყისში სამხრეთ კალიფორნიაში ჩატარებული კვლევები, რომლის დროს დედამიწის წიაღში, დაახლოებით 350 მ-ზე, მთელი ბაქტერიული ფლორა გამოვლინდა, რომელიც ძირითადად ახალი

სახეობებისაგან შედგებოდა. ფრინველებშიც კი, რომლებიც სისტემატიკურად შედარებით უკეთ არიან შესწავლილი, ყოველწლიურად 1-2 ახალი სახეობა აღიწერება.

სხვა საქმეა, თუ როგორ აითვისა ადამიანმა ცოცხალ ორგანიზმთა წარმომადგენლები. ამჟამად იგი იყენებს მცენარეთა ველური ფორმების 0,1%-ზე ნაკლებს, მრავალი მათგანის თვისებები მისთვის დღემდე უცნობია. კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე საკვებად გამოყენებულია 7000-მდე სახეობის მცენარე, მაგრამ დღეს მათი რაოდენობა 3 ათეულს არ აღემატება.

ამავე დროს, ბოლო წლებში გამოვლინდა 75000-მდე სახეობის მცენარე, რომელთა ნაწილები შესაძლოა გამოყენებულ იქნას საკვებად, სამკურნალოდ და სხვა მიზნებისათვის; თანაც მათი თვისებები არ ჩამორჩება დღეს ცნობილ კულტურებს. მაგალითად გამოდგება გუარი (*Psophocarpus*), რომელიც ახალ გვინეაში იზრდება. ამ მცენარეს ხშირად „ცოცხალ უნივერსამს“ უწოდებენ, რადგან მისი ყველა ნაწილი საკვებად ვარგისია, წვეწვინისაგან კი ყავისმაგვარ სასმელს ამზადებენ.

პალმა ბაბასუ ამაზონის აუზში ბინადრობს. 500 ძირისაგან შემდგარი პლანტაცია 15-20 ათას ლიტრ ზეთს იძლევა წელიწადში. *Catharantus roseus* მადაგასკარზე ცხოვრობს; მისგან ორ ალკალოიდს ამზადებენ – ვინბლასტინს და ვინკრისტინს, რომლებიც ეფექტურად მოქმედებს მწვავე ლიმფოლეიკოზის დროს. მხოლოდ ამ ორი ნივთიერებისგან ქვეყნის შემოსავალი 100 მლნ დოლარს შეადგენს წელიწადში. მადაგასკარზე ამ გვარის კიდევ 5 წარმომადგენელი ბინადრობს, რომელთა მნიშვნელობა ჯერ-ჯერობით არაა ცნობილი; მათგან ერთი – გადაშენების პირამდეა მისული.

აშშ-ში სამკურნალო პრეპარატების 25% მცენარეულ ექსტრაქტებზეა დამზადებული და მათი ხელოვნურად მიღება შეუძლებელია. ამჟამად სამკურნალო მიზნით 5000-მდე სახეობის მცენარე გამოიყენება; საქციალისტების აზრით, სავსებით რეალურია კიდევ ამდენივე სახეობის ათვისება.

არაფერს ვამბობთ სხვადასხვა სახეობის შეჯვარებისა და ჰიბრიდული ფორმების შესახებ, რომელთაც ხშირად მრავალი სასარგებლო თვისება გააჩნიათ – მაღალი მოსავლიანობა, ამტანობა დაავადებების, გვალვის მიმართ და სხვ.

ამგვარად, სრულიად აშკარაა, რომ, ერთის მხრივ, ბიოსისტემატიკა კვლავაც უნდა ვითარდებოდეს, რათა მცენარეთა და ცხოველთა

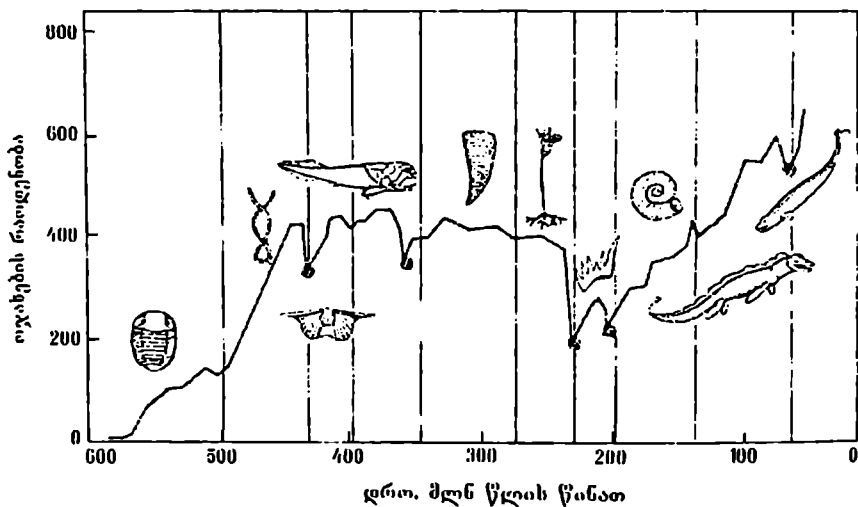
სახეობრივი მრავალფეროვნება უფრო სრულად იქნეს ასახული. ამავე დროს, ყოველმხრივ უნდა შეისწავლებოდეს მეცნიერებისათვის უკვე ცნობილი სახეობებიც, რათა დადგინდეს მათი გამოყენების შესაძლებლობა სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა სფეროში.

ეს საკითხი ბოლო ხანებში დიდ აქტუალობას იძენს. ამაზე მეტყველებენ ფლორისტულ-ფაუნისტური კადასტრები, რომლებიც იკვლევენ და აჯამებენ მონაცემებს მცენარეთა და ცხოველთა თავისებურებების შესახებ რეგიონის და მთელი პლანეტის მასშტაბით. მაგალითად, აშშ კიბოს ნაციონალურ ინსტიტუტში ყოველწლიურად რამდენიმე ათასი მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერება შეისწავლება მათი სამკურნალო გამოყენების მიზნით. სამწუხაროდ, კადასტრების საკითხი ჩვენში მხოლოდ ჩანასახოვან მღვთმარობაშია.

ბიომრავალფეროვნება შეიძლება განიმარტოს, როგორც ცოცხალი სისტემების მრავალგვარობა მათი ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე – ინდივიდთა ნებისმიერი დაჯგუფებიდან მაკროსისტემებამდე. ბიომრავალფეროვნებაში, პირველ რიგში, იგულისხმება სახეობრივი მრავალფეროვნება, ანუ სახეობათა რიცხვი მოცემულ თანასაზოგადოებაში ან მოცემულ რეგიონში. ბოლო ათეულ წლებში ბიომრავალფეროვნების დახასიათებისას უპირატესი მნიშვნელობა პოპულაციურ მიდგომას ენიჭება, რადგან პოპულაციების შესწავლა შესაძლებლობას გვაძლევს უფრო სრულად ავსახოთ კონკრეტულ გარემოსთან სახეობის შეგუების სპეციფიკა და, რაც მთავარია, დაეადგინოთ მისი როლი ეკოსისტემაში.

ბიომრავალფეროვნებაში იგულისხმება არა მხოლოდ სახეობათა რიცხვი, არამედ ინდივიდების რაოდენობაც პოპულაციებში. ეს ორი მაჩვენებელი ურთიერთკავშირშია: რაც უფრო ოპტიმალურია საარსებო გარემო, მით მაღალია სახეობრივი მრავალფეროვნება; რაც უფრო იზრება ოპტიმიზმიდან საარსებო პირობები, მით უფრო მცირდება სახეობრივი მრავალფეროვნება, სამაგიეროდ იზრდება ინდივიდების რაოდენობა თვითოეულ სახეობაში.

ბიომრავალფეროვნება მხოლოდ აღმავალი გზით როდი იცვლებოდა! მრავალუჯრედიანების გაჩენის შემდეგ 5 მსხვილი კატასტროფა მოხდა, რომლის შედეგად მცენარეთა და ცხოველთა სახეობების მნიშვნელოვანი ნაწილი სამუდამოდ გადაშენდა. მათ შორის გამოირჩევა პერმული კატასტროფა, რომლის დროს მხოლოდ ზღვის ცხოველთა სახეობების 80%-ზე მეტი მოისპო. როგორც აღნიშნავს დ. რაუპი (ჩიკაგოს უნივერსიტეტიდან), „თუ ეს მონაცემები რამდენადმე მანც შეესატყვისება



სურ. V.1.1. ბიომრავალფეროვნების ცვლილება დედამიწაზე, ვილსონის (1989) მიხედვით.

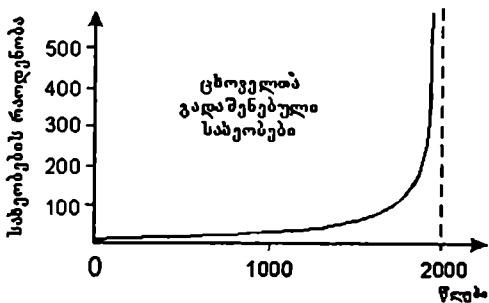
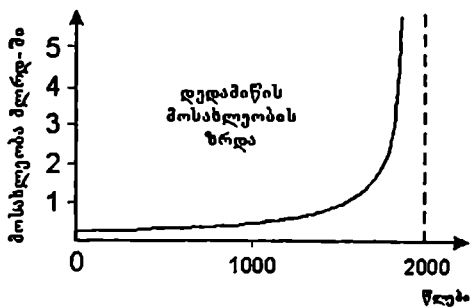
რეალობას, შეიძლება დავასკვნათ, რომ იმ დროს სიცოცხლე დედამიწაზე ბევრზე უკეთესად. მაგრამ საკმარისი აღმოჩნდა 5 მლნ წელი, რომ სახეობრივ მრავალფეროვნებას კვლავ აღმავლობა დაეწყო (სურ. V. 1.1.)

უკანასკნელი საუკუნეების მანძილზე ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენით ბიომრავალფეროვნება კატასტროფულად ქვეითდება. სამწუხაროდ, ამ პროცესის შედეგები მხოლოდ ნაწილობრივად ცნობილი, სახელდობრ, როდესაც ვითვალისწინებთ მცენარეთა და ცხოველთა რეგისტრირებულ სახეობებს. მაგრამ რამდენი სახეობა მოისპო, ვიდრე მეცნიერებისათვის გახდებოდა ცნობილი – ამის თქმა ძნელია.

სიმპტომატურია, რომ სახეობათა გადაშენების ინტენსივობა კორელირებს მოსახლეობის რაოდენობასთან: რაც უფრო იზრდება მოსახლეობა, მით მეტია გადაშენებულ სახეობათა რიცხვი (სურ. V. 1.2.). მხოლოდ ბოლო საუკუნეში მცენარეთა და ცხოველთა ასობით სახეობა გადაშენდა, ათასობით კი გადაშენების პირამდეა მისული. სრულ გადაშენებასთან ერთად ნაწილობრივი გადაშენებაც ხდება, რაც ცალკეული პოპულაციების მოსპობაში გამოიხატება. ასეთ სახეობათა რიცხვი მრავალ ათასს შეადგენს.

პ. ოლდაკის (1990) მონაცემებით, ყოველდღიურად დედამიწაზე მცენარეთა და ცხოველთა 1-2 სახეობა გადაშენების პირამდე მიდის.





სურ. V.1.2. კავშირი მოსახლეობის ზრდასა და გადაშენებული ცხოველების რაოდენობას შორის, ბაუერის და სხვ. (1968) მიხედვით.

ყოფილ სსრკ-ს ტერიტორიაზე ყოველ 4 წელიწადში ძუძუმწოვრების ერთი სახეობა სამუდამოდ იკარგებოდა. ძუძუმწოვრებისა და უმაღლესი მცენარეების ყოველი მეზუთე, რეპტილების – მეოთხე, ფრინველების – მეათე სახეობა აქ დაცვის სათანადო ზომებს საჭიროებს.

გარეული ცხოველების მსოფლიო ფონდის შეფასებით, მომავალი ათასწლეულის დასაწყისში მოისპობა გორილა, მარტორქა, ბენგალის ვეფხვი, ორანგუტანი. მხოლოდ გერმანიაში ამ დროისათვის გადაშენდება ცხოველთა სახეობების 1/4 და მცენარეთა 1/5. გადაშენების საშიშროების წინაშე მდგარ სახეობათა რიცხვი XXI საუკუნის ბოლოსათვის მილიონს მიაღწევს.

ბიომრავალფეროვნების თვალსაზრისით, პირველ რიგში, ტროპიკული ტყეები გამოირჩევიან. თუმცა ამ ტყეებს ხმელეთის მხოლოდ 6-7% უკავიათ, აქ თავმოყრილია ფლორისა და ფაუნის ნახევარზე მეტი და

გადაშენების პირამდე მისულ სახეობათა 70%. მრავალფეროვნების ასეთ დონეს, პირველ რიგში, ყვავილოვანი მცენარეები და მწერები განსაზღვრავენ, რომელთა სახეობების საერთო რიცხვი, სხვა სისტემატიკურ კატეგორიებთან შედარებით, ბევრად დიდია.

სახეობრივი მრავალფეროვნების დაქვეითების თვალსაზრისით, მატერიკებზე მეტად კუნძულებმა იზარალებს. ფრინველთა 161 სახეობიდან, რომლებმაც უკანასკნელი 350 წლის მანძილზე შეწყვიტეს არსებობა, 149 – კუნძულებზე ბინადრობდა. მაგალითად, ჰავაის კუნძულებზე მრავალი სახეობა შედარებით ახლო წარსულში წარმოიშვა; მათი 97% ენდემურია. სამწუხაროდ, მათ ვერ გაუძლეს კონკურენციას ინტროდუცირებულ ფორმებთან და გადაშენდნენ.

ხშირად ისმის კითხვა: რა მნიშვნელობა აქვს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას?

პირველ რიგში, ჩვენ ვკარგავთ გენოფონდს, ანუ პოტენციურად სასარგებლო მცენარეებისა და ცხოველების რეზერვს. უნდა აღინიშნოს, რომ მცენარეული წარმოშობის მთელი საკვები პროდუქტების 90% მხოლოდ 12 სახეობის მცენარეზე მოდის; კანადაში ჭვავის მოსავლის 75%-ს 4 ჯიში იძლევა, აშშ-ში კარტოფილის მოსავლის 72%-ს – 4 ჯიში, ბარდის მთელ მოსავალს კი მხოლოდ 2 ჯიში.

კულტურულ მცენარეთა ესოდენ მცირე რიცხვი მრავალი არასასურველი მოვლენის მიზეზი შეიძლება იყოს. გენეტიკური ერთგვაროვნება ხელს უწყობს მცენარეთა დაცვითი უნარის შესუსტებას, სხვადასხვა დაავადების აღმოცენებას, მოსავლის დაქვეითებას და ა.შ. ველური სახეობები – ის რეზერვია, რომლის მეშვეობით კულტურულ მცენარეთა ჯიშების განახლება უნდა ხდებოდეს. იგივე შეიძლება ითქვას შინაური ცხოველების ჯიშების შესახებ. ამგვარად, ბიომრავალფეროვნების დაქვეითება გენეტიკური ფონდის შემცირებას ნიშნავს. მცენარეთა და ცხოველთა ამა თუ იმ სახეობის მოსაპოვებლად ჩვენ ფაქტიურად ვკარგავთ სასარგებლო ორგანიზმებს ან სასარგებლო გენებს.

აქედან გასაგებია, თუ რა მნიშვნელობა შეიძლება ჰქონდეს კულტურულ სახეობათა მონათესავე ფორმების აღმოჩენას და მათ გამოყენებას. მექსიკაში, ერთ-ერთ ბორცვზე, 80-იანი წლების ბოლოს ველური სიმინდის (*Zea diploperennis*) სახესხვაობა იყო აღმოჩენილი. ეს სიმინდი მრავალწლიანია, ამიტომ, კულტურული ჯიშებისაგან განსხვავებით, მას არ სჭირდება ყოველწლიური თესვა. ამის გარდა,

იგი მდგრადია სხვადასხვა ვირუსული დაავადების მიმართ და კარგად ხარობს ტენიან ნიადაგებზეც. მეცნიერები თვლიან, რომ ჰიბრიდიზაციის ტრადიციული მეთოდებით ამ თავისებურებების გადაცემა სიმინდის კულტურულ ჯიშებში უადრესად სასარგებლო იქნება. ახალი სახესხვაობა ჯერ-ჯერობით მხოლოდ აღნიშნულ ტერიტორიაზე დადგენილი.

შემდეგ, სახეობის მოსპობა ხშირ შემთხვევაში მთელი თანასაზოგადოების ცვლილებას იწვევს. ჩვენ ყოველთვის არ შეგვიძლია გავითვალისწინოთ კვებითი ჯაჭვიდან სახეობის ამოვარდნის ყველა შედეგი. მწერების, ფრინველების მრავალი წარმომადგენელი მხოლოდ გარკვეული სახეობის მცენარით იკვებება, ამიტომ ამ უკანასკნელის ბიოცენოზიდან ამოვარდნამ შესაძლოა მასზე დამოკიდებული ცხოველების მოსპობა გამოიწვიოს.

მისურის ბოტანიკური ბაღის თანამშრომელთა მონაცემებით, ყოველი გადაშენებული სახეობის მცენარე თეორიულად რამდენიმე სახეობის მწერის ან უმაღლესი ცხოველის ლიკვიდაციას ნიშნავს. ველური ცხოველების საერთაშორისო ფონდის ცნობით, აშშ-ის ერთ-ერთ ნაკრძალში მოსპევს ჰეკარები – გარეული ღორის მონათესავე სახეობა. ამას მოყვა რამდენიმე სახეობის ამფიბიის მოსპობა, რადგან ისინი სარგებლობდნენ ჰეკარების მიერ ნიადაგში გათხრილი ღრმულებით და, როგორც ჩანს, იკვებებოდნენ მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტებით.

ადამიანის აგრესიულობა მგლის მიმართ იმით უნდა აიხსნას, რომ ამ მტაცებლის როლი კვებით ჯაჭვში ბოლომდე არაა დადგენილი. მგლის ერთ-ერთი მსხვერპლი ირემია, რომელთა შორის იგი, პირველ რიგში, სუსტ და დაავადებულ ცხოველებს სპობს. შედეგად, მგელი ხელს უწყობს ირემების ჯოგის გაჯანსაღებას. მონადირე კი, ერთის მხრივ, ამცირებს ჯოგის რიცხოვნობას, მაგრამ, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია, აუარესებს ირმის ჯოგის ხარისხს, რადგან თავად ირჩევს სრულყოფილ და ჯანსაღ ცხოველებს.

ეკოსისტემების მდგრადობა და ბიომრავალფეროვნება მჭიდრო ურთიერთკავშირშია. მოდელი „ბიომრავალფეროვნება – მდგრადობა“ გულისხმობს მრავალფეროვნების წამყვან როლს: რაც უფრო მაღალია იგი, მით მდგრადია ეკოსისტემა. თუ ეკოსისტემიდან ამოვარდა მისი რომელიმე წევრი, მდგრადობა შესაძლოა შესუსტდეს.

მოდელი „მდგრადობა – ბიომრავალფეროვნება“ საწინააღმდეგო სიტუაციას ასახავს; თუ ეკოსისტემის მდგრადობა შეირყა (მაგალითად,

მძლავრი ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენით), მისი სახეობრივი მრავალფეროვნება დაქვეითებას იწყებს. ლიტერატურაში ორივე ამ მოდელის დამადასტურებელი არაერთი მაგალითია ცნობილი (უილსონი, 1989).

არც თუ იშვიათად ეკოსისტემა ორივე მხრიდან განიცდის დაწოლას: ქვევიდან – სახეობათა ამოვარდნის შედეგად და ზევიდან – ეკოსისტემაზე ამა თუ იმ უარყოფითი ზემოქმედებით. ასეთ სიტუაციაში ჰომეოსტაზური მექანიზმების ეფექტურობა ხშირად მნიშვნელოვნად ქვეითდება.

ნათქვამიდან გამომდინარე, გასაგებია დაცული (ან ხელშეუხებელი) ტერიტორიების მნიშვნელობა; როგორც წესი, დაცული ტერიტორიები ბიომრავალფეროვნების თვალსაზრისით ყოველთვის უფრო მდიდარია ანალოგიურ, მაგრამ დაუცველ ეკოსისტემებთან შედარებით.

დაბოლოს, ბიომრავალფეროვნების დაქვეითებას წმინდა ეთიკური მნიშვნელობაც აქვს. როგორც რობერტ მაკ-კლანგი აღნიშნავს, „ადამიანს შეუძლია იცხოვროს ვეშაპების, დათვების, არწივების, წეროების, ბელურების გარეშე; მისი არსებობა ნაკლებადაა მათზე დამოკიდებული. მაგრამ თუ ადამიანი გულგრილია ამ ცხოველების ყოფნა-არყოფნის მიმართ, იგი კარგავს გაცილებით მეტს, ვიდრე რეალურად შეიძლება მათგან მიიღოს. ჩვენი მეზობლების მოსპობა სერიოზული გაფრთხილება უნდა იყოს ჩვენთვისაც“.

ადამიანი ცხოველებს ექცევა, როგორც განუვითარებელ არსებებს, რომლებიც მასზე ბევრად დაბლა დგანან. ასეთი მიდგომა მცდარია. ცხოველებს არ შეიძლება მივუდგეთ ადამიანის საზომით. თუ, ერთის მხრივ, მათთან შედარებით ჩვენ მართლაც ვდგავართ განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე, მეორეს მხრივ, მათ გააჩნიათ თვისებები, რომლებიც ჩვენ დიდი ხანია დაკვარგეთ, ან არასოდეს გვექონია. ჩვენგან განსხვავებით, ეს სულ სხვა სამყაროა, რომლის არსებობა ჩვენსას დაემთხვა დროში.

როგორია ბიომრავალფეროვნების დაქვეითების მასშტაბები? დღემდე არსებული მონაცემები არ იძლევიან ამ კითხვაზე ამომწურავ პასუხს, თუმცა სპეციალისტებმა გამოძებნეს არაპირდაპირი გზები ზოგიერთი დასკვნისათვის. ცნობილია, რომ არქიპელაგებზე (მაგალითად, ვესტ-ინდოეთში, პალინეზიაში) სახეობათა რიცხვი კუნძულის ფართის პროპორციულია: რაც უფრო დიდია კუნძული, მით მეტია აქ სახეობები და პირიქით. შედარებით ხშირ შემთხვევაში ფართის 6-10-ჯერადი

გაზრდა შეესატყვისება სახეობათა რიცხვის გაორმაგებას. ანტილიის 5 კუნძულზე ერთმანეთს შეადარეს მათი ფართი და აქ მოზინადრე ამფიბიებისა და რეპტილიების სახეობათა რაოდენობა. როგორც გაირკვა, ყველაზე დიდ კუნძულ კუბაზე სახეობათა რაოდენობა 2,5-ჯერ ჭარბობს ყველაზე მცირე კუნძულ საბას მაჩვენებლებს; როგორც ფართის, ისე სახეობათა რაოდენობის მხრივ, დანარჩენ კუნძულებს გარდამავალი ადგილები უჭირავთ.

ამ კანონზომიერების გათვალისწინებით ამერიკელი ეკოლოგები შესაძლებლად თვლიან იმსჯელონ ბიომრავალფეროვნების დაქვეითების დონის შესახებ ბიოცენოზის დეგრადირების შედეგად. ამ შემთხვევაში არეალის ფართის და სახეობათა რიცხვის თანაფარდობა დაახლოებით ისეთივეა, როგორც არქიპელაგებზე; ფართის 6-10-ჯერადი შემცირება სახეობათა რიცხვის განახევრებას შეესაბამება.

არსებული მონაცემები ხშირ შემთხვევაში მართლაც ემთხვევა აღნიშნულ თანაფარდობას. ბრაზილიის უმდიდრესი ტყეები ოკეანის სანაპიროს გასწვრივ თითქმის 98%-ით მოისპო. ამას მოყვა ტყის ბიოცენოზის მრავალფეროვნების შემცირება თითქმის 65%-ით.

წვიმიანი ტყეების ფართი ყოველწლიურად დაახლოებით 1%-ით მცირდება. ეს იწვევს აქ მოზინადრე სახეობათა რაოდენობის შემცირებას 0,2-0,3%-ით. თუ ვივარაუდებთ, რომ სახეობათა საერთო რაოდენობა წვიმიან ტყეებში დაახლოებით 2 მლნ-ია, დაერწმუნდებით, რომ დანაკარგი შეადგენს დაახლოებით 4 ათას სახეობას წელიწადში.

როგორია სახეობათა გადაშენების სიჩქარე? სპეციალისტების აზრით, ესეც დამოკიდებულია არეალის ფართზე, აგრეთვე მის დანაწევრების ხარისხზე და ა. შ. რაც უფრო ვრცელია დეგრადირებული სივრცე, უფრო მეტად მცირდება სახეობათა სრული მოსპობის პერიოდი. კუნძულებზე, ტბებში და სხვა იზოლირებულ ეკოსისტემებში სახეობათა გადაშენება გაცილებით უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე კონტინენტებზე და ოკეანეებში.

თუ სახეობის განაწილება ბიოტოპის ფარგლებში მეტ-ნაკლებად თანაბარია, მისი ელიმინირების კოეფიციენტი შედარებით დაბალია; დაქსაქსული ბიოტოპის შემთხვევაში სახეობის ელიმინაცია რამდენიმეჯერ უფრო სწრაფად ხდება. როდესაც პერუში, ერთ-ერთი ქედის ზედა სარტყელში მოსაქვს ტყე, რომელიც ძლიერ იყო დაქსაქსული, მცენარეთა 90%-ზე მეტი დაუყოვნებლივ და სამუდამოდ გადაშენდა.

ეკოლოგების მიერ ბოლო დროს დადგენილია პლანეტის „ცხელი

წერტილები“, ანუ რეგიონები, რომლებიც გადაშენებულ, ან გადაშენების საშიშროების წინაშე მდგარ სახეობათა სიმრავლით გამოირჩევა. მათ შორისაა ჩოკოს დეპარტამენტი (კოლუმბია), ატლანტის ოკეანის სანაპირო ბრაზილიაში, მადაგასკარი, ფილიპინები, მალაიზია, კუნძულ ბორნეოს ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი, ახალი კალედონია და სხვ. განსაკუთრებულ შემოთქმას ბაიკალის ტბა იწვევს, სადაც ათობით სახეობის ცხოველს მოსპობა ემუქრება.

ბიომრავალფეროვნების დაქვეითებასთან დაკავშირებით, ეკოლოგების წინაშე სერიოზული პრობლემა წამოიჭრა. იგი გლობალურ დათბობას ეხება. ვარაუდობენ, რომ კლიმატური გადახრა ახლო მომავალში 1 კმ/წ-ის სიჩქარით გავრცელდება. ასეთ შემთხვევაში მრავალი სახეობა მიიძე მდგომარეობაში აღმოჩნდება. ეს განსაკუთრებით მცენარეებს ეხება, რადგან მათი განსახლების შესაძლებლობა ბევრად ჩამორჩება ცხოველებისას. ასე, ზოგიერთი ნაძვის განსახლების ტემპი მხოლოდ 10-20 კმ-ს შეადგენს საუკუნის მანძილზე. ამერიკელი ეკოლოგის მ. დევისის აზრით, ჩრდ. ამერიკის 3 წარმომადგენელი – ყვითელი არყი, წიფელი და ნეკერჩხალი – გლობალური დათბობის საპასუხოდ „იძულებული იქნება“ 500-1000 კმ-ით გადაინაცვლოს ჩრდილოეთისაკენ. ცხადია, არეალის ანალოგიური შეცვლა ათასობით სხვა სახეობის მცენარესაც მოუწევს. რამდენი სახეობა შეეგუება ახალ პირობებს და რამდენი დაიღუპება – ამის თქმა ეხლა შეუძლებელია.

მცენარეები და ცხოველები გარემო პირობების ცვლილებასთან ერთად უნდა იცვლებოდნენ. სახეობები, რომლებმაც ვერ შეძლეს ადაპტირება ახალ პირობებთან, ისპობიან და მათ ადგილს სხვები იკავებენ. დედამიწაზე აღარ არიან დინოზავრები და მფრინავი რეპტილიები, სამაგიეროთ ბინადრობენ ფორმები, რომლებიც არ იყვნენ იმ ძველ დროში. ადამიანი ისეთი სისწრაფით ცვლის გარემოს, რომ მცენარეებს და ცხოველებს არ ყოფნით დრო ევოლუციისათვის, რომელიც მისცემს მათ საშუალებას დაიკავონ დაკარგულ სახეობათა ადგილი. ამის შესახებ თუნდაც ის ფაქტი მეტყველებს, რომ ძუძუმწოვართა გადაშენებული სახეობების თითქმის ნახევარი ბოლო 60 წელზე მოდის.

უკანასკნელი 20-25 წლის მანძილზე აქტიურად მუშავდება ბუნებრივი პროცესებისა და გარემოს მდგომარეობის მონიტორინგის საფუძვლები. ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგი – ესაა დაკვირვებების სისტემა მიკროორგანიზმთა, მცენარეების და ცხოველების რაოდენობრივ და

ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე ბუნებრივ და ანთროპოგენურ ფაქტორთა ზემოქმედების გამოსავლენად.

მონიტორინგი შეიძლება ჩატარდეს სხვადასხვა მიზნით და სისრულით, მოიცავდეს ცალკეულ სახეობებს (პოპულაციებს) ან მოელ ეკოსისტემებს. პირობით გამოყოფენ მონიტორინგის 3 ძირითად მიდგომას – კომპოზიციურს, სტრუქტურულს და ფუნქციურს და 4 დონეს – გენეტიკურს, პოპულაციურს, სახეობრივს და ბიოცენოზურს (Noss, 1990).

ჩვეულებრივ, მონიტორინგის I ეტაპზე დგინდება ტაქსონომიური მრავალფეროვნება, ანუ მცენარეთა და ცხოველთა ძირითადი ჯგუფების სახეობათა ნუსხა. II ეტაპი მოიცავს დომინანტი სახეობებისა და ეკოსისტემებში მათი ფუნქციური როლის დადგენას. ამის საფუძველზე შესაძლებელია კვლევის III ეტაპზე გადასვლა, რომელიც ხანგრძლივ დაკვირვებას გულისხმობს.

ჩვენს პირობებში სავსებით შესაძლებელია ერთიანი მონიტორინგის ორგანიზება, რომელსაც არსებული სამეცნიერო-კვლევითი სტრუქტურები განახორციელებენ. ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგის ობიექტი შეიძლება იყოს მცენარეთა და ცხოველთა კომპლექსები ცალკეული ეკოსისტემების თუ ბიომების დონეზე.

## 2. მცენარეული საფარის დებრაღირება

მცენარეული საფარის მოსპობა მრავალ ფაქტორთანაა დაკავშირებული. ბუნებრივ მიზეზებს შორის ერთ-ერთია კლიმატის ისტორიული ცვლა, რამაც ჩვენი პლანეტის მრავალ რეგიონს საგრძნობლად შეუცვალა იერი. მაგრამ მოსახლეობის რიცხოვნობის ზრდა და, მასთან დაკავშირებული, ახალი მიწების ათვისება, როგორც ჩანს, მაინც რჩება ტყეების გაჩანაგების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად. ამის მაგალითია უძველესი ცივილიზაციის რეგიონები – ჩინეთი, მდ. ინდის ხეობა, ხმელთაშუა ზღვის აუზი, მექსიკა, სადაც ტყეები ძველი დროიდან ინტენსიურად ნადგურდებოდა.

ცენტრალურ და ჩრდ. ევროპაში ტყეების მოსპობა ჩვენი ერის პირველი ათასწლეულის ბოლოს დაიწყო. რომის იმპერიის დროს ევროპის 9/10 გაუვალი ტყეებით იყო დაფარული, მაგრამ დღეს

პირველადი და კლიმაქსური ტყეები აქ დიდი იშვიათობაა. 70-იანი წლების ოფიციალური მონაცემებით, ევროპის ტყეების საერთო ფართი (სსრკ-ს გარეშე) ტერიტორიის 30%-ს უახლოვდება, თუმცა მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი სკანდინავიაში და აღმოსავლეთ ევროპაშია; თანაც ამ ფართში აერთიანებენ პარკებს, სანერგებს, პლანტაციებს, რომელთაც არაფერი აქვთ საერთო ბუნებრივ ეკოსისტემებთან.

სასოფლო-სამეურნეო მიწების გაფართოვების მიზნით აშშ-ში ბოლო 200 წლის მანძილზე პირველადი მცენარეული საფარი თითქმის ისევე შემცირდა, როგორც ევროპაში 1000 წლის განმავლობაში. აღმოსავლური ტყეები აქ დაახლოებით 170 მლნ ჰა-ზე იყო გაჭიმული — ატლანტის სანაპიროდან მისისიპის ნაპირებამდე. მაგრამ დღეს კლიმაქსურ ტყეებს ტერიტორიის მხოლოდ 18 მლნ ჰა უკავიათ (სურ. V. 2.1.)

აღმოსავლეთში მცენარეული საფარი გასულ ათასწლეულში განადგურდა. ტყის მიმართ განსაკუთრებული „აგრესიულობით“ ჩინელები გამოირჩეოდნენ. ბოლო მონაცემებით ტყეებს ამ ქვეყნის ტერიტორიის მხოლოდ 10% უკავიათ.

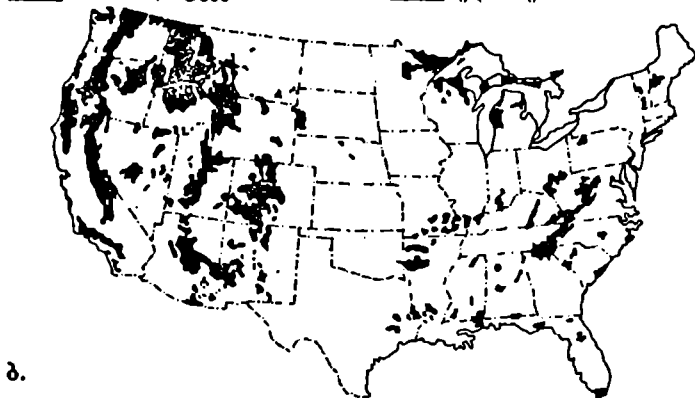
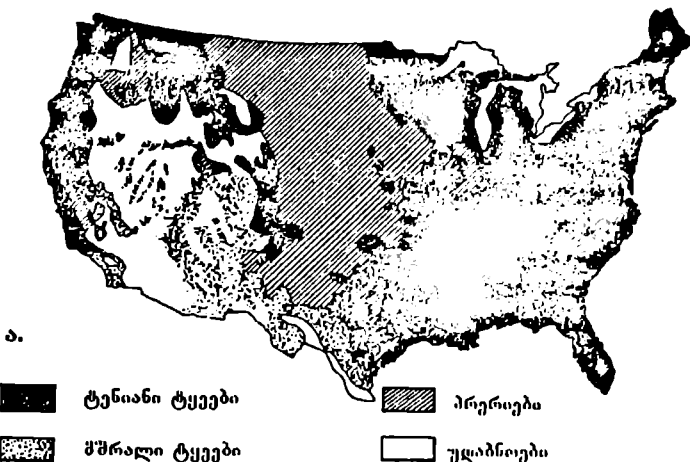
ტყეების დეგრადირების ერთ-ერთი მიზეზია მერქნის გამოყენება ნედლეულად, რაც კაცობრიობის ისტორიის მანძილზე განუხრელად იზრდება. განვითარებად ქვეყნებში მერქანი, როგორც საწვავი, დღესაც ფართოდ გამოიყენება. მხოლოდ 1958 წელს ამ მიზნით მსოფლიო სატყეო პროდუქციის 55%, ანუ 550 მლნ ტ დაიხარჯა.

მერქნის გამოყენების ინტენსივობა მსოფლიო მასშტაბით უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე ამას ექსპერტები წინასწარმეტყველებდნენ. ასე, 1952 წლის პროგნოზით, 1980 წელს 700 მლნ მ<sup>3</sup> მერქანი უნდა დამზადებულიყო, მაგრამ უკვე 1962 წელს დამზადდა და დაიხარჯა 1200 მლნ მ<sup>3</sup>, მომდევნო წლებში — კიდევ უფრო მეტი. მრავალ ქვეყანაში ტყის ჭრა მნიშვნელოვნად აღემატება მის ბიოლოგიურ პროდუქტიულობას.

80-იან წლებში დედამიწაზე ყოველწლიურად 3 მლრდ მ<sup>3</sup>-მდე ხე-ტყე მზადდებოდა; აქედან დაახლოებით ნახევარი მექანიკურ დამუშავებას და ქაღალდის დამზადებას ხმარდებოდა, დანარჩენი გამოიყენებოდა როგორც ენერჯის წყარო. გაეროს 1993 წლის მონაცემებით, ხე-ტყის მსოფლიო დამზადება დღეს 1,4-2-ჯერ აჭარბებს 1980 წლის მაჩვენებლებს.

მრავალ ქვეყანაში ტყის ჭრა მნიშვნელოვნად აღემატება მის პროდუქტიულობას. 1958 წლიდან ევროპაში დამზადებული მერქნის





სურ. V.2.1. ტყეების მოსაობა აშშ-ში, დასმანის (1979) მიხედვით:  
 ა - ტყეების თაუდაპირველი განაწილება, ბ - თანამედროვე სურათი.

რაოდენობამ (309 მლნ მ<sup>3</sup>) გადააჭარბა ამ ტერიტორიის ტყეების წლიურ ნამატს (282 მლნ მ<sup>3</sup>). 60-იან წლებში საფრანგეთში იჭრებოდა 5 მ<sup>3</sup>/ჰა წელიწადში, რაც თითქმის ორჯერ აღემატება ამ ქვეყნის ტყეების საერთო პროდუქტიულობას.

ჩვენს პლანეტაზე ჟანგბადის ბალანსის სტაბილიზირების, კლიმატის რეგულირების თუ ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების თვალსაზრისით, ტროპიკულ მარადმწვანე ტყეებს და ჩრდ. ნახევარსფეროს ბორეალურ წიწვოვან ტყეებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ. თუმცა

ტროპიკულ ტყეებს ხმელეთის მხოლოდ 6-7% უკავიათ, მათზე ჩვენი ფლორისა და ფაუნის ნახევარზე მეტი მოდის. ამის მიუხედავად, ტროპიკული ტყეები ბარბაროსულად ჩანაგდება; ბოლო საუკუნის მანძილზე მათი საერთო ფართი დაახლოებით 50%-ით შემცირდა და ყოველწლიურად თითქმის 100 000 კმ<sup>2</sup>-ით კლებულობს (ეს მეტია, ვიდრე შვეიცარია და პოლანდია, ერთად აღებული). ეს ტყეები მოისპო ნიგერიაში, ეთიოპიაში, კოტ-დივუარში; არის საშიშროება, რომ უახლოეს წლებში იგი განადგურდება მადაგასკარზე, ეკვადორზე, ბრაზილიის სანაპიროზე. რამადის (1980) აზრით, თუ ტროპიკული ტყეების რღვევა ასეთივე ტემპით გაგრძელდა, 20-25 წლის შემდეგ მათგან, როგორც ჩანს, არაფერი დარჩება.

სახარის სამხრეთით აფრიკის ტერიტორიის მხოლოდ 17%-ია დაფარული ტყით, მაშინ როდესაც ჩვენი ერის დასაწყისში ტყეს აქ ტერიტორიის 60% ეკავა. უარეს მდგომარეობაშია მადაგასკარი. სულ რაღაც 100 წლის წინათ მისი ტერიტორიის 3/4 გაუვალი ტყით იყო დაფარული; ამჟამად 2/3 ნახევრადუდაბნოა, ტყეს კი ქვეყნის მხოლოდ 30% უკავია (სურ. V. 2. 2). ტარის უდაბნო პენჯაბში 150 000 კმ<sup>2</sup>-ზეა გადაჭიმული. 200 წლის წინათ ეს ტერიტორია გაუვალი



სურ. V.2.2. ტროპიკული მარადმწვანე ტყეები აფრიკაში, ღორსგის (1979) მიხედვით: ტყეების ვაერცელების თანამედროვე ტერიტორია გამუქებულია, 100 წლის წინათ ტყეებით დაფარული ტერიტორია დამტრიხულია.

ჯუნგლებით იყო დაფარული; ტყის ხარჯზე უდაბნოს ფართი ყოველწლიურად  $8\text{კმ}^2$ -ით იზრდება.

ექსპერტების აზრით, ტროპიკული ტყეების ესოდენ კატასტროფული შემცირების მიზეზია ხე-ტყის საწვავად გამოყენება და მიწათმოქმედების საახოე სისტემა. ეს უკანასკნელი იმაში მდგომარეობს, რომ მიწათმოქმედი კაფავს ტყის გარკვეულ მონაკვეთს და მის ადგილზე მოსავალი მოყავს. რამდენიმე წლის შემდეგ, როდესაც ნიადაგი იფიტება, მიწათმოქმედი ახალ ტერიტორიას ითვისებს. ამავე დროს, ტროპიკული ტყეები თითქმის უვარგისია სოფლის მეურნეობისათვის. 2-7 წლის განმავლობაში ერთი შეხედვით ნაყოფიერი ნიადაგი იფიტება, შემდეგ კი ინტენსიურ ეროზიას განიცდის.

რიგმა საერთაშორისო ორგანიზაციამ, როგორცაა მსოფლიო ბანკი. გაეროს სასურსათო და სასაფლო-სამეურნეო დეპარტამენტები, გარკვეული ნაბიჯები გადადგა ტროპიკული ტყეების გადასარჩენად. 1968-80 წწ-ში ამ მიზნით 1154900 დოლარი გამოიყო, მაგრამ ამას რამდენადმე მნიშვნელოვანი შედეგი არ მოჰყოლია. 1985 წელს ახალი ნაბიჯები გადაიდგა: აშშ მსოფლიო რესურსების ინსტიტუტის მიერ ორგანიზებულმა ექსპერტთა ინტერნაციონალურმა ჯგუფმა (56 ქვეყნის წარმომადგენელთა მონაწილეობით) დაამუშავა ტროპიკული ტყეების შენარჩუნების ვრცელი პროგრამა. იგი ფინანსირდება მსოფლიო ბანკის და გაეროს გარემოს დაცვის კომისიის მიერ. ამ ინიციატივის შედეგები ჯერ-ჯერობით ცნობილი არ არის.

ტაიგის ზონის წიწვოვან ტყეებს გლობალური ეკოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ. მწვანე სარტყელის სახით, ისინი გარს ეკვრიან ჩრდ. ნახევარსფეროს და მომიჯნავე სამხრეთ რაიონებს ჩრდილოეთის ქარებისაგან იცავენ.

სულ რაღაც 70 წლის წინათ ეს ტყეები ჯერ კიდევ ინარჩუნებდნენ ბუნებრივ იერს, ამჟამად კი ისინი საგრძნობლადაა დეგრადირებული. განსაკუთრებული ცვლილებები ტაიგის ტყეებმა სსრკ-ს ევროპულ ნაწილში განიცადეს, სადაც 20-იანი წლების შემდეგ რეგულარული და ერთიანი ჭრა ხორციელდება. რუსეთის ვაკის ზოგიერთი რაიონი უკიდურესადაა გამჭრელებული. ასე, კურსკის ოლქში ტყეს ტერიტორიის მხოლოდ 6% უკავია, ორიოლის ოლქში — 5, სარატოვის ოლქში — 4,6, ვოლოგდის ოლქში — 2,4%.

როგორც ცნობილია, ტყეების ინტენსიური ექსპლუატაციის შედეგად, სუქცესიური პროცესები, როგორც წესი, შეუქცევად ხასიათს ღებულობს,

ასე რომ პირველადი ეკოსისტემის აღდგენა პრაქტიკულად არ ხდება. ასეთ ექსპლუატაციას, უკეთეს შემთხვევაში, თანსდევს გაშიშვლებული ტერიტორიების მხოლოდ ნაწილობრივი გატყინება, ისიც მცენარეთა სხვა სახეობების ხარჯზე; ზოგჯერ კი ტერიტორია ბალახოვანი საფარველით იფარება ან ჭაობდება.

რამაღს აღწერილი აქვს ტყის ბიოცენოზის ცვლა საფრანგეთის ერთ-ერთ ხმელთაშუაზღვისპირა რაიონში. საქმე ეხება კლიმაქსურ მუხნარს, რომელიც ხანძრის შედეგად მეორადი ფიჭვნარით შეიცვალა. შემდეგ ფიჭვნარიც იცვლება და გავერანებულ ტერიტორიაზე ფენს იკიდებს კერმესის მუხა – მცირე ზომის ხე, არაჩვეულებრივად გამძლე ცეცხლის მიმართ. ზეინტენსიური მეცხოველეობა ხელს უწყობს რეგრესიული სერიის ბოლო ეტაპს, როდესაც მაქსიმალურად გაღარიბებული ცენოზი წარმოდგენილია ბოლქოვანი და ერთწლოვანი მცენარეების ერთეული სახეობებით. აღნიშნულ ტერიტორიაზე შეიცვალა ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თავისებურებებიც. ზაფხულის მშრალ თვეებში ნიადაგის ტემპერატურა იმდენად იზრდება, რომ იწვის არა მხოლოდ მცენარეული საფარი, არამედ ჰუმუსის. შედარებით ღრმა ფენებიც კი.

ანალოგიურ მოვლენას აკად. ნ. კეცხოველიც აღწერს. იგი ეხება საქართველოს ზოგიერთი რაიონის მთების წინაკალთების მცენარეული საფარის ცვლილებას უსისტემო ექსპლუატაციის შედეგად. ეს პროცესი რამდენიმე საფეხურს მოიცავს. ასე, მაგალითად, ქართული მუხისაგან, რცხილისაგან, ნეკერჩხლისაგან და იფნისაგან შემდგარი ბიოცენოზი ანთროპოგენური სუქცესიური პროცესების შედეგად ტიპური ჯაგ-ეკლიანი და უროიანი ბიოცენოზით იცვლება.

სამწუხაროდ, ტყეების გადაწვა დღესაც გრძელდება; მას მიმართავენ ბალახოვანი საფარველის ზრდის სტიმულირებისათვის. მაგალითად, 60-70-იან წლებში პროვანსში და კორსიკაზე ამ მიზნით 240000 ჰა, ანუ ტყის მასივების თითქმის 60% გადაწვეს. მხოლოდ ერთ ზაფხულს კორსიკაზე მოისპო 26000 ჰა ტყე.

ნიგერიაში II მსოფლიო ომის შემდეგ კაკაოს პლანტაციების გაშენების მიზნით ყოველწლიურად 250 000 ჰა-მდე ტყე ისპობოდა. განაში იგივე პლანტაციებმა და ტექნიკურმა კულტურებმა ტყეების ფართი თითქმის 85%-ით შეამცირა. იგივე ითქმის კენიაზე და ტანზანიაზე, სადაც ტყეებს ტერიტორიის მხოლოდ 2% უკავიათ.

ბოლო ათეული წლების მანძილზე ტყეების მოსპობის ერთ-ერთი მიზეზი ჭარბდასახლებაა. ბრაზილიაში 60-იან წლებში დემოგრაფიული აფეთქების და მასთან დაკავშირებული ტერიტორიის უკმარობის გამო, მთავრობამ მოსახლეობას ამაზონის რაიონის ტყით დაფარული ტერიტორია (ლატა) შესთავაზა. გაიხსნა მრავალი ტრანსკონტინენტური გზა. შედეგი მოულოდნელი აღმოჩნდა: მაგისტრალების გასწვრივ ზოგიერთი რაიონი უკვე რამდენიმე წლის შემდეგ იყო დეგრადირებული. როგორც ამერიკული ეკოლოგები აღნიშნავენ, რაც წინათ ჰუმუსით მდიდარი ნიადაგის სქელ ფენად გამოიყურებოდა, სწრაფად დაიშალა, ისე რომ ტროპიკული ტყე მოკლე ხანში გაშიშვლებულ ლატერიტულ „კავშირად“ იქცა.

მცენარეული საფარის მოსპობის და ტერიტორიის გაუდაბნობების მიზეზი ხშირად გრუნტის წყლების მარაგის შემცირებაა. ეს დაკავშირებულია მოსახლეობის მიერ საყოფაცხოვრებო თუ სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის გრუნტიდან წყლის ინტენსიურ ამოღებასთან, რაც მისი ბუნებრივი დონის დაცემას იწვევს.

ტყეების ერთ-ერთი მტერი საქონელია, პირველ რიგში, თხა და ცხვარი. თხას ტყეების გაჩანაგების ძირითად მიზეზად თვლიან ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებში – საბერძნეთში, იუგოსლავიაში, ესპანეთში, ჩრდ. აფრიკაში, სირიაში, პალესტინაში, თურქეთში. რამადის აზრით, მაგრების და ახლო აღმოსავლეთის – ერთ დროს უსაზღვრო ტყით დაფარული რეგიონის – გაუდაბნობების ერთ-ერთი ფაქტორი მესაქონ-ლეობაა.

XVI ს-ის დასაწყისში წმ. ელენეს კუნძულის დიდი ნაწილი დაბურულ ტევრს ეკავა, ძირითადი სახეობა შავი ხე იყო. კუნძულზე თხის შეყვანის შემდეგ, ტყემ სწრაფად იწყო დეგრადირება, ისე რომ XVII საუკუნეში აქ ტყე თითქმის აღარ იყო, ხოლო შავი ხე მთლიანად მოიშპო.

უკანასკნელი 15 წლის მანძილზე ტყეების მოსპობას კიდევ ერთი მიზეზი დაემატა – ხე-მცენარეთა დაავადება, რომელიც ფოთლების მასობრივ ცვენაში, ფესვთა სისტემის ლპობაში, მცენარეთა ზრდის შენელებაში გამოიხატება. როგორც ვარაუდობენ, მიზეზი – მჟავა წვიმებია. პირველად ეს მოვლენა სკანდინავიაში აღინიშნა, მოგვიანებით ცენტრალურ ევროპაში და ჩრდ. ამერიკაში; ჯერ-ჯერობით არაა შენიშნული ხმელთაშუაზღვეთის რეგიონში. 90-იან წლებში დაავადებული ტყეების საერთო ფართი იყო: გერმანიაში 50%, ნიდერლანდებში

– 50, შვეიცარიაში – 35, ავსტრიაში – 30, პოლონეთში – 26%; მილიონ ჰა-ზე მეტი ჩეხოსლოვაკიაში ილუპება, ხოლო რუსეთში ამ დაავადების გამო დაახლოებით 600000 ჰა განადგურების პირამდეა მისული.

ამერიკელი სპეციალისტების ცნობით, მრავალი მცენარე, მაგალითად კაქტუსები, ორქიდეები დიდი პოპულარობით სარგებლობენ ადგილობრივ კოლექციონერებს შორის. წლების მანძილზე ამ მცენარეებს ისეთი რაოდენობით აგროვებდნენ, რომ დღეს ისინი ბუნებაში მნიშვნელოვნად შემცირდა. ტეხასიდან და მექსიკიდან ისინი სამხრეთ-აღმოსავლეთში გაჰქონდათ, ნაწილი კი ევროპაში და შორეულ აღმოსავლეთში.

საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი – თითქმის 34% – ტყეს უკავია, რაც შეადგენს დაახლოებით 2,75 მლნ ჰა-ს, ხოლო მერქნის საერთო მარაგი (ძირზე) – 434 მლნ მ<sup>3</sup>-ია. ტყეების ფართობს საქართველო მნიშვნელოვნად უსწრებს ევროპის მრავალ ქვეყანას, კერძოდ, გერმანიას (30%), საფრანგეთს (24%), იტალიას (22%), შვეიცარიას (28%), ინგლისს (9%), აზერბაიჯანს (11,5%), სომხეთს (11,1%).

ისტორიული წყროებით დასტურდება, რომ აქ 600 000 ჰა-მდე ტყე განადგურდა, ხოლო 400 000 ჰა-მდე გამჩხვრდა. საქართველოში არ დარჩენილა კუთხე, სადაც ტყის ფართობი არ შეკვეცილიყო. ამის მაგალითი თუნდაც თბილისის შემოგარენია. გარე კახეთში, შირაქში, ელდარში ამ 70-80 წლის წინათ ჭალის და ვაკის, ზოგან ნათელი ტყეები იყო გავრცელებული. დღეს ჭალის ტყე საქართველოში იშვიათობაა; იგი თითქმის მოისპო მცხეთის, კასპის, გორის, ქარელის, ხაშურის რაიონებშიც.

ვახუშტი ბატონიშვილის ცნობით ამჟამად უტყეო ტერიტორიების (ახალქალაქი, ასპინძა, ნინოწმინდა, წალკა, გარდაბანი, დედოფლისწყარო) დიდი ნაწილი ადრე ტყეებით იყო დაფარული. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მიერ 1941 წელს გამოქვეყნებულ „გურჯისტანის ვილაიეთის“ მიხედვით, ჯავახეთის 69 სოფელი XVI-XVII საუკუნეებში მდიდარი ტყეებით იყო გარემოცული.

წარსულში საქართველოს ტყეების გაჩანაგების ძირითადი მიზეზი სახნავ-სათესი მიწებისა და სათიბ-საძოვრებისათვის აუცილებელი ტერიტორიების გამონთავისუფლება იყო. მაგრამ შემდგომში ამას სხვა მიზეზებიც დაემატა. აკადემიკოს გ. გიგაურის მონაცემებით, XIX ს-დან ვიდრე XX ს-ის 60-იან წლებამდე საქართველოს ტყეებში ე.წ. სამრეწველო-ამორჩევეთი ჭრები ტარდებოდა, რომლის დროს უხეშად

ირღვეოდა ჭრის დადგენილი წესები. ერთ ჰა-ზე, ჩვეულებრივ, 200-300, ზოგჯერ 400-500 მ<sup>3</sup> ხე-ტყე იჭრებოდა, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება დადგენილ ნორმას. ამასთან იჭრებოდა მხოლოდ მაღალხარისხოვანი მერქნის მომტევი ხეები, ხოლო ძირზე საშემე, წვერხმელი და სხვა მდარე ხარისხის ხეები რჩებოდა.

ასეთი ჭრა დაშვებული იყო თითქმის ყველა ტყის მასივში, რასაც კორომების გამეჩხერება, მათი სტრუქტურის მოშლა და ტყის პროდუქტიულობის დაქვეითება მოყვა. გ. გიგაურის აზრით, ძალზე გამეჩხერებული ტყეების საერთო ფართი 356,7 ათას ჰა-ს, ანუ საქართველოს ტყეების 17,4%-ს შეადგენს. დაბალი სიხშირის კორომებს, ნიადაგის ფიზიკური თვისებების მკვეთრად გაუარესების გამო, მნიშვნელოვნად აქვთ დაქვეითებული ნიადაგდაცვითი, წყალმარეგულირებელი ფუნქციები, რაც ხელს უწყობს ფერდობებიდან მყარი მასის ზედაპირულ ჩამოღინებას და ეროზიული პროცესების გაძლიერებას.

ნ. კეცხოველის აზრით, თბილისის მიდამოებში ტყეების განადგურების ერთ-ერთი მიზეზი თხაა, რომელიც ამ მხარის მოსახლეობას დიდი რაოდენობით ყავდა. გარეჯში, შირაქში, ალაზნის ველზე გავრცელებული ნათელი ტყე ერთ დროს თბილისის კარიბჭემდე მოდიოდა, მაგრამ ცხვრის უსისტემო ძოვების გამო იგი თანდათან უკან იხვედა, დღეს კი ტიპური ნათელი ტყე მხოლოდ ვაშლოვანის ნაკრძალშია შემორჩენილი.

სპეციალური აღნიშვნის ღირსია მაღალმთის მცენარეული საფარი, რომელიც ჩვენი პლანეტის მრავალ რეგიონში შესამჩნევადაა დეგრადირებული. საქართველოს პირობებში მაღალმთის ბიომების ცვლილებას უთავბოლო ექსპლუატაცია და საძოვრების ზეინტენსიური გამოყენება უწყობს ხელს. ბოლო დროს ამას დაემატა რამდენიმე მსხვილი ობიექტის მშენებლობასთან დაკავშირებული სამუშაოები.

მთის ტყეების, როგორც წყალმარეგულირებელი, ნიადაგდამცავი და სტიქიური მოვლენების (ღვარცოფები, ზვავები, მწყერები) შემავრხებელი ფაქტორის, როლი კარგადაა ცნობილი. მაგრამ ჩვენი ტყეები ამ ფუნქციას ხშირ შემთხვევაში სრულყოფილად ვერ ასრულებენ. ერთერთი მიზეზია მათი ზედა საზღვრის მკვეთრი შეცვლა. ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ კალთებზე საზღვრმა დაახლოებით 300 მ-ით გადაინაცვლა, სამხრეთ ფერდობებზე -400-450 მ-ით.

მძიმე მდგომარეობაშია მაღალბალახეულობა და მეზოფილური ფართოფოთლოვანი მდელოები სუბალპურ სარტყელში, სადაც ტიპური

ფიტოცენოზების ადგილს ექსტრემალური პირობებისადმი გამძლე ხეშეშფოთლიან მარცვლოვანთა და ისლისებრთა სახეობების მიერ შექმნილი თანასაზოგადოებები იკავებენ.

იგივე უნდა ითქვას ცენტრალური კავკასიონის ალპურ სარტყელზეც, რომლის მცენარეული საფარი არა მხოლოდ აბორიგენულ, არამედ უცხო ფლორის მრავალი საინტერესო წარმომადგენლით გამოირჩეოდა.

ანთროპოგენურმა ზემოქმედებამ თავისი დადი მცენარეული საფარის ფოტოსინთეზურ აქტივობასაც დაასვა. ეს განსაკუთრებით მკაფიოდ ვლინდება ცენტრალური კავკასიონის მდელოებზე. აკად. გ. ნახუცრიშვილის და პროფ. ო. აბდლაძის 80-იანი წლების მონაცემებით, დესტაბილიზირებულ ეკოსისტემებში ფოტოსინთეზის ინტენსივობა 2-2,5-ჯერ დაბალია მდგრად ცენოზებთან შედარებით. გვალვიან დღეებში ეს პროცესი თითქმის 60%-ით ქვეითდება; მაღალი რადიაციის და მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ცალკეული მცენარეები სრულ ფოტოსინთეზურ დეპრესიას განიცდიან.

საქართველოში კატასტროფულად იზრდება ე.წ. „წითელწიგნოვან“ სახეობათა რიცხვი. თუ 1982 წელს იგი 161-ს შეადგენდა, 1991 წლისათვის ასეთი სახეობების რაოდენობამ 200-ს მიაღწია.

### 3. ფაუნის ბალარიბება

ცხოველთა სამყაროს გაღარიბებას 3 ძირითადი მიზეზი უწყობს ხელს: უსისტემო ნადირობა, სახეობისათვის დამახასიათებელი ადგილსამყოფელის ცვლილება და სახეობათაშორისი კონკურენციის გაძლიერება ფაუნის უცხო ელემენტის შეტანით.

პალეოლითში ნადირობა ადამიანის არსებობის ძირითადი წყარო იყო. ესკიმოსებისათვის და დედამიწის ტროპიკული ოლქების პირველყოფილი ეთნიკური ჯგუფებისათვის (პიგმეები, ამაზონის ინდიელები, ავსტრალიის ზოგიერთი აბორიგენი და სხვ.) ნადირობას დღეს თითქმის ისეთივე მნიშვნელობა აქვს, როგორც შორეულ წარსულში.

ნადირობა ყოველთვის როდია ზარალის მომტანი! იგი ზოგჯერ სასარგებლოც კია, მეტადრე მაშინ, როდესაც მოსალოდნელია პოპულაციის რიცხოვნობის მკვეთრი ზრდა, გარემოს ტევადობა კი შედარებით შეზღუდულია. მაგრამ როდესაც საქმე გვაქვს უკონტროლო



ნადირობასთან, პოპულაციის რიცხოვნობა ხშირად უჩვეულოდ ეცემა, ირლვევა მისი დემოგრაფიული სტრუქტურა, რამაც შესაძლოა შეუქცევადი პროცესები გამოიწვიოს.

პლესტოცენის დასაწყისიდან ნადირობის შედეგად არაერთი სახეობის ძუძუმწოვარი და ფრინველი მოისპო. შემდეგ, ცხოველთა გადაშენების ტემპი თანდათან იზრდებოდა, განსაკუთრებულ ინტენსივობას კი ამ პროცესმა უკანასკნელი 1,5-2 საუკუნის მანძილზე მიაღწია (იხ. ცხრილი V. 1).

როგორც წინა თავებში აღინიშნა, სრულ გადაშენებასთან ერთად, ცხოველთა ნაწილობრივ გადაშენებაც ხდება, რომელიც გამოიხატება სახეობის ცალკეული პოპულაციების მოსპობაში. მაგალითად, ევროპაში ჯერ კიდევ ჩვენი ერის დასაწყისში მოისპო ლომი, რომელიც ამჟამად მხოლოდ ინდოეთის ნახევარკუნძულზე ბინადრობს. დასავლეთ ალპებში იგივე ბედი ჩვენი საუკუნის დასაწყისში ეწია დათვს. დასავლეთ ევროპის მრავალ ქვეყანაში მოისპო მგელი, თუმცა, მიღებული ზომების გამო, დღეს იგი ფართოდაა გავრცელებული ესპანეთში და იტალიაში.

ავსტრალიაში გაქრა კენგურუს 7 სახეობა, ხოლო ახალ სამხრეთ უელსში, ჩანთოსნების 52 სახეობიდან – 11. შოტლანდიაში გადაშენდა ფრინველების 14 სახეობა, ალაბამას შტატში (აშშ) – 3 სახეობის გველი, ლუიზიანას შტატში 4 სახეობის ბაყაყი და ა.შ.

რუსი ზოოლოგის ლ. ვერეშჩაგინის მონაცემებით, უკანასკნელი 1000 წლის მანძილზე კავკასიაში მსხვილი ძუძუმწოვრების 7 სახეობა განადგურდა: ლომი – X საუკუნეში, კულანი და ავაზა – XII საუკუნეში, თახვი, ცხენირემი და ტარპანი – XIX საუკუნის დასაწყისში, ვეფხვი – XX საუკუნეში.

#### გადაშენებულ სახეობათა რაოდენობა

წლები	ფრინველები	ძუძუმწოვრები
1800-მდე	33	30
1801-1850	2	20
1851-1900	31	50
1901-1950	40	50

ცხრილი V.1. ცხოველთა გადაშენების ტემპი; ღორსგის (1968) მიხედვით

სახეობათა გადაშენების თვალსაზრისით განსაკუთრებულად ოკეანურმა კუნძულებმა იზარალებს, რაც აშკარად ჩანს ფრინველების მაგალითზე. რუსი ორნითოლოგის ნ. გლადკოვის მონაცემებით, ჰავაის კუნძულებზე მოისპო 26 სახეობის ფრინველი, რაც ადგილობრივი ავიფაუნის 60%-ს შეადგენს; კუნძულ გუადელუპეზე (წყნარი ოკეანე) – მობუდარ ფრინველთა 39%, ხოლო მასკარენის კუნძულებზე – 28 სახეობიდან 24 (სურ. V. 3.1).

ამერიკაში, აფრიკაში და სხვა კონტინენტებზე კომერციული ნადირობა ცხოველთა მრავალი სახეობის მოსპობის მიზეზია. ამის ერთ-ერთი მაგალითია სტევის ქათამი და მოხეტიალე მტრული აშშ ცენტრალურ რეგიონებში, სადაც მათი პოპულაციები გასული საუკუნის დასაწყისში მილიარდობით ინდივიდს ითვლიდა (სურ. V. 3.2).



1900 წელი



1950 წელი



1995 წელი

სურ. V.3.1. გარეული ფრინველების ხეივანი XX ს-ის I ნახევარში (დარლინგის ნახაგი), რეელების (1995) მიხედვით.



სურ. V.3.2. მოხეციალე მტრელი XIX ს-ის 70-იან წლებში.  
რეველების (1995) მიხედვით.

XIX ს-ის შუა წლებში სტეპის ქათმის გადასარჩენად სათანადო ზომები იყო მიღებული. მიუხედავად ამისა, 1916 წელს მისი რაცხოვნობა 2000-ს არ აღემატებოდა; შემდეგ რიცხოვნობამ კვლავ დაიკლო, ხოლო 1932 წელს იგი საბოლოოდ მოისპო. სტეპის ქათმის მონათესავე სამი ქვესახეობა დღემდე ცხოვრობს ჩრდ. ამერიკაში, თუმცა მათი არეალი შედარებით ვიწროა.

ასევე სავალალოა მოხეციალე მტრელის ისტორია. გასულ საუკუნეში იგი არაჩვეულებრივად მრავალრიცხოვანი იყო. მაგალითად, 1861 წელს მხოლოდ მიჩიგანის პოპულაციიდან ჩიკაგოს და ნიუ-იორკის ბაზრებზე 14850000 ცხოველი გაიყიდა. მაგრამ შემდეგ, ამ ფრინველის რიცხოვნობამ სწრაფად იწყო კლება, ხოლო ჩვენი საუკუნის დასაწყისიდან იგი მოისპო. უკანასკნელი მტრელი 1914 წელს დაიღუპა ქ. ცინცინატიის ზოოპარკში.

ამერიკული ბიზონის მოსპობა კიდევ უფრო ბარბაროსულ ხასიათს ატარებდა. XIX საუკ-ის დასაწყისში ამ სახეობის ყოველი პოპულაცია 60-100 მლნ ცალეულს ითვლიდა. საუკუნის მანძილზე რამდენიმე მასობრივ დარბევას ჰქონდა ადგილი, რის შედეგად 1889 წელს ამერიკის მთელ კონტინენტზე მხოლოდ 550-მდე ბიზონი იყო აღრიცხული. 1894 წელს ამერიკის კონგრესმა აკრძალა მასზე ნადირობა, რამაც ეს

ცხოველი მოსპობას გადაარჩინა. ჩვენი საუკუნის 70-იან წლებში ჩრდ. ამერიკის ნაციონალურ პარკებში და ნაკრძალებში უკვე 10000 ბიზონს ითვლიდნენ.

საყურადღებოა ჩლიქოსანთა ისტორია აფრიკაში, სადაც ნადირობამ და ნადავლის ექსპორტმა გრანდიოზული ხასიათი მიიღო. განსაკუთრებით დიდი დანაკარგი ამ ტერიტორიამ ევროპიელთა ჩასახლების შემდეგ განიცადა XVII ს-ში. ისეთი უნიკალური სახეობები, როგორიცაა ქუაგა (*Equus quagga*), მისი მონათესავე სავანის ზებრა და ცისფერი ანტილოპა ჩვენი საუკუნის დასაწყისშივე მოსპეს ბურებმა; აფრიკის სხვა ანტილოპების არეალი მნიშვნელოვნად შემცირდა.

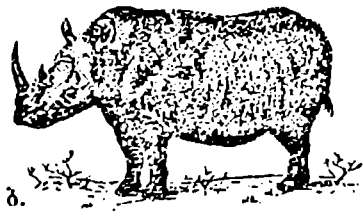
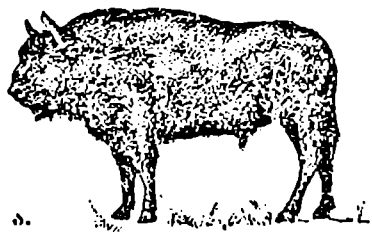
აფრიკაშივე სპილოს ძვლით ვაჭრობა ამ ცხოველის მასობრივი განადგურების მიზეზია გასულ საუკუნეში; ყოველწლიურად ევროპის ბაზრებზე 70 000-მდე წყვილი ძვალი იყიდებოდა.

მტაცებლურ ნადირობას არც აზიური მარტორქა გადაურჩა. აღმოსავლეთში მიაჩნდათ, რომ ამ ცხოველის რქა და ხორცი ხელს უწყობს ნებისყოფისა და სიმამაცის გამომუშავებას, ამიტომ იგი ყოველთვის ძვირად ფასობდა. დღეს ინდოეთში მარტორქა მხოლოდ ნაკრძალებშია შენარჩუნებული, ისიც რამდენიმე ასეული ინდივიდის რაოდენობით (სურ. V. 3.3).

ნიშანდობლივია დომბას ისტორია საქართველოში. XVII საუკუნეში ეს ცხოველი ფართოდ იყო გავრცელებული სამეგრელოს და აფხაზეთის ტყეებში. 1912 წელს ცნობილმა რუსმა მეცნიერმა კ. სატუნინმა აფხაზეთში მოგზაურობისას რამდენიმე დღის მანძილზე 30 დომბა აღრიცხა. მაგრამ შემდეგ ეს ცხოველი სწრაფად მოისპო, ხოლო კავკასიაში უკანასკნელი დომბა 1924 წელს მოკლეს. დღეს დომბა მხოლოდ ბელოვეჟის ტევრშია შემორჩენილი.

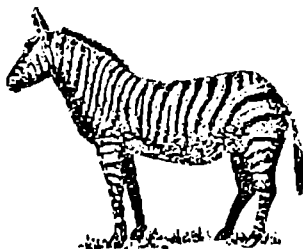
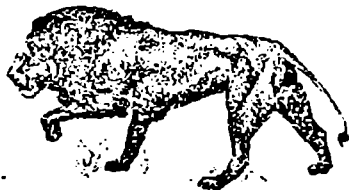
ხორცსა და ტყავს ბოლო ათეულ წლებში ქურქით ვაჭრობა დაემატა. ამ შემთხვევაში გადაშენების საშიშროების წინაშე, პირველ რიგში, ლაქებიანი ბეწვის მქონე მტაცებლები – ავაზა, აფთარი, ჯიქი, ვეფხვი და სხვ. აღმოჩნდნენ. 70-იან წლებში მხოლოდ კენიიდან ამ ცხოველების 50000 ტყავი გაიტანეს. ბრაზილიაში იაგუარების რიცხოვნობა უკანასკნელი 15-20 წლის მანძილზე დაახლოებით 50-ჯერ შემცირდა.

აშშ-ში, ბუმბულზე მაღალი მოთხოვნილების გამო, კოროლინის თუთიყუში 30-იან წლებში მოისპო. მკვეთრად შემცირდა თეთრი წეროს, სამოთხის ფრინველების, კოლიბრის და სხვათა რიცხოვნობაც.



ა.

ბ.



გ.

დ.

სურ. V.3.3. მსხვილი ძუძუმწოვრების მოგიერთი იშვიათი სახეობა, რამადის (1981) მიხედვით: ა - ევროპული ბიზონი, ბ - ინდოეთის მარგორჯა, გ - ამიური ლომი, დ - მთის ვებრა.

კერძო ზოოლოგიური ბაღებისა და ეკზოტიკის მოყვარულთა დაკმაყოფილების მიზნით, მხოლოდ აშშ-ში საუკუნის მანძილზე 90000-მდე ბრტყელცხვირა მაიმუნი იყო გაყიდული.

როგორც აღინიშნა, ფაუნის მოსპობის მიზეზი, ნადირობის გარდა, ბიოტოპების რღვევაა. ეს, პირველ რიგში, მოსახლეობის ზრდასთანაა დაკავშირებული. საცხოვრებლის, გზების, სავაჭრო ცენტრების გაშენებისათვის ადამიანი კაფაეს ტყის მასივებს, აშრობს ჭაობებს, აშუშავებს სასარგებლო წიაღისეულს; სხვა ორგანიზმების ხარჯზე იგი თავის საცხოვრებელ გარემოს აფართოვებს.

მექსიკის ყურის სანაპიროზე პირველადი რელიქტური ტყეების განადგურებას გიგანტური კოდალას მოსპობა მოყვა. მთის გორილა - ადამიანთან ყველაზე ახლომდგომი პრიმატი - უგანდის მთიან მასივებში და კონგოს მაღალმთიანეთშია შენარჩუნებული. მაგრამ ამ სახეობას გადაშენება ემუქრება, რადგან მისი ბუნებრივი საარსებო გარემო, ადგილობრივი ტომების მიერ ტყის ინტენსიური ექსპლუატაციის გამო, კატასტროფულად ირღვევა.

უარეს მდგომარეობაში მადაგასკარის ლემურები — მეცნიერებისათვის ეს უალრესად საინტერესო ცხოველები არიან. მიზეზია პირველადი ტყეების — მათი საარსებო ადგილსამყოფელის განადგურება.

ჰავაის კუნძულებზე მობინადრე ფრინველების 68 სახეობიდან 41 ადგილსამყოფელის ცვლილების გამო მოისპო. მათ შორის არიან ჰავაის მეყვავილეები, მრავალი ბელურასნაირი, რომელთაგან ზოგი ამ კუნძულის ენდემი იყო. ჭაობების დაშრობამ დასავლეთ ვეროპაში თითქმის მთლიანად მოსპო წერო.

როგორც უკვე აღინიშნა, ცხოველთა მრავალი სახეობის გადაშენება ბიოცენოზებში ფაუნის ელემენტების ხელოვნურ შესახლებასთანაა დაკავშირებული. ასეთ ცხოველებს ახალ პირობებში, როგორც წესი, არ ჰყავთ ბუნებრივი პტრები და კონკურენტები, ამიტომ ისინი სწრაფად მრავლდებიან და ხშირად ავიწროვებენ აბორიგენულ ფორმებს.

1874 წელს ინგლისიდან ავსტრალიაში 24 ბოცვერი შეიყვანეს. იგი სწრაფად გამრავლდა, ხოლო შედეგი კატასტროფული აღმოჩნდა: საძოვრების დიდი ნაწილი გაჩანაგდა, ხოლო ჩანთოსნების მრავალი წარმომადგენელი მოკლე დროში თითქმის მთლიანად მოისპო. ბოცვერის რიცხოვნობის რეგულირების მიზნით ავსტრალიაში მელა შეიყვანეს, მაგრამ ამან არამც თუ არ შეანელა, პირიქით — უფრო ინტენსიური გახდა ფლორისა და ფაუნის ცვლილება.

გველებთან და ვირთაგვეებთან ბრძოლის მიზნით, კუბაში და იამაიკაზე მანგუსტი შეიყვანეს. შედეგი ასევე მოულოდნელი იყო: გველების რიცხოვნობა მხოლოდ უმნიშვნელოდ შემცირდა, ვირთაგვეების რაოდენობა კი პრაქტიკულად არ შეცვლილა, რადგან ისინი ხეებზე ცხოვრებას შეეგუენ. საბოლოო ჯამში, ამ კუნძულების ფაუნამ არნახული ზარალი განიცადა.

ამ საუკუნის შუა პერიოდში საქართველოში შემოსახლებული და აკლიმატიზირებული იყო რიგი სახეობის ძუძუმწოვარი — ენოტისებური ძაღლი, ამერიკული წაულა, ტელეუტური ციყვი, ვეროპული კურდღელი და სხვ. არც ერთმა მათგანმა არ გაამართლა აკლიმატიზაციის ინიციატორთა იმედები. პირიქით, უმრავლესობამ ჩვენს ფაუნას უდიდესი ზიანი მიაყენა.

გარდა აღნიშნულისა, ფაუნის გაღარიბების მიზეზია მის ცალკეულ წარმომადგენელთა შეგნებული მოსპობა სასარგებლო სახეობათა გადარჩენის მიზნით. როგორც წესი, ასეთ ღონისძიებებს იშვიათად მოაქვთ დადებითი შედეგი, რადგან ფაუნის ელემენტების ბიოცენოზიდან

ამოვარდნა ან მათი რიცხოვნობის მკვეთრი დაცემა, როგორც წესი, უარყოფით შედეგებს იწვევს კვებით ჯაჭვებში.

ამ საუკუნის დასაწყისში კენიაში, შინაურ ცხოველთა დაცვის მიზნით, ლეოპარდი ამოხოცეს. ამან გამოიწვია პავიანების და გარეული ღორების არნახული გამრავლება, რის შედეგად სოფლის მეურნეობამ დიდი ზარალი განიცადა.

ამავე პერიოდში მდ. ნილოსის ერთ-ერთი შენაკადის აუზში ბეჰემოტი მოსპეს. შედეგად, მოისპო თევზი, რომელიც ამ მხარის მოსახლეობის ძირითად საკვებს შეადგენდა. როგორც შემდეგ გაირკვა, ბეჰემოტის ექსკრემენტებით წყალი ნოყიერდებოდა, რაც ხელს უწყობდა პლანქტონის – თევზის ძირითადი საკვების გამრავლებას.

ახლო წარსულში ამერიკის დასავლეთ ნაწილში შავი ჭირის გავრცელების შეზღუდვის მიზნით მომშხამველი მისატყუვრების გამოყენებით კოიოტების, მელიების და მგლების მოსპობა განიზრახეს. მაგრამ ამან დამღუპველად იმოქმედა ზოგიერთ გადაშენების პირამდე მისულ სახეობაზე, მაგალითად, თეთრთავა ყურბზე, რომელიც ასევე შეექცეოდა ძუძუმწოვრებისათვის გაბნეულ მისატყუვრებს. თეთრთავა ყურბი – ამერიკელთა ნაციონალური სიამაყე – არა მხოლოდ პესტიციდებით ისპობა, არამედ ბუნებრივი ადგილსამყოფელის ნგრევითაც; მათ არც ადგილობრივი ფერმერები ინდობენ, რადგან შინაური პირუტყვის განადგურების მიზეზად თვლიან.

პესტიციდების გამოყენება სხვა ფრინველებსაც უქმნის საფრთხეს. მაგალითად, შევარდენს და ქორს. უკანასკნელი 20-30 წლის მანძილზე ეს ფრინველები მეტად თხელი ნაჭუჭის მქონე კვერცხს სდებენ, ისე რომ ნაჭუჭი იმსხვერვა ბარტყების გამოჩეკამდე უფრო ადრე. მეცნიერთა აზრით, ამ მოვლენის მიზეზი დღ-ს მოქმედებაა.

XX საუკუნის 50-იან წლებში საქართველოში, ცხოველთა დაცვის მიზნით, ბრძოლა გამოუცხადეს მელას, მგელს, ტურას, ქორს, მიმინოს, ალალს, ყვავს და სხვ. მხედველობიდან გამორჩათ უმნიშვნელოვანესი კანონი ბუნებისა – მტაცებლის მოსპობამ შესაძლოა მსხვერპლის სრული ამოწყვეტა გამოიწვიოს. ჩამოთვლილ ცხოველებს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვთ როგორც სოფლის მეურნეობის მავნებელთა მტრებს და ბუნების უბადლო სანიტრებს. შედეგად, საქართველოს რიგ რაიონში ბიოცენოზების შედგენილობა საგრძნობლად შეიცვალა.

საქართველოს მდიდარ ფაუნისტურ წარსულზე ძრავალი ფაქტი მეტყველებს. მათი შედარება თანამედროვე სურათთან გვიჩვენებს, რომ

ჩვენი ცხოველთა სამყარო დღეს მნიშვნელოვნადაა გაღარიბებული. ვახუშტი ბატონიშვილის ცნობით, შირაქ-გარეჯში უხვად იყო ქურციკი, ზურტაკეტში – ირემი, შავნაბადას მასივში – გარეული ღორი, ირემი, უამრავი ფრინველი. უსისტემო ნადირობამ ქურციკი მთელ საქართველოში მოსპო, ხოლო ირემი და გარეული ღორი – აღნიშნულ ტერიტორიაზე.

30-იან წლებში სავატი და სარსარაკი ზამთრის გასატარებლად ალაზნის ველზე მოფრინავდა და დასავლეთით ალვანამდე აღწევდა; იერისპირებსა და ალაზნისპირებზე უხვად იყო ღურაჯი. იგივე მიზეზით ამ სახეობების გუნდები მთლიანადაა ამოწყვეტილი.

ცხრილი V.2. და სურ. V.3.4. ასახავენ საერთაშორისო ცენტრის „ნოეს კილობანი“ ცნობებს საქართველოს ძუძუმწოვრების რიცხოვნობის შესახებ. შესაძლოა ზოგიერთ ციფრობრივ მონაცემს დაზუსტება სჭირდებოდეს, მაგრამ ისინი მაინც გვიჩვენებს წარმოდგენას ჩვენი ფაუნის წარმომადგენელთა სავალალო მდგომარეობის შესახებ.

*რიცხოვნობა*

<i>სახეობა</i>	<i>1985წ.</i>	<i>1994წ.</i>
მგელი	3000-3500	1500-2000
ტურა	3000-3500	2000
ფოცხვერი	800	160
გარეული ღორი	10000	8000
ქურციკი	ერთეულები	არ აღინიშნება
ნიაპორი	200	100

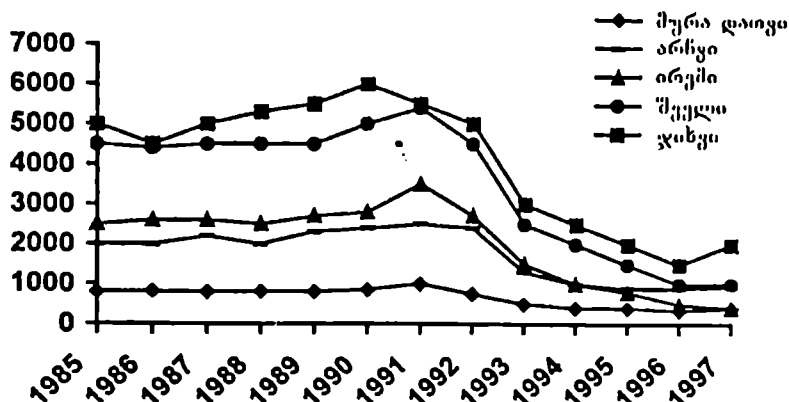
ცხრილი V.2. საქართველოს ზოგიერთი ძუძუმწოვრის რიცხოვნობის ცვლილება 1985-94 წლებში. გადაშენების პირას მყოფ ცხოველთა აღდგენის საერთაშორისო ცენტრის „ნოეს კილობანი“ მონაცემების მიხედვით.

1982 წელს გამოცემულ „საქართველოს წითელ წიგნში“ ზერხემლიან ცხოველთა 65 სახეობაა შეტანილი. მომზადებულია წიგნის II გამოცემა, რომელშიც 85 სახეობაა. როგორც ჩანს, სულ რაღაც 15 წელიწადში გადაშენების საშიშროების პირამდე მისულ ცხოველთა რიცხვი 20-ით გაიზარდა.

იშვიათ ცხოველებს შორის აღსანიშნავია კავკასიური წავი, კავკასიური წაულა, ზოლებიანი აფთარი, წინააზიური ჯიქი, ნიაპორი, კავკასიური



ორები, კავკასიური ჯიხვი, არჩვი, თეთრი ყანჩა, ყარყატი, წითელნისკარტა და ყვითელნისკარტა გედი, ველის არწივი, კასპიური შურთხი, ღურაჯი, გნოლი, როჭო, სხვადასხვა ქვეწარმავალი, ამფიბია და თევზი.



სურ. V.3.4. ზოგიერთი ძუძუმწოვრის რიეხონობის ღინამიკა აღმ. საქართველოში, ბაღრიძის (1995) მიხედვით.

#### 4. ოკეანური რესურსების შემცირება.

ადამიანისათვის ოკეანე ყოველთვის იყო უსაზღვრობის სიმბოლო. ზღვისპირა ზონის მრავალფეროვნება, თევზის ზოგიერთი სახეობის გუნდების რიცხოვნობა, ზღვის ხერხემლიანთა გიგანტური ზომები დაუშრეტელი სიმდიდრის ილუზიას ქმნიდნენ. მაგრამ ადამიანის დაუდევრობისა და სიხარბის გამო ოკეანური რესურსები ბოლო საუკუნის მანძილზე კატასტროფულად შემცირდა.

თევზის მოპოვება მსოფლიო მასშტაბით განუხრელად იზრდება. ამის ძირითადი მიზეზია კაცობრიობის მოთხოვნილების ზრდა პროტეინებზე. ცილების საერთო რაოდენობის 20-30%-ს ადამიანი ზღვის პროდუქტების ხარჯზე ღებულობს. 60-იან წლებში მსოფლიოში დაახლოებით 320 მლნ ცენტნერ თევზს იჭერდნენ წელიწადში, რომლის ცილა 410 მლნ ძროხის ხორცის ექვივალენტურია.

საყურადღებოა, რომ ოკეანური რესურსების მოპოვების ინტენსივობა ბევრად აღემატება მოსახლეობის ზრდის ტემპს. ასე, 1800 წელს

ჩვენი პლანეტის მოსახლეობა დაახლოებით 800 მლნ-ს შეადგენდა, ოკეანური რესურსების მოპოვება – 12 მლნ ც-ს, ანუ 1,5 კგ-ს სულზე. 1900 წელს მოსახლეობამ 1,5 მლრდ-ს გადააჭარბა. ხოლო რესურსების მოპოვებამ 40 მლნ ც-ს, რაც შეადგენს 2,6 კგ-ს სულზე. 1966 წელს მოსახლეობის რიცხოვნობა 3,5 მლრდ-ს მიუახლოვდა, სულზე კი მოდიოდა 18 კგ-მდე პროდუქტი.

თევზჭერის თანამედროვე მეთოდები – ოკეანური რესურსების ზეინტენსიური ექსპლუატაციის მკაფიო დადასტურებაა. ამის მაგალითია ექლოტების და გიგანტური ბადეების გამოყენება, ათობით ათასი ტონა ტვირთზიდვის მცურავი ქარხნების მშენებლობა და ა.შ. (სურ. V. 4.1). ამის გამო 1938-დან 1964 წლამდე თევზის მოპოვება მსოფლიო მასშტაბით 20-დან 64 მლნ ტ-მდე გაიზარდა წელიწადში, 1985 წელს კი მან 100 მლნ-ს გადააჭარბა.



სურ. V.4.1. ვეშაპებზე სანალირო თანამედროვე ვემი, რეელების (1995) მიხედვით.

გასული საუკუნიდან დაწყებული, მასობრივად ისპობიან ოკეანური ფაუნის ისეთი წარმომადგენლები, როგორცაა ზღვის ძროხები, სელაპები, ვეშაპინსაირნი და სხვ. სტელერის ძროხა ბერინგმა 1742 წელს აღმოაჩინა ოხოტის ზღვის ნაპირებთან, მაგრამ 25 წლის შემდეგ ძუძუმწოვრების ეს გიგანტური წარმომადგენელი განადგურებული იყო. ყურიანი სელაპის კოლონია ფერნანდესის კუნძულების მახლობლად მილიონობით ინდივიდს ითვლიდა, მაგრამ საუკუნის ბოლოს ეს კოლონიაც მოისპო.

ყურადსაღებია ვეშაპების ისტორია. საუკუნეების მანძილზე ადამიანები მათზე ქონისა და ხორცის მოპოვების მიზნით ნადირობდნენ. XVIII-XIX სს-ში ნადირობის ძირითადი ობიექტი – გლუვი და გრენლანდიური ვეშაპები იყო, რომელთაც „ნამდვილ ვეშაპებს“ უწოდებდნენ. დღეს ისინი, ისევე, როგორც ლურჯი, კუზიანი და ნაცრისფერი ვეშაპები, განადგურების პირამდელა მისული.

ამ საუკუნის დასაწყისში ლურჯი ვეშაპის რიცხოვნობა ანტარქტიკის ზღვებში 200000-ს აღწევდა. I მსოფლიო ომის დამთავრებისთანავე მისი რეწვა საგრძნობლად გაიზარდა, ხოლო 1930 წელს დახოცილ ცხოველთა რაოდენობამ 29000-ს გადააჭარბა. 1945 წლის შემდეგ ამ სახეობის რიცხოვნობამ სწრაფად იწყო შემცირება, ამიტომ 1964 წელს მის რეწვაზე საერთაშორისო აკრძალვა გამოცხადდა.

ლურჯი ვეშაპის პარალელურად ზოლიანი ვეშაპის რეწვაც ხორციელდებოდა. 1938-დან 1950 წ-მდე თითქმის 30000 ცხოველს ხოცავდნენ წელიწადში. შედეგად, მისი რაოდენობა იმდენად შემცირდა, რომ 1969 წელს მოპოვებულ ცხოველთა რიცხოვნობამ 3000-საც კი ვერ მიაღწია.

ამის შემდეგ ვეშაპებზე მონადირენი უფრო მცირე ზომის სახეობებზე გადავიდნენ. შედეგი ანალოგიური იყო. 60-იანი წლების ბოლოს კაშალოტებზე მიდგა ჯერი, შემდეგ კი იაპონელები დელფინებზეც გადავიდნენ. სადღეისოდ ყველა ჩამოთვლილი სახეობის რიცხოვნობა რამდენიმე ათეულჯერ ნაკლებია საუკუნის დასაწყისის მაჩვენებლებზე.

საინტერესოა, რომ ნაცრისფერი ვეშაპის პოპულაციების რიცხოვნობამ ბოლო წლებში ზრდა დაიწყო. ამას მიაწერენ მექსიკის მთავრობის ქმედებებს ვეშაპების გამრავლებისათვის აუცილებელი ტერიტორიების დაცვის მიზნით. ვარაუდობენ, რომ შედეგად ამ ვეშაპის საერთო რიცხოვნობა უახლოეს ხანებში XIX ს-ის მაჩვენებლებს მიაღწევს. ამავე დროს, გრენლანდიური ვეშაპის რიცხოვნობა ჯერ-ჯერობით არ ამჟღავნებს მატების ნიშნებს, თუმცა მისი დაცვა 35-40 წლის მანძილზე ხორციელდება.

არანაკლებ სავალალოა ოკეანის სხვა ბინადართა ექსპლუატაციის თანამედროვე ფორმები. ლომთევზა – ფრიად იშვიათი და ძვირფასი სარეწაო ცხოველია. საუკუნის დასაწყისში ლაპტევეების, აღმოსავლეთ-ციმბირის, ჩუკოტკისა და ბერინგის ზღვებში მისი რიცხოვნობა 200000-ს აღემატებოდა, მაგრამ 70-იანი წლებისათვის თითქმის 4-ჯერ შემცირდა.

გრენლანდიური სელაპი ფართოდ იყო გავრცელებული ჩრდ. ატლანტიკაში; მისი ერთ-ერთი პოპულაციის რიცხოვნობა 1927-29 წლებში დაახლოებით 3,5 მლნ-ს შეადგენდა, მაგრამ 1952-53 წლებში – 1,5 მლნ-ს, 1959 წელს – 1,2 მლნ-ს, ხოლო 70-იანი წლებისათვის – 400-500 ათასს. ბოლო ხანებში, რეწვის შეზღუდვის შედეგად, სახეობის რიცხოვნობამ შესამჩნევი მატება დაიწყო.

ზღვის წავი, უაღრესად ძვირფასი ცხოველი, ფართოდ იყო გავრცელებული წყნარ ოკეანეში – კამჩატკიდან სახალინამდე. მხოლოდ კომანდორის კუნძულების სიახლოვეს მისი პოპულაციების რიცხოვნობა 10-15 ათასს შეადგენდა. XVIII-XIX სს-ში, ინტენსიური რეწვის შედეგად, სახეობის რიცხოვნობამ სწრაფად იწყო შემცირება. ამის გამო 1924 წელს მასზე აკრძალვა გამოცხადდა. შედეგად, 1972 წლისათვის ზღვის წავის რიცხოვნობამ 2-2,5-ჯერ მოიმატა.

ზღვის კატუნი წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილშია გავრცელებული. გასულ საუკუნეში რუსეთის წყლებში ყოველწლიურად 600000-მდე ცხოველს იჭერდნენ. შედეგად 1917 წელს მისი საერთო რაოდენობა 20000-ს არ აღემატებოდა. 20-იან წლებში, როდესაც ზღვის კატუნი სრული გადაშენების საშიშროების წინაშე აღმოჩნდა, აშშ-მ, იაპონიამ, ინგლისმა და სსრკ-მ ხელი მოაწერეს მისი დაცვის კონვენციას. უთაბოლო რეწვა ომის შემდგომ პერიოდში კვლავ განახლდა, ამიტომ 1957 წელს ხელმოწერილ იქნა მეორე საერთაშორისო შეთანხმება. 70-იანი წლებისათვის სსრკ-ს წყლებში უკვე 0,5 მლნ ცხოველს ითვლიდნენ.

ოკეანური ძუძუმწოვრების ზეინტენსიური რეწვა და მისი შედეგები – იმ წინააღმდეგობის მაგალითია, რომელიც, ჩვეულებრივ, ცხოველის ბიომასისა და მისი ბიოლოგიური პროდუქტიულობის გაუთვალისწინებლობას მოსდევს. მაგალითად, ლურჯი ვეშაპის სიგრძე 30 მ-ს აღწევს, წონა 100ტ-ს. მაგრამ ეს ცხოველი მხოლოდ 35 წელს ცოცხლობს, გამრავლებას გვიან იწყებს და დაბალი პროდუქტიულობით ხასიათდება. შესაბამისად, მისი აღწარმოების უნარი დაბალია, ამიტომ მოპოვებაც უაღრესად შეზღუდული უნდა იყოს.

თევზის უსისტემო ჭერა მხოლოდ რიცხოვნობის შემცირებაში როდი გამოიხატება! უფრო მნიშვნელოვანია მისი აღწარმოების უნარის დაქვეითება, ზოგჯერ კი სრული მოსპობაც კი. როგორც უკვე აღინიშნა, ნებისმიერი ცხოველის პოპულაცია რთული დემოგრაფიული სტრუქტურით ხასიათდება, რაც სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფის

თანაფარდობაში ვლინდება. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი ჯგუფის ხარჯზე ხორციელდება რეწვა, პოპულაციის რიცხოვნობის აღდგენა სხვადასხვაგვარად ხდება. იდეალურ პირობებში თევზის რეწვა, პირველ რიგში, ხანდაზმული ან საშუალო ასაკის ინდივიდების ხარჯზე უნდა ხდებოდეს. ასეთ შემთხვევაში ახალგაზრდა ასაკობრივი ჯგუფების მიერ პოპულაციის რიცხოვნობის სწრაფი აღდგენა – სასესებით გარანტირებულია. მაგრამ რეალურად რეწვა ხორციელდება ასაკობრივი ჯგუფების გაუთვალისწინებლად. და თუ ასეთ პირობებში რეწვის ინტენსივობამ საზღვარს გადააჭარბა, პოპულაციამ შესაძლოა ხანგრძლივი დროით დაკარგოს აღწარმოების უნარი.

ამის მაგალითი მრავალია. აშშ-ში კალიფორნიული სარდინის მოპოვება 1936 წლიდან რამდენიმე ასეულ ათას ტონას შეადგენდა წელიწადში, თანაც ნადავლის 75% შედარებით ახალგაზრდა ინდივიდებზე მოდიოდა. მიუხედავად იმისა, რომ 1953 წლიდან ამ თევზის ჭერა შეზღუდული იყო, პოპულაციების რიცხოვნობამ 80-იანი წლებისათვისაც კი ვერ მიაღწია ოპტიმუმს.

არანაკლებ ყურადსაღებია ანჩოუსის მაგალითი. ამ თევზის რეწვა 1967-70 წლებში შეადგენდა 12 მლნ ტონას. მიუხედავად ექსპერტების გაფრთხილებისა, მოპოვებული ყოფილიყო არაუმეტეს 9,5 მლნ ტონისა, ინტენსიური რეწვა მაინც გრძელდებოდა. შედეგად, თევზის რიცხოვნობა მკვეთრად შემცირდა, ხოლო აღწარმოების უნარი დღემდე დაქვეითებულია.

60-იან წლებში ჩრდ. ატლანტიკაში ქაშაყის რეწვა უპირატესად პირველი ორი ასაკობრივი ჯგუფის ხარჯზე ხდებოდა. უარყოფითი შედეგი რამდენიმე წელიწადში სახეზე იყო: თუ ისლანდიასა და ნორვეგიაში 1967 წელს მოიპოვეს 1,2 მლნ ტონა, სამიოდე წლის შემდეგ ამ მაჩვენებელმა 0,19 ტონას ვერ გადააჭარბა (სურ. V. 4.2).

საქართველოს ზღვისპირეთში 60-იანი წლების ბოლოსათვის მტაცებლური ექსპლუატაციის შედეგად პრაქტიკულად მოისპო მსხვილი კობოსნაირთა თითქმის ყველა სახეობა, რომელთა რიცხოვნობა ჯერ კიდევ 50-იან წლებში საკმაოდ მაღალი იყო. მნიშვნელოვნად შემცირდა მიდიების – წყლის ამ უნიკალური ბიოფილტრატორების რიცხოვნობაც. შეიცვალა ფიტო- და ზოოპლანქტონის სახეობრივი შემადგენლობა და ბიომასა. პროფ. ნ. მაზმანიდის მონაცემებით, აჭარის ზღვისპირა ზონაში მთლიანად ან ნაწილობრივ ელიმინირებულია თევზების 15 სახეობა; მათ შორისაა ატლანტური ზუთხი, შავი ზღვის ორაგული, სარგანი, ლორჯოსებრთა რიგი სახეობა.



რამდენიმე ათეული წლის წინათ ჩვეულებრივი დელფინი ფართოდ იყო გავრცელებული შავ ზღვაში და მრავალრიცხოვან პოპულაციებს ქმნიდა იალტის, ტუაფსეს, სოჭის, ფოთის და ბათუმის ნაპირებთან. 70-იანი წლებისათვის დელფინის რიცხოვნობა ამ რეგიონში 1,5-2 მლნ-დან 200000-მდე შემცირდა.

თეთრმუცელა სელაპი, რომელიც 20-30-იან წლებში შავ ზღვაში შედარებით მცირერიცხოვანი პოპულაციების სახით გვხვდებოდა, 60-იანი წლების შემდეგ აქ არავის უნახავს.

გასულ საუკუნეში კასპიური სელაპის რიცხოვნობა მილიონს უახლოვდებოდა, ხოლო წლიური რეწვა (1935-40 წწ) 150000-ს. რიცხოვნობის მკვეთრი შემცირება 40-იან წლებში დაიწყო, ხოლო 60-იან წლებში მისი გუნდი თითქმის განახევრებული იყო.

დაბოლოს, უნდა ითქვას, რომ ოკეანური რესურსების რაოდენობა, მათი აღწარმოების უნარი და თევზჭერის თანამედროვე დონე ძლიერ შორსაა წონასწორობისაგან. ამერიკელი სპეციალისტი ო. რაიტერი თევზის წლიურ პროდუქტიულობას 240 მლნ ტონით აფასებს. იმისათვის, რომ წონასწორობა თევზის მოპოვებასა და აღწარმოებაში შენარჩუნებული იყოს, მისი აზრით, ყოველწლიურად ამ რაოდენობის მხოლოდ 80% უნდა მოიპოვებოდეს. არსებული მონაცემებით, თევზჭერის ინტენსივობა ბევრად აღემატება ამ ზღვარს, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ წლიდან წლამდე ჩვენ ვიკვებებით არა მხოლოდ პროცენტით, არამედ თევზის „ძირითადი კაპიტალითაც“.

## 5. ტოქსიკურ ნივთიერებათა გავლენა ადამიანზე

სიცოცხლის მანძილზე ადამიანი საშუალოდ 60 მლნ-ჯერ შეისუნთქავს და ფილტვებში 600 000 მ<sup>3</sup>-მდე ჰაერს ატარებს. გასაგებია, რომ მავნე ნივთიერებათა უმნიშვნელო კონცენტრაციაც კი სერიოზულ ზიანს აყენებს მის ჯანმრთელობას.

გარემოს გაბინძურებაზე კონტროლის მიზნით დადგენილია მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზღკ). მაგალითად, გოგირდოვანი გაზისათვის იგი შეადგენს 0,06 მგ/მ<sup>3</sup>-ს, ტყვიისათვის – 0,0007-ს, ვერცხლისწყლისათვის 0,0003 მგ/მ<sup>3</sup>-ს. გარემოში ტოქსიკურ ნივთიერებათა რაოდენობის ზრდა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციების ზევით ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიშია.

როგორც IV.2 ცხრილიდან ჩანს, გარემოს გაბინძურების სხვა მიზეზთა შორის, ბუნებრივ საწვავს და ავტოტრანსპორტს განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ. წიაღისეული სათბობის, მეტადრე ქვანახშირის, წვის შედეგად მრავალგვარი ტოქსიკური ნივთიერება გამოიყოფა. ისინი აძლიერებენ ერთმანეთის მოქმედების ეფექტს, რაც, პირველ რიგში, სასუნთქი გზების დაავადებას უწყობს ხელს.

ამ გარემოებამ ჯერ კიდევ 1930 წელს ბელგიის ქ. მეუს-ვალნიში იჩინა თავი. ამას მოყვა ქ. ღონორი (აშშ) 1948 წელს და ლონდონი 1952 წელს. ლონდონის ცნობილი ბოლნისის დროს 4000-მდე ადამიანი დაიღუპა; გოგირდის ოქსიდების კონცენტრაცია ჰაერში 4000 მკგ მ<sup>3</sup>-ს აღწევდა. ნიუ-იორკში კონცენტრაცია ხშირად 2500 მკგ მ<sup>3</sup>-ს უახლოვდება. ანკარაში 1982 წლის იანვარში ამ ოქსიდების კონცენტრაცია რამდენიმე დღის მანძილზე 2 800 მკგ მ<sup>3</sup>-ს აღწევდა, ამიტომ ადგილობრივი ხელისუფლება იძულებული იყო დაეხურა ყველა სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ობიექტი (როგორც ჩანს, თორქეთში ეს პრობლემა ქრონიკულია, რადგან აქ სათბობად გოგირდით მდიდარი ქვანახშირი და ნავთობი გამოიყენება).

ყველა ჩამოთვლილ შემთხვევაში გოგირდის ოქსიდები და მკვრივი ნაწილაკები სასუნთქი სისტემის დაზიანებას იწვევდა; დაავადების გართულება და მაღალი სიკვდილიანობა, პირველ რიგში, ხანდაზმულებს შორის აღინიშნებოდა, რომელთაც მანამდე გულსისხლძარღვთა და რესპირატორული დაავადებანი უკვე გადატანილი ჰქონდათ.

როგორც ირკვევა, კონცენტრაციის არამც თუ ძლიერი ზრდა, მისი უმნიშვნელო მომატებაც კი სიკვდილიანობის ადექვატურ ზრდას იწვევს. გოგირდის ოქსიდების კონცენტრაციის საშუალო წლიური სტანდარტი 80 მკგ მ<sup>3</sup>-ს, მკვრივი ნაწილაკებისა – 75 მკგ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს. მაგრამ როდესაც კონცენტრაცია 100-ს აღწევს, ბრონქიტით დაავადების სიხშირე ხანდაზმულებში და რესპირატორული ინფექციები ბავშვებში შესამჩნევად იზრდება.

ვარაუდობენ, რომ მკვრივი ნაწილაკები კანცეროგენული არის. ამა თუ იმ ნივთიერების კანცეროგენობა ყოველთვის როდია აშკარა! გაჭუჭყიანებულ ჰაერში შედარებით დაბალი დოზით მრავალი კანცეროგენული ნივთიერება აღინიშნება, თუმცა იწვევენ თუ არა ეს დოზები ავთვისებიან სიმსივნეს – ხშირად გაუგებარია. მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში სიმსივნის მიზეზი ეჭვს არ იწვევს. მაგალითად, ინგლისში ფილტვების კიბო ბევრად უფრო ხშირი მოვლენაა, ვიდრე აშშ-ში.



ამის მიზეზი, როგორც ჩანს, ქვანახშირია, რომელიც ინგლისში ბოლო დრომდე განსაკუთრებული პოპულარობით სარგებლობს. გამოკვლევებმა ცხადყვეს, რომ ინგლისიდან აშშ-ში გადასახლებულთა შორის კაბოტი დაავადების შემთხვევა 30%-ით ნაკლებია ინგლისის მუდმივ მაცხოვრებლებთან შედარებით, მაგრამ გადასახლებულთა შორის ეს დაავადება მაინც უფრო ხშირია, ვიდრე ამერიკელებში.

როგორც აღინიშნა, ნახშირბადის მონოქსიდის ერთ-ერთი წყარო ავტოტრანსპორტია. მის ჭარბ რაოდენობას წიაღისეული სათობის და ბიომასის წვაც იწვევს. CO-ს წყარო თამბაქოცაა. თუ შევადარებთ ერთმანეთს საშუალო მწვეველს, რომელიც სუფთა გარემოში ცხოვრობს და არამწვეველს, რომელიც ცხოვრობს ძლიერ გაბინძურებულ გარემოში, აღმოჩნდება, რომ პირველი დაახლოებით 2-ჯერ მეტ CO-ს შთანთქავს.

CO-სთან დაკავშირებული ძირითადი პრობლემა – ორგანიზმში კარბოქსიჰემოგლობინის წარმოქმნაა. ჰემოგლობინი – ერთროციტებში არსებული რთული ცილაა, რომლის დანიშნულებაა  $O_2$ -ის ტრანსპორტირება ფილტვებიდან ორგანიზმის ქსოვილებში, ხოლო  $CO_2$ -ისა – ქსოვილებიდან ფილტვებში. მაგრამ, როგორც ცნობილია, CO ბევრად უფრო იოლად უკავშირდება ჰემოგლობინს, ვიდრე  $O_2$ . ამიტომ რაც მეტი რაოდენობითაა CO ჰაერში, მით მეტი ჰემოგლობინი კავდება მის მიერ და ნაკლები  $O_2$  აღწევს ქსოვილებში. CO-სთან დაკავშირებულ ჰემოგლობინს კარბოქსიჰემოგლობინი ქვია.

ძლიერ გაბინძურებულ უბნებში 8-12 საათიანი მუშაობის შემდეგ, მძღოლის ორგანიზმში მთელი ჰემოგლობინის 9-10% CO-სთანაა დაკავშირებული; საშუალოდ გაბინძურებულ რაიონებში ეს მაჩვენებელი 3-4%-ს შეადგენს; დაახლოებით ასეთივე მაჩვენებელი აქვს თამბაქოს მწვეველსაც.

კარბოქსიჰემოგლობინის რაოდენობის ზრდა უარყოფითად მოქმედებს ორგანიზმის საერთო მდგომარეობაზე; ადამიანის რეაქცია გარეგან გამღიზიანებლებზე საგრძნობლად ქვეითდება: იგი ვერ არჩევს ხმოვან სიგნალებს და განათების ინტენსივობას, მას დროებით უქვეითდება მეხსიერება, სტენოკარდიით დაავადებულ პირებს გულის უარყოფითი მოვლენები უფრო ხშირად და ხანგრძლივი დროით უვითარდებათ. აშშ-ში სიკვდილიანობის 35% გულ-სისხლძარღვთა დაავადებაზე მოდის. ვარაუდობენ, რომ ასეთ მაღალ პროცენტს მნიშვნელოვანწილად გარემოში CO-ს სიჭარბე უწყობს ხელს.

როგორც აღინიშნა, გარემოს გაბინძურების ერთ-ერთი წყარო – აზოტის ოქსიდებია; 90% აზოტის ჟანგს შეადგენს, დანარჩენი –

აზოტის ორჟანგს. მაგრამ ჰაერში, რთული რეაქციების შედეგად, NO-ს დიდი ნაწილი უფრო ტოქსიკურ NO<sub>2</sub>-ად გარდაიქმნება.

NO<sub>2</sub> მრავალმხივ ზემოქმედებას ახდენს ადამიანზე. იგი იწვევს ე.წ. სენსორულ ეფექტებს, რაც გამოიხატება ყნოსვის და მხედველობის უნარის დაქვეითებაში. NO<sub>2</sub>-ის შედარებით დაბალი კონცენტრაციაც კი (~ 0,056 მკ მ<sup>3</sup>) ხშირად სუნთქვის მნიშვნელოვანი გართულების მიზეზია. ნახშირბადის მონოქსიდის მსგავსად, NO<sub>2</sub>-ს აქვს ჰემოგლობინთან დაკავშირების უნარი, რაც ზემოთ აღწერილ უარყოფით მოვლენებს იწვევს.

თავისუფალი ქლორი და მისი შენაერთები უარყოფითად მოქმედებენ ყნოსვის, მხედველობის ორგანოებზე, იწვევენ სუნთქვის რითმის მოშლას. ფტორის შენაერთები იწვევენ კანის და ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებას. მათი ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად ვითარდება სისხლდენა, სურდო, ხველება, პნევმოსკლეროტული ცვლილებები ფილტვებში.

ავტომანქანის გამონაბოლქვის ერთ-ერთი უარყოფითი შედეგი – ჰაერში ტყვიის კონცენტრაციის ზრდაა. როგორც აღინიშნა, ტყვია – კუმულაციური მსხამია; იგი თანდათან გროვდება ორგანიზმში, აკნინებს ერთროციტების წარმოქმნას ძვლის ტვინში და ხელს უშლის ჰემოგლობინის სინთეზს.

ტყვიის დიდ რაოდენობას ძველი საღებავი შეიცავს. როგორც სპეციალისტები აღნიშნავენ, ეს საღებავი ძველ სახლებშია შემორჩენილი, რომელთაგან მრავალი ინგრევა. აქ დროებით სახლდებიან უსახლკაროები და ლტოლვილები, რომელთა შორის მცირეწლოვანი ბავშვებიცაა. თუ ბავშვმა პირში საღებავი ჩაიდო, მის ორგანიზმში მსხამიც ხვდება. 1 გრ საღებავი ხშირად 50 000 მკგ ტყვიას შეიცავს.

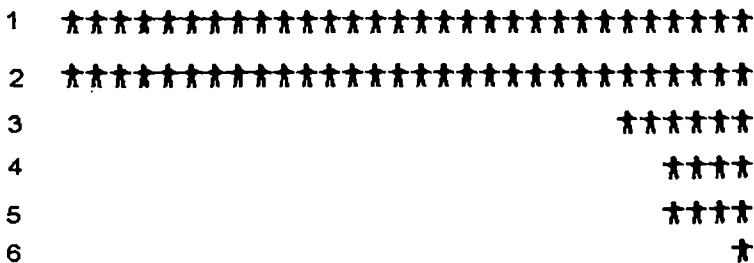
რეველების (1995) მონაცემებით, აშშ ზოგიერთ რაიონში უსახლკარო ბავშვთა 2%-ის სისხლში ტყვიის რაოდენობა უახლოვდება ტოქსიკურ ზღვარს. თუ რეგიონში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი დიდია, ბავშვების მოწამელის შესაძლებლობა, ხანდაზმულებთან შედარებით, თითქმის ორჯერ იზრდება. მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ, რომ ბავშვისათვის ზღერულად დასაშვები კონცენტრაცია ბევრად დაბალია, გასაგები იქნება ის საფრთხე, რომელიც მას ემუქრება. დადგენილია, რომ ტყვია ვირთაგვებში შეიძლება იყოს ავთვისებიანი ზრდის მიზეზი.

იყო დრო, როდესაც თამბაქოს ნათესებს ტყვიის არსენიტის შემცველი პესტიციდებით ამუშავებდნენ. არც ტყვია, არც დარიშხანი არ იშლება ნიადაგში, ამიტომ მათ პოულობენ ყველგან, სადაც იყენებდნენ პესტიციდს.

თამბაქო, მოყვანილი ასეთ ნიადაგზე, ითვისებს დარიშხანსაც და ტყვიასაც. დადგენილია, რომ სიგარეტი საშუალოდ 13 მკგ ტყვიას შეიცავს, აქედან 1,5 მკგ თამბაქოს კვამლში ხვდება, რომლის 1/3 სისხლში გადადის. დარიშხანი - კუმულაციური შხამია. როგორც ვარაუდობენ, ხანგრძლივი დროის მანძილზე დაგროვილი დარიშხანი კანცეროგენულია.

კიბო დღეს ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემაა მსოფლიოში. ოფიციალური მონაცემებით 400 000-მდე ამერიკელი ყოველწლიურად კიბოს მიზეზით კვდება, ხოლო 700 000-მდე ახალი ავადმყოფი რეგისტრირდება (სურ. V. 5.1). ყოველწლიურად ინდუსტრიულ ქვეყნებში კიბოთი დაავადების 2,9 მლნ ახალი შემთხვევა იჩენს თავს, განვითარებად ქვეყნებში - 3 მლნ-მდე შემთხვევა. ბოლოდროინდელი მონაცემები ცხადყოფენ, რომ კიბოთი დაავადების 60-90% გარემო ფაქტორებთანაა დაკავშირებული.

1977 წელს აშშ პროფესიონალური უშიშროების ინსტიტუტის მიერ გამოქვეყნებულ ანგარიშში აღნიშნულია, რომ აქ ყოველი მეოთხე მუშა თავის სიცოცხლის მანძილზე განიცდის ტოქსიკურ ნივთიერებათა - სხვადასხვა გამხსნელის, ტყვიის, ვერცხლისწყლის და სხვ. - ზემოქმედებას, რაც სერიოზული დაავადებების, ზოგჯერ სიკვდილის მიზეზი შეიძლება იყოს. ასეთ ადამიანთა რიცხვი იმ დროისათვის აშშ-ში თითქმის 22 მლნ-ს შეადგენდა. ამის გარდა, დაახლოებით 880 000 მუშა კონტაქტირებს ცნობილ კანცეროგენებთან, როგორცაა ასბესტი, დარიშხანი, ქლოროფორმი და სხვ. (იხ. ცხრილი V.3.)



- |                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1 - კიბო (1969 წ.)          | 4 - დაილუპა გიეტნამის ომში (6 წელი) |
| 2 - დაილუპა II მსოფლიო ომში | 5 - დაილუპა კორეის ომში (3 წელი)    |
| 3 - ავტოკატასტროფები (1969) | 6 - პოლიომიელიტი (1952 წ.)          |

სურ. V.5.1. სიკვდილიანობა აშშ-ში. რეელებს (1995) მიხედვით.  
(ყოველი ფიგურა 10 000 შემთხვევას შეესაბამება)

მრეწველობის დარგი ან მისი პროდუქტი	კანცეროგენული ნივთიერება
ინსტრუმენტების და სამეცნიერო ხელსაწყოების წარმოება	ასბესტი, ტალიუმი, სარჩილი
მზა ლითონის წარმოება	ტყვია, ნიკელი, გამხსნელები, ქრომის მჟავა, ასბესტი
ელექტრომოწყობილობა და კვების წყაროები	ტყვია, ვერცხლისწყალი, გამხსნელები, ქლორირებული ნახშირწყალბადები, სარჩილი
მანქანათმშენებლობა	ზეთები, საპოხი ემულსია
სატრონსპორტო მოწყობილობა	ფორმალინი, ფენოლი, იზოციანიტები, ამინები
ნავთობი და მისი გადამუშავების პროდუქტები	ბენზოლი, ნაფტალინი, პოლიციკლური არომატული ნაერთები
ტყვიის ნაწარმი	ქრომის მარილები, მთრიმლავი ორგანული ნივთიერებები

ცხრილი V. 3. მრეწველობის მოგიერსი დარგი და მათში გამოყენებული კანცეროგენები: პ. და ჩ. რეველების (1995) მიხედვით

პ. და ჩ. რეველების (1995) მონაცემებით, სასმელ წყალში 700-მდე უცხო ნაერთია აღმოჩენილი, რომელთა შორის ზოგიერთი – ცნობილი კანცეროგენია (იხ. ცხრილი V.4.). აშშ სოფლის ტერიტორიების სასმელ წყალში აღმოჩენილია სელენი, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი, ასევე ნიტრატები, ტყვია, ვერცხლი და სხვა, რომელთა კონცენტრაცია ხშირად აღემატება დადგენილ სტანდარტებს.

როგორც აღინიშნა, სოფ. ცანაში და სოფ. ლუხუნში დარიშხანის საბადოების სიახლოვეს ამ მეტალის კონცენტრაცია გარემოში მაღალია. ვარაუდობენ, რომ ამან განაპირობა მოსახლეობაში სხვადასხვა სახის დაავადების განვითარება. I ადგილზეა გულ-სისხლძარღვთა პათოლოგია (39,5%), II ადგილზე – კუჭ-ნაწლავის დაავადებები (36,3%) ქრონიკული ქოლესისტიტის, გასტრიტის, კოლიტის სახით; III ადგილზეა ნერვული სისტემის დისფუნქცია ნევრასტენული სინდრომის.

ცნობილი:  
ვინილქლორიდი  
საეარაულო:  
ბენზოლი  
ბენზპირენი

დიელდრინი, კეპონი, პექსაქლორბენზილი, ქლორდანი, დღტ, ლინდანი, ეთილქლორიდი, პოლიქლორირებული ბიფენილები, ქლოროფორმი, 1,2 - დიქლორეთანი, ტეტრაქლორეთენი, ოთსქლორეთანი ნახშირბადი, ტრიქლორფენოლი

ცხრილი V.4 სასმელ წყალში აღმოჩენილი კანცეროგენული ნივთიერებები.  
პ. და ჩ. რეველების (1995) მხედვეთი.

აკვიატებული იდეების, ვეგეტოსისხლმარღოვანი დისტორნიის და სხვ. სახით

1970-87 წლებში რაჭაში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გამოავლინა ავთვისებიანი სიმსივნით დაავადების მაღალი პროცენტი. აქ ეს ძაჩვენებელი თითქმის 3-ჯერ აღემატება საქართველოს საშუალო მაჩვენებელს. რაჭაში კიბოთი დაავადების სიხშირე ასაკთან ერთად იზრდება და მაქსიმუმს 65 წლის ასაკში აღწევს. განსაკუთრებით ხშირია ფილტვების და კანის კიბო.

როდესაც საქმე გვაქვს კიბოს აღმძვრელ მიზეზებთან, რომელთა შესაძლო შედეგები ცნობილია, მათი თავიდან აცილება არაა რთული. მაგრამ ხშირად უარყოფითი ეფექტები ცნობილი არაა, ან ავადმყოფობის სიმპტომები მხოლოდ ათეული წლების შემდეგ იჩენს თავს. ასეთ შემთხვევაში დაავადების თავიდან აცილება თითქმის შეუძლებელია. სხვა დაავადებათა შორის ასეთია ასბესტოზი, რომელსაც ასბესტის მტვერი იწვევს. ამ დაავადების დროს ფილტვებში გროვდება ასბესტის ბოჭკო, რის გამო სუნთქვა ბრკოლდება; ბოჭკოს ირგვლივ ქსოვილი მკვრივდება, რაც ხელს უშლის ფილტვის სისხლით მომარაგებას.

ასბესტი გამოიყენება ჭერის, კედლების, იატაკის მოსაპირკეთებლად, აგრეთვე ავტომანქანების სამუსრუტე ზესადებებში, მეხანძრეთა ტანსაცმელში, ფილტრებში, წყალგაყვანილობაში და ა.შ.

ასბესტის მტვერი ფილტვებისა და პლევრის კიბოს იწვევს. როდესაც მტვერის დოზა დიდი არაა, შედეგმა შესაძლოა მხოლოდ 20-30 წლის შემდეგ იჩინოს თავი. აღწერილია 50 წლის ქალის გარდაცვალების შემთხვევა ფილტვის კიბოს იშვიათი ფორმით - მეზოთელიუმით.

როგორც გაირკვა, გარდაცვალების მიზეზი ასბესტი იყო, რომელთანაც შეხება ქალს მხოლოდ ბავშვობაში ქონდა.

მეზოთელიუმით შესაძლოა დაავადდნენ პირები, რომელთაც საქმე აქვთ ასბესტის დაჰზადებასთან, ან მის გამოყენებასთან; ავადდებიან აგრეთვე მათი ოჯახის წევრები, რომელთაც ასბესტთან უშუალო კავშირი არა აქვთ. მაგრამ ყლაპავენ გარედან შემოტანილ მტვერს.

1986 წელს აშშ გარემოს დაცვის სააგენტომ დასვა ასბესტის პროლეუქციის წარმოების შეწყვეტის საკითხი. ამ წინადადების განხორციელება ნაგარაუდვეი იყო 10 წლის მანძილზე.

გარემოს გამაბინძურებელ მრავალ ფაქტორს გენეტიკური აქტივობა აღრიაჩნდა. ბოლს, სანებში მუტაგენების გავლენით მუტაციების სიხშირე საგრძნობლად გაზრდილი; მათი დიდი ნაწილი რეცესიული და საზიანოა. მაგალთად, მაიონიზირებელი რადიაციის უმცირესი დოზაც კი, როგორც წესი, მუტაციას იწვევს. ცოლ-ქმრული წყვილიდან თუ ერთ-ერთმა მიანიც 1-1,5 გრეი დოზა მიიღო, დაავადებული შთამომავლობის აღბათობა 4-5%-ით იზრდება. მაგრამ თუ იმავე დოზას რეგიონის მთელი მოსახლეობა იღებს, მომდევნო თაობებში დაავადებულთა რაოდენობა მნიშვნელოვნად იზრდება.

## 6. ტოქსიკურ ნივთიერებათა ზემოქმედება მცენარეებზე და ცხოველებზე, მათი ჩართვა კვებით ჯაჭვებში

ცოცხალი ორგანიზმები სხვადასხვაგვარად რეაგირებენ გარემოს გაბინძურებაზე. მცენარეთათვის განსაკუთრებულად მავნეა გოგირდოვანი გაზი, ქლორი, ტყვია, ვერცხლისწყალი, დარიშხანი. მაგალითად, გოგირდოვანი გაზი იწვევს ფოთლების გამუქებას და მცენარეთა კვდომას. ასეთი ეფექტი შეიმჩნევა მაშინაც კი, როდესაც მცენარე იზრდება რამდენიმე ათეული კილომეტრის დაშორებით მავნე გამონაბოლქვის წყაროდან. გოგირდის დიოქსიდი მცენარეთა ფოთლის ფირფიტაში საგრძნობლად აქვეითებს უჯრედების ცხოველქმედებას, რის შედეგად ფოთოლი იფარება რუხი ლაქებით და თანდათან ხმება.

დავითაის (1985) მონაცემებით, ცანაში (ქვემო სვანეთი) დარიშხანის დამამუშავებელი სამთო-ქიმიური ქარხნის სიახლოვეს გავრცელებული მცენარეებიდან დარიშხანის ჭარბი რაოდენობა, პირველ რიგში, ნაირბალახოვნებში აღინიშნება. აქ იგი შეადგენდა 1500 მგ/კგ-ს., რაც

ბევრად აღემატება დასაშვებ კონცენტრაციას. ძირითადი საამქროდან 2 კმ-ის მანძილზე კონცენტრაცია 274 მგ/კგ-მდე მცირდება, 10 კმ-ის მანძილზე – 7,7 მგ/კგ-მდე. სიმინდში დარიშხანის დიდი რაოდენობა, პირველ რიგში, ფოთლებში გროვდება, რაც გარკვეულ საშიშროებას უქმნის შინაურ ცხოველებს. კონცენტრაცია გაზრდილია მცენარეთა მიწისქვეშა ნაწილებშიც – ფესვებში, ტუბერებში. მაგალითად, კარტოფილში იგი ზოგჯერ 0,5 მგ/კგ-ს შეადგენს, რაც რამდენჯერმე ჭარბობს დასაშვებ კონცენტრაციას.

დარიშხანის მოპოვების ზონაში, როდესაც ყველა ტექნოლოგიური რგოლი მეტ-ნაკლებად ოპტიმალურია, მცენარეთა ფოტოსინთეზური აქტივობა დაახლოებით 10%-ით მცირდება. ამის შედეგად ბიოცენოზის პროდუქტიულობა საგრძნობლად ქვეითდება. სხვა მონაცემებით, გარემოში დარიშხანის დოზის 2-ჯერადი გაზრდა იწვევს ქლოროპლასტების საგრძნობ შემცირებას, მათი აქტივობის შესუსტებას, მცენარეთა ზრდისუნარიანობის დაქვეითებას, ფესვთა სისტემის განვითარებისა და წყლის შეწოვის უნარის დაცემას, პლაზმოლიზს და ა. შ.

ზოგიერთი მცენარე მეტად მგრძობიარეა ტოქსიკანტების მიმართ; მაგალითად, გოგირდოვანი გაზის მიმართ – წიწვოვნები, სამყურა, იონჯა, კაკალი, თამბაქო, ლიქენები; ფტორის მიმართ – მარცვლოვნები, მარწყვი, ხახვი, გლადიოლუსები, ნაძვი, ფიჭვი; ოზონის მიმართ – ვაზი, ციტრუსოვნები, თამბაქო. ამავე დროს ზოგი მცენარე იმავე ტოქსიკანტის მიმართ შედარებით რეზისტენტულია; მაგალითად, გოგირდოვანი გაზის მიმართ მდგრადია ქლიავი, მსხალი, ვარდისებრნი, ლილიები; აზოტის ოქსიდების მიმართ – სტაფილო; ფტორის მიმართ ბარდა. შესაბამისად, პირველი ჯგუფის მცენარეები შესაძლოა გამოყენებულ იქნენ, როგორც გარემოს გაბინძურების ეფექტური ინდიკატორები; მეორენი – როგორც მდგრადი ობიექტები ტერიტორიების გამწვანებისათვის.

ნიადაგში ქიმიური სასუქების ჭარბი რაოდენობის შემთხვევაში, ნიტრატები და ფოსფატები მცენარეთა ქსოვილებში გროვდება, რაც საგრძნობლად აუარესებს საკვები პროდუქტების ხარისხს. კომონორის (1970) მონაცემებით, დაუშუშავებელ ნიადაგზე დათესილი ღორის ქადა ნიტრატული აზოტის მხოლოდ 0,1%-ს შეიცავს. მაგრამ თუ ნიადაგი გამდიდრებულა ნიტრატებით (~ 600კგ/ჰა), მაშინ მცენარეებში ნიტრატული აზოტის შემცველობა 0,6%-მდე იზრდება.

იგივე შეიძლება ითქვას ზოგიერთ ბოსტნეულზე. მაგალითად, ისპანახის სამრეწველო დამუშავებისას (მაგალითად, კონსერვირებისას), ნიტრატები

შესაძლოა გარდაიქმნას მეტად ტოქსიკურ ნიტრიტებად. ჰემოგლობინი მათთან რეაგირების შედეგად მეტჰემოგლობინად გარდაიქმნება. მეორე მხრივ, ნიტრატები საჭმლის მომსწრეებელ ტრაქტში შესაძლოა გარდაიქმნან ძლიერ კანცეროგენულ ნიტროზამინებად.

ჰაერის გაბინძურება უარყოფითად მოქმედებს ცხოველებზეც. ცნობილია მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის და ფრინველების მასობრივი დაღუპვის შემთხვევები ბოლნისლის დროს. თავისებურად ზემოქმედებს ცხოველებზე გარემოში მოლიბდენის სიჭარბე. თავისთავად, ეს ნივთიერება უვნებელია, მაგრამ ჭარბი რაოდენობით იგი ორგანიზმს სპილენძისაგან აღარიბებს, რაც ცხოველებში იწვევს ანემიას, მადის დაკარგვას და სხვ. დარიშხანი გროვდება ველურ და შინაურ ცხოველთა შინაგან ორგანოებში ღვიძლში, პანკრეასში, თირკმელებში, ფილტვებში.

კარგადაა ცნობილი ზოგიერთი ფრინველის და ფუტკრისნაირის მალაღი მგრძობიარობა სპილენძის, ფტორის, დარიშხანის მიმართ. ჩვენს პირობებში, დარიშხანის საბადოების სიახლოვეს ზოგიერთი ცხოველი საერთოდ ამოვარდა ბიოცენოზიდან. პირველ რიგში, ეს ებება გარეულ ფუტკარს.

დღტ-ს გამოყენება გარკვეულ საშიშროებას უქმნის ფრინველთა ზოგიერთ სახეობასაც, მაგალითად შევარდენს და ქორს. როგორც უკვე აღინიშნა, უკანასკნელი 20-30 წლის მანძილზე ეს ფრინველები ძალზე თხელი ნაჭურჭის მქონე კვერცხს დებენ, რომელიც ბარტყების გამოჩეკამდე ბევრად ადრე ტყდება. მეცნიერთა ვარაუდით, ამ მოვლენის მიზეზია გარემოში დღტ-ს რაოდენობის მატება.

ყველა ცოცხალ ორგანიზმს აქვს უნიკალური უნარი – დააგროვოს ნივთიერება, რომელიც ბიოლოგიურად ძნელად იშლება. მცენარეებსა და ცხოველებში ნივთიერებათა ასეთმა დაგროვებამ „ეკოლოგიური ხაფანგების“ სახელწოდება მიიღო.

დიდი ხანია ცნობილია, რომ ზღვის მურა წყალმცენარეებს (ლამინარიებს) იოდის დაგროვება შეუძლიათ, ვანადიუმი გვხვდება ხამანწყების სისხლში; ერთ-ერთი ორსაგდულიანი მოლუსკის (*Pecten* sp.) კუჭქვეშა ჯირკვალში კადმიუმი გროვდება, რომლის წონა ხშირად ცხოველის მშრალი მასის 0,001%-ს შეადგენს.

1954 წელს ფოსტერმა და როსტენბახმა დაადგინეს, რომ კოლუმბიის ერთ-ერთი მდინარის ფიტოპლანქტონში რადიოაქტიური ფოსფორის



ფარდობითი კონცენტრაცია თითქმის 1000-ჯერ მეტია, ვიდრე წყალში; ბრაინის და სხვ. (1957) მონაცემებით, ბრიტანეთის საძოვრების ბალახოვან საფარში <sup>137</sup>Sr-ის შემცველობა 20-ჯერ სჭარბობს ნიადაგისას. მოგვიანებით რობინსონი (1965) აღნიშნავდა, რომ ინსექტიციდი დიელდრინი ჩრდ. ზღვის წყალში მხოლოდ კვალის სახისაა. ფიტოპლანქტონში კი მისი ფარდობითი კონცენტრაცია რამდენიმე ასეულჯერ უფრო მაღალია.

ტოქსიკურ ნივთიერებათა დაგროვების უნარი ცხოველებსაც გააჩნიათ. მაგალითად, ჭიაყელას ორგანიზმში დღტ-ს რაოდენობა ხშირად მრავალ ათეულჯერ აღემატება მის კონცენტრაციას ჰომუსში. ამ მხრივ ზღვის უხერხემლოებს შორის გამოირჩევიან ორსაგდულნიანი მოლუსკები. ხამანწყების სხეულში დღტ-ს კონცენტრაცია თითქმის 70 000-ჯერ აღემატება წყლის მაჩვენებელს.

ჰიდრობიონტები ტოქსიკანტების დაგროვების სხვადასხვა უნართ ხასიათდებიან. პროფ. ნ. მაზმანილის მონაცემებით, კანცეროგენ 3,4-ბენზპირენის კონცენტრაცია საქართველოს ზღვის თევზებში ბევრად დაბალია (0,06-4,49 მგ/კგ), ვიდრე მიდიებში (194,5 – 441,1 მგ/კგ). მნიშვნელობა აქვს იმასაც, თუ რომელ ეკოლოგიურ ჯგუფს განეკუთვნება სახეობა. მაგალითად, მერლანგში 3,4-ბენზპირენის კონცენტრაცია შეადგენს  $0,137 \pm 0,056$  მგ/კგ-ს, სმარისში –  $0,902 \pm 0,228$ -ს, ხოლო გლოსაში –  $4,292 \pm 0,466$  მგ/კგ-ს.

როგორც ვხედავთ, პელაგიურ-ბენტოსურ სმარისში ტოქსიკანტების კონცენტრაცია თითქმის 7-ჯერ, ბენტოსურ გლოსაში კი თითქმის 30-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე პელაგიურ მერლანგში. ადვილად შესაძლებელია, რომ ამ მოვლენის ერთ-ერთი მიზეზი ფსკერის დანალექია, რომელიც ხელს უწყობს ტოქსიკური ნივთიერების მაქსიმალურ შეთვისებას.

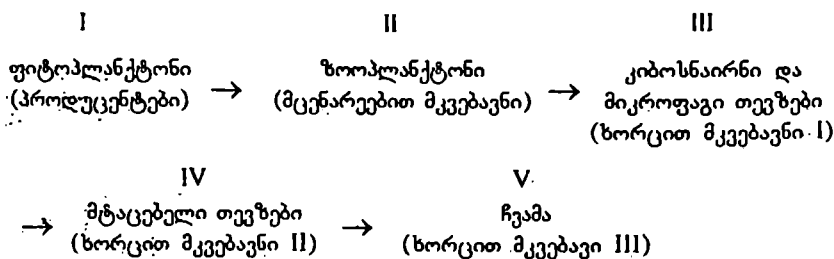
მსგავსი მაგალითი მრავალია. როდესაც საქმე გვაქვს ნივთიერებებთან. რომლებიც ადვილად იშლება და მონაწილეობს მეტაბოლურ პროცესებში, პრობლემა არ იწვევს სერიოზულ შემფოთებას. მაგრამ ხშირად აკუმულირებული ნივთიერებები ძნელად იშლებიან. ასეთ შემთხვევაში ცოცხალი ორგანიზმები მართლაც გვევლინებიან ტოქსიკურ ნივთიერებათა „ხაფანგების“ როლში.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ნებისმიერი სახეობის მცენარე თუ ცხოველი ერთი ან რამდენიმე კვებითი ჯაჭვის შემადგენელი რგოლია. ამის შესაბამისად, ტოქსიკური ნივთიერება ჯაჭვის ერთი ტროფული

საფეხურიდან შემდეგზე გადადის; ყოველ მომდევნო რგოლში მისი რაოდენობა იზრდება; საბოლოო ჯამში, ტოქსიკანტების მინიმალური კონცენტრაციით პროდუცენტები ხასიათდება, მაქსიმალურით კი ჯაჭვის ბოლო საფეხურზე მდგარი მტაცებლები.

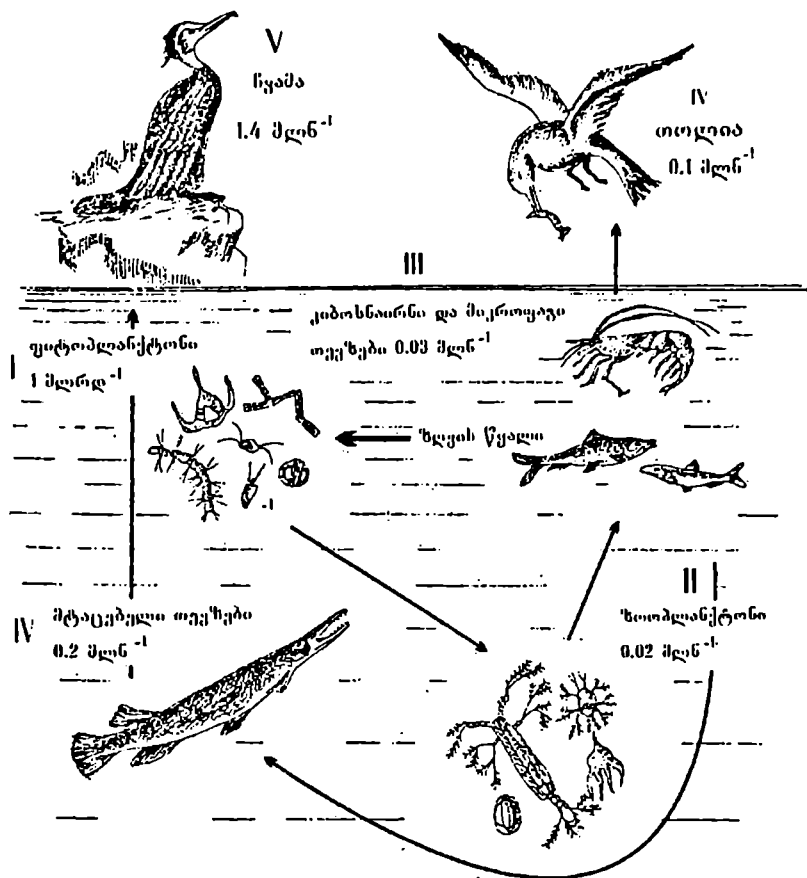
სურ. V.6.1. გვიჩვენებს ინსექტიციდ დიელდრინის დაგროვებას კვებითი ჯაჭვის სხვადასხვა საფეხურზე ჩრდ. ზღვის პირობებში. როგორც ჩანს, წყალში ინსექტიციდის რაოდენობა უმნიშვნელოა, ეკოლოგიური პირამიდის საფეხურებზე კი თანდათან იზრდება. სახელდობრ, ფიტოპლანქტონში მისი კონცენტრაციაა 1 მლრდ<sup>-1</sup>, ზოოპლანქტონში - 0.02 მლნ<sup>-1</sup>, მაქსიმალური რაოდენობით იგი გროვდება მტაცებელ ფრინველებში, რომელთა ღვიძლში დიელდრინის კონცენტრაცია შეადგენს 1,6 მლნ<sup>-1</sup>-ს, კვერცხებში კი 1,2 მლნ<sup>-1</sup>-ს. ჩუამაში ინსექტიციდის შეფარდებითი კონცენტრაცია თითქმის 1600-ჯერ მეტია, ვიდრე ფიტოპლანქტონში.

სქემატურად ეს მონაცემები შემდეგნაირად გამოისახება:



50-იან წლებში აშშ-ში ფართო მასშტაბის სამუშაოები ტარდებოდა თელას ერთ-ერთი დაავადების წინააღმდეგ დღტ-ს პრეპარატით. პრეპარატის ნაწილაკები ნიადაგში ზვდებოდა და აქ შეითვისებოდა ჭიაყელების მიერ. შაშვი, ჭიაყელებთან ერთად, პრეპარატსაც ყლაპავდა, რომლის შიშართ მისი ცენტრალური ნერვული სისტემა მეტად მგრძობიარე გამოდგა. ამას მოჰყვა შაშვის მასობრივი დაზოცვა; ფრინველის სიკვდილიანობამ აშშ ზოგიერთ რაიონში 86%-ს მიაღწია.

არანაკლებ ნიშანდობლივია კლირ-ლეიკის ტბა კალიფორნიაში, რომელიც ერთ-ერთი სახეობის ბუზთან ბრძოლის მიზნით 1949, 54, 57 წწ-ში დღტ-თი დაამუშავეს. პრეპარატის კონცენტრაცია 0,014 მგ/ლ-ს არ აღემატებოდა. შედეგად, პლანქტონში კონცენტრაცია 5 მგ/ლ-ს აღწევდა,



სურ. V.6.1. ღიეღღრინის დღგროვების მექანიზმი ზღვის ორგანიზმებში, რამდლის (1981) მიხედვით. ცელილებებით.

პლანქტონით მკვებავ თევზებში — დაახლოებით 110 მგ/კგ-ს (კუნთებში) და 1 220 მგ/კგ-ს (ცხიმში). თევზით ბატასინი იკვებებოდა, რომლის ცხიმში პრეპარატის კონცენტრაცია თითქმის 2 000 მგ/კგ იყო, რაც დაახლოებით 100 000 —ჯერ მეტია, ვიდრე კონცენტრაცია წყალში და 400-ჯერ მეტი, ვიდრე ფიტოპლანქტონში.

70-იან წლებში ვერცხლისწყლით მოწამელის შედეგად 110 კაცი დაიღუპა იაპონიაში, რამდენიმე ასეული კი დაინვალიდა, რისი მიზეზიც

ქიმიური ქარხანაა — მის ნარჩენებს პირდაპირ მინიმატას ყურეში უშვებდნენ. უის (1972) მონაცემებით, ოკეანის წყალში და ფიტოპლანქტონში ამ მეტალის რაოდენობა საკმაოდ მაღალი აღმოჩნდა, თევზის ქსოვილებში კი მისი კონცენტრაცია თითქმის 500000-ჯერ მეტი იყო, ვიდრე წყალში.

ფინელმა ეკოლოგებმა დაამტკიცეს, რომ  $^{90}\text{Sr}$ -ის და  $^{137}\text{Cs}$ -ის გაელენით ლაპლანდიელებში რადიაციის დოზა 55-ჯერ აღემატება ანალოგიურ მაჩვენებლებს პელსინკის მოსახლეობაში. როგორც გაირკა, ეს პირველ რიგში, ტუნდრის ნიადაგების სპეციფიკასთანაა დაკავშირებული. საქმე ისაა, რომ მინერალური ნივთიერებებით ღარიბი ტუნდრის ნიადაგები ადვილად ითვისებენ სტრონციუმს და ცეზიუმს, რომელთა ქიმიური თვისებები ახლოა კალიუმთან და კალციუმთან. შემდეგ ისინი ლიქენებში გროვდება, თანაც, ნიადაგთან შედარებით ბევრად მაღალი კონცენტრაციით. ლიქენებით ირმები იკვებებიან, ირმის ხორციით და რძით — ლაპლანდიელები.

ანალოგიური სურათია ალიასკაზე, სადაც კვებითი ჯაჭვების ბოლო საფეხურს ექსკიმოსები წარმოადგენენ. ამ შემთხვევაში რადიოაქტიური ცეზიუმის რაოდენობა ჩრდ. ირმებში 3-ჯერ მეტია, ვიდრე ლიქენებში; ექსკიმოსებში კი 2-ჯერ მეტი, ვიდრე ირმებში.

ცხრილი V.5. გვიჩვენებს რადიოაქტიური სტრონციუმის შეფარდებითი კონცენტრაციის ზრდას კვებით ჯაჭვში ბირთვული იარაღის გამოცდის შემდეგ.

როგორც მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, ტოქსიკურ ნივთიერებათა კონცენტრაცია კვებითი ჯაჭვების ქვედა ტროფული დონეებიდან ზედა დონეებზე კანონზომიერად იზრდება; თუ ასეთ ზრდას გრაფიკულად გამოვხატავთ და მას ბიომასის პირამიდას შევადარებთ, დავინახავთ, რომ ის საწინააღმდეგო სურათს გამოხატავს (სურ. V.6.2)

კვებითი ჯაჭვი	ფარლობითი კონცენტრაცია
ნიადაგი	1
საფურაჟე თივა	21
ცხვარი	714

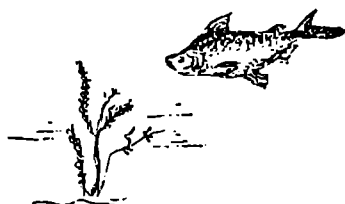
ცხრილი V.5. რადიოაქტიური სტრონციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებლები კვებითი ჯაჭვის სხვადასხვა საფეხურზე; რამალის (1981) მიხედვით.



ხორცილ მღკეპბაენი II



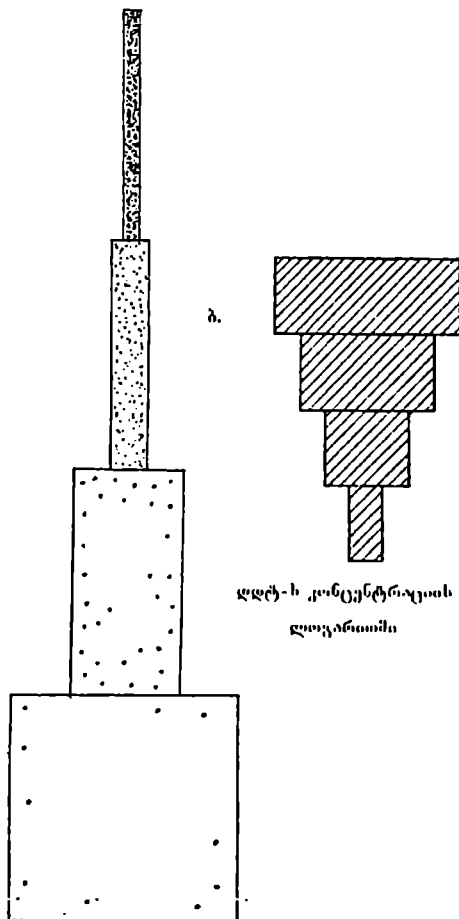
ხორცილ მღკეპბაენი I



მცენარით მღკეპბაენი



მცენარეუბა



დღგ-ს კონცენტრაციის  
ლოგარითმი

სურ. V.6.2. დღგ-ს დაგროვების პროცესი კვებით ჯაჭვში. ვუღეღის (1967)  
მიხედვით: ა - ზიომასის პირამიდა, ბ - დღგ-ს დაგროვების პირამიდა.

ადამიანი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც კვებითი ჯაჭვის უმაღლესი რგოლი - „სუპერმტაცებელი“. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მისი კვებითი რაციონი უაღრესად მღიდარია, ძნელი არაა იმის წარმოდგენა, თუ როგორი შეიძლება იყოს მასში სხვადასხვა ტოქსიკანტის კონცენტრაცია. სამწუხაროდ, ამ საკითხთან დაკავშირებული ოფიციალური

ცნობები მეტად მცირეა, ამიტომ მათზე მსჯელობა შეგვიძლია მხოლოდ არაპირდაპირი მონაცემების საფუძველზე.

## 7. პესტიციდები და ბარემი

ყოველწლიურად საკვები პროდუქტების მსოფლიო მარაგის თითქმის 1/2 მრავალრიცხოვანი მავნებლის – მწერების, ტკიპების, მღრღნელების, სოკოების, ფრინველებისა და სხვ. მიზეზით ისპობა ან ზიანდება. მოსავალი ნადგურდება მინდორში, მისი ტრანსპორტირებისას, შენახვის პირობებში. სპეციალისტები თვლიან, რომ ფეხსახსრიანთა და დაავადებათა წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური საშუალებების გამოყენების შემთხვევაში, მოსავლის წლიური ნამატი შესაძლოა 200 მლნ ტ-ით იყოს გაზრდილი. ეს საკმარისია ერთ მილიარდამდე ადამიანის გამოსაკვებად. ამის გარდა, რომ შეეძლოთ მღრღნელებისა და ფეხსახსრიანთა უვნებელყოფა საცაყების პირობებში, სასურსათო მარცვლის რაოდენობა კიდევ 25%-ით მოიმატებს. სპეციალისტების შეფასებით, ინდოეთის ზოგიერთ რაიონში სურსათის 70% მავნებელთა და დაავადებათა მიზეზით სწორედ საცაყებში იკარგება.

ქიმიური შენაერთების გამოყენებას მავნებელთა წინააღმდეგ დიდი ხნის ისტორია აქვს. რამდენიმე საუკუნის წინათ ფერმერები ფართოდ იყენებდნენ დარიშხანის, ტყეის, ვერცხლისწყლის შემცველ პრეპარატებს ან მცენარეთაგან დამზადებულ სხვადასხვა ბუნებრივ პროდუქტს. მაგრამ 40-იან წლებში მავნებლებთან და პარაზიტებთან ბრძოლის ახალი ერა დაიწყო, რაც პრეპარატ „დღტ“-ს სინთეზთანაა დაკავშირებული. განსაკუთრებული პოპულარობა ამ პრეპარატმა II მსოფლიო ომის დროს მოიპოვა, როდესაც იგი გამოიყენეს ტილებით და რწყილებით დასნებოვნებულ მებრძოლთა განკურნებისათვის. დღტ-ს მოყვა რიგი სხვა ანალოგიური პრეპარატის სინთეზი.

ნებისმიერ ნივთიერებას, რომელიც მავნებლების წინააღმდეგ გამოიყენება, პესტიციდი (ლათ. სიტყ. pestis – სენი) ქვია, ხოლო ნებისმიერი ორგანიზმი, რომელიც ადამიანის კონკურენტია საკვების, ბოჭკოს, მერქნის, ტყავის და სხვათა მოხმარებისათვის, მავნებლის სახელწოდებითაა ცნობილი. პესტიციდების სინთეზის შემდეგ ადამიანი აშკარად მიისწრაფოდა მისი მუდმივი კონკურენტის სრული მოსპობისაკენ.

თავდაპირველად პესტიციდებმა გადატრილება მოახდინა სოფლის მეურნეობაში. მათი გამოყენებით შესაძლებელი გახდა პროდუქციის თვითღირებულების შემცირება, შრომის ნაყოფიერების გაზრდა, მოსავლის დანაკარგის მინიმუმამდე დაყვანა. მაგრამ, ამავე დროს, აშკარა იყო პესტიციდების უარყოფითი თვისებებიც.

თითქმის ნახევარი საუკუნეა, რაც უპრეცედენტო ქიმიური ბრძოლა ხორციელდება სოფლის მეურნეობის მავნებლებთან. დრო საკმარისად დიდია, სათანადო დასკვნებისათვის. უნდა ვალიართ, რომ მავნებელთა სწრაფი ლიკვიდაციის კურსი ჩაიშალა, დღეს კი მათთან ბრძოლა ბევრად უფრო რთულია, ვიდრე ამ 30-40 წლის წინათ. უწინარესად, აღსანიშნავია ცოცხალ ორგანიზმებში მათი ინტენსიური დაგროვება, რაც შეიძლება გახდეს ადამიანისა და სასარგებლო ცხოველების მასობრივი ინტოქსიკაციის მიზეზი.

პესტიციდები მაღალი მდგრადობით გამოირჩევა, ამიტომ, გამოყენების შემდეგ, ხანგრძლივი დროით რჩება გარემოში. ქლორირებული ნახშირწყალბადები, მათ შორის დღტ, აგრეთვე დარიშხანის, ტყვიის, ვერცხლისწყლის შემცველი პესტიციდები, მდგრადი შენაერთების ჯგუფს განეკუთვნებიან. ეს იმას ნიშნავს, რომ სავეტეტაციო პერიოდის მანძილზე, მზისა და ბაქტერიების მოქმედებით, ისინი არ იშლება. დღტ-ს ნახევრადდაშლის პერიოდი 20 წელს შეადგენს (ანუ 20 წლის შემდეგ თავდაპირველად გამოყენებული პრეპარატის მხოლოდ ნახევარი დაიშლება მარტივ შენაერთებად). ვერცხლისწყალი და დარიშხანი ბოლომდე არასოდეს იშლება, ისინი ცირკულირებენ ეკოსისტემებში ან მიწის ღრმა ფენებში და შლამში იძირებიან.

პესტიციდების გამოყენება ხშირად გარემოს მეორად გაჭუჭყიანებას იწვევს: მტკვერთან ერთად ისინი ჰაერის ნაკადით აიტაცება და სხვა ტერიტორიაზე გადაიტანება. ამიტომ არც თუ იშვიათად პესტიციდებს ვხვდებით იქ, სადაც მათ არამც თუ არ იყენებენ, არამედ მიწათმოქმედებასაც კი არ ეწევიან. ნი-იან წლებში, ინგლისის ტერიტორიაზე, სადაც პესტიციდები არასოდეს გამოუყენებიათ, ნალექთან ერთად ყოველწლიურად 20-მდე ტ დღტ იყრებოდა და საძოვრებზე და სასაფლო-სამეურნეო სავარგულებზე იფანტებოდა.

პესტიციდებთან დაკავშირებული სერიოზული პრობლემაა მათ მიმართ მავნებელთა შეგუების უნარი, რის შედეგად შხამქიმიკატი უვნებელი ხდება. პრეპარატის გამოყენებას, როგორც წესი, მავნებლის რიცხოვნობის მკვეთრი შემცირება მოსდევს, მაგრამ ეს ყოველთვის არ ახდენს.

გავლენას პოპულაციის თვითაღდგენის უნარზე. გადარჩენილი ინდივიდების ხარჯზე, რომლებმაც, მეტაციების შედეგად, რამდენადმე განსხვავებული ნიშნები შეიძინეს, პოპულაციის რიცხოვნობა შესაფერის მომენტში შესაძლოა სწრაფად აღდგეს, ასე რომ მოკლე დროში იწყება ოდნავ შეცვლილი, მაგრამ უფრო მდგრადი „სუპერმაენების“ ცხოველმოქმედება.

1968 წელს ტეხასში, რიო-გრანდეს ველზე ბამბის მავნებლებმა ყველა გამოყენებული ინსექტიციდის მიმართ თითქმის 100%-იანი რეზისტენტობა შეიძინეს. იმის მიუხედავად, რომ სეზონის მანძილზე მინდვრები ყველა შესაძლებელი კომბინაციით 15-20-ჯერ მუშავდებოდა, რამდენიმე წლის მანძილზე მავნებლების გამო მოსავალი აქ თითქმის მთლიანად იკარგებოდა.

არც თუ შორეულ წარსულში მალარიას ერთ-ერთი პირველი ადგილი ეკავა ადამიანთა დასახლებებში. 50-იან წლებში, მალარიის აღმოფხვრის მიზნით, ფართო კომპანია დაიწყო; გამოიყენებოდა სინთეზირებული პრეპარატები. დასაწყისში ამ ნაბიჯებს საგულისხმო წარმატება მოყვა, მაგრამ შემდეგ მდგომარეობა მკვეთრად შეიცვალა. კოლოები შეეგუენ ჯერ დღტ-ს, შემდეგ „პროპოქსურს“, რომელმაც დღტ შეცვალა. მალარიით დაავადებამ 70-იანი წლებისათვის გაზრდა დაიწყო: თუ 1955 წელს რეგისტრირებული იყო დაავადების 250 მლნ შემთხვევა, რომლის შედეგად 1.5 მლნ ადამიანი დაიღუპა, 1965 წელს მხოლოდ 107 მლნ შემთხვევა აღინიშნა, მაგრამ 1976 წელს დაავადებულთა რიცხვმა 150 მლნ-ს გადააჭარბა. ამასთან მალარიის აღმძვრელი უფრო მდგრადი აღმოჩნდა პრეპარატების მიმართ.

ვ. იაბლოკოვის 1990 წლის მონაცემებით, თუ 40-იან წლების დასაწყისში პესტიციდების მიმართ რეზისტენტული იყო მხოლოდ 12 სახეობის მწერი, 50-იანი წლებისათვის მათი რიცხვი ყოველ 6 წელიწადში ორმაგდებოდა, 1980 წელს კი მეტ-ნაკლები მდგრადობით უკვე 428 სახეობის მწერი და 100-მდე სახეობის სოკო და ბაქტერია ხასიათდებოდა. ფაქტიურად აღარ გვევლება ეფექტური პრეპარატები ისეთი საშიში მავნებლების წინააღმდეგ, როგორიცაა კოლორადოს ხოჭო, კომბოსტოს ჩრჩილი და ზოგიერთი სხვა.

არც თუ იშვიათად პესტიციდები მავნებლის ბუნებრივ მტრებზე უფრო მოქმედებენ, ვიდრე თვით მავნებლებზე. ამის მაგალითია ჭია-მაია, რომელიც ეფექტურად არეგულირებს კულტურული მცენარეების



მრავალი მავნე სახეობის რიცხოვნობას. მაგრამ ხშირად, მინდვრების პესტიციდებით დამუშავების შედეგად, ჭია-მაია ილუპება, ხოლო მავნებელთა ნაწილი ცოცხალი რჩება, რასაც მოსდევს მათი მასობრივი გამრავლების ახალი ტალღა.

პერუს ერთ-ერთ რაიონში ხანგრძლივი დროის მანძილზე ბამბა მოყვადათ. II მსოფლიო ომამდე მავნებლების წინააღმდეგ დარიშხანს და ნიკოტინსულფატს იყენებდნენ. 1949 წელს პლანტაციებში ახალი მავნებლები – ხვატარი და ბუგრები გაჩნდა. ამან აიძულა ფერმერები გამოეცადათ სხვა პრეპარატები – დდტ და ტოქსაფენი. დასაწყისში შედეგებმა ყოველგვარ მოლოდინს გადააჭარბა, მაგრამ 1955 წელს მდგომარეობა შეიცვალა. შხამ-ქიმიკატებმა მოსპეს მტაცებელი მწერები, ადრინდელმა მავნებლებმა რეზისტენტობა გამოიმუშავეს სინთეზური პრეპარატების მიმართ, ბამბის პლანტაციებს კი რიგი ახალი მავნებელი გაუჩნდა.

ამგვარად, ქიმიური ბრძოლის კურსმა ჩიხში შეიყვანა საზოგადოება. ჩვენ ვერ შევძელით კულტურულ მცენარეთა საიმედო დაცვა, ვერ შევამცირეთ მავნებელთა საერთო რიცხოვნობა, სამაგიეროდ მნიშვნელოვნად გავზარდეთ ნიადაგის, წყლისა და საკვები პროდუქტების ქიმიური გაჭუჭყიანება. 90-იან წლებში პესტიციდებით აშშ-ის სასოფლო-სამეურნეო მინდვრების 61% მუშავდებოდა, სსრკ-ში – 87%. ამ პერიოდში მსოფლიო მასშტაბით წელიწადში 2 მლნ-მდე ადამიანი იწამლებოდა, რომელთაგან დაახლოებით 50 000 ილუპებოდა. ყოფილ სსრკ-ში 400-მდე ნებადართული პრეპარატიდან კონტროლს მხოლოდ 30 ექვემდებარებოდა.

ეკოსისტემებში ბიოაკუმულირებისა და ბიოტრანსფორმირების პროცესში პესტიციდები წამლავენ მცენარებს, შინაურ ცხოველებს და მიკროორგანიზმებს. მათ ერთ-ერთი პირველი ადგილი უჭირავთ გარემოს მუტაგენურ ფაქტორებში; ადამიანის ორგანიზმში შეჭრისას, იწვევენ საერთო ავადობის ზრდას, ორსულობის პათოლოგიას, თანდაყოლილ ანატომოურ და ფიზიოლოგიურ დეფექტებს, ბავშვის ფიზიკური განვითარების შეფერხებას, სასქესო ფუნქციის მოშლას, ფსიქიურ დეპრესიებს, მეხსიერების დაქვეითებას, კანცეროგენული პროცესების სტიმულირებას და ა. შ.

ყველა ეს ფაქტი იმაზე მეტყველებს, რომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების მავნებლებისაგან დაცვის სტრატეგია და ტაქტიკა

მკვეთრად უნდა შეიცვალოს; მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და სიცოცხლისუნარიანი ბიოსფეროს შენარჩუნების ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაცია უნდა იყოს. ცხადია, ეს არ ნიშნავს უარი ითქვას ბრძოლის ქიმიურ მეთოდებზე, მაგრამ ისინი უპირატესად კრიტიკული სიტუაციიდან გამოსვლის საშუალებას უნდა წარმოადგენდეს და არა ყოველდღიურ პრაქტიკულ ნაბიჯებს.

## თავი VI. ეკოლოგიური ალტერნატივა. მღვრადი განვითარების კონცეფცია

გლობალური ეკოლოგიური ტენდენციები აშკარად შემაშფოთებელია. ამაში დღეს არც ერთ საღად მოაზროვნე ადამიანს არ ეპარება ეჭვი. ბიოსფეროს არასასურველი პროცესების თავიდან აცილების გზები შეზღუდულია, თუმცა პოტენციური შესაძლებლობანი, საბედნიეროდ, არსებობს. სხვა საქმეა, თუ როგორ და რამდენად მოკლე დროში გამოვიყენებთ მათ.

მეორე მხრივ, პლანეტის ცალკეულ რეგიონებში საზოგადოების აქტივობის თუ მთავრობის სწორი პოზიციის წყალობით, ეკოლოგიური სიტუაცია უმჯობესდება. მაგალითად, არცთუ შორეულ წარსულში უკიდურესად გაჭუჭყიანებული ჩრდ. ამერიკის „დიდი ტბები“ სათანადო ღონისძიებების შედეგად დღეს შედარებით უკეთეს მდგომარეობაშია; ბევრად უფრო სუფთაა მდ. რეინიც, სადაც ტიპური იქთიოფაუნის ზოგიერთი წარმომადგენელი კვლავ იკიდებს ფეხს; ყოფილი სსრკ-ს მრავალ ქალაქში ჰაერი მნიშვნელოვნად გაიწმინდა. ადამიანის დიდ შესაძლებლობებზე მეტყველებს ეკოლოგიური მდგომარეობის მკვეთრი გაუმჯობესება იაპონიაში. ამ ქვეყნის დიდი ქალაქების ატმოსფერული ჰაერი დღეს ბევრად უფრო სუფთაა, ვიდრე 15-20 წლის წინათ.

მაგრამ ეს ლოკალური ძალისხმევის ნაყოფია. არსებობს გაცილებით უფრო მასშტაბური შესაძლებლობანი, რომელთა ხორცშესხმას შეუძლია დადებითად შეცვალოს გარემო მთელ პლანეტაზე.

საუკუნის წინათ არც ადამიანებს, არც ტექნიკას ჯერ კიდევ არ შეეძლოთ რადიკალურად შეეცვალათ გლობალური ეკოსისტემა. მაგრამ XX ს-ის ბოლოსათვის მდგომარეობა მკვეთრად შეიცვალა. განვლილი საუკუნის მანძილზე პლანეტის მოსახლეობა თითქმის 3,5-ჯერ გაიზარდა; მსოფლიო ეკონომიკა გაიზარდა დაახლოებით 20-ჯერ. ენერგეტიკული რესურსების ხარჯვა – 32-ჯერ, სამრეწველო წარმოება – 53-ჯერ. თუ რა არასასურველი შედეგები გამოიღო ამ კოლოსალურმა ძვრებმა, წინა თავებში დავინახეთ. მოსალოდნელია, რომ 2050 წლისათვის პლანეტის მოსახლეობა 10-11 მლრდ-ს მიაღწევს. ექსპერტების აზრით, იდეალურ შემთხვევაში მისი ცხოვრების დონე გაუთანაბრდება ინდუსტრიული ქვეყნების თანამედროვე პირობებს. მაგრამ თუ ზოგიერთი ბუნებრივი რესურსის გამოყენება დღევანდელ დონეზე დარჩა და არ იქნა აღმოჩენილი მათი რეზერვები ან შემცველი რესურსები, „იდილია“ მხოლოდ 3 ათეულ წელს გასტანს.

მეორე მხრივ, თუ წარმოების ნარჩენების დაგროვება დღევანდელი ტემპით გაგრძელდა, 10-მილიარდიანი მოსახლეობა ყოველწლიურად 400 მლრდ ტონა მყარ ნარჩენს აწარმოებს. ეს საკმარისია იმისათვის, რომ „დიდი“ ლოს-ანჯელესი ნაყარის 100 მ-იანი ფენით დაიფაროს.

ეს მონაცემები არ უნდა იქნეს გაგებული, როგორც შავბნელი მომავლის წინასწარმეტყველება. ისინი მხოლოდ მიგვანიშნებს ობიექტურ რეალობაზე და გვაიძულებს ვიფიქროთ გამოსავლის ძებნის აუცილებლობაზე.

საზოგადოების აშკარა გამოფხიზლება 60-იან წლებში დაიწყო, როდესაც გამოჩნდა პლანეტის დეგრადირების მთელი რიგი სიმპტომი და აშკარად დაინახეთ ეკოლოგიური კრიზისის პირველი ნიშნები. ამან ხელი შეუწყო ბიოსფეროს პრობლემებისადმი შედარებით გონივრულ მიდგომას, რამაც თავისი გამოხატულება ე. წ. „შეზღუდული პასუხისმგებლობის კონცეფციაში“ ჰპოვა.

ამ კონცეფციას ორი ნაკლოვანი მხარე გააჩნდა: 1 – ნაციონალური მიდგომა, რომელიც გულისხმობდა ბუნებათსარგებლობისა და გარემოს დაცვის ამოცანების გადაჭრას მხოლოდ ცალკეული სახელმწიფოების ფარგლებში; 2 – ფინანსური რესურსების შეზღუდულობა.

ამ თავისებურებების გამო, 60-80-იანი წლების შედეგები, გარკვეული წარმატებების მიუხედავად, მაინც არაა დამაკმაყოფილებელი იყო. 80-იანი წლებისათვის პლანეტის ბუნებრივი სისტემების საერთო მდგომარეობა გაუარესდა, ხოლო გლობალური უარყოფითი მოვლენები, დაკავშირებული ოზონურ შრესთან, კლიმატთან და მსოფლიო ოკეანესთან, საგრძნობლად გამძაფრდა.

პლანეტის ეკოლოგიური პრობლემებისადმი უფრო პროგრესული მიდგომით 70-იანი წლები ხასიათდება. საზოგადოებისათვის ცხადი გახდა, რომ წარსულში განხორციელებული ნაბიჯები აშკარად არასაკმარისია. გარემოს მიმართ შეზღუდული პასუხისმგებლობის კონცეფცია „მაღალი“ პასუხისმგებლობის კონცეფციით“ შეიცვალა. მისი ძირითადი მოთხოვნებია:

– ბუნებათსარგებლობისა და გარემოს დაცვის ამოცანების განხილვა არა ცალკეული რეგიონების, არამედ პლანეტარულ დონეზე;

– ამ პრობლემებთან დაკავშირებული ფინანსური რესურსების მნიშვნელოვანი გაზრდა;

– ბუნებათსარგებლობის სამართლებრივი საფუძვლების სრულყოფა.

1972 წელს სტოკჰოლმში ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია.

მან ცხადყო, რომ ბიოსფეროს რღვევა საგრძნობლად აზიანებს ეკონომიკის განვითარებას. მეორე მხრივ, ეკონომიკის სრულყოფისათვის გადადგმული ნაბიჯები ხშირ შემთხვევაში გარეგან დეგრადირებას უწყობენ ხელს. საღად მოაზროვნე საზოგადოების წინაშე წამოიჭრა პრობლემა: არსებობს განვითარების გზა, რომელიც გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების გარეშე დააკმაყოფილებს დღევანდელი მოსახლეობის მოთხოვნებს და, ამავე დროს, არ შეზღუდავს 10-11 მლრდ ადამიანის ნორმალურ არსებობას XXI ს-ის I ნახევარში?

1983 წელს გაეროს ეგიდით შეიქმნა „გარემოს პრობლემებისა და განვითარების საერთაშორისო კომისია“, რომელსაც პრინციპული პასუხი უნდა გაეცა ამ კითხვაზე. კომისიაში 23 მკვირი, პოლიტიკოსი და საზოგადო მოღვაწე შედიოდა. მას ხელმძღვანელობდა ქ-ნი გრო ბრუნდტლანდი, ცნობილი საზოგადო მოღვაწე, შემდგომში ნორვეგიის პრემიერ-მინისტრი (ამიტომ ამ კომისიას ხშირად „ბრუნდტლანდის კომისიას“ უწოდებენ).

კომისიის წინაშე სამი უმთავრესი ამოცანა იდგა:

— გარემოს მდგომარეობისა და ეკონომიკური განვითარების ძირითადი საკითხების ყოველმხრივი გაანალიზება და მათი გადაწყვეტის რეალისტური წინადადებების შემუშავება,

— საერთაშორისო თანამშრომლობის ახალი ფორმების გამოძებნა,

— ამ პრობლემების დაყვანა ცალკეული პირების, ნებაყოფლობითი ორგანიზაციების, საქმიანი წრეების, დაწესებულებებისა და მთავრობების ღონემდე მათი წარმატებით გადაწყვეტის ხელშეწყობისათვის.

კომისიამ გაანალიზა საკითხების ფართო სპექტრი და ჩაატარა მრავალრიცხოვანი დისკუსია; საკვანძო საკითხების შესაბამისად, ჩამოაყალიბა საგანგებო საბჭოები, რომელშიც მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის წამყვანი სპეციალისტები იყვნენ დასაქმებული. დისკუსიებში მონაწილეობა მიიღო მრავალმა ათეულმა ათასმა კაცმა მოსახლეობის სხვადასხვა ფენიდან.

კომისიამ განიხილა მსოფლიოს წინაშე უკანასკნელი ათეული წლების მანძილზე წამოჭრილი მწვავე პრობლემები. ისინი ეხება ინდუსტრიული და განვითარებადი ქვეყნების ეკონომიკურ ურთიერთობას, სიმდიდრისა და დოვლათის განაწილებას, რესურსთშთანთქმის ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ფაქტორებს, ბუნებრივი სიმდიდრეების არარაციონალურ ხარჯვას, გარემოზე ზემოქმედების მასშტაბებს და მრავალ სხვას.

მუშაობის პროცესში კომისია იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ გარემოს მდგომარეობისა და ეკონომიკური განვითარების საკითხები ერთმანეთშია გადახლართული; ისინი საზოგადოებრივი ცხოვრების ერთიან პრობლემებს ქმნიან, ამიტომ მათი განხილვა ერთობლივად უნდა ხდებოდეს. ამავე დროს, ეკოლოგიური და ეკონომიკური პრობლემები მხოლოდ ერთი ქვეყნით როდი შემოიფარვლება! უმრავლეს შემთხვევაში მათ რეგიონალური ან გლობალური მასშტაბები აქვთ.

გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას, რომ ეს ზოგადი დასკვნა კომისიის მუშაობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი შედეგია. ეს მით უფრო ხაზგასასმელია, რომ არცთუ შორეულ წარსულში ყველა საერთაშორისო ორგანიზაცია ეკონომიკურ საკითხებს ეკოლოგიურისაგან იზოლირებულად იხილიდა, ხოლო ქვეყნის შიგნით მათ ერთმანეთისაგან დაპირუქიდებელი ორგანიზაციები მართავდნენ.

1987 წლის ოქტომბერში, 3 წლის დამაბული მუშაობის შემდეგ, კომისიამ გაერიცხ გენერალურ ასამბლეაზე განსახილველად ვრცელი მოხსენება – „ჩვენი საერთო მომავალი“ – წარადგინა. შინაარსით და ფაქტობრივი მასალით ეს მოხსენება ზემოთაღნიშნული საკითხების შესწავლისა და გადაწყვეტის კონკრეტულ გზებს ასახავს. მისი ძირითადი პრინციპების ზეგავლენით ბოლო დროის გაცხოველებული დებატები – ეკონომიკური ზრდა თუ გარემოს ნორმალური იერი – თანდათან კომპრომისულ ხასიათს ღებულობს და ე. წ. მდგრადი განვითარების ერთიან კონცეფციას გამოკვეთს.

კომისიის განმარტებით, „მდგრადი განვითარება არის ეკონომიკური და სოციალური განვითარების გზა, დაფუძნებული გარემოს სტაბილურ მდგომარეობაზე. ეს გზა უნდა პასუხობდეს თანამედროვე საზოგადოების მოთხოვნებს და, ამავე დროს, მომავალი თაობების განვითარების პერსპექტივებსაც ითვალისწინებს“.

მოხსენებას „ჩვენი საერთო მომავალი“ 2 ალტერნატიული კითხვა გასდევს:

– როგორი შეიძლება იყოს ჩვენი პლანეტა?

– როგორი გვინდა რომ იყოს იგი?

როგორც კომისია აღნიშნავს, მეცნიერებას შეუძლია მხოლოდ გააშუქოს ეს პრობლემები, მაგრამ ვერ გადაწყვეტს მათ. რადგან ადამიანები სხვადასხვა პირობებში ცხოვრობენ, მათი არჩევანიც სხვადასხვაგვარი შეიძლება იყოს. მაგრამ დედამიწა ერთია და განუყოფელი, ამიტომ ჩვენ, როგორც ერთი გლობალური სახეობის

წარმომადგენლები, ერთნაირად ვაგებთ პასუხს პლანეტის მდგომარეობაზე და მხოლოდ ერთობლივი ძალისხმევით გაგვიჩნია რაღაც შანსი, შევანეროთ მისი უარყოფითი ცვლილება.

„გარემოს პრობლემებისა და განვითარების საერთაშორისო კომისიის“ დასკვნით, მდგრადი განვითარების რეალიზებისათვის უნდა განხორციელდეს რამდენიმე პირობა, მათ შორისაა:

1 - *ეკონომიკური განვითარების დაჩქარება*. დაახლოებით 50 წლის მანძილზე აუცილებელია ეკონომიკური აქტივობის 5-10-ჯერადი გაზრდა, რათა დაკმაყოფილდეს მზარდი მოსახლეობის მოთხოვნები და ლიკვიდირებულ იქნეს სიღატაკე.

2 - *მოსახლეობის ზრდის შენელება*. ამ პრობლემას მხოლოდ მარტივი რაოდენობრივი განზოგადება როდი აქვს! საქმე ისაა, რომ ბავშვი, დაბადებული მდიდარ ქვეყანაში, სადაც ერთ სულ მოსახლეზე არცთუ უმნიშვნელო ოდენობის ბუნებრივი რესურსი იხარჯება, უფრო „ძვირად ღირს“ წარმოადგენს პლანეტისათვის, ვიდრე ღარიბ ქვეყანაში დაბადებული ბავშვი. ამავე დროს მრავალ რეგიონში მოსახლეობა უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე ამის შესაძლებლობას რეგიონის ეკოლოგიური სიტუაცია იძლევა.

3 - *ძირითადი ბიოლოგიური კაპიტალის შემცირების შეწყვეტა*. ბიოლოგიური რესურსების ხარჯვა ოპტიმალური უნდა იყოს და მან არ უნდა გადააჭარბოს ბუნებრივ აღწარმოებას. დღეს მსოფლიოს ეკონომიკური სისტემები საწინააღმდეგო სურათს გვიჩვენებს, ხოლო ცალკეული ქვეყნების მიერ ეს მოთხოვნა თითქმის იგნორირებულია.

4 - *წარმოების ხასიათის რადიკალური ცვლილება ენერჯის მაქსიმალური დაზოგვით*. იგულისხმება ენერჯის ხარჯვის სტაბილიზირება და შემცირებაც კი. ზოგიერთ ინდუსტრიულ ქვეყანაში ეს პროცესი წარმატებით ხორციელდება, მაგალითად შვედეთში და იაპონიაში, სადაც ენერჯია (პროდუქციის ერთეულზე გადაანგარიშებით) წელიწადში 1,3-2%-ით იზოგება.

5 - *კაპიტალდაბანდების გაზრდა გარემოს დაცვაში და მისი შემცირება შეიარაღებაზე*. მსოფლიო მასშტაბით შეიარაღებაზე ყოველწლიურად ტრილიონამდე დოლარი იხარჯება, რაც შეადგენს 2,5 მლრდ. დოლარს დღეში. ეს ბევრად მეტია, ვიდრე გარემოს დაცვისათვის გამიზნული კაპიტალდაბანდება ზოგიერთ ქვეყანაში. ინდუსტრიულ ქვეყნებში ეს დანახარჯები შეადგენს ნაციონალური შემოსავლის 1,5-3%-ს (გარემოს დაცვა) და 5-6%-ს (შეიარაღება).

კომისიის დასკვნით, კაპიტალდაბანდება გარემოს დაცვაში უნდა გაიზარდოს 5-6%-მდე, ხოლო შეიარაღებაში – შემცირდეს დაახლოებით 2-ჯერ.

კომისიის დასკვნით, ბიოსფეროს დეგრადირების ერთ-ერთი მთავარი მიზეზია მასობრივი სილატაკეა. სილატაკე ყოველმხრივ ამუხრუჭებს საზოგადოებრივ პროგრესს და გარემოს უარყოფით ცვლილებას უწყობს ხელს. სილატაკე აძულებს მოსახლეობას „დღეს გამოიყენოს ის, რაც ხვალისთვის იყო გათვალისწინებული; ჩვენს ტყეები სხვა საწვავის უქონლობის გამო, შეინტენსიური ექსპლუატაციით გამოფიტოს მიწები, გააუდაბნოს საძოვრები და ა.შ.“

სილატაკის პირობებში ხშირად პარადოქსულ სიტუაციასთან გვაქვს საქმე: მოსახლეობის ღარიბი ფენა მეტ ენერგიას სარჯავს, ვიდრე ძლიდარი. ქაღალდის ღარიბი ოჯახიდან, რომელიც საკვებს თიხის ჭურჭელში ღია ცეცხლზე ამზადებს, საშუალოდ 6-ჯერ მეტი ენერგია ეხარჯება შეძლებულთან შედარებით, რომელსაც აქვს გაზის ქურა და ალუმინის ქვაბები.

პლანეტის ღარიბი მოსახლეობა მნიშვნელოვნად აღემატება მდიდარს. ინდუსტრიულ ქვეყნებში კონცენტრირებულია მოსახლეობის 25%, რომელიც საერთო პროდუქციის თითქმის 80%-ს იყენებს. ამავე დროს განვითარებად ქვეყნებზე, რომელთა მოსახლეობა 75%-ია, საერთო დოვლათის მხოლოდ 20% მიდის.

სიღარიბით არის გამოწვეული შემდეგი მახინჯი მოვლენაც: ბოლო ხანებში ინდუსტრიული ქვეყნები ტოქსიკურ ნივთიერებათა ლიკვიდირების ბარბაროსულ მეთოდებს მიმართავენ. საქმე ეხება ამ ნივთიერებათა შეტანას განვითარებადი ქვეყნების ტერიტორიაზე მათი უვნებელყოფის მიზნით. ევროპაში და აშშ-ში ერთი ტ მალალტოქსიკური ნივთიერების ლიკვიდირება დაახლოებით 300 დოლარი ჯდება, „მესამე სამყაროს“ ქვეყნებში – არაუმეტეს 40 დოლარისა. გარიგება ინდუსტრიულ ქვეყნებთან საშუალებას აძლევს განვითარებად ქვეყნებს აღმოფხვრან ეკონომიკური ჩამორჩენილობა. მაგრამ როგორ ხდება ტოქსიკურ ნივთიერებათა უვნებელყოფა? აი, მაგალითიც:

1988 წელს დასავლეთის ბიზნესმენებმა გვინეა-ბისაუს – მსოფლიოში ერთ-ერთ უღარიბეს სახელმწიფოს – 15 მლნ ტ ტოქსიკური ფარმაცოლოგიური ნარჩენი შესთავაზეს. სამაგიეროდ ქვეყანა მიიღებდა თანხას, რომელიც 25-ჯერ აღემატებოდა მის წლიურ შემოსავალს. ამ გარიგების შედეგად მხამით სავსე კასრები ჭაობებში იყრებოდა,



მაგრამ ტროპიკული სიცხის პირობებში ისინი სწრაფად ლპებოდა, ხოლო ტოქსიკური ნივთიერება გრუნტის წყლებში, მდინარეებში და ოკეანეში იყოფებოდა.

მდგრადი განვითარების კონცეფციის საერთაშორისო აღიარების შემდეგ მისი განვითარება და სრულყოფა ხდება. 1992 წელს რიოდე-ჟანეიროში გაეროს ეგიდით საერთაშორისო კონფერენცია ჩატარდა გარემოსა და განვითარების საკითხებზე. კონფერენციამ სრულყო აღნიშნული კონცეფცია და ახალი ინიციატივები წამოაყენა მისი ხორცშესხმისათვის.

ამავე წელს ნიდერლანდებში მოძრაობამ „დედამიწის მეგობარი“ ფართო კომპანია გააჩაღა პოლიტიკური და სოციალური მექანიზმების გამოყენებით ბუნებრივი რესურსების მოპოვებისა და მოხმარების ახლებური მეთოდების დასამკვიდრებლად.

ორი წლის შემდეგ ევროპის ანალოგიურმა მოძრაობამ დაამუშავა „მდგრადი ევროპის“ კონცეფცია, დაფუძნებული მდგრადი განვითარების პრინციპებზე.

მოიხაზა მდგრადი განვითარების ეტაპები. მაგალითად, ევროპაში I ეტაპი შემოიფარგლება პერიოდით 2010 წლამდე. მოსახლეობის კეთილდღეობის, ეკონომიკის, თუ გარემოს მდგომარეობის თვალსაზრისით, ამ დროისათვის ძირეული ცვლილებების განხორციელება უნდა დაიწყოს. II ეტაპზე (2010 წლის შემდეგ) ხორცი უნდა შეესაზს კონცეფციით გათვალისწინებულ ყველა მუხლს.

საყურადღებოა „მდგრადი ევროპის“ პროგრამით გათვალისწინებული ზოგიერთი ვარაუდი. 2010 წლისათვის ნიადაგისა და ტყეების დეგრადირება უნდა შეწყდეს, ნავთობისა და ქვანახშირის მოპოვება შემცირდეს 2-2,5-ჯერ, ენერჯის არატრადიციული წყაროების გამოყენება გაიზრდება 4,8-ჯერ (2100 წლისათვის 45,6-ჯერ).

1990 წელს „დაცული ტერიტორიის“ ფართი ევროპის საერთო ფართის 1%-ზე ნაკლები იყო. 2010 წლისათვის იგი დაახლოებით 10-ჯერ გაიზრდება. ტყიანი ტერიტორიის 10% დაცული ტერიტორიის ფართს უნდა დაემატოს მცენარეთა და ცხოველთა სახეობრივი მრავალფეროვნების შენარჩუნებისათვის. ტყიანი ტერიტორიის დანარჩენი 90% კომერციული მიზნით უნდა იქნეს ათვისებული. ტყის ფართი სულ მოსახლეზე 0,66-დან 1 მ<sup>2</sup>-მდე გაიზრდება.

მდგრადი განვითარების პრინციპმა მნიშვნელოვნად შეცვალა დამოკიდებულება განვითარების, კეთილდღეობის და სხვა საზოგადოებრივი

მოვლენების მიმართ. თუ წინათ ქვეყნის კეთილდღეობა განისაზღვრებოდა უპირატესად საერთო ნაციონალური შემოსავლით ან შემოსავლით ერთ სულ მოსახლეზე, ახლებური მიდგომა ამას არასაკმარისად თვლის. ეს მაჩვენებლები უფრო ეკონომიკური აქტივობის ინდიკატორია, ვიდრე საზოგადოების განვითარების საერთო დონისა. მასში არ აისახება მოსახლეობის ჯანმრთელობა, გარემოს მდგომარეობა, ბუნებრივი რესურსების ხარჯვა, საზოგადოების სოციალური და ფსიქოლოგიური მაჩვენებლები.

ბოლო დროს ეკონომისტთა და სოციოლოგთა მცდელობა მიმართულია იქით, რომ კეთილდღეობის სინთეზურ მაჩვენებელში ისეთი ფასეულობაც აისახოს, რომლის ფულადი გამოხატვა არ შეიძლება. ამის მაგალითია „საზოგადოებრივი განვითარების ინდექსი“ (IDI), რომელიც, სხვა ტრადიციულ პარამეტრებთან ერთად, მოსახლეობის სიცოცხლის ხანგრძლივობას, განათლების დონეს, ბუნებრივი რესურსების ხარჯვას ითვალისწინებს.

შესწევთ ქვეყნებს უნარი განავითარონ მდგრადი განვითარების გზა? ასეთ გზაზე გადასვლა შეიძლება შევადაროთ მხოლოდ ორ ეპოქალურ ცვლილებას კაცობრიობის ისტორიაში – ნეოლითურ რევოლუციას (მიწათმოქმედებაზე და მეცხოველეობაზე გადასვლა ნეოლითში) და სამრეწველო რევოლუციას უკანასკნელი საუკუნის მანძილზე. ეს რევოლუციები ხორციელდებოდა თანდათან და შეუგნებლად. თანამედროვე რევოლუცია უნდა იყოს ბოლომდე გააზრებული, ხოლო საბოლოო მიზნები მაქსიმალურად გათვითცნობიერებული.

როგორც ზევით აღინიშნა, მდგრადი განვითარების კონცეფცია მრავალი კონკრეტული საკითხის დეტალურ შესწავლას გულისხმობს. ზოგიერთი მათგანი გლობალურ გადაწყვეტას საჭიროებს, სხვები – რეგიონალური, ან ლოკალური ხასიათისაა.

მოკლედ განვიხილავთ მხოლოდ ზოგიერთ მათგანს

## 1. დაცული ტერიტორიები.

ბუნების ცალკეული მონაკვეთებისა თუ ობიექტების დაცვის მაგალითები ანტიკური ხანიდანაა ცნობილი. იმ დროს ტერიტორიების დაცვა ძირითადად საზოგადოების რელიგიურ წარმოდგენებთან იყო დაკავშირებული. მაგალითად, ძველი ბერძნები, რომაელები, კელტები

მკაცრად იცავდნენ „წმინდა ტყეებს“. მსგავს ობიექტებს დღესაც ვხვდებით ინდოეთში, ჩინეთში, იაპონიაში. საყურადღებოა საქართველოს მთებში დღემდე შემონახული ე. წ. ხატის ტყეები, სადაც ტყის ჭრა, თუ საქონლის ძოვება აკრძალულია.

შუა საუკუნეებში ბუნებრივ ლანდშაფტებს ძირითადად მათი სამონადირეო სავარგულებად გამოყენების მიზნით იცავდნენ, მაგრამ XIX ს-ის II ნახევრიდან ტერიტორიების დაცვა უფრო სისტემატურ და ნაკლებად მომხმარებლურ ხასიათს ატარებდა.

XX ს-ში დაცული ტერიტორიების რიცხვი სწრაფად იზრდება. სხვა ხელშემწყობ პირობებთან ერთად, ამაში მნიშვნელოვანი წვლილი მიუძღვის მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში ბუნებისდაცვითი პროფილის ეროვნული თუ საერთაშორისო ორგანიზაციების ჩამოყალიბებას (ერთ-ერთი ასეთი არასამთავრობო ორგანიზაცია — ბუნების დაცვის მსოფლიო ფონდია, WWF, რომელიც ამჟამად შესაბამის პროგრამებს 100-ზე მეტ ქვეყანაში ახორციელებს).

უნდა აღინიშნოს, რომ მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში დაცული ტერიტორიების კატეგორიები და სტატუსი ერთობ განსხვავებულია. არაფერს ვამბობთ იმაზე, რომ ერთი და იგივე კატეგორიის მიმართ ხშირად განსხვავებული მოთხოვნები თუ შეზღუდვებია შემოღებული. ეს თავის ასახვას პოულობს ტერიტორიების ნაციონალურ სისტემებში და კატალოგებშიც კი, სადაც ხშირად მხოლოდ გარკვეული დანიშნულების და ზომის ობიექტებს აერთიანებენ. ასე, მიხევეის და სხვ. (1981) მონაცემებით, 1975 წლისათვის მსოფლიოში რეგისტრირებული იყო 1 100 მსხვილი დაცული ტერიტორია, საერთო ფართობით 2 350 000 კმ<sup>2</sup>, რაც ხმელეთის 1,6%-ს შეადგენს. მაგრამ რეალურად დაცული ტერიტორიების რაოდენობა და ფართი იმ დროისათვის ბევრად დიდი იყო. არ იყო გათვალისწინებული ზოგიერთი კატეგორია, ისევე როგორც შედარებით მცირე ტერიტორიები (ვარაუდობენ, რომ ასეთი ობიექტების რაოდენობა 3 000-ს აღწევდა).

დაცული ტერიტორიების სიდიდის საკითხი ბოლო დრომდე ფართო მსჯელობის საგანი იყო. მართლაც, როგორი უნდა იყოს ნაკრძალის ფართი, მან რომ შეასრულოს თავისი ფუნქცია? სპეციალისტთა დიდი ნაწილი თვლის, რომ დაცული ტერიტორია საკმაოდ დიდი უნდა იყოს და მოიცავდეს ათასობით ჰა-ს. მცირე ტერიტორიები ხშირად არაა საკმარისი ცალკეული სახეობებისათვის, რომელთა რიცხოვნობამ კრიტიკულ ზღვარს მიაღწია. მაგალითად, მსხვილი მტაცებლების

პოპულაციებს ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის დიდი სივრცეები სჭირდება. ამის გარდა, დიდ ტერიტორიებზე მცენარეთა და ცხოველთა სახეობები უკეთ არიან დაცული სხვადასხვა ანთროპოგენური ფაქტორისაგან.

ტერიტორიის ფართზეა დამოკიდებული სახეობების გენეტიკური პოლიმორფიზმიც. საქმე ისაა, რომ პოპულაციის რიცხოვნობის შემცირებასთან ერთად, მცირდება სექსუალურ პარტნიორთა რიცხვი. ამის შედეგად იზრდება ინბრიდინგის (ახლონათესაური შეჯვარება) დონე და, საბოლოო ჯამში, შთამომავლობის გენეტიკური ერთგვაროვნება.

ტერიტორიების დაცვა სახელმწიფოებრივ დონეზე გასული საუკუნის 60-იან წლებიდან იწყება. 1864 წელს აშშ სენატორმა კალიფორნიის შტატიდან მთავრობას წარუდგინა იოსემიტის პარკის დაცვის კანონპროექტი\*. პირველი ეროვნული პარკი კი მდ. იელოუს-ტონის ზემოწელზე 1872 წელს დაარსდა.

1891 წელს აშშ-ში 15 სატყეო რეზერვატი შეიქმნა, საერთო ფართით 5,2 მლნ ჰა; 1907 წლისათვის ასეთი რეზერვატების ფართი 61 მლნ ჰა-ს შეადგენდა.

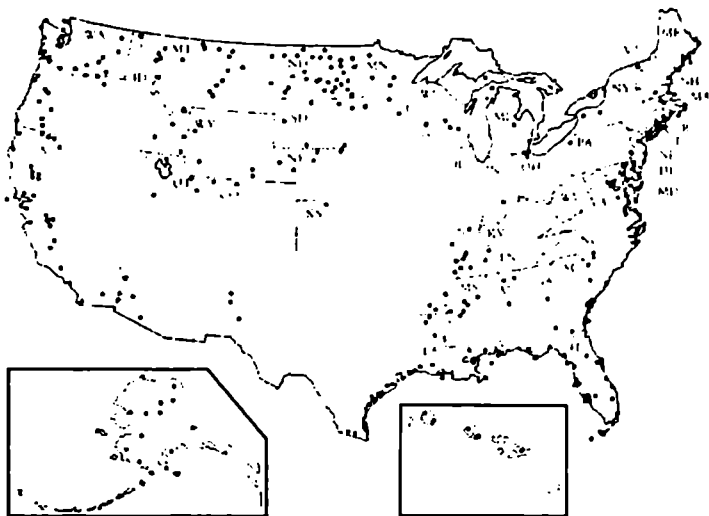
დაახლოებით ამავე პერიოდში იქმნება ველური ცხოველებისა და მათი თავშესაფარის დაცვისათვის გათვალისწინებული ნაკრძალები: პელიკან-აილენდის (1903 წ), უიჩიტას (1905 წ), დიდი კანიონის (1906 წ.). 1981 წლისათვის აშშ-ში ცხოველების თავშესაფართა სისტემა 400-მდე მცირე ნაკრძალს მოიცავდა (სურ. VI. 1. 1.).

1968 წელს აშშ კონგრესის წინაშე დაისვა დაცული მდინარეების და დაცული ბილიკების სისტემის შექმნის საკითხი; ათი წლის შემდეგ ასეთ მდინარეთა რიცხვი 28-ს აღწევდა, რომელთა საერთო სიგრძე 3 800 კმ-ს შეადგენდა. „დაცულის“ სტატუსი პირველად აპალაჩის და პასიფიკ-კრესტის ბილიკებს მიენიჭათ, საერთო სიგრძით 9 500 კმ (სურ. VI. 1.2.).

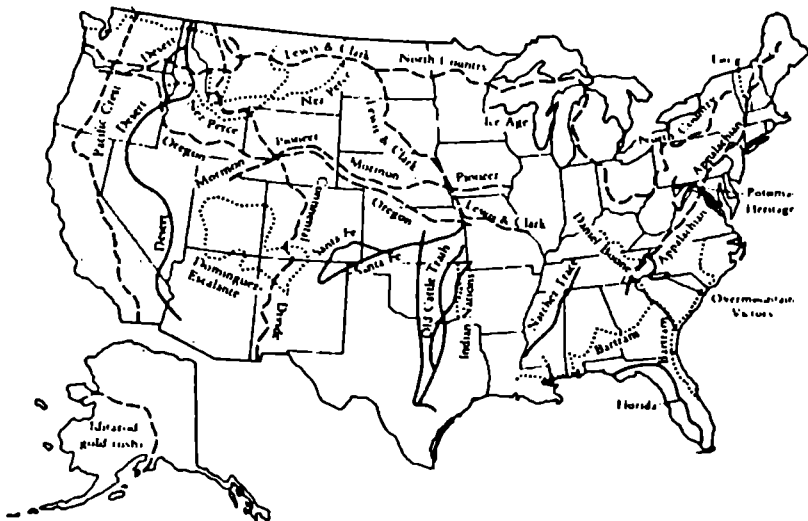
ამჟამად აშშ ნაციონალური პარკების სისტემაში 300-ზე მეტი ობიექტია, მსოფლიოში კი 40 000-მდე სხვადასხვა კატეგორიის დიდი თუ მცირე დაცული ტერიტორიაა. განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით გამოირჩევიან გრენლანდიის ნაციონალური პარკი (7 მლნ. ჰა), ცენტრალური კალახარის რეზერვატი აფრიკაში (5,3

---

\*ეს „უჩეულო“ წინადადება იმით იყო დასაბუთებული, რომ აღნიშნული ტერიტორია სახელმწიფოსათვის უპერსპექტივოა, რადგან „აქ არ მოიპოვება სასარგებლო წიაღისეული და არაა ჰიდროელსადგურები“.



სურ. VI.1.1. ველურ ცხოველთა თავმჯდომარეების სისტემა აშშ-ში 1981 წლისათვის, რეველების (1995) მიხედვით.



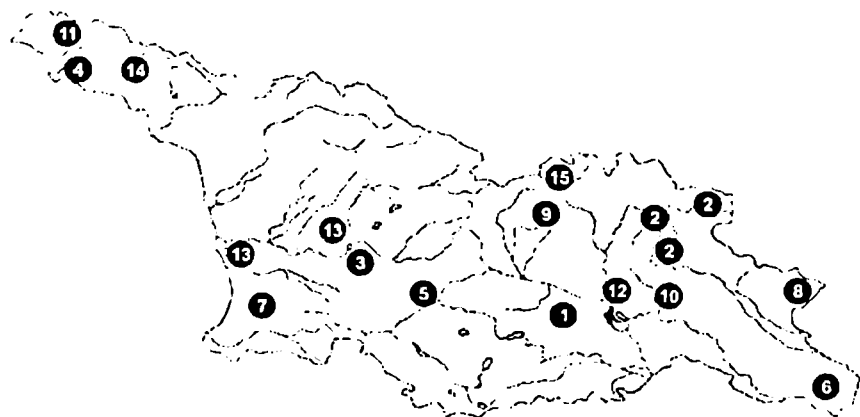
სურ. VI.1.2. ნაციონალური ბილიკების სისტემა აშშ-ში 1980 წლისათვის (მოქმედი და პერსპექტიული), რეველების (1995) მიხედვით.

მლნ. ჰა), გობის დიდი ნაკრძალი მონღოლეთში (5 მლნ ჰა), ვუდ-ბაფალოს ნაციონალური პარკი კანადაში (4,5 მლნ ჰა), გრეიტ-ვიქტორია-დეზერტის ნაციონალური პარკი ავსტრალიაში (2,1 მლნ. ჰა), სერენგეტის ნაციონალური პარკი ტანზანიაში (1,5 მლნ ჰა) და სხვ.

საქართველოში დაცული ტერიტორიის სტატუსი პირველად ლაგოდეხის ნაკრძალს მიენიჭა 1912 წელს. რუსეთის იმპერიაში ეს იყო მეორე ობიექტი საგანგებო დაცვას რომ ექვემდებარებოდა. ამას მოყვა ბორჯომის, ვაშლოვანის, მარიამჯვრის და სხვა ნაკრძალების დაარსება. შედარებით შეზღუდული მოვლითი ღონისძიებების გარდა, აქ მხოლოდ სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობა იყო ნებადართული. ბოლო დრომდე ჩვენში 15 სახელმწიფო ნაკრძალი იყო (იხ. სურ. VI. 1.3), საერთო ფართობით დაახლოებით 169 000 ჰა, რაც რესპუბლიკის ტერიტორიის 2,4%-ს შეადგენს. მათგან 13 ნაკრძალი მსოფლიოს ეროვნული პარკებისა და დაცული ტერიტორიების სიაშია (1990) შეტანილი.

ქვემოთ მოგვყავს ჩვენი ნაკრძალების ჩამონათვალი ფართის, დაარსების წელის და ადგილმდებარეობის აღნიშვნით:

1. ალგეთის – 6 822 ჰა, 1965 წ., თეთრიწყაროს რ-ნი, 1000-1700 მ ზღ. დ-დან, თრიალეთის ქედის აღმ. კალთები, მდ. ალგეთის ხეობა.



სურ. VI.1.3. საქართველოს ნაკრძალები 90-იანი წლების დასაწყისისათვის, მაზანაშვილის (1997) მიხედვით.

2. ახმეტის – 16 297 ჰა, 1980 წ., ახმეტის რ-ნი, 900-2 500 მ ზღ. დ-დან, აღმ. კავკასიონის სამხრ. და ჩრდ. კალთები.
  3. აჯამეთის – 4 845 ჰა, 1946 წ, ბაღდათის რ-ნი, 100-200 მ ზღ. დ-დან, კოლხეთის დაბლობი, მდ. რიონის ხეობა.
  4. ბიჭვინთა-მიუსერას – 3 645 ჰა, 1965წ, გაგრისა და გუდაუთის რ-ები, 50 მ ზღ. დ-დან, შავი ზღვის სანაპირო.
  5. ბორჯომის – 17 948 ჰა, 1935 წ, ბორჯომის რ-ნი, 600-2 200 მ ზღ. დ-დან, მესხეთის ქედი.
  6. ვაშლოვანის – 8 034 ჰა, 1935 წ, დედოფლისწყაროს რ-ნი, 100-800 მ ზღ. დ-დან, ივრის ზეგნის აღმ. ნაწილი.
  7. კინტრიშის – 13 893 ჰა, 1959 წ, ქობულეთის რ-ნი, 450-2500 მ ზღ. დ-დან, მდ. კინტრიშის ხეობა.
  8. ლაგოდეხის – 17 932 ჰა, 1912 წ, ლაგოდეხის რ-ნი, 450-2500 მ ზღ. დ-დან, აღმ. კავკასიონის სამხ. კალთები.
  9. ლიახვის – 6 388 ჰა, 1977 წ, ცხინვალის რ-ნი, 1 200-2 300 მ ზღ დ-დან, მდ. პატარა ლიახვის ხეობა.
  10. მარიამჯერის – 1 040 ჰა, 1939 წ, საგარეჯოს რ-ნი, დაახლოებით 1 200 მ ზღ. დ-დან, ცივ-გომბორის ქედი.
  11. რიწის – 16 289 ჰა, 1957 წ, გუდაუთის რ-ნი, 2 200 მ ზღ. დ-დან, რიწის ტბის მიდამოები.
  12. საგურამოს – 5 359 ჰა, 1946 წ, მცხეთის რ-ნი, 500-1 400 მ ზღ. დ-დან, საგურამოს ქედი.
  13. სათაფლია-კოლხეთის – 854 ჰა, 1935წ, წყალტუბოს რ-ნი, 0-500 მ. ზღ. დ-დან, კოლხეთის დაბლობი, პალიასტომის ტბა მდ. ფიჩორის ხეობა.
  14. ფსხუ-გუმისთას – 40 819 ჰა, 1976 წ, სოხუმის რ-ნი, 300-2 850 მ ზღ. დ-დან, მდ. გუმისთას ხეობა და მდ. ბზიფის შუაწელი.
  15. ყაზბეგის – 8 707 ჰა, 1976 წ, ყაზბეგის რ-ნი, 1 500-5 000 მ ზღ. დ-დან, მდინარეების არაგვისა და თერგის სათავეები.
- ამის გარდა, საქართველოში სხვა სახის ტერიტორიებიცაა, სადაც დაცვის გარკვეული რეჟიმი ხორციელდება. ესენია საკურორტო ტყეები (115 100 ჰა), მწვანე ზონები (265 700 ჰა), აღკვეთილები.
- უნდა ითქვას, რომ ჩვენი დაცული ტერიტორიების სტატუსი და რეჟიმი უმრავლეს შემთხვევაში არ შეესაბამება თანამედროვე საერთაშორისო სტანდარტებს, რამაც ახლებური სისტემის დაბუშაების აუცილებლობა განაპირობა. ამ მიმართულებით სამუშაოები 80-იანი

წლების ბოლოს დაიწყო და დღესაც ინტენსიურად გრძელდება. მათში ჩართულია როგორც ადგილობრივი სამინისტროები და უწყებები (გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, დაცული ტერიტორიების, ნაკრძალების და სამონადირეო მეურნეობების მთავარი სამმართველო, სატყეო მეურნეობის დეპარტამენტი და სხვ), ისე რიგი საერთაშორისო ორგანიზაცია – ბუნების დაცვის მსოფლიო ფონდი (WWF), მსოფლიო ბანკი (World Bank), გარემოს გლობალური ფონდი (GEF), რომლებიც თავის საქმიანობას ადგილობრივი წარმომადგენლობების მეშვეობით ახორციელებენ.

წინასწარი სამუშაოები ითვალისწინებს დაცვის ობიექტების შერჩევას, ინფორმაციის მოპოვებას და ანალიზს, ტერიტორიისათვის სტატუსის დადგენას, სამენეჯმენტო გეგმის დამუშავებას და ა. შ. იმის გამო, რომ ახალი სისტემის ყველა კატეგორიის მიმართ სპეციფიკური მოთხოვნებია გათვალისწინებული, ტერიტორიისათვის ზუსტი სტატუსის მინიჭებას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ზევით ჩამოთვლილი ორგანიზაციების ძალისხმევით ეს რთული და საპასუხისმგებლო სამუშაო წარმატებით ხორციელდება. ბუნების დაცვის მსოფლიო ფონდის ხელშეწყობით 1990-91 წლებში დამუშავდა დაცული ტერიტორიების ქსელის კონცეფცია და პირველი სქემა, რომელიც 7 ეროვნული პარკის დაარსებას ითვალისწინებს. მომდევნო წლებში შეიქმნა 3 ეროვნული პარკის – ბორჯომ-ხარაგაულის, თუშეთის და ვაშლოვანის – მენეჯმენტის გეგმების პირველი ვარიანტები.

1995 წელს საქართველოს მინისტრთა კაბინეტმა მიიღო დადგენილება, რომელიც დაცული ტერიტორიების ახალი სისტემის ხელშეწყობ ღონისძიებებს და ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნული პარკის შექმნას ითვალისწინებს; დამუშავდა აღნიშნული პარკის მენეჯმენტის გეგმა. ანალოგიური გეგმები მუშავდებოდა აღმოსავლეთ კავკასიონისა და ივრის ზეგნისათვის.

პარალელურად, მსოფლიო ბანკის და გარემოს გლობალური ფონდის დახმარებით ხორციელდება საერთაშორისო მნიშვნელობის ჭარბტენიანი დაცული ტერიტორიის დაარსებისათვის აუცილებელი წინასწარი კვლევა. სულ ახლახან საქართველოს პარლამენტმა მიიღო კანონი „კოლხეთის დაცული ტერიტორიების შესახებ“, რომლის საგეგმო და საკანონმდებლო სამუშაოები მსოფლიო ბანკის ხელშეწყობით ტარდება. იგივე მსოფლიო ბანკი ახორციელებს სათანადო სამუშაოებს აღმოსავლეთ კავკასიონის (პერსპექტივაში კი ცენტრალური კავკასიონის) დაცული ტერიტორიის ქსელის შექმნის მიზნით.



1996 წ. მარტში, ბუნების დაცვის მსოფლიო ფონდის საკანონმდებლო წინადადების საფუძველზე, საქართველოს პრეზიდენტმა ხელი მოაწერა კანონს დაცული ტერიტორიების სისტემის შესახებ. გათვალისწინებულია ასეთი ტერიტორიების შემდეგი ძირითადი კატეგორიები: სახელმწიფო ნაკრძალი, ეროვნული პარკი, ბუნების ძეგლი, აღკვეთილი, დაცული ლანდშაფტი, მრავალმხრივი გამოყენების ტერიტორია. ამის გარდა დასაშვებია დაცული ტერიტორიების საერთაშორისო ქსელში ჩართული კატეგორიების - ბიოსფერული რეზერვატის, მსოფლიო მემკვიდრეობის უბნის, საერთაშორისო მნიშვნელობის ჭარბტენიანი ტერიტორიის და სხვ. არსებობაც.

სახელმწიფო ნაკრძალი არსდება კონკრეტული ტერიტორიის დინამიურ და ხელუხლებელ მდგომარეობაში შენარჩუნების, უმნიშვნელო სამეცნიერო-კვლევითი თუ საგანმანათლებლო საქმიანობის და გარემოს მონიტორინგის მიზნით.

ეროვნული პარკი იქმნება ეროვნული და საერთაშორისო მნიშვნელობის, შედარებით მსხვილი ეკოსისტემის დაცვის მიზნით, აგრეთვე მეცნიერული კვლევის, საგანმანათლებლო და რეკრეაციული საქმიანობისათვის. ეროვნული პარკი მოიცავს სხადასხვა დანიშნულების ზონებს და სხვადასხვა კატეგორიის დაცულ ტერიტორიებს.

ბუნების ძეგლი შეიძლება დაარსდეს შედარებით მცირე, მაგრამ უნიკალური ტერიტორიის, ან ობიექტის (ტყის კორომი, ჩანჩქერი, ტბა, ერთეული ხე და სხვ.) დაცვის მიზნით. იგი შესაძლოა შედიოდეს შედარებით მსხვილი დაცული ტერიტორიის შემადგენლობაში.

აღკვეთილის დანიშნულებაა ველური სახეობების, სახეობათა ჯგუფების, ბიოცენოზების და არაცოცხალი ობიექტების შენარჩუნება, რაც დაკავშირებულია ადამიანის მხრიდან სათანადო მოვლა-პატრონობასთან.

დაცული ლანდშაფტი იქმნება მაღალი ესთეტიკური ღირსების ბუნებრივი ან ადამიანის მონაწილეობით შექმნილი ლანდშაფტის დაცვის მიზნით რეკრეაციულ-ტურისტული და ტრადიციული სამეურნეო საქმიანობისათვის. ამ კატეგორიის დაცული ტერიტორია საქართველოში ჯერ-ჯერობით არ არის, თუმცა ჩვენში ცოტა როდია უნიკალური ლანდშაფტები, სადაც ბუნებრივი კომპონენტები და ისტორიულ-არქიტექტურული ძეგლები იშვიათი ჰარმონიულობითაა ერთმანეთთან შერწყმული.

მრავალმხრივი გამოყენების ტერიტორია არსდება განახლებადი

ბუნებრივი რესურსების გამოყენებაზე ორიენტირებული სამეურნეო საქმიანობისათვის, გარემოს დაცვის მოთხოვნების გათვალისწინებით. ბუნებრივი რესურსების მუდმივი აღწარმოების უზრუნველსაყოფად აქ მიზანშეწონილია სხვადასხვა ზონის გამოყოფა.

*ბიოსფერული რეზერვატი* იქმნება ბუნებრივი პროცესებისა და ბიოლოგიური მრავალფეროვნების დინამიურ და თვითრეგულირებად მდგომარეობაში შენარჩუნების მიზნით. ამავე დროს აქ შესაძლებელია განხორციელდეს გარემოს მონიტორინგი, მეცნიერული კვლევა, საგანმანათლებლო საქმიანობა. კავკასიაში ამჟამად მხოლოდ ერთი ბიოსფერული რეზერვატია – კავკასიის სახელმწიფო ნაკრძალი (კრასნოდარის მხარე).

*მსოფლიო მემკვიდრეობის უბანი* იქმნება განსაკუთრებული მნიშვნელობის ბუნებრივი და ბუნებრივ-ისტორიული ტერიტორიების და ობიექტების დასაცავად საერთაშორისო მეცნიერული კვლევის თუ საგანმანათლებლო და მონიტორინგული საქმიანობისათვის. შერჩეული უბანი მტკიცდება „იუნესკოს“ შესატყვისი კონვენციის კომიტეტის მიერ.

ახლებურმა მიდგომამ თავისი ასახვა ჰპოვა დაცული ტერიტორიების შექმნის პერსპექტიული გეგმის დამუშავებისას დედოფლიწყაროს რაიონში, რომელიც ითვალისწინებს ვაშლოვანის სახელმწიფო ნაკრძალის ტერიტორიის გაფართოვებას, ხოლო მიმდებარე ტერიტორიაზე ვაშლოვანის ეროვნული პარკის და ბუნების სამი ძეგლის დაარსებას. დღეს ამ რეგიონში ხორციელდება ინტენსიური მოსამზადებელი სამუშაოები, რომელიც გარემოს გლობალური ფონდის მიერ ფინანსირდება; დაცული ტერიტორიების ზემოთ აღნიშნული სისტემის რეალიზება 2000 წლის ზაფხულიდან დაიწყება. იგივე ხასიათის სამუშაოები ტარდება ახმეტისა და ლაგოდეხის რაიონებში.

რა სიახლე ახლავს დაცული ტერიტორიების ახალ სისტემას? უპირველეს ყოვლისა, იგი გამოირჩევა მრავალფეროვნებით, ანუ სხვადასხვა რანგის და მნიშვნელობის კატეგორიების სიმრავლით. როგორც ითქვა, წინათ არსებული სისტემა ძირითადად ტერიტორიების მკაცრ დაცვას და რეგიონის სამეურნეო საქმიანობისაგან მის იზოლირებას გულისხმობს. რაც შეეხება ახალს, ტერიტორიის დაცვასთან ერთად, იგი რეგიონის სოციალ-ეკონომიკური ცხოვრების და განვითარების პერსპექტივებსაც ითვალისწინებს.

დაცული ტერიტორიების ახალი სისტემა ხორცშესხმის პროცესშია. მისი წარმატებით გაგრძელება და დაგვირგვინდება ერთ-ერთი ქმედითი ნაბიჯი იქნება ჩვენი გარემოს დაცვის საშვილიშვილო საქმეში.

## 2. ფლორისა და ფაუნის იშვიათი წარმომადგენლების დაცვის საკითხები

*წითელი წიგნები.* წითელი წიგნი – ესაა იშვიათ და გადაშენების პირამდე მისულ მცენარეთა და ცხოველთა სახეობების (და ქვესახეობების) ანოტირებული სია, მათი თანამედროვე მდგომარეობის მოკლე დახასიათებით.

ამა თუ იმ ტაქსონის შეყვანა წითელ წიგნში ნიშნავს ქვეყნის მორალურ პასუხისმგებლობას მის დაცვაზე. რაც შეეხება სამეცნიერო დოკუმენტაციას დაცვას დაქვემდებარებული სახეობების შესახებ, ისინი კომპეტენტური კოლექტივების მიერ მუშავდება და ცნობილია „ნაციონალური წითელი წიგნების“ (ავსტრალია, აშშ, შვედეთი, იაპონია და სხვ.), „წითელი სიების“ (გერმანია), „იშვიათ მცენარეთა სიების“ (აშშ, ავსტრალია, კოლუმბია, მექსიკა) და სხვ. სახელწოდებით.

არსებობს წითელი წიგნის საერთაშორისო, ნაციონალური და ადგილობრივი (ლოკალური) ვარიანტები. წიგნის შექმნის იდეა XX ს-ის I ნახევარში გაჩნდა; მისი ინიციატორი იყო ბუნებისა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის საერთაშორისო კავშირი, რომელიც 1949 წელს შეუდგა ინფორმაციის მოპოვებას მცენარეთა და ცხოველთა იშვიათი სახეობების შესახებ. შედეგად, 1966 წელს უკვე მომზადდა პირველი გამოცემები („Read Date Books“) ტუბუშწოვართა და ფრინველთა იშვიათი სახეობების შესახებ.

1976 წელს იგივე ორგანიზაცია აქვეყნებს ევროპის იშვიათ, ენდემურ და გადაშენების პირას მისულ მცენარეთა, ხოლო მომდევნო წელს – თევზების იშვიათი ფორმების ანოტირებულ სიას. 1979 წელს გამოცემული წითელი წიგნი აერთიანებს ტუბუშწოვრების 321, ფრინველების 485, რეპტილიების 141, ამფიბიების 41, თევზების 194 სახეობასა და ქვესახეობას.

სსრკ-ში წითელი წიგნი 1974 წელს დაფუძნდა, მისი პირველი გამოცემა კი 1978 წლით თარიღდება. წიგნის შედგენას ხელმძღვა-

ნელობდა სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, მეცნიერებათა აკადემია, გარემოს დაცვის სამმართველო და გარემოს დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი.

იშვიათ და გადაშენების პირამდე მისულ სახეობათა მიმართ დიფერენცირებული მიდგომის უზრუნველსაყოფად სსრკ-ში თავდაპირველად მხოლოდ ორი კატეგორია იყო შემოთავაზებული: I – სახეობები, რომელთაც გადაშენება ემუქრებათ და II – იშვიათი სახეობები. შემდგომში კატეგორიების რაოდენობა ხუთამდე გაიზარდა: I კატეგორიაში შევიდნენ სახეობები და ქვესახეობები, რომლებიც გადაშენების რეალური საშიშროების წინაშე დგანან და მათი გადარჩენა სპეციალური ღონისძიებების გარეშე შეუძლებელია. II კატეგორიას განეკუთვნებიან ფორმები, რომელთა რიცხოვნობა ჯერ-ჯერობით საკმარისად მაღალია, მაგრამ საგრძნობლად ეცემა, რამაც ისინი შესაძლოა ამოწყვეტამდე მიიყვანოს. III კატეგორია აერთიანებს შედარებით იშვიათ სახეობებს, რომელთაც მოსპობა ჯერ-ჯერობით არ ემუქრებათ, მაგრამ იმდენად მცირე რიცხოვნობით ან ისეთ შეზღუდულ ტერიტორიებზე გვხვდებიან, რომ გარემო ფაქტორების მკვეთრი ცვლილების შემთხვევაში შესაძლოა გადაშენდნენ. IV კატეგორიაში შედიან შედარებით მცირერიცხოვანი სახეობები, რომელთა ბიოლოგია სუსტადაა შესწავლილი. მონაცემების სიმცირე საშუალებას არ იძლევა, რომ ისინი რომელიმე ზემოთ მოტანილ კატეგორიას მიეკუთვნოთ. V კატეგორია – აღდგენილი სახეობებია, რომელთა მდგომარეობა, მიღებული ზომების გამო, არაა საგანგაშო, თუმცა მათი გამოყენება სარეწაო ან სამეცნიერო მიზნით ნაადრევია, ხოლო პოპულაციებს მუდმივი კონტროლი სჭირდება.

1984 წელს გამოცემულ სსრკ წითელ წიგნში შევიდა ძუძუმწოვრების 94, ფრინველების 89, ამფიბიების 9, რეპტილიების 37, თევზების 9, მწერების – 219, მოლუსკების 19, კიბოსნაირთა 2, ჭიების 11, ჭურჭლიან მცენარეთა 181, ხავსების 32, ლიქენების 29, სოკოების 20 სახეობა და ქვესახეობა. ანალოგიური ტომები შედგენილი და გამოცემცლი იყო მოკავშირე რესპუბლიკებშიც – პირველ რიგში, ყაზახეთში, რუსეთში, ლატვიაში. ბელორუსიაში, უზბეკეთში, უკრაინაში, აზერბაიჯანში და ა. შ.

წითელი წიგნი – პერმანენტული მოქმედების დოკუმენტი; იგულისხმება, რომ მცენარეთა და ცხოველთა სახეობების საარსებო გარემო მომავალში შესაძლოა შეიცვალოს, ამიტომ გადაშენების საშიშროება სხვა სახეობებსაც შეიძლება გაუჩნდეს. მეორე მხრივ, არაა

გამორიცხული, რომ მიღებული ზომების შედეგად, ცალკეულ სახეობებს აღარ ემუქრებოდეს გადაშენების საფრთხე.

საქართველოს წითელი წიგნი 1982 წელს გამოიცა. მისი I ნაწილი მოიცავს იშვიათ და გადაშენების პირას მისულ ცხოველებს, II ნაწილი — მცენარეებს, III ნაწილი — არაორგანული ბუნების ძეგლებს. ცხოველთა 65 სახეობა, მათი თანამედროვე მდგომარეობის მიხედვით, 3 ჯგუფადაა განაწილებული: I ჯგუფში შედის გამქრალი ან მიუვალ ადგილებში შემორჩენილი სახეობები (ძუძუმწოვრების 6, ფრინველების 8, ქვეწარმავლების 2, ამფიბიების 1, თევზების 1), II ჯგუფში — გადაშენების პირამდე მისული სახეობები (ძუძუმწოვრების 3, ფრინველების 9), III ჯგუფში შედიან იშვიათი სახეობები (ძუძუმწოვრების 12, ფრინველების 18, ქვეწარმავლების 4, ამფიბიების 3),

ცხოველთათვის მოტანილია ცნობები გავრცელების, თანამედროვე მდგომარეობის, რიცხოვნობისა და მისი ცვლილების მიზეზების. დაცვისათვის მიღებული ზომების და მათი შედეგების, ბიოლოგიის რიგი საკითხის შესახებ.

წიგნის II ნაწილში შესულია 161 სახეობის მცენარე; აღნიშნულია მათი სასიცოცხლო ფორმები, ცნობები გავრცელების, თანამედროვე მდგომარეობის, რიცხოვნობის შემცირების მიზეზების, დაცვისათვის აუცილებელი ღონისძიებების და სხვ. შესახებ. წიგნის III ნაწილში დიდხნოვანი ხეები და არაორგანული ბუნების 77 ძეგლია შეტანილი.

მომზადებულია საქართველოს წითელი წიგნის II ვარიანტი. მასში გაერთიანებულ ცხოველთა 155 სახეობიდან. 24 ძუძუმწოვრებს მიეკუთვნება, 39 — ფრინველებს, 16 ამფიბიებს და რეპტილიებს, 6 — თევზებს, 66 — ფეხსახსრიანებს, 1 — მოლუსკებს, 3 — ჭიაყელებს. აკად. ბ. ყურაშვილის აზრით, 28 სახეობა I კატეგორიას უნდა მიეკუთვნოთ, 48 — II კატეგორიას, 69 — III კატეგორიას, ხოლო 10 სახეობა IV კატეგორიას. ანალოგიური მონაცემები დამუშავებულია მცენარეთათვისაც.

*იშვიათ სახეობათა რიცხოვნობის რეგულირება.* დღეს ჩშირად ისმის კითხვა: რამდენად რეალურია მცენარეთა და ცხოველთა იშვიათ სახეობათა რიცხოვნობის გაზრდა? სპეციალისტთა აზრით, ამ ამოცანის რეალიზების რამდენიმე გზა არსებობს. ერთ-ერთი ითვალისწინებს დასუსტებულ და დაბალი რიცხოვნობის პოპულაციების წევრთა სხვა ტერიტორიაზე ხელოვნურ გადაყვანას, სადაც საარსებო პირობები

ოპტიმალურია. ასე მოიქცნენ ზოგიერთი სანადირო ცხოველის, მაგალითად, კანადური კაზარის მიმართ. აშშ რიგ რეგიონში ინტროდუცირებულ ველურ ინდაურს ამჟამად ძველ არეალთან შედარებით მნიშვნელოვნად უფრო დიდი ტერიტორია უკავია.

არაფერს ვაშობთ საგანგებოდ დაცული ტერიტორიების შესახებ, რამელთა ერთ-ერთი დანიშნულება სწორედ იშვიათი სახეობების დაცვა და აღდგენაა. ასეთ ტერიტორიებზე მკვლევართა ძალისხმევა ზოგჯერ იმდენად ეფექტურია, რომ ცხოველებზე შეზღუდული ნადირობის შესაძლებლობაც კი იქმნება. როგორც ზევით აღინიშნა, ამერიკული ბიზონის რიცხოვნობა ამ ასიოდე წლის წინათ რამდენიმე ასეულს არ აღემატებოდა. 3 და ჩ. რეველების (1995) ცნობით, მიღებული ზომების შედეგად ბოლო წლებში ბიზონის რიცხოვნობამ იმდენად მოიმატა, რომ აშშ ზოგაერთ რაიონში მასზე შეზღუდული ნადირობაც კია გათვალისწინებული.

თუ სიტუაციის ანალიზი უნვენებს, რომ სახეობის აღდგენა საგანგებო ჩარევის გარეშე ვერ ხერხდება, ცხოველები (უპირატესად, ფრინველები) ინკუბატორში გამოყავთ, რის შემდეგ მათ ბუნებრივ ადგილსამყოფელში აბრუნებენ. აღსანიშნავია, რომ დღეს ფართოდ გავრცელებული ამერიკული წეროს პოპულაციების თითქმის ნახევარი სწორედ ამ გზითაა გამრავლებული.

60-იან წლებისათვის მისისიპის აღმოსავლეთ რაიონში შევარდენი პრაქტიკულად გაქრა. მიზეზია ეკოსისტემების პესტიციდებით გაბინძურება. კორნუელის უნივერსიტეტის ორნითოლოგმა ტ. კეიდმა შეიმუშავა ამ ფრინველის გამრავლების მეთოდი ტყვეობაში: ადგილობრივი პოპულაციის ინდივიდებს იგი ევროპული პოპულაციის წევრებთან აჯვარებდა, რომელთაც, მისი აზრით, რიგი სასარგებლო ნიშანი გააჩნია. ტყვეობაში მყოფ ბარტყებს გარკვეულ ასაკამდე წრთენიდნენ, ხოლო შემდეგ ისინი ბუნებაში გადაყავდათ. შედეგი ეფექტური გამოდგა: 80-იანი წლებისათვის კეიდმა შეძლო 200-ზე მეტი ფრინველის „გამოზრდა“, რაც შეადგენს პოპულაციის წლიურ ნამატს პესტიციდების გამოყენებამდე.

იშვიათ სახეობათა რიცხოვნობის აღდგენასთან დაკავშირებით, მოგვყავს თსუ ეკოლოგიის კათედრის თანამშრომელთა კვლევების ერთ-ერთი ფრაგმენტის მოკლე აღწერა. საქმე ეხება ბორჯომის ხეობაში მობინადრე ამფიბიების 4 სახეობას (მცირეაზიური ბაყაყი, კავკასიური

სალამანდრა, კავკასიური გომბეშო, კავკასიური ჯკრიანა), რომელთაგან – 3 ყოფილი სსრკ-ს და საქართველოს წითელ წიგნებშია შეტანილი.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე ეს სახეობები სხვადასხვა სიდიდის ლოკალურ პოპულაციებს ქმნიან. უმრავლესობის სტრუქტურა ძალზე დარღვეულია, რიცხოვნობა დაბალი, ამიტომ მათ მოსპობა უკლით. სხვების რიცხოვნობა და სტრუქტურა შედარებით ოპტიმალურია, ამიტომ მათ გადაშენება ჯერ-ჯერობით არ ემუქრებათ. როგორც ირკვევა, მეტ-ნაკლებად სრულყოფილი პოპულაციები ორი ნაწილისაგან შედგება – „აქტიურად გამრავლებადი“, რომელსაც შედარებით შეზღუდული არეალი უკავია და ე. წ. „ბუფერული“, რომელიც დაბალი შიხადობით, სასივთაოდ მაღალი რიცხოვნობით და შედარებით ვრცელი არეალით ხასიათდება. ბუფერული ნაწილის შევსება აქტიურად გამრავლებადი ორგანიზმების ხარჯზე ხდება. როგორც ირკვევა ბუფერული ჯგუფის ფუნქციაა აქტიური ჯგუფის დაცვა, ხოლო სტიქიური მოვლენების. ან ანთროპოგენური ფაქტორის ზემოქმედების შემთხვევაში – მისი რიცხოვნობის აღდგენა.

მცირე ზომის გუბეებში, სადაც მცირერიცხოვანი და დაკნინებული პოპულაციები ბინადრობენ, საარსებო რესურსები პრაქტიკულად შეუზღუდავია, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ პოპულაციების მდგომარეობა ამ ფაქტორთან არაა დაკავშირებული და მათი აღდგენა შესაძლებელია.

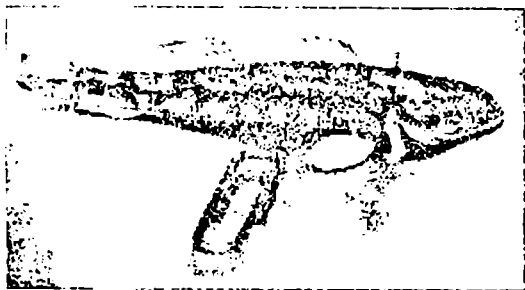
გაირკვა აგრეთვე, რომ პოპულაციების ღიდ ნაწილში ცხოველთა სიკვდილიანობა ონტოგენეზის ადრეულ პერიოდში ძალზე მაღალია (60-65%), რაც დამატებით სიძნელეებს უქმნის მათ ბუნებრივ აღდგენას.

ამ მონაცემებმა საშუალება მისცა მკვლევარებს აქტიურად ჩარეულიყვნენ დაკნინებული პოპულაციების ცხოვრებაში. უპირველეს ყოვლისა, მათ შეძლეს ბუნებრივი პოპულაციების ხარჯზე ლაბორატორიული პოპულაციების შექმნა, სადაც, მაღალ შობადობასთან ერთად, ცხოველთა სიკვდილიანობა მეტამორფოზის პერიოდში არ აღემატება 15%-ს. ამან ხელი შეუწყო დაუძღვრებული და დაბალი რიცხოვნობის ბუნებრივი პოპულაციების შევსებას, რამაც, საბოლოო ჯამში, რიცხოვნობის შესამჩნევი ზრდა განაპირობა.

კიდევ უფრო საგულისხმო გამოცდილება ამფიბიების პოპულაციათა აღდგენაში მოსკოვის ზოოპარკის სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიას გააჩნია. აქ მიმართავენ ხელოვნურად გამრავლებული სირიული მყვარის რეინტროდუქციას სომხეთში, ხოლო მცირეაზიური ტრიტონისას ჩრდ. კავკასიაში.

\* \* \*

რა უფრო ძვირფასია – პატარა თევზი თუ დიდი კაშხალი? აშშ-ში მღ. ლიტლ-ტენესში ბინადრობს მცირე ზომის თევზი – დარტერი (სურ. VI. 2. 1), რომელიც მხოლოდ 1973 წელს აღმოაჩინეს. 7 წლით ადრე ამერიკას კონგრესის მიერ სანქციონირებული იყო ამ მდინარეზე კაშხლის მშენებლობა. 1973 წლისათვის კაშხალი ნახევრად აგებული იყო, ხოლო 1975 წელს, როდესაც თევზების ეს ენდემური სახეობა აშშ „წითელ წიგნში“ შეიტანეს, კაშხლის 3/4 დამთავრებული იყო.



სურ. VI.2.1. დარტერი, რეელების (1995) მიხედვით.

დარტერი ვერ მრავლდება დაგუბებულ წყალში, ამიტომ კაშხლის მშენებლობის დამთავრება ამ სახეობის მოსპობას გამოიწვევდა. აშშ სამეცნიერო ორგანიზაციების ძალისხმევა დარტერის გადარჩენის მიზნით უშუალოდ გამოდგა; რიგი საზოგადოებრივი ორგანიზაციის და პარტიის, მათ შორის ამერიკის მწვანეების, აქტიუობით აღიძრა საკითხი კაშხლის მშენებლობის შეჩერების შესახებ. საქმე სასამართლომდე მივიდა, რომლის გადაწყვეტილებით მშენებლობა საბოლოოდ იყო ლიკვიდირებული.

\* \* \*

### 3. ენერგეტიკული რესურსები და გარემო

როგორც წინა თავების მონაცემებიდან ჩანს, ჩვენს პლანეტაზე მოსახლეობის რიცხოვნობა, ენერგეტიკული რესურსების ხარჯვა და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება ერთმანეთთანაა დაკავშირებული; სამივე ექსპონენციალურად იზრდება.



მართლაც, ბოლო საუკუნის მანძილზე პლანეტის მოსახლეობა დაახლოებით 3,5-ჯერ გაიზარდა, რესურსების ხარჯვა კი – თითქმის 32-ჯერ. როგორც აღინიშნა, ლომის წილი ენერჯის ხარჯვაში ინდუსტრიულ ქვეყნებზე მოდის, სადაც ეს მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე დაახლოებით 10-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე განვითარებად ქვეყნებში. ექსპერტების აზრით, განვითარებადი ქვეყნები ენერჯის მოხმარების მხრივ ინდუსტრიულ ქვეყნებს რომ გაუტოლდნენ, ენერჯის გლობალური ხარჯვა 5-ჯერ გაიზრდება. თუ გაეითვალისწინებო ხარჯვის დღევანდელ მასშტაბებს და მის შედეგებს, იოლად დაერწმუნდებით, რომ პლანეტის ეკოსისტემას აშკარად გაუჭირდება ასეთი დატვირთვის ატანა.

მეორე მხრივ, საწვავი რესურსების ხარჯვის დღევანდელი ტემპებით თუ ვიმსჯელებთ, ნავთობის რაოდენობა პლანეტას მხოლოდ 4-5 ათეულ წელს ეყოფა. ბუნებრივი გაზისა – 130-150 წელს, ქვანახშირისა – 300 წელს.

როგორ უნდა გაგრძელდეს ენერჯის მოპოვება და ხარჯვა, პლანეტა გლობალური კატასტროფის წინაშე რომ არ აღმოჩნდეს?

ენერჯის წყაროების გამოყენების მხრივ კაცობრიობის ისტორიაში ორი მნიშვნელოვანი ცვლილება მოხდა: მერქნის შეცვლა ქვანახშირით XIX ს-ში და ქვანახშირის შეცვლა ნავთობით XX ს-ში. როგორც ჩანს, დღევანდელი თაობა კიდევ ერთი გლობალური ცვლილების წინაშე დგას. მაგრამ რამდენად მასშტაბური იქნება იგი და როგორი ტემპით განხორციელდება, ან იქნება მას ტექნოლოგიური რევოლუციის ხასიათი. თუ მხოლოდ ტექნოლოგიურ რევოლუციამდე დაიყვანება, ამის თქმა დღეს ძნელია.

ტექნოლოგიურ რევოლუციაში უნდა ვიგულისხმობთ, პრველ რიგში, ენერჯის ალტერნატიული წყაროების – მზის, ქარის, ოკეანური ენერჯის ათვისება. მაგრამ თუ პროცესმა რევოლუციის ხასიათი მიიღო, მსოფლიო განვითარდება ენერჯის ტრადიციული წყაროების ხარჯზე, თუმცა ისინი უფრო რაციონალურად გამოიყენება.

*ქვანახშირს*, როგორც ერთ-ერთ ტრადიციულ საწვავს, უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა კაცობრიობისათვის. სწორედ ქვანახშირმა შეცვალა XIX ს-ში ადამიანის საკუთარი ენერჯია. დღეს ქვანახშირის როლი მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში განსხვავებულია. მაგალითად, აშშ-ში იგი გამოიყენება უპირატესად თბოელექტროსადგურებისათვის, მაშინ როდესაც მრავალ განვითარებად ქვეყანაში – როგორც ძირითადი სათბობი.

ქვანახშირის მოხმარებას დიდი ხნის ისტორია აქვს. „ქვა, რომელიც იწვის“ პირველად ჩინეთში, შემდეგ ინდოეთში დაახლოებით 2 000 წლის წინათ აითვისეს. ევროპაში ქვანახშირის გამოყენება ინგლისელებმა დაიწყეს; ამას ხელი შეუწყო ქვეყანაში ტყეების მასობრივმა გაჩეხვამ და სხვა ქვეყნებიდან მერქნის შემოზიდვასთან დაკავშირებულმა სიძნელებმა. XIX ს-ის მანძილზე ქვანახშირი თანდათან იქცა ინდუსტრიალიზაციის და ტექნიკური პროგრესის სიმბოლოდ. ქვანახშირი – ენერჯის ეფექტური წყაროა; 1 კგ-ის წვისას რამდენიმე ათასი კილო-ჯოული გამოიყოფა.

1970 წლის მონაცემებით, ქვანახშირის ცნობილი მარაგი 7 900 მლრდ ტონას შეადგენს, რაც ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით არ აღემატება 2 400 ტ-ს. ეს ციფრი არაა დიდი, ამიტომ უკვე 70-იანი წლებიდან არაერთხელ დასმულა კითხვა: რამდენ ხანს გვეყოფა ეს მარაგი?

არის მოსაზრება, რომ ხარჯვის დღევანდელი ტემპით კაცობრიობას ქვანახშირი 300-400 წელს ეყოფა. მაგრამ ზოგიერთი ექსპერტი თვლის, რომ ეს ვარაუდი მხოლოდ დადგენილ საბადოებს ეფუძნება; სინამდვილეში ქვანახშირის მარაგი უფრო დიდია, რაც გვაძლევს უფრო ოპტიმისტური განწყობის საფუძველს.

ბოლო წლებში ქვანახშირის მოხმარების ინტენსივობა ეცემა. ამის მიზეზია მის მოპოვებასთან დაკავშირებული სიძნელები. მაგრამ არანაკლები მნიშვნელობა აქვს იმასაც, რომ ქვანახშირი არის გარემოს გაბინძურების ერთ-ერთი ძლიერი წყარო და მეტად მავნე ადამიანის ჯანმრთელობისათვის.

*თხევადი სათბობის „კარიერა“* XIX ს-ის 50-იანი წლებიდან დაიწყო. თავდაპირველად ნავთობი გამოიყენებოდა ფარმაკოქიმიაში და ძვირად ფასობდა. გასული საუკუნის ბოლოსათვის ნავთობის მოპოვებამ კოლოსალურ მასშტაბებს მიაღწია და იგი იქცა საერთაშორისო მეურნეობისა და პოლიტიკის ერთ-ერთ ძირითად ღერძად.

რამადის (1981) მიხედვით, ნავთობის მსოფლიო მარაგი 80 მლრდ ტ-ს შეადგენს (საერთო მარაგი, როგორც ჩანს, სამჯერ უფრო დიდია). მისი მოპოვება ყოველ 10 წელიწადში თითქმის ორმაგდება და მან ამჟამად გადააჭარბა 3 მლრდ ტ-ს წელიწადში.

ნავთობის მოხმარების ექსპონენციალურ ხასიათს საფრანგეთის მაგალითი ცხადყოფს: 1939 წელს აქ იხარჯებოდა მხოლოდ 5 მლნ ტ, 1960 წელს – 30 მლნ, 1972 წელს – 100 მლნ, ხოლო 1980

წელს 180 მლნ ტ. ვარაუდობენ, რომ 2042 წლისათვის ეს მაჩვენებელი 1,8 მლრდ-ს მიაღწევს.

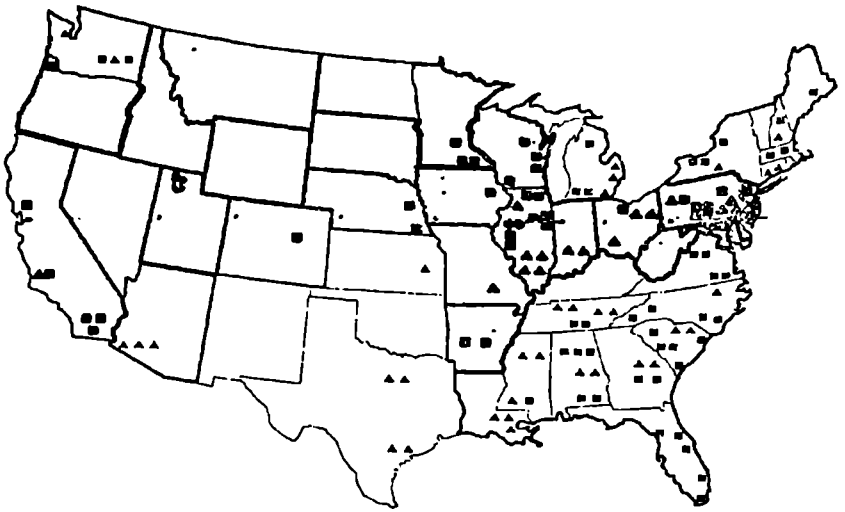
ეკოლოგიური თვალსაზრისით ბუნებრივი გაზი დიდი უპირატესობით ხასიათდება ნავთობთან, მეტადრე ქვანახშირთან შედარებით. მისი წილი სათბობის საერთო მარაგიდან, ისევე როგორც წლიური ხარჯი, ჩამორჩება ნავთობის მაჩვენებლებს. რამადის (1981) მონაცემებით, ბუნებრივი გაზის მოპოვება ყოველწლიურად 6,6%-ით იზრდება, ისე რომ გაორმაგების პერიოდი 19,5 წელს შეადგენს. მისი მარაგი ლოთოსფეროში  $3,4 \cdot 10^{14}$  მ<sup>3</sup>-ს უახლოვდება, ამიტომ თუ ხარჯვის ტემპი დღევანდელ დონეზე დარჩა, ბუნებრივი გაზი 2-3-ჯერ მეტ ხანს ეყოფა პლანეტას, ვიდრე ნავთობი.

როგორც აღინიშნა, ენერგეტიკულ რევოლუციაში ენერჯის ალტერნატიული (არატრადიციული) წყაროების ათვისება იგულისხმება. მრავალი სპეციალისტი პრობლემის გადაჭრის იმედს ბირთვულ ენერგეტიკაზე ამყარებს, თუმცა ჯერჯერობით მასზე საერთო ელექტროენერჯის მხოლოდ 17% მოდის. განსაკუთრებული პოპულარობით ატომური ენერგეტიკა საფრანგეთში სარგებლობს, სადაც მისი წილი გამოქმუშავებული ენერჯის თითქმის 70%-ს შეადგენს. ბოლო დრომდე დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა მას აშშ-შიც (სურ. VI.3.1)

ტრიმაილ-აილენდისა (აშშ) და ჩერნობილის ავარიებმა მნიშვნელოვნად შეარყიეს საზოგადოების რწმენა ატომურ ენერგეტიკაზე, რომელიც მანამდე ნაკლებად საშიშ და შედარებით „სუფთა“ წყაროდ ითვლებოდა. მაგრამ ბირთვული ენერგეტიკის რეპუტაცია შესაძლოა აღდგეს, თუ დამუშავდება უფრო სრულყოფილი რეაქტორების კონსტრუქციები, ან ამაღლება არსებულის საიმედოობა.

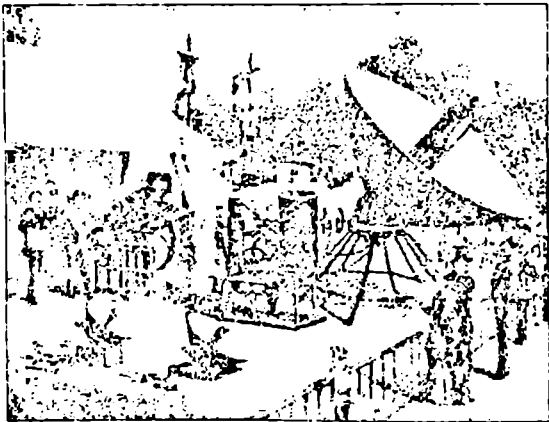
თერმობირთვული ენერჯის (მსუბუქი ბირთვების სინთეზი) უპირატესობა თანამედროვე რეაქტორებთან შედარებით დიდია. ამიტომ, მიუხედავად მისი კოლოსალური სიძვირისა, ინტერესი თერმობირთვული სინთეზის მიმართ ძლიერია; საცდელი სამუშაოები ხორციელდება, თუმცა, როგორც ვარაუდობენ, სამრეწველო ენერჯის მიღება მხოლოდ 20 წლის შემდეგაა მოსალოდნელი.

შვედეთში ერთ-ერთი კონცერნის მიერ დამუშავებულია „ბუნებით უვნებელი“ რეაქტორი, რომელსაც შესწევს უნარი, გაუძლოს ნებისმიერი სიძლიერის მიწისძვრას, ხანძარს, აფეთქებას, წყალდიდობას და სხვა სტიქიურ მოვლენებს. ამავე კონცერნმა დაამუშავა ნარჩენების იზოლირების ტექნოლოგია, რომლის უსაფრთხოება გარანტირებულია 10000 წლამდე.



სურ. VI.3.1. აგომური ელექტროსადგურები აშშ-ში 1984 წლისათვის.  
 რეელების (1995) მიხედვით: ■ - მოქმედი, ▲ - მშენებარე

მზის ენერჯის ათვისების შესაძლებლობა ასევე იზრდება (სურ. VI. 3. 2.). ფოტოგალვანური ელემენტები, რომლებიც მზის სხივებს ელექტროენერჯიად გარდაქმნიან, სულ უფრო სრულყოფილი ხდება.



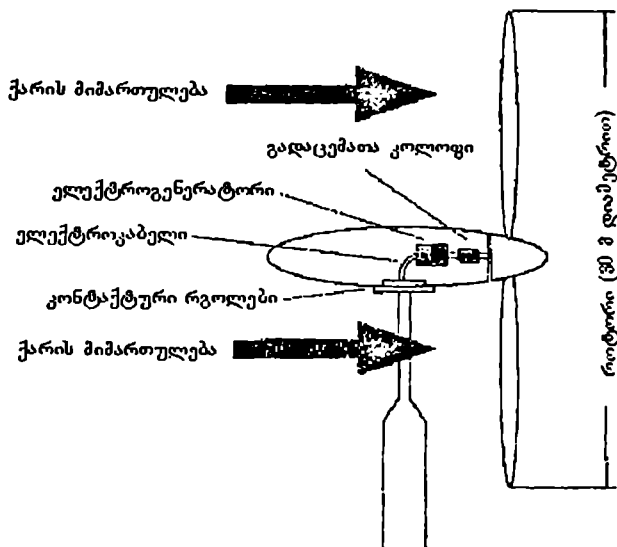
სურ. VI.3.2. მზის პირველი კოლექტორი 1889 წლის მსოფლიო გამოფენაზე პარიზში, რეელების (1995) მიხედვით.

თუმცა ჯერჯერობით გამომუშავებული ენერჯის ღირებულება, ტრადიციულთან შედარებით, 2-4 -ჯერ მაღალია.

მზის ენერჯის გამოყენების ერთ-ერთი სახეა ჰელიოთერმული დანადგარები, რომლებიც სხივურ ენერჯიას თბურ ენერჯიად გარდაქმნიან. ასეთ სისტემებში მზის სხივები ლინზების საშუალებით მიბლვებ სითხეში ფოკუსირდება; სითხე თბება, ხოლო სითბო ელექტროგენერატორს გადაეცემა.

წყლის და საყოფაცხოვრებო სისტემების გათბობა მზის ენერჯით ფართოდაა დანერგული ავსტრალიაში, საბერძნეთსა და შუა აღმოსავლეთის ქვეყნებში. რამდენიმე წლის წინათ კალიფორნიაში საექსპლუატაციოდ მომზადდა მზის თერმოდანადგარი, რომლის მიერ გამომუშავებული ენერჯის თვითღირებულება მხოლოდ 2,5-ჯერ აღემატება სამდინარო ელექტროსადგურებზე გამომუშავებულ ენერჯიას.

ქარის ენერჯის გამოყენებაზე სპეციალისტები დიდ იმედებს ამყარებენ. აეროდინამიური ტურბინები ქარის ენერჯიას მექანიკურ ენერჯიად ან ელექტროენერჯიად გარდაქმნიან (სურ. VI. 3. 3). ეს წყარო შედარებით აღრინდელია, თუმცა მრავალი უპირატესობის მიუხედავად, ბოლო დრომდე მან ვერ კპოვა ფართო გამოყენება.



სურ. VI.3.3. ქარის ძრავის პრინციპული სქემა, რეველების (1995) მიხედვით.

ქარის ენერჯის ინტენსიური ათვისება მხოლოდ 70-80-იან წლებში დაიწყო. დღეს მსოფლიოში გამომუშავებული აეროდინამიური ენერჯის 80% კალიფორნიაზე მოდის. 1984 წლის მონაცემებით, აქ მუშაობს 8500-მდე ტურბინა, რომელთა ერთობლივი სიმძლავრე 5500 მეგა-ვატს შეადგენს. აშშ-ში ქარისმიერი ენერჯის გამოყენების მასშტაბები იზრდება; დანადგარები შენდება ევროპაში, აშშ-ის დასავლეთში, სკანდინავიაში და ა. შ.

ენერჯის ყველა განახლებად სახეებს შორის *ჰიდროელექტრო-ენერჯიას* ყველაზე ფართო გავრცელება აქვს. ამავე დროს, მისი გამომუშავება, პოტენციალურ შესაძლებლობებთან შედარებით, ბევრად მცირეა. აფრიკაში ეს მაჩვენებელი საშუალოდ 5%-ს შეადგენს, ლათინურ ამერიკაში – 8%-ს, აზიაში – 9%-ს. ჩინეთის ჰიდროელექტროენერჯე-ტიკული პოტენციალი მსოფლიოს ყველა ქვეყნის შესაძლებლობებს აღემატება. მიუხედავად ამისა, აქ რეალურად ამ ენერჯის მხოლოდ 10% გამოიყენება.

ინდუსტრიულ ქვეყნებში ჰიდროელექტროენერჯის მოპოვების შესაძლებლობანი უკეთაა რეალიზებული. „ეკონომიკური თანამშრომ-ლობისა და განვითარების“ წევრ-სახელმწიფოებში ეს მაჩვენებელი 26%-ს, აშშ-ში – 52%-ს შეადგენს.

სპეციალური აღნიშვნის ღირსია „ოკეანური მოქცევის“ ენერჯია. მოქცევა დღე-ღამეში ორჯერ მეორდება. მისი საშუალო სიმაღლე 9,5 მ-ს შეადგენს, მაგრამ ვიწრო ყურეებში ან მდინარის კალაპოტებში სიმაღლე შესაძლოა 10-20-ჯერ მეტი იყოს. მოქცევის ენერჯის გამოსამუშავებლად, ჩვეულებრივ, კაშხალს აგებენ, რომლის ძირზე ტურბინებია დამონტაჟებული. ელექტროენერჯის გამომუშავება ხდება როგორც კაშხლის ავსებისას (მოქცევის დროს), ისე მისი დაცლისას (უკუქცევის დროს). ცხადია, რაც უფრო მაღალია მოქცევა და მეტი წყალი გროვდება კაშხალში, მით მეტი ენერჯია გამომუშავდება (სურ. VI. 3. 4).

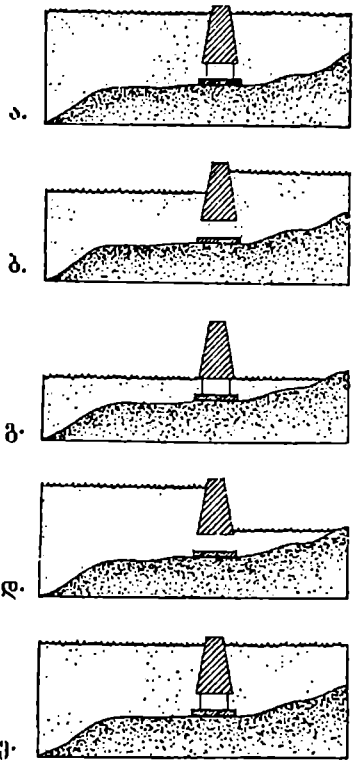
პირველად მოქცევის ენერჯია რეალიზებული იყო 1969 წელს საფრანგეთში. აქ აგებული „ლა-რანსის“ ჰეს-ის სიმძლავრე 320 მეგა-ვატს შეადგენს. იგი დაახლოებით 2,5-ჯერ უფრო ძვირი დაჯდა ასეთივე სიმძლავრის სამდინარო სადგურებთან შედარებით, მაგრამ ეს ხარჯი მოკლე დროში დაიფარა, დღეს კი სადგური შეუფერხებლად მუშაობს. მას არ სჭირდება დამატებითი ენერჯია, იშვიათად ფუჭდება და, რაც მთავარია, ეკოლოგიურად სუფთაა. „ლა-რანსის“ ჰესი იმის

დადასტურებაა, რომ მოქცევის ენერგის კონცეფცია სავსებით რეალისტურია და იგი შეიძლება განხორციელდეს უფრო ფართო მასშტაბით.

ბიომასა, მერქნისა და სხვა ორგანული ნივთიერების სახით, როგორც ენერგიის წყარო, წარმატებით გამოიყენება ინდუსტრიულ, მეტადრე განვითარებად ქვეყნებში. შვედი სპეციალისტები მერქნის ბიომასას „მწვანე ნავთობს“ უწოდებენ, რომელიც ბუნებრივი ნავთობის რეალური შემცვლელია. შვედეთში დამუშავებულია „ხის სრული გამოყენების“ ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს არა მხოლოდ მერქანს, არამედ ფიჭომასის სხვა კომპონენტებსაც – ტოტებს, გირჩებს, ფოთლებს, ფესვებს, კუნძებს. ყოველწლიურად აქ 25-30 მლნ მ<sup>3</sup> ხე-ტყის ნარჩენი გამოიყენება, რაც დაახლოებით 5 მლნ. ტ ნავთობის ტოლფასია.

მრავალ რეგიონში იხვეწება გეოთერმული ენერგიის და ოკეანური თბური ენერგიის ათვისების საშუალებები. მიწისქვეშა თბური წყლების გამოყენება ინდუსტრიულ ქვეყნებში ყოველწლიურად დაახლოებით 15%-ით იზრდება. ჩრდ. კალიფორნიაში მრავალი წელია მუშაობს 2000 მეგა-ვატის სიმძლავრის გეოთერმული დანადგარი.

ბიოგაზი\* – აირების ნარევი (სავარაუდო შედგენილობა: მეთანი – 55-65%, ნახშირორჟანგი – 35-45%, აგრეთვე აზოტის, წყალბადის,



სურ. VI.34. „ოკეანური მიმოქცევის“ ენერგიაზე მომუშავე ელექტროსადგურის სქემა, რეველების (1995) მიხედვით: ა – წყალი ერთ ღონეზეა, ტურბინები არ მუშაობს, ბ – უკუქცევის დაწყება, წყალი ვადის ტურბინებში, გ – წყლის ღონე დაბალია, ტურბინები არ მუშაობს, დ – მოქცევის დაწყება, წყალი ვადის ტურბინებში, ე – წყალი ერთ ღონეზეა, ტურბინები არ მუშაობს.

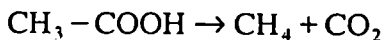
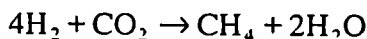
\*შედგენილია პროფ. ნ. ალექსიძის მიერ მოწოდებული მასალის მიხედვით.

ჟანგბადის, გოგირდწყალბადის მინარევები). იგი წარმოიქმნება ორგანული ნარჩენების (უპირატესად ნაკელის, ჩალის და სხვ.) ანაერობული გადამუშავების შედეგად. ბიოგაზი გამოიყენება როგორც საწვავი; ერთნაირად ეფექტურია, როგორც მეცხოველეობის მსხვილ ფერმებში, ისე საოჯახო მეურნეობებში. გაზის სამრეწველო მიღების შესაძლებლობანი ცნობილია გასული საუკუნის ბოლოდან (1885 წ.), თუცა მისი კუსტარული მოპოვება გაცილებით უფრო ადრე დაიწყო.

საწვავის (მეთანის) წარმოქმნა სპეციალურ ფერმენტორებში (მეთანტენკებში) მეთანური ბაქტერიების ცხოველმოქმედებით ხორციელდება. დღეისათვის ამ ბაქტერიების 40-მდე სახეობაა ცნობილი. ისინი მკაცრად ანაერობული ორგანიზმებია და ჟანგბადის არეში სწრაფად იღუპებიან.

მეთანწარმოქმნელ ბაქტერიებს პირობით 5 ჯგუფად ყოფენ: ერთნი ცხოველმოქმედებენ 5-20<sup>0</sup>-ის პირობებში, სხვები – 30-40<sup>0</sup>, ხოლო მესამენი – 54- 56<sup>0</sup>-ის დროს. ამგვარად, ტემპერატურის შესაბამისად მეთანის წარმოქმნაში სხვადასხვა ჯგუფის ბაქტერიები მონაწილეობენ, რაც, საბოლოო ჯამში, გაზის საერთო მოცულობის ზრდას უწყობს ხელს.

მეთანის წარმოქმნა ორი ძირითადი რეაქციით ხორციელდება: ნახშირორჟანგის აღდგენით და ძმარმჟავას დეკარბოქსილირებით:



საინკუბაციო არის pH 6-8-ის ფარგლებში მერყეობს.

აღდგენილია, რომ მსხვილი რქოსანი პირუტყვის ერთი კგ ნაკელიდან 0,04 მ<sup>3</sup> გაზი მიიღება; ერთი ტონიდან კი 40 მ<sup>3</sup> გაზი, რაც 200-220 კგ კოქსის ტოლფასია. 1000 სული ღორის და 180 სული მსხვილი რქოსანი პირუტყვის ნაკელიდან შესაძლოა დღეში 300 მ<sup>3</sup> გაზი ვაწარმოოთ, რაც დაახლოებით 225 ლ დიზელის საწვავის ექვივალენტურია.

ბიოგაზი პოპულარული ენერგეტიკული წყაროა. აშშ-ის მეცხოველეობის კომპლექსებში და კერძო ფერმებში სხვადასხვა მოცულობის მეთანტენკები მოქმედებს, სადაც, 1980 წლის მონაცემებით, წელიწადში დაახლოებით 95 მლნ მ<sup>3</sup> გაზი მიიღება. დიდ ბრიტანეთში 90-იან წლებში 5 სამრეწველო დანადგარი და რამდენიმე ათეული მცირე მოცულობის მეთანტენკი მოქმედებდა.



იტალიაში ერთ-ერთმა ფირმამ შექმნა უნივერსალური ენერგობლოკი, რომელიც ბიოგაზზე მუშაობს. 100 სული მსხვილი რქოსანი პირუტყვის ფერმაში ეს დანადგარი ენერგიით საცხოვრებელ სახლებს უზრუნველყოფს, ენერგიის ნაწილი კი სათბურებს ხმარდება.

ჩინეთში 1987 წლის მონაცემებით 7 მლნ-მდე მცრე სიმპლავრის მეთანის დანადგარი მოქმედებს, ინდოეთში მათი რიცხვი 80 000-ს აღემატება. ბიოგაზის გამომუშავების საკითხი ინტენსიურად ვითარდება შვედეთში, საფრანგეთში, ფინეთში, ჩეხეთში, სლოვაკიაში, პოლონეთში, უნგრეთში, ბულგარეთში.

ყოფილი სსრკ-ს რესპუბლიკებს შორის, საქართველო ერთ-ერთი პირველია, სადაც შეიქმნა ბიოგაზის საწარმოო დანადგარი და ფუნდამენტურად დამუშავდა მისი მეცნიერული და ეკონომიკური საფუძვლები (პროფ. გ. ანანიაშვილი). თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოქიმიის და ბიოტექნოლოგიის კათედრაზე წლების მანძილზე მუშავებოდა ბიოგაზის მოპოვების ტექნოლოგია მეცხოველეობის კომპლექსების ნარჩენებიდან.

საგანგებო აღნიშვნის ღირსია ენერგიის დაზოგვის შესაძლებლობა ტექნოლოგიების თუ სამშენებლო ინდუსტრიის სრულყოფის გზით. 70-იან წლებში ინტენსიურად დაიწყო გრძელვადიანი სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრამების დამუშავება, რომელთა მიზანი ენერგიის მაქსიმალური დაზოგვა იყო. ამის შედეგად 80-იანი წლებისათვის „ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების“ წევრ-სახელმწიფოებში ენერგიის ხარჯვა დაახლოებით 25%-ით შემცირდა.

ზოგიერთ ინდუსტრიულ ქვეყანაში ენერგიის დაზოგვა ახალი ტექნოლოგიების დანერგვით წელიწადში 1,7%-ს აღწევს. მაგალითად, კომპანია „ჯენერალ ელექტრიკის“ მიერ დამუშავებული „კომბინირებული ციკლის“ სისტემით საფუძველი დაედო მაქსიმალურად სუფთა და, ამავე დროს, ეკონომიური ელექტროსადგურების მშენებლობას; ამ სისტემით მომუშავე იაპონიის ელექტროსადგურ „ფუცუზუ“-ს ეფექტურობა, ტრადიციულთან შედარებით, 1/3-ით გაიზარდა, ხოლო მანვე გამონაბოლქვის რაოდენობა რამდენჯერმე შემცირდა.

ამჟამად მრეწველობის ყველა სფეროში ენერგიის დაზოგვის სპეციფიკური საშუალებები გამოიყენება. აშშ-ის ფოლადჩამომსხმელ ქარხნებში თანამედროვე მეთოდების დანერგვით ენერგიის ეკონომია

ზოგჯერ 40%-ს შეადგენს. ექსპერტების აზრით, ჩინეთში და ინდოეთში იაპონური ტექნოლოგიები რომ განავითარონ, ფოლადის გამომუშავებაზე აქ 2-ჯერ ნაკლები ენერჯია დაიხარჯება.

არანაკლებ საყურადღებოა სამშენებლო ინდუსტრიის დარგში მიღწეული წარმატებები. ბოლო წლებში დამუშავებულია ეფექტური სისტემები ბინებისათვის, რომლებიც ითვალისწინებენ განსხვავებას გარეგან და შინაგან ტემპერატურებს შორის, მზის სხივების ინტენსივობას და მიმართულებას, ადამიანის ადგილსამყოფელს საცხოვრებელ ტერიტორიაზე და ა. შ. ასეთი სისტემები ენერჯიას ხშირად 20%-ით ზოგავენ. სპეციალური ნათურების, სხივების ამრეკლავებისა და ბუნებრივი განათების ოპტიმალური შეთავსებით ენერჯიის ხარჯვა განათებაზე ხშირად 30-40%-ით მცირდება.

პროგრესული სამშენებლო მასალების გამოყენებით შესაძლოა მკვეთრად შემცირდეს სითბოს დანაკარგი ბინებში. მაგალითად, მინესოტაში ზოგიერთი შენობის გათბობაზე 58%-ით ნაკლები ენერჯიაა საჭირო ამერიკის ჩვეულებრივ შენობებთან შედარებით; შვედეთში კი სათბობის ეკონომია ზოგჯერ 70%-ს აღწევს.

საინტერესოა ლაურენსის ცენტრის (ქ. ბერკლი) გამოცდილება: 8 მლნ დოლარად ღირებული მზის სხივების მშთანთქმელი ფანჯრების დამზადება და დაყენება შესაძლებლობას იძლევა დაიზოგოს ნავთობი, რომლის მოპოვება და გადამუშავება დაახლოებით 300 მლნ დოლარი ჯდება.

როგორც უკვე ითქვა, ენერჯიის დაზოგვის ეფექტური საშუალებაა მრეწველობის ცალკეულ დარგებში ტექნოლოგიური ცვლილებების შეტანა. მრეწველობის ტრადიციული მოდელი ხშირ შემთხვევაში შორსაა სრულქმნილებისაგან და იგი უფრო ინტეგრირებული მოდელით უნდა შეიცვალოს. ასეთ მოდელზე დამყარებულ ტექნოლოგიურ პროცესს ხშირად „სამრეწველო ეკოსისტემას“ უწოდებენ.

სამრეწველო ეკოსისტემა ბიოლოგიური ეკოსისტემის ანალოგიურად უნდა ფუნქციონირებდეს: ენერჯიისა და მასალის გამოყენება ოპტიმიზირებული უნდა იყოს, ხოლო ნარჩენები — მინიმუმამდე დაყვანილი. წარმოების ერთ სფეროში დაგროვილი ნარჩენი წარმოების სხვა სფეროში უნდა გამოიყენებოდეს.

საზღვარგარეთის მრავალ ქვეყანას ამ მხრივ დიდი გამოცდილება აქვს. ენერგორესურსების დაზოგვის და, მასთან დაკავშირებული, სამრეწველო ნარჩენების პრობლემა აქ სხვადასხვა გზით წყდება; მათ შორის მნიშვნელოვანია ნარჩენების გადამუშავების სრულყოფა.

გარკვეული გამოცდილება საქართველოსაც გააჩნია. ასე, სააქციო საზოგადოება „ებას“-მა (წარსულში „საქტოქსმეორეულგადამუშავება“) ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ 90-იან წლების დასაწყისში დაიწყო მუშაობა. 1998 წელს კი მწყობრში ჩადგა ბაზალტის ქვის ნარჩენებისაგან ბაზალტის ბოჭკოს – როვინგის წარმოება.

ბაზალტის ბოჭკო მრეწველობის სხვადასხვა დარგში გამოიყენება. მისგან დამზადებული საიზოლაციო მასალა უაღრესად საიმედოა და გამძლე (უძლებს 650°C ტემპერატურას), სამშენებლო მასალა რიგი უპირატესობით ხასიათდება ასბესტდან შედარებით: იგი არაა კანცეროგენული. უახლოეს მომავალში გათვალისწინებულია როვინგისაგან მოსაპირკეთებელი ფილების, ბაზალტოპლასტიკისაგან – სხვადასხვა დანიშნულების მილების, ბაზალტის შტაპელის და ცემენტის საფუძველზე – შიფერის დამზადება. პერსპექტივაშია აგრეთვე როვინგის გამოყენება სპეციალური დანიშნულების მასალისათვის ავიაციაში, სახანძრო დაცვაში, სამხედრო საქმეში და სახალხო მეურნეობის რიგ სფეროში.

ბაზალტის ბოჭკოს და მისგან დამზადებულ ბაზალტის ბამბას დიდი უპირატესობა აქვს მინა-ბოჭკოსთან და მისგან წარმოებულ მინა-ბამბასთან შედარებით. როვინგისაგან შექმნილი ყველა სახის პროდუქციას გასაღების ფართო ბაზარი გააჩნია არა მხოლოდ ჩვენში, არამედ ევროპის რიგ სახელმწიფოში.

ნარჩენების რეკუპერაციის მიზნით სააქციო საზოგადოება „ებას“-ის მიერ სხვა სახის წინასწარი სამუშაოებიცაა ჩატარებული. იგი ეხება მჟავე გუდრონის გადამუშავებით ასფალტ-ბითუმის მიღებას ბათუმის ნავთობგადამამუშავებელ ქარხანაში, სამშენებლო ფილების და ბლოკების ტექნოლოგიების დამუშავებას ქუთაისის ლითოფონის ქარხნის ნარჩენებისაგან და ა. შ.

იდეალური სამრეწველო ეკოსისტემის შექმნა, შესაძლოა, მიულწვევლიც იყოს, მრავალი ქვესისტემა და პროცესი კი შორსაა სრულყოფისაგან.

მაგრამ თუ მწარმოებლებიც და მომხმარებლებიც შეცვლიან ტრადიციულ ჩვევებს, შეიძლება ჩამოყალიბდეს მაქსიმალურად ჩაკეტილი სისტემა, რომელიც დღევანდელთან შედარებით ბევრად უფრო ეფექტური და სიცოცხლისუნარიანი იქნება.

#### 4. ეკოლოგია და სოფლის მეურნეობა

თანამედროვე ბიოლოგიისა და სოფლის მეურნეობის მიღწევებში ნაკლებად ჩახედული ადამიანებისათვის სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში პესტიციდებს ალტერნატივა არ გააჩნიათ, ხოლო ქიმიზაცია ლამის სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციის სინონიმადაა ქცეული. ასეთი შეხედულება მცდარია. არსებობს სოფლის მეურნეობის განვითარებისა და მაენე ორგანიზმთა დათრგუნვის მრავალი საშუალება, რომლებიც ამავე დროს არ იწვევენ გარემოს უარყოფით ცვლილებებს და არ ენებენ ადამიანის ჯანმრთელობას.

სხვა საქმეა, თუ რამდენად სრულყოფილადაა დამუშავებული ეს მეთოდები და როგორია ამ მხრივ თანამედროვე მეცნიერების მიღწევები. შეიძლება ითქვას, რომ მეტ-ნაკლებად საფუძვლიანად უპესტიცილო სოფლის მეურნეობის მხოლოდ ცალკეული საშუალებებია შესწავლილი, მაშინ, როდესაც მრავალი რეალური მეთოდი მხოლოდ წინასწარი შედეგებითაა ცნობილი და შემდგომ სრულყოფას საჭიროებს. ამიტომ დღეს აგრარულ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაციის ყველა შესაძლო საშუალების გამოყენება, მათი მეცნიერული შესწავლა და პრაქტიკაში დანერგვა უნდა იყოს.

მოკლედ განვიხილოთ სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაციის რამდენიმე გზა.

*მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვა.* ბიოლოგიურ დაცვაში იგულისხმება ორგანიზმების გამოყენება მცენარეთა მავნებლების მოსპობის ან მათი რიცხოვნობის მკვეთრი შემცირების მიზნით. მავნე მწერების ბუნებრივ ძტრებს, ანუ ენტომოფაგებს განეკუთვნებიან მტაცებელი და პარაზიტული ფუნგუსსა ხსრიანები, პარაზიტული ნემატოდები, მიკროორგანიზმები, სოკოები

და ზოგიერთი ხერხემლიანი ცხოველი. მაგალითად, კომბოსტოს 50-მდე სახეობის მწერი-ფიტოფაგი აზიანებს; ამავე დროს, ცნობილია 100-მდე ენტომოფაგი – ამ სახეობების ბუნებრივი მტრები.

ენტომოფაგების გამოყენება მცენარეთა ბიოლოგიურ დაცვაში სხვადასხვა გზით ხდება. მათგან ინტროდუქცია. ანუ სასარგებლო სასეობების ორგანიზებული შემოყვანა ბიოლოგიური ბრძოლის ძირითადი საშუალებაა.

მცენარებთან და მცენარეულ პროდუქტებთან ერთად მვენე მწერებისა და სხვა ფეხსახსრიანების განსახლება ჩვეულებრივი მოვლენაა. იმ შემთხვევაში, თუ მვენებლებთან ერთად არ გავრცელდნენ მათი ბუნებრივი მტრებიც, ხოლო მვენე ფორმები ოპტიმალურ გარემოში აღმოჩნდნენ, ისინი, როგორც წესი, მასობრივად მრავლდებიან. ასეთ ვითარებაში ენტომოფაგების სპეციალურ შემოსახლებას და მათ აკლიმატიზირებას გადაწყვეტი მნიშვნელობა შეიძლება აქონდეს.

ენტომოფაგების ინტროდუქციას დიდი ხნის ისტორია აქვს. 1888 წელს ბიოლოგიური ბრძოლის ერთ-ერთმა ფუძემდებელმა ენტომოლოგმა რაილიმ კარდინალურად გადაწყვიტა ავსტრალიური ღარების ცრუფარიანას პრობლემა კალიფორნიაში, სადაც მან ამ მვენებლის ბუნებრივი მტერი – ჭია-მაია შეასახლა. ამის შემდეგ ენტომოფაგების ინტროდუქციის პრაქტიკამ ფართო გავრცელება ჰპოვა მთელს მსოფლიოში.

1926 წელს პროფ. რაჯიბლიმ იტალიიდან აზერბაიჯანში ვაშლის მვენებლების წინააღმდეგ ენტომოპარაზიტი აფელინუსი შეიყვანა. 1930 წელს რუსეთში იგივე სახეობა ბუგრებთან ბრძოლის მიზნით იტალიიდან გამოიწერეს, ხოლო 1931 წელს ყირიმის ბაღებში შეასახლეს, საიდანაც იგი საქართველოშიც გავრცელდა.

1931-33 წლებში საქართველოში სუბტროპიკული კულტურების მვენებელთა წინააღმდეგ ინტროდუქცირებული იყო ორი ეფექტური ენტომოფაგი – როდოლია და კრიპტოლემუსი, 1947 წელს – მტაცებელი ხოჭო ლინდორუსი, შემდეგ ყვითელი კოკოფაგუსი და ფსევდაფიკუსი.

სულ საქართველოში ნაყოფის მომცემი კულტურებისა და ვაზის მვენებელთა წინააღმდეგ 32 სახეობის ენტომოფაგი იყო ინტროდუცი-

რებული; 13 შემთხვევაში ამას დადებითი შედეგი მოყვა. პროფ. ვ. იასნოშის (1986) აზრით, საქარველოში მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხიდან შესაძლებელია, სულ ცოტა, 40 სახეობის სასარგებლო მწერის შემოყვანა.

არანაკლებ პერსპექტიულია მავნებელთა წინააღმდეგ მიკრობიოლოგიური (მათ შორის ვირუსოლოგიური და ბაქტერიოლოგიური) პრეპარატების გამოყენება. აშშ-ში 1981 წელს ამ მეთოდზე მცენარეთა დაცვის ყველა საშუალების 5% მოდიოდა, 1990 წლისათვის ამ მაჩვენებელმა 25%-ს მიაღწია.

ბაქტერიებს შორის ბიოლოგიური ბრძოლის მიზნით, პირველ რიგში, მათი პათოგენური ფორმები გამოიყენება, რომლებიც თვითონ იჭრებიან მწერების ორგანიზმში და იწვევენ მათ დაავადებას. სხვა პათოგენებს შორის ცნობილია სპორიანი ბაქტერიების რამდენიმე მაღალვირულენტური ფორმა, რომელთაგან ეფექტური ბიოპრეპარატები მზადდება. მაგალითად, ენტობაქტერიის და დენდრობაცილინის ერთ-ერთი ბაქტერიის ორი სხვადასხვა კულტურიდან ამზადებენ. ეს პრეპარატები დღეს მწერების 50-მდე მავნე სახეობის წინააღმდეგ გამოიყენება.

ფიტოფაგების გამოყენებას სარეველების წინააღმდეგ უფრო ხანმოკლე ისტორია აქვს. ასეთი ფიტოფაგების (ე.წ. ჰერბიფაგების) უპირატესობა ის არის, რომ ისინი უკიდურესად ვიწრო სპეციალიზაციით ხასიათდებიან. ამიტომ მათი მიგრაცია სხვა (კულტურულ) მცენარეებზე პრაქტიკულად არ ხდება. რადგან სხვადასხვა სახეობის ჰერბიფაგი მცენარეთა სხვადასხვა ნაწილით იკვებება, ისინი ერთმანეთის კონკურენტები არ არიან. ამიტომ ხშირად სარეველების წინააღმდეგ ერთდროულად 2-3 სახეობას იყენებენ.

ვიწროდ სპეციალიზირებული ფიტოფაგების მაგალითია ფოთოლჭამია ხოჭოები; ყოფილ სსრკ-ში მათი 450-მდე სახეობაა ცნობილი, რომელთაგან 65 – პოტენციური ჰერბიფაგია. პროფ. იაბლოკოვის აზრით, მათი გამოყენება შეიძლება ისეთი სარეველების წინააღმდეგ, როგორიცაა ღიჭა, ღიღილო, რძიანა, მინდვრის ბაია, ხეართქლა, შვიტა, ჭანგა, ამბროზიების რიგი წარმომადგენელი.

*ბუნებრივი პესტიციდები.* მეცნიერებისათვის ცნობილია მრავალი ინსექტიციდური პრეპარატი, დამზადებული მცენარულ ინგრედიენტებზე.

ისინი გამოიყენება სხვადასხვა ფესხახსრიანის, მცენარეული ვირუსის (მათ შორის თამბაქოს მოზაიკის) წინააღმდეგ. პრეპარატები მზადდება ნაყოფების, ფოთლებისა და ფესვებისაგან ნაყენის ან ფხვნილის სახით, რომელიც ეფრქვევა (ან ესხურება) დააუდებულ მცენარეს.

70-იანი წლებისათვის მსოფლიოში ინსექტიციდური თვისებების მქონე 2000-მდე მცენარე იყო ცნობილი. ნ. ვასინას მონაცემებით, სსრკ-ში რამდენიმე ათეული ასეთი სახეობაა გავრცელებული. მათ შორისაა ხახვი, ნიორი, რძიანა, პირმუშხა, მღოვი, ლენცოფა, ლემა, ყაყაჩო და სხვ., რომელთაგან 60-მდე პრეპარატი მზადდება.

დერისის (*Derris aliptica*) შეხამება ზოგიერთ ჩამოთვლილ მცენარესთან წარმატებით გამოიყენება ბრინჯის ნათესების დაცვისათვის ლათინურ ამერიკაში და ინდონეზიაში. სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში, სამხრეთ აფრიკაში და ცენტრალური ამერიკის ზოგიერთ ქვეყანაში ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული პესტიციდია ხე-მცენარე *Azadirachta*-ს ნაყოფი, რომელიც ფხვნილის ან ხსნარის სახით გამოიყენება ბუგერების, პეპლების ჭუპრების, კალიების, კუტკალიების, ტკიპებისა და სხვა მასობრივი მავნებლების წინააღმდეგ.

კარგადაა ცნობილი თამბაქოს – *Nicotina tabacum*-ის და *N. rustica*-ს ინსექტიციდური მოქმედება. ფილიპინებზე ნიადაგში მობინადრე მრავალი მავნე ფესხახსრიანის წინააღმდეგ მღოვიკის ხის ფოთლებს იყენებენ. აშშ-ში ხმარობენ ე. წ. „დიატომურ მიწას“ – მიკროსკოპული დიატომური წყალმცენარეების ნაფხვენს. ასეთი მასალა, როგორც ჩანს, მექანიკური მოქმედებით ხასიათდება: უწერილესი ნაწილაკები მწერების ტრაქეების დაცობას უწყობს ხელს. 1-2 კგ. ასეთი ფხვნილის შერევა 1 ტ მარცვალში მნიშვნელოვნად ამცირებს მის დანაკარგს შენახვის პირობებში. სხვა ბუნებრივი პესტიციდებიდან აღსანიშნავია კიბოსნაირთა ჯავშანი, მოლუსკების ნიჟარა, რომელთა ფხვნილი ნიადაგში შეტანისას ხელს უწყობს ნიადაგის მიკროორგანიზმების გააქტიურებას და, შედეგად, აქ მობინადრე მწერების მასობრივ დაზოცვას.

*მონოკულტურებიდან პოლიკულტურებზე გადასვლა. თესვებრუნვის მნიშვნელობა.* ცნობილი ბოტანიკოსი ა. ტახტაჯანი აღნიშნავს, რომ ყვავილოვანი მცენარეების უპირატესობა არსებობისათვის ბრძოლაში ამ მცენარეთა მიერ მრავალიარუსიანი თანასაზოგადოებების შექმნის

უნარმა განაპირობა. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მონოკულტურების ხელშეწყობით ჩვენ ვარღვევთ ცოცხალი ბუნების ეკოლუციურ ტრადიციებს, მაშინ, როდესაც პოლიკულტურები ბუნების მრავალფეროვნებას შეესატყვისება.

რამდენიმე კულტურის ერთდროულად მოყვანის უპირატესობა დღეს ეჭვს არ იწვევს. დამტკიცებულია, რომ მონოკულტურებში მავნე სახეობათა რაოდენობა და მათი საერთო რიცხოვნობა 1,5-2-ჯერ აღემატება შესაბამის მანვენებლებს პოლიკულტურებში. საგაზაფხულო ხორბაღი კარგად თანაარსებობს ქერთან, ჭვავთან, ბარდასთან, ოსპთან. უპირავლეს შემთხვევაში ასეთ ნათესებში პროდუქციის საერთო რაოდენობა და მისი კვებითი ღირებულება იზრდება, უმჯობესდება ნიადაგის სტრუქტურა, მცირდება სარეველებისა და მავნებლების რიცხოვნობა.

90-იანი წლების მონაცემებით, პენზის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთებზე სიმინდის, შერიის და მზესუმზირის პოლიკულტურებში საკვები მასის საერთო რაოდენობა 415 ც/ჰა-ს აღწევდა, მაშინ, როდესაც სუფთა ნათესებში იგი 325-ს არ აღემატებოდა. ტიმირიაზევის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის ნაკვეთებზე სიმინდისა და ბარდის პოლიკულტურა 40-80 ც/ჰა-ით მეტ საკვებ მასას იძლეოდა, ვიდრე თვითოეული მათგანი მონოკულტურაში; გაზრდილი იყო პროტეინების რაოდენობაც (1,4 ც/ჰა-ით).

ცხადია, სახეობათა ნებისმიერი „შერევა“ არ იძლევა მოსავლის შესამჩნევ ზრდას. გასათვალისწინებელია კულტურების „ურთიერთშეთავსება“, მათი დამოკიდებულება ნიადაგის სპეციფიკასთან და მრავალი სხვა. დღეს ეს საკითხი ინტენსიურად შეისწავლება ინდოეთში, სკანდინავიაში, აშშ-ში, ყოფილ სსრკ-ში.

მინერალური სასუქების იმედით ხშირად უარს ამბობენ თესლბრუნვაზეც. ასეთი კურსი მცდარი გამოდგა. მინერალურ სასუქებს შეუძლიათ მაღალი მოსავლის მოცემა, მაგრამ, როგორც წესი, ეს მიიღწევა ნიადაგის დასუსტებისა და ეროზირების ფასად. დაახლოებით ნახევარი საუკუნის განმავლობაში ფერგანის ველის 80%-ზე ბამბა ითესებოდა თესლბრუნვის სრული უგულებელყოფით. ამის შედეგად მრავალ რაიონში ჰუმუსის შემცველობა ნიადაგში თითქმის 50%-ით შემცირდა.



მსოფლიო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ სახნავ მიწებზე დროებით უარის თქმა კარგ შედეგებს იძლევა. აშშ-ში 1986 წელს სახნავი მიწების თითქმის 11% საძოვრად იყო გამოყენებული. შედეგებმა მოლოდინს გადააჭარბა – 2 წელიწადში ნიადაგის ეროზიის პროცესი ამ ტერიტორიაზე თითქმის ნულამდე დავიდა.

ალტერნატიული სოფლის მეურნეობა *ლანდშაფტის-კატატიზაციას* მოიცავს. იგულისხმება მიწის დაუმუშავებელი ნაკვეთები და ბუნებრივი ეკოსისტემების „კუნძულები“ მინდვრებზე, ნასვენ მიწების ზოლები და სხვ. დასავლეთში ხშირად მიმართავენ ე. წ. „სილვაკულტურებს“, ანდა „აგროფორესტს“, რომელიც ჩვენი ქარსაცავი ზოლების ანალოგიურია და, როგორც წესი, საგრძნობლად ცვლის ლანდშაფტის სახეს. ასეთი ზოლები ამცირებენ ნიადაგის დანაკარგს, მიწისქვეშა ფენებში ინახავენ წვიმის და თოვლის წყალს, ამდიდრებენ ფლორასა და ფაუნას, სასარგებლო მწერათთვის საიმედო თავშესაფარს ქმნიან.

ცნობილია, რომ მწერიჭამია ფრინველები გამრავლების პერიოდში ინტენსიურად იკვებებიან მწერებით, მათ შორის მანევ სახეობათა წარმომადგენლებით. ამავე დროს, ფრინველების აქტიური მოქმედების რადიუსი არ აღემატება 300 მ-ს. ამიტომ, თუ მინდვრებზე არაა ტყის კუნძულები ან სხვა აუთვისებელი ტერიტორიები, სადაც ფრინველებს შეუძლიათ ბუდობა, მათ კონტროლს მანევ მწერთა პოპულაციების მხოლოდ მცირე ნაწილი ექვემდებარება.

ქვემო ვოლგისპირეთში ქარსაცავი ზოლების უგულებელყოფის გამო საგრძნობლად შემცირდა იონჯის დამმტვერავი მწერების რიცხოვნობა. 80-იან წლებში, მწვანე მასის მაღალი პროდუქტიულობის მიუხედავად, თესლის რაოდენობა აქ არ აღემატებოდა 4-5 ც/ჰა-ს, რაც ბევრად ნაკლებია ადრინდელ მაჩვენებლებზე. როგორც გაირკვა, ამის მიზეზი იყო გარეული ფუტკრის სიმცირე, რომელიც, ჩვეულებრივ, ტყის პირას ბინადრობს.

ეკოლოგიური მიწათმოქმედების ერთ-ერთი მიმართულება *ნიკადამს ბიოტიის შენარჩუნება*ა. დასავლეთში ინტენსიურად ვითარდება ნიადაგის ბიოლოგიური ნაყოფიერების ხელოვნური აღდგენა. ამ მიზნით შექმნილია სპეციალური ბიორგანული სასუქები, გამდიდრებული მიკრო-ორგანიზმებით, სოკოებით, წყალმცენარეებით, ბიოკატალიზატორებითაც

კი. ფაქტიურად ვითარდება აგრონომიული მეცნიერების ახალი დარგი – „ჰუმუსის ბიოტექნოლოგია“.

ჯერ კიდევ ნ. ვაეილოვმა დაასაბუთა სასოფლო-სამეურნეო და სხვა კულტურებში *ამუნიტივტის* გამომუშავების მნიშვნელობა. სამწუხაროდ, სსრკ-ში ამას თითქმის არ ექცეოდა ყურადღება, ამიტომ აქ გავრცელებული მინდვრის კულტურებიდან მხოლოდ 5%-მდე ხასიათდება მეტ-ნაკლები მდგრადობით მავნე ფესხასხსრიანებისა და 15%-მდე – დაავადებათა აღმძვრელების მიმართ. ამავე დროს აშშ-ის მემინდვრეობაში ცალკეული მავნებლების მიმართ მდგრადი კულტურების წილი 75%-ს აღწევს.

არაფერს ვამბობთ მცენარეთა ჯიშების გამოყვანის პერსპექტივებზე *გენურ ინჟინერიის* მეთოდებით. გენურ ინჟინერიას მხოლოდ რამდენიმე ათეული წლის ისტორია აქვს. მიუხედავად ამისა, მისი მიღწევები ღიღია. ერთი მცენარიდან მეორეში სასურველ ნიშან-თვისებათა მატარებელი გენეტიკური მასალის გადატანა სავსებით რეალურია. ამ გზით, მცენარე-მასპინძელს შესაძლოა ხელოვნურად შევძინოთ მდგრადობა სხვადასხვა დაავადების, გვალვის, მავნებლების მიმართ, აგრეთვე სამკურნალო თვისებები, ცილების მაღალი შემცველობა და ა. შ.

არანაკლებ პერსპექტიულად ითვლება კლონირების მეთოდიც, ანუ მცენარეების აღმოცენება ერთეული უჯრედებიდან. ამ შემთხვევაში უჯრედების გადარჩევით მეცნიერები იღებენ მათთვის სასურველ ნიშან-თვისებების მატარებელ მცენარეებს.

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების მოყვანა დახურული გრუნტის პირობებში სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაციის პერსპექტიული გზაა. იგი საშუალებას იძლევა, მივიღოთ მაღალი მოსავალი და მინიმუმამდე დავიყვანოთ ამინდის უარყოფითი ზეგავლენა, ნიადაგის დეგრადირება და სხვა არასასურველი მოვლენები. ევროპის რიგ ქვეყნებში (დანია, ნორვეგია, გერმანია) დახურული გრუნტის პირობებში კარგად ხარობს კარტოფილი, ისლანდიაში გეოთერმული ენერჯიის გამოყენებით მოყავთ ვაშლი, პამიდორი, ნესვი, ხოლო 80-იან წლებში აქ ყავის პლანტაციებიც კი გააშენეს.

თუმცა საკვებად აღამიანი 7000-მდე სახეობის მცენარეს იყენებს, მაინც კაცობრიობის ახლანდელი არსებობა დამოკიდებულია 20-30

სახეობაზე, რომლებიც საკვები პროდუქციის 90%-ს იძლევა. ამავე დროს გვაქვს მონაცემები რამდენიმე ათასი სახეობის მცენარის შესახებ, რომლებიც არანაკლებ სასარგებლოა. ვ. იაბლოკოვის აზრით, უახლოეს ხანებში შესაძლებელია გამოყენებად სახეობათა რიცხვის 100-200-ჯერ გაზრდა. არაა გამორიცხული, რომ მრავალი მათგანი გაცილებით უფრო მდგრადია მავნებლებისა და დაავადებების მიმართ, ვიდრე ის ფორმები, რომლებსაც ჩვენ დღეს ვიყენებთ.

ჩვენ ცუდად ვიცნობთ ჩვენი ფაუნის წარმომადგენლებსაც, რომლებიც შესაძლოა წარმატებით იქნენ გამოყენებული მავნებელთა წინააღმდეგ. ამის მაგალითია ტრიქოგრამა – პარაზიტული ქერცლფრთიანების გვარი. დღეს ტრიქოგრამის ცალკეულ სახეობებს სპეციალურად ამრავლებენ და წარმატებით იყენებენ რიგი საშიში მავნებლის წინააღმდეგ. ამავე დროს ცნობილია ამ გვარის სხვა შეუსწავლელი წარმომადგენლები. არაა გამორიცხული, რომ მავნებლებთან ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდისათვის ყველაზე ეფექტური სახეობები ჯერ აღწერილიც არაა.

#### **4.1. ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა საქართველოში\***

სოფლის მეურნეობის ტრადიციული მეთოდების საპირისპიროდ, 1972 წელს ვერსალში (საფრანგეთი) დაარსდა „ორგანული სოფლის მეურნეობის საერთაშორისო ფედერაცია“ (IFOAM). ფედერაციის მიზნები იყო ბიოლოგიური მიწათმოქმედების იდეების შემუშავება, მათი გავრცელება და დანერგვა. ფაქტურად, IFOAM-ის საქმიანობა მდგრადი განვითარების კონცეფციის რეალიზებაა მიწათმოქმედების დარგში.

თავდაპირველად IFOAM მხოლოდ 5 წევრ-ორგანიზაციას აერთიანებდა. დღეს ფედერაცია მრავალ ასეულ წევრს ითვლის 100-მდე ქვეყნიდან. ვ. იაბლოკოვის (1990) მონაცემებით, 1985 წელს აშშ-ში ეკოლოგიურ სოფლის მეურნეობას 20 000-მდე ფერმა ეწეოდა, 1987 წელს ასეთი ფერმების რაოდენობამ 30000-ს მიაღწია. „ბიოლოგიურ მიწათმოქმედებაზე“ გერმანიის 1400 მეურნეობა გადავიდა; საფრანგეთში

---

\*შეღებნილია დოკ. ნ. ნემსაძის მიერ მოწოდებული მასალის გამოყენებით

ათასობით ფერმა მხოლოდ ალტერნატიულ სოფლის მეურნეობას ეწევა; იგივე შეიძლება ითქვას ინგლისზეც. 90-იანი წლების მონაცემებით, ომსკის ოლქის 16-მა მეურნეობამ უარი თქვა პესტიციდებზე და ჰერბიციდებზე. მიუხედავად ამისა, აქ მოსავლიანობა დიდად არ ჩამოუვარდება ოლქის საშუალო მაჩვენებლებს, ხოლო მატერიალური დანახარჯი ხშირად 1,5-2-ჯერ ნაკლებია იმ კოლმეურნეობებთან შედარებით, სადაც ჰერბიციდები რეგულარულად გამოიყენება.

მხოლოდ გერმანიაში 1988-94 წლებში ეკოლოგიური მიწათ-მოქმედებისათვის გამოყენებული ტერიტორიის ფართი თითქმის 6-ჯერ გადიდა (კიონიგი, 1994). მსოფლიო მასშტაბით უპესტიციდო მეურნეობების საერთო რაოდენობა, ტრადიციულთან შედარებით, ჯერ-ჯერობით არაა დიდი (არაუმეტეს 2%-სა), მაგრამ მათი რიცხვი იზრდება.

IFOAM-ის ყურადღების ცენტრშია ფერმერთათვის საერთაშორისო საკონსულტაციო ორგანიზაციების შექმნა, „ახალი ტიპის“ ფერმერთა მოსამზადებელი სკოლების ორგანიზება, უმაღლეს სასწავლებლებში ეკოლოგიური მიწათმოქმედების დანერგვა სათანადო კათედრების ჩამოყალიბებით და ა. შ. დღეს გერმანიაში ეკოლოგიურ მიწათმოქმედებასთან დაკავშირებული სწავლება თითქმის ყველა უმაღლეს სასწავლებელში ხორციელდება.

IFOAM-ის საერთაშორისო გავლენის ერთ-ერთი შედეგია საქართველოში 1993 წელს ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაციის „ელკანას“ ჩამოყალიბება. გაიზიარა რა ფედერაციის იდეები, „ელკანა“ 1996 წელს მისი წევრი გახდა.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენში სოფლის მეურნეობას დიდი ხნის ტრადიციები აქვს, მრავალი წამოწყება, დაკავშირებული ბიოლოგიურ (ეკოლოგიურ) სოფლის მეურნეობასთან, ბოლო დრომდე მაინც ვერ პოულობდა სათანადო მხარდაჭერას. IFOAM-ის არაერთი იდეა, დამყარებული სოფლის მეურნეობის ალტერნატიულ გზებზე, არამც თუ მხვენელ-მთესველთათვის, მრავალი სწავლული აგრონომისთვისაც კი უცხო იყო. ამიტომ „ელკანამ“ თავისი საქმიანობა, პირველ რიგში, სპეციალისტების მომზადებით დაიწყო – საზღვარგარეთის ფერმერულ ორგანიზაციებში სტაჟირების მიზნით ქართველი ახალგაზრდების ჯგუფი

გაიგზანა, ხოლო ჰდგილზე, ქართველი სპეციალისტების მონაწილეობით, ფართო საგანმანათლებლო საქმიანობა გაიშალა.

ამ საქმეში „ელკანას“ ძირითადი ბაზა – წინამძღვრიანთკარის ჰუმანიტარულ-ეკოლოგიური კოლეჯია, სადაც, ერთის მხრივ, საერთაშორისო სემინარული სამუშაოები, ხოლო, მეორე მხრივ, ადგილობრივი სასწავლო ჯგუფების მეცადინეობები ხორციელდება.

„ელკანას“ მიზნებია:

- საქართველოში IFOAM-ის იდეების დანერგვა,
- გლეხური მეურნეობების გააქტიურება საკუთარი რესურსების ოპტიმალური გამოყენების გზით,
- სოფლის მეურნეობის ქართულ-კავკასიური ტრადიციების აღდგენა,
- აგრობიომრავალფეროვნების დაცვა და სხვა.

დღეს „ელკანა“ აერთიანებს 100-ზე მეტ გლეხურ (ფერმერულ), 4 საეპარქიო და 2 სამონასტრო მეურნეობას, საერთო ფართობით 1000 ჰა-მდე. ამთგან მებოსტნეობას ეწვეა მეურნეობათა 21%, მემარცვლეობას – 20, მევენახეობას და მეხილეობას – 14-14, მესაქონლეობას – 12, მეფუტკრეობას – 8, მეკარტოფილეობას – 3, მეციტრუსეობას, მეფრინველეობას, მეყვავილეობას და მეთევზეობას – 2-2%.

IFOAM-ის სხვა ორგანიზაციების მსგავსად, „ელკანას“ ერთ-ერთი პრინციპია მაქსიმალურად ჩაკეტილი აგროეკოსისტემების შექმნა, რომელიც ითვალისწინებს სისტემის ყველა რგოლის – ნიადაგის, მცენარეების, შინაური ცხოველების ურთიერთკავშირს. „ელკანა“ ეყრდნობა ეკოლოგიურ მეურნეობათა ძირითად იდეებს, დაკავშირებულს თესლბრუნვასთან, ორგანული სასუქის და სიდერაციის მეთოდების გამოყენებასთან, მცენარეთა დაცვის ბიოლოგიური მეთოდების დანერგვასთან და სხვა.

თესლბრუნვის მეთოდების დამუშაებისას, ფერმებში ყურადღება გამაზვილებულია მთავარი და მეორეხარისხოვანი კულტურების შერჩევაზე, მათი ხვედრითი წილის დადგენაზე, კულტურების ისეთ მორიგეობაზე, რომელიც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს ნიადაგის შენარჩუნებას და მოსავლის ზრდას.

ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაცია უპირველეს მნიშვნელობას ნიადაგის ორგანული სასუქით გამდიდრებას ანიჭებს. ამ მიზნით, ნიადაგის

სპეციფიკის და სხვა ფაქტორების შესაბამისად, გამოიყენება ნაკელი, ტორფი, ფრინველთა ექსკრემენტები, ნაცარი, კომპოსტი და სხვ.

სიდერაციის დანიშნულებაა ნიადაგის ჰუმუსით გამდიდრება. ჩახნული მცენარეული მასა ამდიდრებს ნიადაგს ორგანული ნივთიერებებით, აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას და აერაციას, ამცირებს ეროზიის საშიშროებას. მწვანე სასუქად გამოიყენება პარკოსანი კულტურები – ხანჭკალა, ცერცველა, ბარდა, იონჯა, სოიო, ლობიო დ სხვ.

## ბოლოთქმა

ყველა ქვეყანას 3 ძირითადი ფასეულობა გააჩნია: მატერიალური, კულტურული და ბიოლოგიური. რა არის პირველი ორი – ყველამ კარგად იცის, რადგან ჩვენ მათთან ყოველდღიური კონტაქტი გვაქვს. რაც შეეხება ბიოლოგიურ ფასეულობას, მას ხშირად უგულებელვყოფთ, რითაც გამოუსწორებელ შეცდომას ვუშვებთ. ბიოტა, ერთის მხრივ, ქვეყნის მოსახლეობის ნაწილია, ეკოლუციის შედეგი. ეს იმას ნიშნავს, რომ ერი ვალდებულია ისევე იზრუნოს მასზე, როგორც ზრუნავს თავის განუმეორებელ კულტურაზე და ენაზე. მეორე მხრივ, ბიოტა არის ერის მატერიალური კეთილდღეობის წყარო და მისი განვითარების აუცილებელი პირობა.

ზევით მოტანილი მონაცემები ცხადყოფენ, რომ ბოლო 150-200 წლის მანძილზე ჩვენი პლანეტის ბიოტა მნიშვნელოვნად შეიცვალა და თუ პროცესი ასე გაგრძელდა, ბიოსფერო შესაძლოა ეკოლოგიური კატასტროფის წინაშე აღმოჩნდეს. თანამედროვე საზოგადოებას მართებს ამ ჭეშმარიტების არა მხოლოდ გააზრება, არამედ სათანადო ნაბიჯების გადადგმაც ბიოსფეროს გადასარჩენად. სწორედ ამ ამოცანას ისახავს მიზნად მდგრადი განვითარების გლობალური პროგრამა, როლის შესახებ ზევით გვექონდა საუბარი.

შემდეგს XXI საუკუნის საზოგადოება მდგრადი განვითარების გზაზე გადასვლას?

დღევანდელი პოზიციიდან ძნელია იმის თქმა, თუ როგორი იქნება ეს პროცესი. არსებულმა სიტუაციამ შეიძლება მოგვაგონოს სპორტსმენი, რომელიც ბაიდანით ცდილობს თავი დააღწიოს მდინარის ფლატეებს. მისი გადარჩენა დამოკიდებულია მართვის სისწორეზე, სწორ რეაგირებაზე ცვალებადი ინფორმაციის მიმართ. ჩვენც ინფორმაციის ნაკადში ვიმყოფებით და დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორ გამოვიყენებთ ამ ინფორმაციას. სპორტსმენის

მსგავსად, ჩვენც უნდა ვიცოდეთ, სად გველოება ჭორომები და ლოდები და როგორ ავარიდოთ მათ თავი.

მაგრამ ვერავითარ სტრატეგიას ვერ შევიმუშავებთ, თუ არ მოხდება ჩვენი ცნობიერების შეცვლა! ჩვენ უნდა შევიგნოთ, რომ ყველანი ერთ „ნავში ვართ“ და ერთი მიზანი გვაკავშირებს – უშეცლომოდ ვმართოთ იგი მდგრადი განვითარების გზაზე.



## პირითადი ლიტერატურა

ელიავა ირ., ნახუცრიშვილი გ., ქაჯაია გ., ეკოლოგიის საფუძვლები. თსუ გამომცემლობა, 1992.

ზაზანაშვილი ნ., საქართველოს დაცული ტერიტორიების აწმყო და მომავალი. თბილისი, 1997.

კეცხოველი ნ., მკერდში დაჭრილი ბუნება. თსუ გამომცემლობა, 1973.

ქაჯაია გ., სახეობის პრობლემა ბიოსისტემატიკაში. თსუ გამომცემლობა, 1968.

ქაჯაია გ., გარემოს დაცვა და თანამედროვე ეკოლოგია. „ცისკარი“, 5, 1977.

ქაჯაია გ., ეკოლოგია და ბიორესურსების დაცვა. თსუ გამომცემლობა, 1991.

ქაჯაია გ., ბიოსფერო და საზოგადოება. თბილისი, 1997

ყურაშვილი ბ., ვისწავლოთ ცხოველთა სამყაროს დაცვა, „მეცნიერება“, 1990

ჯანაშვილი არჩ., ადამიანი და ბუნება. თბილისი, 1976

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის პრობლემები. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტ. შრომები, ტ. 101, 1998

Будыко М.И., Глобальная экология. М., 1977.

Владимиров А.М. и др., Охрана окружающей среды. Л., Гидрометеониздат, 1991

Грейдель Т., Крутцен П., Меняющаяся атмосфера. Ж. “В мире науки”, 11, 1989.

Дрё Ф., Экология. М. Атомиздат, 1976.

Захаров И. А., Экологическая генетика и проблемы биосферы. Л-д, 1984.

Лагидзе Т., Грузия: экономика и окружающая среда. Докл. Эвроп. Комиссии ООН, 1995.

Лаптев И.П., Теоретические основы охраны природы. Томск, 1975.

Лемшев М.Я. (ред), Экологическая альтернатива. Гидрометеиздат, 1981.

Мур К., Энергетика: новая эпоха. Серия материалов по экологии, 1995.

Нахуцришвили Г.Ш. (ред.), Экология высокогорий. Тбилиси, 1989.

Наше общее будущее, Доклад МКОСР. М., Прогресс, 1989.

Новиков Г.А., Основы общей экологии и охраны природы. Л., 1979.

Олдак П.Г., Колокол тревоги. Изд. полит. лит. 1990

Радкевич В.А., Экология. Минск, 1977.

Рамад Ф., Основы прикладной экологии, Гидрометеиздат, 1981.

Ревель Т., Ревель Ч., Среда нашего обитания, т.т. I-IV. "Мир", 1995.

Реймерс Н.Ф., Природопользование. М., "Мысль", 1990.

Розанов Б.Г., Основы учения об окружающей среде. Изд. МГУ, 1984.

Соколов В.Е., Решетников Ю.С., Мониторинг биоразнообразия в России. Сб.: Мониторинг биоразнообразия, М., 1997.

Стадницкий Г.В., Родионов А.И., Экология. М., Высшая школа, 1988.

Уильсон Э., Разнообразие живой природы под угрозой. Ж. "В мире науки", 11, 1989.

Чернова Н.М., Былова, А.М.; Экология. М., 1981.

## საგანთა საძიებელი\*

- ბბისაღური ვაკე 43  
აბორიგენი 128, 134  
„აგარული ცივილიზაცია“ 52  
აგრობიომრავალფეროვნება 205  
აგროეკოსისტემა 205  
„აგროფორესტი“ 201  
ადაპტაცია 118  
აღიღსამყოფელი 134,135,182  
ავთვისებიანი სიმსიენე 145  
ავტოტროფები 27,31  
აზოტის ორჟანგი 146  
– ოქსიღები 145, 151  
– ჟანგი 145  
აკლიმატიზაცია 134  
„ალტერნატიული სოფლის მეურნეობა“ 201, 204  
ალუვიალური ნიღდაგი 103  
ამენსალიზმი 18  
ანემია 152  
ანეული 107  
ანტაგონიზმი 21  
არეალი 11, 118, 131  
არქიპელაგი 116, 117  
ასაკობრივი ჯგუფები 140, 141  
ასბესტი 147,148  
ასბესტოზი 148, 150, 195  
ატმოსფერო 4, 14, 37, 38, 69, 74-76, 83-91  
– მასები 14  
ატომური ენერგეტიკა 187  
აუტეკოლოგია 7  
ალკეეთიღი 177

- ბენთოსი 42  
ბენთოსური ორგანიზმები 43,153  
ბიოაკუმულირება 161  
ბიოგაზი 191-193  
ბიოგენური ნიეთიერება 7,94, 95  
ბიოგეოსფერო 37  
ბიოგეოქიმიური ციკლები 39  
ბიოლოგიური ბრძოლა (მავნებლებთან) 198

---

\* შეღგენიღია გ. ქაჯაიას ღა ხ. ყარსიმაშვიღის მიერ

- კატალიზატორი 14
- მიწათმოქმედება 204, 205
- მრავალფეროვნება 109, 111, 114, 115, 121, 178
- ნული 12
- პროდუქტიულობა 120, 140
- რესურსები 167
- ბიომასა 28, 31, 32, 38, 42, 46, 51, 54, 77, 88, 140, 141, 191
- ბიომები 15, 39, 40, 42, 44, 49, 127
- აზონალური 42
- ზღვის 39, 42
- მაღალმთის 127
- მტკნარი წყლის 39
- ხმელეთის 39, 40
- ბიორეგანული სასუქები 201
- ბიოსისტემატიკა 110
- ბიოსფერო 3, 5, 7, 14, 26, 37-39, 45, 46, 53, 69, 75, 77, 163
- დეგრადირება 168
- ბიოსფერული რეზერვატი 177, 178
- ბიოტა 207
- ბიოტოპი 21, 133
- ბიოტური პოტენციალი 24-26, 57
- ბიოფილტრატორები 141
- ბიოცენოზი 18, 19, 26, 28-30, 34, 48, 49, 51, 69, 115, 117
- გაუჯერებელი 28
- გაჯერებული 28
- დინამიკა 35
- ენერგეტიკა 31
- პროდუქტიულობა 30, 43, 89
- ბირთვული ენერგეტიკა 187
- ბოლნისლი 86, 144, 152
- ბრონქიტი 145
- ბუნებათსარგებლობა 164
- ბუნების ძეგლი 177, 178
- ბუნებრივი გაზი 185, 187
- პესტიციდები 198
- რესურსები 167, 170
- საწვავი 144
- ზადაშენება 112, 113, 133, 179
- ნაწილობრივი 112, 128
- სრული 112, 128
- გამძლეობის ზღვარი 9
- განსახლება 118
- გარეშო 15, 16, 47, 48, 61, 88, 133
- აბიოტური 7

- ბიოტური 7
- საარსებო 4, 45, 103, 133
- ტეკვალობა 25, 128
- გარიგა 42
- გაუდაბნობა 106, 107, 125
- გენეტიკური ერთგვაროვნება 172
- პოლიმორფიზმი 172
- გენოფონდი 114
- გენური ინჟინერია 202
- გეოთერმული ენერჯია 191, 202
- გოგირდის დიოქსიდი 150
- ოქსიდები 145
- გოგირდოვანი გაზი 150, 151
- გრუნტის წყლები 125

#### დავალებანი 145

- გულსისხლძარღვთა 145, 148
- კუჭ-ნაწლავის 148
- რესპირატორული 145
- დათბობა (გლობალური) 118
- დაძაბვა (ნიადაგის) 107
- ღარიშხანი 146, 147, 150, 158
- დაცული ბილიკები 172
- ლანდშაფტები 177
- მდინარეები 172
- ტერიტორიები 116, 169, 170
- ნაციონალური სისტემა 171, 177
- სტატუსი 171
- ქსელი 176

დღტ 148, 152, 157, 158

დეზერტიზაცია 106

დეზერტიფიკაცია 106

დემოგრაფიული აფეთქება 57, 58, 64, 66

- სტრუქტურა (პოპულაციის) 22, 24, 25, 129

დენიტრიფიკატორი ბაქტერიები 76

დეჟლაკია 103, 104

დიაპაუზა 35

„დიატომური მიწა“ 199

დიელდრინი 149, 154, 155

დინოზაური 118

დისპერსია (შიგაპოპულაციური) 20, 21

- თანაბარი 20, 21

- შემთხვევითი 20, 21

- ჯგუფური 20, 21

დომინანტური სახეობა 34

მეოლეუცია 118

ვერიბონტური (ორგანიზმები) 10, 11

ვერითერმული - 11

ვერიფოტური - 11

ვეტროფიკაცია 94, 95

ეკოლოგია 3, 4, 6

- აგრარული 4

- გამოყენებითი 4

- გლობალური 4

თანასაზოგადოებათა 26

- ლანდშაფტური 4

- პოპულაციების 7

სამრეწველო 4

- სოციალური 4

ეკოლოგიზაცია (სოფლის მეურნეობის) 162

ეკოლოგიური ალტერნატივა 5

- „ბედლენდი“ 46,47

- კრიზისი 7, 46

- კატასტროფა 207

- ნიში 28

- მიწათმოქმედება 204, 205

- პირამიდა 154

- პლასტიკურობა 9,10, 22

- სოფლის მეურნეობა 203

- „ხაფანგები“ 152

ეკოლოგიური ფაქტორები 8, 69

- აბიოტური 5, 9, 11, 12, 16, 24,

- ანთროპოგენური 3, 8, 12, 22, 47, 48, 52, 69, 109, 112, 115, 172, 183

- ბიოტური 8, 11, 16, 33

ეკოსისტემა 7, 12, 23, 26-28, 31, 35, 39, 54, 62, 69, 85, 115, 185

- იზოლირებული 117

მდგრადი 115

ეკოტოპი 26

ელიმინაცია 117, 141

- კოეფიციენტი 117

ემიგრაცია 25, 56

ენდემური სახეობები 93, 113, 179, 184

ენერგეტიკული „ეკოლეუცია“ 187

- „რეკოლეუცია“ 185

- რესურსები 185

ენერგია 185

- მზის 185

- ოკეანური 185

- ქარის 185

ენერგიის არატრადიციული (ალტერნატიული) წყაროები 169, 185, 187

- ტრადიციული წყაროები 185

ეროვნული პარკები 172, 177, 178

ეროზია ნიადაგის 103-105, 128

- ანთროპოგენური 103, 105

- ბუნებრივი 103

- გეოლოგიური 103

- დაჩქარებული 105, 106

- ეოლური 103

- ზედაპირული 103

- ქარისმიერი 103-105, 108

- წყლისმიერი 103

- ჭაელური 103

- ხევეური 103

ეუფოტური ზონა 44

ეფექტური ტემპერატურები 13

ექოლოტი 138

ექსპონენციალური ზრდა 25, 47, 54, 57, 184, 186

- მრუდი 26

მანადიუმი 15

ვერცხლისწყალი 148, 150, 155, 159

ზოოპლანქტონი 43, 141, 154

ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზღკ) 143, 146

თანასაზოგადოება 35, 47, 51, 49, 111, 115, 199

- კლიმაქსური 35, 36

- მრავალღარუსიანი 199

თერმობირთვული ენერჯია 187

თესლბრუნვა 108, 199, 200

თარუსიანობა 33, 34

ილუვიალური პორიზონტი 15

იმიგრაცია 24, 56

- სუფთა სიჩქარე 56

იმუნიტეტი 202

ინბრიდინგი 172

ინდიკატორი 151

ინვაირონმენტოლოგია 4

ინსექტიციდი 153, 199

ინტოქსიკაცია 99, 199

ინტროდუქცია 197, 198

ინტროდუცირებული სახეობები 114, 182

ინფრააბისალური ზონა 43

ინჰიბიტორი 18

იონოსფერო 37

იშვიათ მცენარეთა სიები 17

მადასტრი (ფლორისტული, ფაუნისტური) 111  
 კალმიუმი 148, 152  
 კასტა 22  
 კაქტოგენული ნივთიერებები 145, 147, 195  
 კარბოქსიპემოგლობინი 145  
 კატასტროფები 111  
 კეპითი ვაჰკი 115, 135, 150, 153, 156  
 კიბო 145, 147  
 კლიმატი 33, 39-41  
 - არიდული 14  
   ჰუმიდური 13  
 კლიმაქსი 35  
 კლონირება 202  
 კოაქციები 16-18  
 კომენსალიზმი 17, 18  
 კონკურენცია 17, 21, 34, 114, 128,  
 - სახეობათაშორისი 128  
 კონსუმენტები 27, 30-32, 51  
 კონტინენტური პლატო 43  
 კოროზია 85  
 კუმულაციური შხამი 147  
  
 ლითოსფერო 14, 37, 53, 69  
 ლიმფოლეიკოზი 110  
 ლოგისტური ზრდა 25, 26, 65  
  
 მანებლები (სოფლის მეურნეობის) 158, 159, 161  
 მაიონიზირებული რადიაცია 15  
 მაკროეკოსისტემა 39  
 მაკროკლიმატი 11, 12  
 მაკროსისტემა 111  
 მაღიმიტირებელი ფაქტორი 9, 40  
 მდგრადი განვითარება 166, 169  
 მდგრადობა ბიოცენოზის 29  
 მეზოზოური ერა 109  
 მეზოთელიუმი 149, 150  
 მეზოკლიმატი 11, 12  
 მეზოსფერო 37  
 მეთანი 192  
 მერქანი 120, 121  
 მეტაბოლური პროცესები 153  
 მეტამორფოზი 183  
 მეტემოგლობინი 152  
 მზის ენერჯია 188, 189  
 მიგრაცია 24, 35  
 მიკროკლიმატი 12, 33



მინერალური ნივთიერებანი 101  
 – სასუქები 200  
 მინიმუმის კანონი 9  
 მკერიე ნაწილაკები 145  
 მოლიბდენი 15  
 მონიტორინგი 118, 119, 178  
 - ბიომრავალფეროვნების 118, 119  
 - ბიოცენოზური 118  
   გენეტიკური 118  
 - კომპოზიციური 118  
 - პოპულაციური 118  
 - სახეობრივი 118  
 - სტრუქტურული 118  
 - ფუნქციური 118  
 მონოკულტურა 199, 200  
 მონოფაგები 17  
 მორფები 22  
 მყავა ნალექები 85, 124  
 მრავალმხრივი გამოყენების ტერიტორია 177  
 მრავალფეროვნება (ბიოლოგიური) 111-114  
 - პოპულაციური 111  
 - სახეობრივი 111, 112, 114  
 - ტაქსონომიური 119  
 მსოფლიო მემკვიდრეობის უბანი 177, 178  
 მტაცებლობა 27, 33  
 მუტაგენური ფაქტორები 161  
 მუტაცია 160  
 მუტუალიზმი 18  
 მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვა 196-198  
 მწვანე ზონები 175  
  
 ნადირობა (კომერციული) 130  
 ნავთობი 185, 186  
 ნაკრძალები (სახელმწიფო) 132, 171-175  
 ნარჩენები (ანთროპოგენური) 164  
 - მყარი 164  
 ნაყოფიერება (ნიადაგის) 102, 107  
 ნაციონალური პარკები 132, 172, 174  
 – წითელი წიგნი 179  
 ნახშირბადის დიოქსიდი 145  
 – მონოქსიდი 145, 146  
 ნეისტონი 44  
 ნეოლითი 49, 51, 52  
 ნერიტული პროვინცია 43, 44  
 ნექტონი 43  
 ნიადაგი 15, 16, 37, 100

- ნიადაგის გამოფიტვა 104
  - ნაყოფიერება 201
  - პროფილი 15
- ნიკოტინსულფატი 161
- ნიტრატები 102, 148, 151
- ნიტრატული აზოტი 151
- ნიტრიტები 152
- ნიტრიფიკატორი (ბაქტერიები) 102
- ნიტროზამინები 152
- ნოოსფერო 37, 39
  
- წიხონი 151**
  - შრე 164
- ოკეანური მოქცევის ენერჯია 190, 191
  - პროვინცია 43, 44
  - რესურსები 137, 138
  
- პალეოლითი 18, 48, 51
- პარაზიტიზმი 17
- პირამიდა (რიცხვთა)
- პელაგიური ორგანიზმები 43, 153
- პესიმალური დიაპაზონი 12, 13
- პესტიციდები 101, 135, 146, 158, 182
- პლანქტონი 35, 43, 154
- პლესტოცენი 49
- პოლიკულტურა 199, 200
- პოლიმორფიზმი (პოპულაციის) 22, 23
- პოპულაცია 18-20
  - ადგილობრივი (ელემენტარული) 19, 20
  - გეოგრაფიული 19, 20
  - დინამიკა 24
  - ეკოლოგიური 19, 20
  - ლაბორატორიული 183
  - ლოკალური 183
  - რიცხოვნობა 22-26, 85, 128, 139, 183
  - სიმჭიდროვე 23, 24, 25, 34,
- პრედომინანტი (სახეობები) 34
- პროდუქტიულობა 30, 43, 69, 143,
  - მეორადი 32
  - პირველადი 32
- პროდუქცია 31
  - მეორადი 31, 39
  - პირველადი 31, 39
- პროდუცენტები 27, 28, 31, 33, 43, 51, 154
- პროპოქსური 160

რადიოაქტიური ნივთიერებები 101  
 - სტრონციუმი 156  
 - ფოსფორი 152  
 - ცეზიუმი 156  
 რელუცენტები 27, 28  
 რეზერვატი (დაცული ტერიტორია) 172  
 რეზისტენტობა 151, 160  
 რეკუპერაცია 195  
 რეპროდუქტიული ასაკი 67  
 რესურსები (ენერგეტიკული) 163, 184  
 რესურსთშთანთქმა 165  
 რეწვა 139-141 \*  
 რიცხოვნობა (პოპულაციის) 22, 24, 25, 30, 31, 57, 66, 67, 90, 131, 183

საარსებო გარემო 4, 103  
 - პირობები 7-9, 22, 55, 181  
 სავანა 40, 41  
 სათბურის ეფექტი 88  
 სამრეწველო „ეკოსისტემა“ 194, 195  
 - რეკოლუცია 170  
 სასუქები 101, 102  
 - მინერალური 102  
 სახეობა იმუიათი 180  
 - მცირერიცხოვანი 180  
 სეზონური რასა 22  
 სითბოს ჯამი 12, 13  
 სიკვდილიანობა 22, 24, 25, 55, 56, 58, 65  
 სილვაკულტურა 201  
 სიმბიოზი 18  
 სინეკოლოგია 7  
 სტენობიონტური ორგანიზმები 10  
 სტენოთერმული ორგანიზმები 11  
 სტენოფაგი - 11  
 სტენოფოტური - 11  
 სტეპები 40, 41  
 სტერილიზაცია 65  
 სტრატოსფერო 37, 38, 76, 87, 99  
 სტრატოსფერული ოზონი 87  
 სუპერმტაცებელი 157  
 სუქცესიები 35, 123, 124  
 - ანთროპოგენური 124  
 - ეკოლოგიური 35  
 - შორადი 35  
 - პირველადი 35  
 სუქცესიური რიგი 35

ტაიგა 41, 42, 123

ტემპერატურული სტრატეფიკაცია 16

ტენიანობის დეფიციტი 13

ტექნოლოგიური „ეკოლუცია“ 185

– „რეკოლუცია“ 185

ტოქსაფენი 161

ტოქსიკური ნივთიერებები 33, 46, 69, 97, 143, 147, 150, 153, 168

ტროპიკაპაუზა 38

ტროპოსფერო 37, 38, 74

ტროფული ჯაჭვი 28, 31, 34, 43, 46

ტუნდრა 40, 41, 156

ტყვია 146

ტყვიის არსენიტი 146

ტყე 34, 47, 120

- ბორეალური 127

კლიმაქსური 120

- მთის 127

- ნათელი 127

- პირველადი 120, 134

- რელიქტური 133

- ტროპიკული 34, 42, 113, 121-123, 125

- „წმინდა“ 171

- „ხატის“ 171

შდაბნო 100, 106, 123

- ანთროპოგენური 106

ურბანიზაცია 53, 64

ფიტომასა 95

ფოტოლანქტონი 16, 43, 44, 53, 87, 99, 104, 141, 152, 154

ფიტოფაგები 27, 31, 198

ფიტოცენოზი 33, 128

ფოსფატები 151

ფოტოსინთეზი 14, 128, 151

ფტორი 151

ქარის ენერჯია 189, 190

ქარსაკაცი ზოლები 108, 201

ქვანახშირი 144, 185, 186

შობადობა 22, 24, 55, 56, 65, 183

- მაქსიმალური 24

- რეალური 24

შხამქიმიკატები 159, 161

ჩაპარალი 43

ცენოზი 35, 128  
- დინამიკა 35  
- მდგრადობა 128

წიაღისეული საწვავი 144

წითელი სიები 179

- წიგნები 136, 179
- ადგილობრივი 179
- ნაციონალური 179
- საერთაშორისო 179
- საქართველოს 136, 181
- სსრკ 179

წრებრუნვა (ნივთიერების) 15, 38, 46

- ბიოლოგიური 38, 39, 46
- გეოლოგიური 38, 39, 46

წყალი 90, 91

- ატმოსფერული 90
- ბიოლოგიური 90
- კონტინენტური 31
- ოკეანური 91

ჰნიში 52

ჯოგი 24, 115

ქელიოთერმული დანადგარი 189

ქემოგლობინი 145, 146, 152

ქერბიცილები 198

ქეტეროტიპული რეაქციები 17

ქეტეროტროფები 27

პიბრიდიზაცია 115

პიდრობიონტები 16, 43, 44, 85, 95, 99, 104, 153

პიდროელექტროენერგია 190

პიდროლოგიური რეჟიმი 46, 97

პიდროსფერო 16, 37, 46, 69, 90, 91, 97, 99

პომეოსტაზი 30, 52, 116

პომოტიპური რეაქციები 17

პუმუსი 15, 46, 102, 105, 124, 200

- ბიოტექნოლოგია 202

Gia Kadjaia

## ECOLOGY

(The Questions of Applied Ecology)

### SUMMARY

The book concerns basic principles of general ecology and reasons leading to the biosphere degradation with special emphasis on human impact. Examples of human impact on atmosphere, hydrosphere, lithosphere and living systems (biodiversity - terrestrial and aquatic fauna and flora) are also discussed. Special chapters describe impact of pesticides on environment and inclusion of different toxins in food webs, their influence on human health, etc.

Last chapter specifies the concept of sustainable development, problems related to the conservation of protected areas and endangered species of flora and fauna, characteristics of principles of non-traditional sources of energy and "ecologization" of agriculture. Examples for these topics are based on local experience.

The book contains 50 illustrations and 10 tables. It is addressed to undergraduate and high school students, teachers and general public interested in ecology.

შესავალი.....	3
<b>თავი I. ზოგადი ეკოლოგიის საფუძვლები</b>	<b>6</b>
1. ეკოლოგიის საგანი და ამოცანები .....	6
2. ეკოლოგიური ფაქტორები .....	8
2.1. აბიოტური ფაქტორები .....	11
2.2. ბიოტური ფაქტორები .....	16
3. პოპულაციების ეკოლოგია.....	18
4. თანასაზოგადოებათა ეკოლოგია.....	26
<b>თავი II. ბიოსფერო</b>	<b>37</b>
1. ბიოსფეროს ცნება .....	37
2. ბიოსფეროს სტრუქტურა .....	39
<b>თავი III. ანთროპოგენური ფაქტორის წარმოშობა და განვითარება</b>	<b>45</b>
1. ანთროპოგენური ფაქტორის ისტორიისათვის .....	48
2. ტექნიკური პროგრესი და გარემო .....	52
3. მოსახლეობის ზრდა და გარემო.....	55
3.1. მოსახლეობის ზრდის ისტორიისათვის.....	57
3.2. დემოგრაფიული აფეთქების თანმხლები მოვლენები ...	58
3.3. დემოგრაფიული პერსპექტივები .....	64
<b>თავი IV. ბიოსფეროს ანთროპოგენური ცვლილება</b>	<b>69</b>
1. ანთროპოგენური გაბინძურების არსი .....	69
2. ანთროპოგენური ნარჩენების გავრცელება .....	72
3. ატმოსფეროს უარყოფითი ცვლილება .....	74
3.1. ატმოსფეროს თანამედროვე მდგომარეობა .....	74
3.2. ატმოსფეროს გაბინძურება .....	76
3.3. ატმოსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ზოგიერთი შედეგი .....	85
4. ჰიდროსფეროს უარყოფითი ცვლილება .....	90
4.1. წყალი და მისი განაწილება დედამიწაზე .....	90
4.2. ჰიდროსფეროს გაბინძურება .....	91

5. მიწების დეგრადირება.....	100
5.1. ნიადაგის საფარველის თანამედროვე მდგომარეობა....	100
5.2. ნიადაგის ეროზია.....	103

<b>თავი V. ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენა</b>	
<b>ცოცხალ სისტემებზე</b>	109
1. ბიომრავალფეროვნების დაქვეითება.....	109
2. მცენარეული საფარის დეგრადირება.....	119
3. ფაუნის გაღარიბება.....	128
4. ოკეანური რესურსების შემცირება.....	137
5. ტოქსიკურ ნივთიერებათა გავლენა ადამიანზე.....	143
6. ტოქსიკურ ნივთიერებათა ზემოქმედება მცენარეებზე და ცხოველებზე, მათი ჩართვა კვებით ჯაჭვებში.....	150
7. პესტიციდები და გარემო.....	158

<b>თავი VI. ეკოლოგიური ალტერნატივა. მდგრადი</b>	
<b>განვითარების კონცეფცია</b>	163
1. დაცული ტერიტორიები.....	170
2. ფლორისა და ფაუნის იშვიათი წარმომადგენლების დაცვის საკითხები.....	179
3. ენერგეტიკული რესურსები და გარემო.....	184
4. ეკოლოგია დ სოფლის მეურნეობა.....	196
4.1 ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა საქართველოში.....	203
ბოლოთქმა.....	207
ძირითადი ლიტერატურა.....	209
საგანთა საძიებელი.....	211
Summary.....	222