

ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნიკოლოზ სოფაძე

ლანდშაფტთა სენსიტიუორბის კომპლექსური შეფასება
(საქართველოს მაგალითზე)

გეომორფოლოგია, კარტოგრაფია და ლანდშაფტური დაგეგმარება

სამაგისტრო ნაშრომი შესრულებულია გეოგრაფიის მაგისტრის აკადემი-
ური ხარისხის მოსაპოვებლად

დალი ნიკოლაიშვილი, ასოცირებული პროფესორი

ქ.თბილისი, 28.06.2013

ლანდშაფტთა სენსიტიურობის კომპლექსური შეფასება (საქართველოს მაგალითზე)

შესავალი

აქტუალობა. საზოგადოების განვითარების მთელი ისტორიის მანძილზე ადამიანი სხვადასხვა მასშტაბით ახდენდა გავლენას გარემოზე. ათასწლეულების განმავლობაში ეს გავლენა წელი ტემპებითა და ადამიანისათვის თითქმის შეუმჩნევლად მიმდინარეობდა. როგორც ამოვბენ, ადამიანი სტიქიურად აგებდა თავის ისტორიას. მთელი ამ ისტორიის მანძილზე განსხვავებული იყო ეკოლოგიური პრობლემების ხასიათი და სიმწვავე. შესაბამისად განსხვავებული იყო ადამიანის ცნობიერება და რეაგირება ამ პრობლემატიკაზე.

XX საუკუნეში გლობალური ეკოლოგიური კრიზისის მოახლოების პერიოდადაა შეფასებული: ანთროპოგენური ზემოქმედების ხარისხი აღემატებოდა გარემოს თვითაღდგენის პოტენციალს, ე.ი. მოხდა ბუნებრივი რესურსების გამოყენების სიჩქარისა და ბუნებრივი თვითაღდგენის შესაძლებლობის პრაქტიკული დაახლოება [ქაჯაია, 2002]. სწორედ ეს არის პერიოდი, როცა შეიძლება ლაპარაკი ადამიანის მიერ ბუნებაში გამოწვეული ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევის ცალკეული მნიშვნელოვანი ფაქტებისა და მწვავე ეკოლოგიური პრობლემების წარმოქმნის შესახებ. XX საუკუნის მიწურულს კაცობრიობამ სრულყოფილად გაიაზრა გარემოს დაბინძურებისა და დეგრადირების გლობალური ხასიათი, რასაც სულ უფრო მზარდი ტენდენცია აქვს. ყოველივე ამან შექმნა სტიმული იმისათვის, რომ შემუშავებულიყო არაერთი ახალი მეცნიერული კონცეფცია, გადადგმულიყო კონკრეტული ნაბიჯები გარემოსდაცვით საქმიანობაში და გაზრდილიყო საზოგადოების ცნობიერება-აქტივობა, დაწყებულიყო საზოგადოებრივი მოძრაობები ამ თვალსაზრისით.

ლანდშაფტის თანამედროვე მდგომარეობის შეფასება და მისი მოწყვლადობის დადგენა თანამედროვე გეოგრაფიული კვლევების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა, ვინაიდან იგი გვიჩვენებს, ერთის მხრივ, ლანდშაფტის ბუნებრივ-რესურსულ პოტენციალს და, მეორეს მხრივ, მასში მიმდინარე ტენდენციებს, იმას, თუ რამდენად მდგრადია იგი ამათუ ბუნებრივი, თუ ანთროპოგენური ზემოქმედების მიმართ. საბოლოო ჯამში, ასეთი კვლევები შესაძლებლობას იძლევა შეიქმნას მეცნიერულად

დასაბუთებული საფუძველი ბუნებრივი რესურსების მდგრადი გამოყენების, ტერიტორიული დაგეგმარებისა და გარემოს დაცვისათვის.

დარგობრივ გეოგრაფიულ ლიტერატურაში დაგროვილია მრავალი მონაცემი ამა თუ იმ ტერიტორიის ბუნებრივი პირობების შესახებ. ეს მონაცემები გაბნეულია სხვადასხვა სამეცნიერო-კვლევით ორგანიზაციებში, ამასთან სხვადასხვა მიდგომები და მეთოდები ართულებს მათ ურთიერთშედარებას. სწორედ ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია მოხდეს მონაცემთა ერთად თავმოყრა, სისტემატიზაცია და მონაცემთა ერთიანი ბაზის შექმნა. ამ პრობლემის გადაჭრა მეტად მოსახერხებელი და რეპრეზენტულია ლანდშაფტური მიდგომით. მითუმეტეს, რომ არსებობს მონაცემთა დეფიციტი ლანდშაფტების მიხედვით. ამიტომ ამ პრობლემის გადასაჭრელად აუცილებელია დარგობრივ გეოგრაფიულ ლიტერატურაში არსებული მონაცემების სისტემატიზაცია და მათი დაკავშირება ლანდშაფტებთან.

ლანდშაფტი არ არის ბუნების კომპონენტთა უბრალო კრებადობა. იგი დინამიკური სისტემაა ბუნების კომპონენტების რთული ურთიერთკავშირებით, რომელიც მუდმივ ცვლილებას განიცდის ბუნებრივი თუ ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენით. ამ რთული ურთიერთკავშირების შესწავლა ლანდშაფტმცოდნეობის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა, რასაც არა მარტო თეორიული, არამედ პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს.

კვლევის მიზანია ლანდშაფტთა სენსიტიურობის კომპლექსური შეფასება და ზოგიერთი მეთოდოლოგიური საფუძვლის შემუშავება საქართველოს მაგალითზე.

მეთოდი და საწყისი მონაცემები. ლანდშაფტთა სენსიტიურობის დადგენა განხორციელდა ბტკ-ების სივრცე-დროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციის საფუძველზე, რომელიც შემუშავდა 1980-იან წლებში პროფ. ნ. ბერუჩაშვილის ხელმძღვანელობით. კონცეფციის უმთავრესი ღირებულებაა ისაა, რომ მისი მეშვეობით შესაძლებელია ერთიანი მეთოდოლოგიით გამოვიკვლიოთ ბუნების კომპონენტები.

კვლევა განხორციელდა რამდენიმე ეტაპად:

- დარგობრივ-გეოგრაფიულ ლიტერატურაში არსებული (როგორც სტატისტიკურის, ისე კარტოგრაფიული) მონაცემების დაკავშირება ლანდშაფტებთან, რის საფუძველზეც შეიქმნა საქართველოს ლანდშაფტთა ერთიანი მონაცემთა ბაზა;

- ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განსმაზღვრელ ფაქტორთა განსაზღვრა;
- საქართველოს შეფასება სენსიტიურობის მიხედვით.

ლანდშაფტთა ცვლილების შეფასება განხორციელდა რამდენიმე მაჩვენებელზე დაყრდნობით, როგორცაა გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური, მეტეოროლოგიური, ედაფური და სხვ. ვინაიდან ეს მაჩვენებლები სხვადასხვა განზომილებისაა და შეუძლებელია მათი ურთიერთშედარება და ჯამური მაჩვენებლის განსაზღვრა, მივმართეთ მათემატიკურ სტატისტიკაში მიღებულ ხერხს – მონაცემთა ბალანსირებას ერთსა და იმავე ინტერვალის, ვთქვათ, 1-10-ის შესაბამისად.

მაჩვენებლების ანალიზმა ცხადყო, რომ ლანდშაფტთა ცვლილება მეტად განსხვავებულ სახეს ატარებს საქართველოს რეგიონში და ეს განსხვავება ვლინდება ყველა საკლასიფიკაციო დონეზე. ერთ ლანდშაფტში ერთი მაჩვენებელი ასრულებს გადამწყვეტ როლს, მეორეში კი – მეორე. ზოგიერთ შემთხვევაში კი გადამწყვეტი არის არა ერთი, არამედ ორი ან მეტი მაჩვენებელი.

ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. კვლევის შედეგად მიღებულ რეზულტატებს სამეცნიერო მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან პირველად არის კომლექსურად შეფასებული საქართველოს ლანდშაფტთა სენსიტიურობის ხარისხი, გამოვლენილია მათი სენსიტიურობის განსმაზღვრელი კრიტერიუმები. კვლევისას გამოყენებულია ნორმირებული მნიშვნელობების მეთოდი, რამაც სხვადასხვა განზომილების პარამეტრთა ურთიერთშედარების შესაძლებლობა მოგვცა. ამასთან განხორციელდა ლანდშაფტთა კლასიფიკაცია კლიმატის ცვლილების მიმართ მათი მოწყვლადობის შეფასების საფუძველზე.

მიღებული შედეგების გამოყენება გარემოს მონიტორინგისა და მისი მდგომარეობის პროგნოზის, რეკრეაციული და ლანდშაფტური დაგეგმარების საკითხების გადაჭრისას, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მეცნიერული საფუძვლების შემუშავებისას. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოიყენონ სხვადასხვა უწყებებმა: სატყეო დეპარტამენტმა, სოფლის მეურნეობის, ბუნებრივი რესურსებისა და გარემოს დაცვის სამინისტროებმა და სხვა უწყებებმა. ნაშრომში წარმოდგენილი მასალები და რუკები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საქართველოს კომპლექსური ატლასისათვის და სხვადასხვა თემატური რუკების შესადგენად.

ნაშრომის სტრუქტურა. ნაშრომი მოიცავს შესავალს, 3 თავსა და დასკვნას.

პირველ თავში განხილულია _ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შესწავლა

მეორე თავი ძირითადად მცნებებზე და კვლევის მეთოდებზე

მესამე თავი საქართველოს ლანდშაფტების სენსიტიურობის განმსაზღვრელ ფაქტორთა ანალიზი

ნაშრომი მოცემულია 103 ნაბეჭდ გვერდზე. მასში ჩართულია 9 რუკა, 2 დიაგრამა და 13 ცხრილი.

თავი I. ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შესწავლა

ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების (ბტკ) სივრცედროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფცია შემუშავდა 1980-იან წლებში თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში (მარტყოფის ფიზიკურგეოგრაფიული სტაციონარი, აეროკოსმოსური მეთოდებით გარემოს მდგომარეობების შესწავლის სამეცნიეროკვლევითი ლაბორატორია) პროფ. ნ. ბერუჩაშვილის ხელმძღვანელობით. მას შემდეგ თეორიული, თუ პრაქტიკული მნიშვნელობის მრავალი სამეცნიერო ნაშრომი შეიქმნა, რომლებიც ეფუძნებიან როგორც სტაციონარულ, ნახევრად სტაციონარულ, ისე ექსპედიციურ და დისტანციური კვლევის მეთოდებს. მეთოდის უმთავრესი ღირებულება არის ის, რომ მისი მეშვეობით შესაძლებელია ერთიან მეთოდოლოგიურ საფუძველზე გამოვიკვლიოთ ბუნების კომპონენტები, ბტკების მდგომარეობები, სტრუქტურისა და ფუნქციონირების თავისებურებანი, ლანდშაფტთა თანამედროვე მდგომარეობა და ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხი, შევიმუშავოთ ბტკების სივრცედროითი პროგნოზული მოდელები და ა.შ. ამ მეთოდის საფუძველზე შესწავლილია მსოფლიოს სხვადასხვა მთიანი რეგიონები (ალტაი, კარპატები, ხიბინები, ალპები და სხვ.).

ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების მახასიათებლებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ ლანდშაფტურგეოფიზიკურს. მათი მეშვეობით შესაძლებელია ერთიანი მეთოდით მოხდეს ბუნების ცალკეული კომპონენტების, ბტკების მდგომარეობების კვლევა და რაც ასევე მნიშვნელოვანია, სხვა მახასიათებლებთან მათი შედარება. ამ საკითხებს მიეძღვნა არაერთი მონოგრაფია თუ სამეცნიერო სტატია.

ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის მიმართულებით მრავალი კვლევაა ჩატარებული. მიუხედავად ამისა, შეიძლება ითქვას, რომ დღემდე რჩება ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების სივრცედროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციის შეუსწავლელი მხარეები.

ნაშრომების გარკვეულ ნაწილში ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის თეორიული საკითხებია ასახული [Беручашвили, 1982; 1986, 1989, 1990; Беручашвили, Ахметели, 1989; Геофизика ландшафта, 1981; Дьяконов, 1988; Зубов, 1985; Мамай, 1992; Методика ландшафтно..., 1983; Исаченко, 1988; Ромин, 1987; 1989; Рязанов,

1989; Щербаков, 1980; Хильми, 1966; ლოუგერიე, ბეროუტცჰაცვილი, 1991]. გამოცემულია აგრეთვე სამეცნიერო ნაშრომთა კრებულები, სადაც გაშუქებულია ლანდშაფტების გეოფიზიკის მრავალი სხვადასხვა საკითხი [Ландшафтногеофизические..., 1973. Ландшафтный сборник, 1972; Вопросы изучения..., 1982; Стационарные исследования – ..., 1987; Зимные состояния..., 1989]. სივრცედროთი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციის საფუძველზე ამ სამეცნიერო ნაშრომებში მოცემულია ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების მდგომარეობების კვლევა, მათი კარტოგრაფირების საკითხები, შემუშავებულია ცალკეული მეთოდოლოგიური მიდგომები. ეს კვლევები ეფუძნება ექსპედიციური, სტაციონარული და ნახევრად სტაციონარული დაკვირვებების ბაზაზე ჩატარებულ ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური პარამეტრების ანალიზს და მოიცავს კავკასიისა და მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონს: ყოფილი საბჭოთა აკავშირის ევროპული ნაწილის ჩრდილოდასავლეთს [Исаченко, 1987], ყოფილი საბჭოთა აკავშირის ცენტრალურ ევროპულ ნაწილს [Ромин, 1987] არარატის ქვაბულს [Халатов, 1987], ცენტრალური ალტაის [Чистяков, 1988], კარპატებს [Миллер, 1974; Муха, Галета и др., 1989; Элбакидзе, Алиашвили, 1989], ყირიმს [Миллер, 1989; Сурков, Бобра, 1989; Косыщина, Гордезиани, 1989], დასავლეთ კოპეტდაღს [Братков, Самарский, Чистяков, 1989; Чистяков, 1989], სამხრეთდასავლეთ ბულგარეთს [Тодоров, 1990], ჩრდილოაღმოსავლეთ კავკასიას [Братков, 1992], ჩრდილოეთ ამერიკის ზომიერი სარტყლის ტყის ლანდშაფტებს [Кушлин, 1993] და სხვ.

საქართველოს ლანდშაფტები საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი ქართველი თუ უცხოელი გეოგრაფების მიერ ცალკეული გეოფიზიკური მაჩვენებლების ან ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების მიხედვით. მაგრამ ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თვალსაზრისით ერთიან ჭრილში საქართველოს ლანდშაფტები (გვარების დონეზე) დღემდე არავის არ უკვლევია.

გეოგრაფიულ ლიტერატურაში იშვიათია ნაშრომები, სადაც გვხვდება მსხვილი რეგიონული ერთეულების ლანდშაფტური და, მითუმეტეს, ლანდშაფტურგეოფიზიკური, ლანდშაფტურეთოლოგიური და ლანდშაფტურეკოლოგიური ანალიზი. ანალოგიურად შეიძლება ითქვას საქართველოს

ლანდშაფტებზეც. თუმცა არსებობს მნიშვნელოვანი შრომები, რომლებშიც გაშუქებულია საქართველოს ლანდშაფტების ფიზიკურგეოგრაფიული, ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თავისებურებანი. ამ ნაშრომებში განხილულია:

ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის ზოგადი საკითხები;

ლანდშაფტის ცალკეული ერთეულები (დეტალურადაა შესწავლილი საქართველოს ლანდშაფტების მხოლოდ 3 ქვეტიპი – საშუალო და ზედა მთის ტყის);

საქართველოს ცალკეული რეგიონები (მარტყოფის სტაციონარისა და იალნოს ქედის მიდამოები, ამტყელის ტბის მიდამოები, კოვალუკის მაღლობი);

ერთი რომელიმე ლანდშაფტურგეოფიზიკური მაჩვენებელი საქართველოს ან კავკასიის ჭრილში (ფიტომასები, ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურა და სეზონური დინამიკა).

ეს ნაშრომები საკმაოდ განსხვავებულია ერთმანეთისაგან კვლევის დეტალიზაციის ხარისხით.

კავკასიის, მათ შორის საქართველოს ლანდშაფტები ერთიან ჭრილში და საკმაოდ დეტალურად არის განხილული მონოგრაფიაში «Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты» [Беручашвили, 1995], სადაც ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური მახასიათებლები მოცემულია უმთავრესად ლანდშაფტების ქვეტიპების, ლანდშაფტთა აგარკვეული “ჯგუფების”, ან ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურის დომინანტი ტიპების დონეზე. მონოგრაფიაში მცირე ადგილი აქვს დათმობილი გეომასებსა და სხვადასხვა ლანდშაფტურგეოფიზიკურ მაჩვენებლებს, ფიზიკურგეოგრაფიულ ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირების ანალიზს.

საქართველოს ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური შესწავლილობის ანალიზმა დაგვანახა, რომ გაცილებით უფრო კარგადაა გამოკვლეული მთის, ვიდრე ვაკის ლანდშაფტები. სრულიად საპირისპირო სურათია

ფიზიკურგეოგრაფიული შესწავლილობის თვალსაზრისით. ეს განპირობებულია შემდეგით: ა) ტერიტორიის ფიზიკურგეოგრაფიული ანალიზისათვის საჭირო სტაციონარების (მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური) უმეტესობა მდებარეობს ვაკისა და მთისწინეთის ფარგლებში, მაშინ როცა მათზე მოდის სავსე ექსპედიციური ნაკვეთების მხოლოდ 11%, ბ) საქართველოში მდებარე ერთადერთი ფიზიკურგეოგრაფიული სტაციონარი მდებარეობს ვაკის ფარგლებში. მართალია, სტაციონარის მიდამოებში რეგულარულად ჩატარებული კვლევის შედეგები შეიძლება განზოგადდეს აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ლანდშაფტების დიდი ნაწილისათვის, მაგრამ ეს მაინც არასაკმარისია, განსაკუთრებით კი მსხვილმასშტაბიანი დეტალური კვლევისათვის; გ) ბტკების ლანდშაფტურგეოფიზიკური კვლევის მეთოდიკა უფრო მეტად მთიანი ტერიტორიების შესწავლაზეა ორიენტირებული და აპრობირებული.

საქართველოს მთის ლანდშაფტებიც მეტად არათანაბრადაა შესწავლილი. ზოგიერთი ლანდშაფტი ცალკე კვლევის სფეროში მოექცა, კერძოდ, კავკასიის საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები წიფლნარების სიჭარბით [ნიკოლაიშვილი, 1994], სადაც განხილულია ზოგიერთი ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური მაჩვენებლები, აგრეთვე ტერიტორიის ანთროპოგენური ტრანსფორმაციისა და სხვა საკითხები. ასევე გამოკვლეულია კავკასიონის ზედა მთის ტყის ლანდშაფტები [Кукуруза, 1994]. ამ ნაშრომში მოცემულია აღნიშნული ლანდშაფტების ფორმირების ფიზიკურგეოგრაფიული ფაქტორები და ძირითადი ლანდშაფტურგეოფიზიკური მაჩვენებლების საკმაოდ დეტალური ანალიზი. განსაკუთრებული აქცენტი კეთდება ნიადაგზედაპირულ ფორმაციებზე – მისი დეფინიციის, სტრუქტურის, კლასიფიკაციისა და გავრცელების საკითხებზე. საქართველოს სხვა ლანდშაფტები ფაქტობრივად ცალკე კვლევის საგნად არ ქცეულა. თუმცა შესწავლის არეალში მოექცა საქართველოს ბუნებრივგარეული ტერიტორიული კომპლექსები და მათი მდგომარეობები [ელიზბარაშვილი ნ., 1988; Элизбарашвили Н., 1987; 2003]. საქართველოს ლანდშაფტების გეოფიზიკური შესწავლილობის ანალიზმა დაგვანახა, რომ ყველაზე ნაკლებადაა გამოკვლეული მაღალი მთის ლანდშაფტები. ეს ეხება არა მარტო სუბნივალურსა და ნივალურს, არამედ სუბალპურ და ალპურ მდელოებსაც. თუმცა არსებობს ცალკეული ნაშრომები [Астахов, 1983], რომლებშიც ლანდშაფტების გეოფიზიკის ცალკეული საკითხებია განხილული. ვფიქრობთ, ამ ლანდშაფტების ნაკლები შესწავლილობა

განპირობებული უნდა იყოს იმით, რომ კვლევისას ძირითადი აქცენტი კეთდებოდა ტყის ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსებზე (საქართველოში კი ტყის ფართობის უდიდესი ნაწილი სწორედ მთის ფარგლებშია მოქცეული). ამას მოწმობს თვით ექსპერიმენტული ნაკვეთების სიმრავლეც – ტყის ბტკებზე მოდის მათი საერთო რაოდენობის 87 %. რაც შეეხება საქართველოს ცალკეულ რეგიონებს, ამ მხრივაც, მეტად არაერთგვაროვანი სიტუაცია გვაქვს. ყველაზე უკეთაა შესწავლილი მარტყოფის სტაციონარისა და იალნოს ქედის მიდამოები [სანებლიძე, 1972; Беручашвили, 1972; Беручашвили, Зираკაშვილი, 1987; Гуджабидзе, 1972; Деканоидзе, 1973, 1985; Ландшафтные исследования..., 1976; Нельсон, Тедиаშვილი, 1972; Элизбарашвили, 1972 და სხვ.]. ამ ნაშრომების უმეტესობა ეყრდნობა ორი კვლევითი ბაზის (მარტყოფის სტაციონარი – “ქვედა ბაზა” და იალნოს ქედი – “ზედა ბაზა”) და 6 ექსპერიმენტული ნაკვეთის (მდებარე მთისწინეთის ბორცვიანი სტეპის ლანდშაფტის ფარგლებში) მონაცემებს, კერძოდ, ინფორმაციას გეოსისტემების მდგომარეობებზე, მათი წლიური ციკლის მიმდინარეობაზე და იმ მახასიათებლებზე, რომლებიც ამ მდგომარეობებს აღწერენ.

მეთოდი (ბერძნ. მეტჰოდოს კვლევის, შემეცნების გზა) კანონების, წესებისა და სათანადო ოპერაციათა სისტემაა, რომელიც ემსახურება სინამდვილის კვლევასა და შემეცნებას. მეცნიერებაში იგი თეორიული დებულებაა და ეყრდნობა თეორიას. თეორია ორიენტირებულია ობიექტური რეალობის ახსნის, გაგებისა და შემეცნებისაკენ, ხოლო მეთოდი – თეორიული და პრაქტიკული წესების მიხედვით ქმედებისაკენ. მეცნიერების მრავალი დარგი, მათ შორის ლანდშაფტმცოდნეობა, რამდენიმე მეთოდს იყენებს. არ არსებობს კვლევის ერთი რომელიმე უნიკალური მეთოდი, რომელსაც მთლიანად შეიძლება დაეყრდნოს ლანდშაფტური კვლევები. არ ცერთი მეთოდი არ არის უნივერსალური. თითოეულ მათგანს გარკვეული მნიშვნელობა აქვს და ისინი ერთმანეთს ავსებენ. თუკი ახლო წარსულში ლანდშაფტმცოდნეობაში ჭარბობდა ექსპედიციური კვლევები, ამჟამად იგი გამდიდრებულია დისტანციური და სტაციონარული დაკვირვებების მასალებით. ფართოდ გამოიყენება გისტექნოლოგიებიც.

ანალიზი და სინთეზი შემეცნების სამეცნიერო ხერხია, რომელიც ერთის მხრივ, ეფუძნება მთლიანის დაყოფას შემადგენელ ნაწილებად და ამ ნაწილების ცალკეულ შესწავლას და მეორეს მხრივ, პირიქით, ცალკეული ნაწილების მთლიანში გაერთიანებას. ბუნებრივი პროცესები და ლანდშაფტის ანთროპოგენური დატვირთვები მეტად რთული საკვლევი ფენომენია. ამიტომ ლანდშაფტური კვლევებისას მნიშვნელოვანია როგორც ანალიზის, ისე სინთეზის შემეცნების ხერხების ფართო გამოყენება. მაგალითად, ანალიზი გულისხმობს კონკრეტული ლანდშაფტის კვლევას მისი ცალკეული ერთეულების (ვთქვათ, მორფოლოგიური ერთეულების, ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების, ან ბუნების ცალკეული კომპონენტების) მიხედვით. ლანდშაფტების დანაწევრების თითოეული ეს დონე შეესაბამება კვლევის დეტალიზაციის გარკვეულ ხარისხს და იგი განსაზღვრავს შესწავლილობის სხვადასხვა ხარისხს. სინთეზი კი გულისხმობს ლანდშაფტთა შესწავლას იმ რთული ურთიერთკავშირებით, რომლებიც არსებობს მის ცალკეულ კომპონენტებს შორის, აგრეთვე იმ ნიშანთვისებათა განზოგადებით, რომლებიც საერთოა სხვადასხვა რანგის ერთეულებისათვის. კვლევის ასეთი მიდგომა საშუალებას იძლევა გავერკვეთ ლანდშაფტებში მიმდინარე პროცესებში, მის სტრუქტურასა და თავისებურებებში.

ს. კალესნიკი წერდა, რომ ძვირფასია ლანდშაფტის უბრალო აღწერილობაც კი, ვინაიდან იგი ფაქტობრივი მასალების ჯამია, ქმნის გეოგრაფიული კვლევის საფუძველს და რომელიც ეკონომიკური და სამხედრო თვალსაზრისითაც უფრო საჭიროა, ვიდრე თეორიული ძიებანი [Калесник, 1959]. ეს სიტყვები ნათლად მიგვანიშნებენ გეოგრაფიულ კვლევებში აღწერილობითი მეთოდის გამოყენების მნიშვნელობაზე.

ზოგჯერ მსჯელობენ გეოგრაფიული აღწერების მნიშვნელობის შემცირებაზე და რომ მან თითქოს ადგილი დაუთმო მათემატიკურ “სიმბოლიკას” [Жекулин, 1989]. მაგრამ ეს მეტად არამართებული მოსაზრებაა. მართალია, შეიცვალა გეოგრაფიული აღწერების სიღრმე, მაგრამ იგი აქტუალურია დღესაც, ვინაიდან იგი იძლევა ამა თუ იმ ტერიტორიის შესახებ განზოგადებული დასკვნების გაკეთების შესაძლებლობას.

ლანდშაფტების აღწერა არა მარტო ბუნების კომპონენტების დახასიათებათა უბრალო ჯამია, არამედ იგი გეოგრაფიული კვლევის – ანალიზის, მიზეზშედეგობრივი

კავშირებისა და პროგნოზის საფუძველიცაა, რომელსაც ხშირად დიდი პრაქტიკული დატვირთვაც აქვს.

ლანდშაფტთა კონსტანტაციური აღწერა მოიცავს ტერიტორიის დახასიათებას (ფიზიკურგეოგრაფიულს, დემოგრაფიულგეოგრაფიულს, კომპლექსურს) ფაქტების ჩამოთვლით. ფაქტობრივად ეს აღწერები წარმოადგენს თემატური რუკების გაფართოებულ ლეგენდას. ლანდშაფტთა^A აღწერებში მოცემულია აგრეთვე დინამიკური პარამეტრებიც, რაც გულისხმობს ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების მდგომარეობების თავისებურებების განხილვას. მეტად მნიშვნელოვანია ლანდშაფტთა მიზეზშედეგობრივი კავშირების აღწერაც, რაც ეფუძნება ლანდშაფტურგეოგრაფიულ მაჩვენებლებსა და ფიზიკურგეოგრაფიულ ფაქტორებს შორის მათს ურთიერდამოკიდებულ ანალიზს.

ლანდშაფტთა კვლევა ხშირად ეფუძნება შედარებით მეთოდს, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ზოგადი A თავისებურებების დასადგენად. ალ. ასლანიკაშვილი წერდა, რომ შედარება არის ხერხი, რომელიც გამოიყენება მსგავსების გამოსავლენად განსხვავებულთა შორის და განსხვავებულობის გამოსავლენად – მსგავსთა შორის [ასლანიკაშვილი, 1968]. ლანდშაფტურ კვლევებში შედარებითი გეოგრაფიული მეთოდის აქტუალობას განაპირობებს ის, რომ ეს კვლევა დაკავშირებულია სივრცობრივ თავისებურებებთან, ბუნებრივი პირობებისა თუ რესურსების, დემოგრაფიული მაჩვენებლებით განსხვავებულ ლანდშაფტებთან. ეს სივრცითი მრავალფეროვნება შეისწავლება სწორედ შედარებითი გეოგრაფიული მეთოდით. იმისათვის, რომ დადგინდეს განსხვავება სხვადასხვა ლანდშაფტურ ერთეულებს (ისევე როგორც ნებისმიერ სხვა გეოგრაფიულ ობიექტებს) შორის, ერთმანეთისაგან უნდა გამოირჩეს ლანდშაფტის ძირითადი და მეორეხარისხოვანი, ფართოდ გავრცელებული და უნიკალური ნიშანთვისებები.

ლანდშაფტურ კვლევებში შედარებითი მეთოდი ხშირად არსებით როლსაც ასრულებს. შედარებითი გეოგრაფიული მეთოდის ბაზას წარმოადგენს ზოგადგეოგრაფიული საფუძველი, ექსპერიმენტული ნაკვეთების აღწერები, დისტანციური ზონდირების მასალები. თითოეულ მათგანს შორის მჭიდრო ურთიერთკავშირია და ისინი, როგორც წესი, კომბინირებულად გამოიყენება. ვერცერთი

მათგანი დამოუკიდებლად ვერ გადაჭრის ლანდშაფტმცოდნების წინაშე არსებულ ამოცანებს. მაგალითად, ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების მორფოლოგიური ერთეულების ანალიზი შეუძლებელია რუკის, ხოლო მათი დინამიკის შესწავლა – ფაქტობრივი მასალების (ექსპერიმენტული ნაკვეთების მიმოხილვის) გარეშე. ექსპერიმენტული ნაკვეთების ანალიზი აადვილებს და უფრო რეპრეზენტულს ხდის ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების გამოყოფასა და კლასიფიკაციას, თვით ამ რუკის ანალიზი კი, თავის მხრივ, შესაძლებლობას იძლევა გავაანალიზოთ ბტკების მთელი რიგი მახასიათებლები. ცხადია, ორივე შემთხვევაში ანალიზის სიღრმე დამოკიდებულია კვლევის დეტალიზაციის ხარისხზე.

მეტად მოსახერხებელია ლანდშაფტების ერთმანეთთან შედარება სხვადასხვა თემატური რუკის მეშვეობით. რაკი რუკას გააჩნია შეუზღუდავი სივრცედროითი არეალი, შედარება შეიძლება გამოვიყენოთ სივრცისა და დროის ნებისმიერი მომენტისათვის. ამიტომ შესაძლებელია სხვადასხვა შინაარსის რუკების ურთიერთშედარება და ამ შედარების საფუძველზე სინთეზური რუკის შედგენა.

შედარებისას აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ რამდენიმე გარემოება. ჯერ ერთი, უნდა შედარდეს ერთიდაიგივე ტაქსონომიური დონის ლანდშაფტები. მაგალითად, შეიძლება ერთმანეთს შევადაროთ ლანდშაფტთა ტიპები, ქვეტიპები, გვარები და ა.შ. დაუშვებელია ქვეტიპის გვართან ან სხვა დონის საკლასიფიკაციო ერთეულთან შედარება. მეორეც, შედარება უნდა მოხდეს ლანდშაფტების უმთავრესი ნიშნების მიხედვით. მაგალითად, ლანდშაფტებისათვის დამახასიათებელი ნიადაგების ტიპების შედარებისას უმთავრესია მისი გენეზი, ხოლო ნაკლებად მნიშვნელოვანი – გენეტიკური ჰორიზონტების სიმძლავრე. მაგრამ გასათვალისწინებელია ერთი გარემოება. შედარების სიღრმე დამოკიდებულია თვით კვლევის მიზანსა და დეტალიზაციის ხარისხზე. კერძოდ, თუკი ვატარებთ მსხვილმასშტაბიან საველე კვლევას, მაშინ ნიადაგის ცალკეული ჰორიზონტების სიმძლავრე არსებითიც კი შეიძლება აღმოჩნდეს. გასათვალისწინებელია კიდევ ერთი გარემოება, რომ ლანდშაფტების შედარება შეიძლება მოხდეს მხოლოდ მეტნაკლებად ერთგვაროვანი ინფორმაციის არსებობისას. თუკი შედარებისას ორ ობიექტს აღმოაჩნდა რამდენიმე ერთნაირი ნიშანი, ხოლო პირველს – კიდევ სხვა განსხვავებული თვისება, მაშინ

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ეს თვისება დამახასიათებელი იქნება მეორე ობიექტისათვისაც [Жекулин, 1989]. ექსტრაპოლაციის ეს ხერხი ფართოდ გამოიყენება ლანდშაფტების კვლევისას, ვინაიდან ლანდშაფტის ყველა ერთეულის შესახებ როდის არსებობს უშუალო დაკვირვების მასალები. ლანდშაფტების შესახებ არსებული ინფორმაცია შეიძლება იყოს პირველადი ან მეორეული. პირველადია ექსპერიმენტული ნაკვეთებისა და მოსახლეობის აღწერების მონაცემები. მეორადი ინფორმაცია კი პირველადის დამუშავების საფუძველზეა მიღებული (მაგალითად, ბიოლოგიური წრებრუნვის ინდექსი, დემოგრაფიული ზემოქმედების კოეფიციენტი და სხვ.). მეორეული ინფორმაციის საფუძველზე შედგენილი თემატური რუკის მონაცემები გარკვეული დაშვებაა და მიღებული შედეგების სანდოობა დამოკიდებული იქნება ინფორმაციის სიზუსტეზე და იმ ნიშანთვისებების ურთიერთკავშირზე, რაც ახასიათებთ მოცემულ ობიექტებს. ამიტომ სწორი შედეგის მისაღებად შედარებისას უნდა ვისარგებლოთ მხოლოდ არსებითი თვისებებით. ამჟამად უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება კომპლექსურგეოგრაფიულ ანალიზს, რომელიც ეფუძნება ერთიან გეოგრაფიულ მიდგომას. ეს კი უპირველესად გულისხმობს ადამიანისა და ბუნების ურთიერთდამოკიდებულების სივრცედროითი თავისებურებების შესწავლას, რომელშიც ასახული იქნება ბუნების, მოსახლეობის, მეურნეობისა და სოციალური სფეროს მახასიათებლები და მათი ურთიერთკავშირი. ლანდშაფტური კვლევებიც ანალოგიურ მიდგომას უნდა ეფუძნებოდეს.

წარმოდგენილი ნაშრომი ეფუძნება ბტკების ლანდშაფტურგეოფიზიკური კვლევისა და მდგომარეობების კარტოგრაფირების მეთოდიკას, რომელიც შემუშავებულია ნ. ბერუჩაშვილის მიერ [Методика ландшафтно..., 1983]. მეთოდიკა ბტკების სივრცედროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციაზეა აგებული, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა ბუნებრივი კომპონენტები დეტალურად იქნეს აღწერილი, გაანალიზებული და შეფასებული სივრცედროით ჭრილში.

ლანდშაფტთა მდგრადობა

ბუნებისდაცვით ღონისძიებათა შემუშავების და ეკოლოგიურად ორიენტირებული ტერიტორიული დაგეგმარების საკითხთა წარმატებით გადაწყვეტის საქმეში უდიდესი თეორიულპრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება ლანდშაფტთა

მდგრადობის შესწავლას. ლანდშაფტთა მდგრადობა ესაა მისი თვითრეგულირებისა და თვითაღდგენის უნარი, ანუ თვისება, შეინარჩუნოს სტრუქტურულ-ეკოლოგიური მახასიათებლები მასზე სხვადასხვაგვარი (ბუნებრივი თუ ანთროპოგენური) ზემოქმედებისას. მდგრადობა ლანდშაფტთა უმთავრესი თვისებაა, მისი ბუნებრიობის მაჩვენებელია, რომლის საფუძველზეც უზრუნველყოფილია ლანდშაფტის დინამიური წრონასწორობა, შემადგენელი კომპონენტების ბალანსური განვითარება (Преображенский, 1986, геоэкологические... 1989). 1976 წელს, ცნობილ ნაშრომში – Прикладное ландшафтоведение, ამ მეცნიერული მიმართულების ერთერთი ფუძემდებელი, პროფ. ა. ისაჩენკო აღნიშნავდა, რომ გეოსისტემათა მდგრადობის პრობლემა ჯერ კიდევ ახალი და პრაქტიკულად შეუსწავლელია ლანდშაფტმცოდნეობაში. მისი შესწავლის ისტორია XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან იწყება (Преображенский, 1986), რის შედეგადაც დაგროვილია საკმაოდ რაოდენობის თეორიული მასალა. შრომათა უდიდესი ნაწილი მდგრადობის განმარტებასა და არსს ეხება, რომლის ფარგლებშიც გეოსისტემათა სტრუქტურული და ფუნქციონალური მდგრადობაც განიხილება. ცალკეულ შემთხვევებში რუსულ გეოგრაფიულ სკოლაში (ლიტერატურაში) მდგრადობა განიხილება როგორც გეოსისტემათა განვითარების შემადგენელი ნაწილი (Купрянова, 1983).

გეოსისტემათა მდგრადობის შესწავლა ნავარაუდევია იყო როგორც გეოგრაფიული კვლევის ტრადიციული, ასევე ნახევრადსტაციონალური და სტაციონალური მეთოდებით. უკანასკნელ ათწლეულში განვითარებულმა სოციალურ-ეკონომიკურმა მოვლენებმა ხელი შეუშალა ამ მნიშვნელოვანი, თუმცა ძვირადღირებული თეორიულ-პრაქტიკული ამოცანის ჯეროვან დონეზე გადაწყვეტას. ლანდშაფტთა მდგრადობის შესწავლა გარემო ზემოქმედებისადმი, და განსაკუთრებით, ტექნოგენური ზემოქმედებისადმი ამჟამად გეოგრაფიის ერთერთ ყველაზე აქტუალურ საკითხად ითვლება. ეს განსაკუთრებით ეხება მთიანი ტერიტორიების ლანდშაფტთა მდგრადობის შესწავლას, რომლის სპეციფიკაც რთული მორფოლოგიური, ფუნქციონალური და ეკოლოგიური შინაარსითაა განპირობებული.

მდგრადობა გეოსისტემათა ენდოგენური ძალებისადმი (ბუნებრივი, ანთროპოგენური) გამოვლენილი რეაქციაა აღიდგინონ დაკარგული ეკოლოგიური და

რესურსული პოტენციალი (Исаченко, 1990).მდგრადად შეიძლება ჩაითვალოს სისტემა, რომელიც ნებისმიერი საშუალებით ინარჩუნებს ინვარიანტულ მდგომარეობას იმ დროში, რომელიც აღემატება ინვარიანტული მდგომარეობის გარდამავალ პროცესს (Арманд, 1989) და რომელიც საჭიროა სტრუქტურისა და ფუნქციონირების აღდგენისათვის. ტერმინი მდგრადობა გეოგრაფიულ ლიტერატურაში ტექნიკიდან მოვიდა (Преображенский, 1983), მას შემდეგ: რაც არაერთგზის აღინიშნა ბუნებაზე სამეურნეო ზემოქმედების უარყოფითი შედეგები; როცა საჭირო გახდა ბუნებრივ კომპლექსებზე ზემოქმედების ზღვარის დადგენა; როცა აუცილებელი გახდა გეოსისტემათა თვითრეგულირების მექანიზმების გამოვლენა; როცა გარემოს დაცვა და რაციონალური ბუნებათსარგებლობა თითქმის გაიგივდა ბუნებრივი სისტემების თვითაღდგენის შენარჩუნებასა და დაცვასთან. ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსთა მდგრადობის შესწავლა ერთერთი ძირითადი საკითხია ეკოლოგიურ და გეოეკოლოგიურ გამოკვლევებში. გარდა ამისა, ლანდშაფტთა მდგრადობის განხილვა თვით ლანდშაფტმცოდნეობის განვითარების შედეგი იყო (Преображенский, 1986), რაც განაპირობა სხვადასხვა სამეურნეო თუ ბუნებათსარგებლობის ღონისძიებათა ნორმირების კრიტერიუმების დადგენამ და გათვალისწინებამ.ამის გამო, გასაგებია, მისი როგორც თეორიული, ისე მეთოდოლოგიური და გამოყენებითი (პრაქტიკული) დანიშნულება. კლასიკური განმარტების თანახმად, ლანდშაფტის მდგრადობა არის მისი უნარი, შეინარჩუნოს სტრუქტურა და ფუნქციონირების ხასიათი სივრცესა და დროში გარემო ფაქტორების ცვლილებისას (Охраналандшафтов, 1982, Куприянова, 1983, Миллеридр., 1982), დაუბრუნდეს პირვანდელ მდგომარეობას (Исаченко, 1991), უნარი – აღიქვას ზემოქმედება სისტემის რღვევის გარეშე, შეინარჩუნოს სოციალურეკონომიკური ფუნქცია (Преображенский, 1983), თვისება, შეინარჩუნოს სტრუქტურა, ფუნქციონირება და ეთოციკლი სხვადასხვაგვარი ზემოქმედებისას (Ахметели, Беручашвили, 1990).

გეოსისტემათა მდგრადი მდგომარეობის, დინამიური წონასწორობის შენარჩუნება საპირისპირო ძალების ურთიერთდამოკიდებულების შედეგად მიიღება. სისტემის, კომპლექსის ფარგლებში ერთერთ შემადგენელ ელემენტზე (კომპონენტზე) ზემოქმედება აისახება როგორც სხვა კომპონენტების, ის მთლიანად სისტემის მდგომარეობაზე, რასაც მოჰყვება მისი სტრუქტურის ან ფუნქციონირების არსებითი

(უარყოფითი) ან არაარსებითი სახეცვლილება. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია როგორც სისტემის, ისე მისი შემადგენელი ელემენტების შემდგომი მდგომარეობა, ლანდშაფტურეკოლოგიური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თავისებურებანი, ზემოქმედების პერიოდი, ფორმა, ხასიათი და სხვ. ამგვარი მრავალფეროვნება ამცირებს ექსპედიციურ, საველე გამოკვლევათა შედეგების ხარისხს, მოითხოვს სპეციალურ, სტაციონალურ გამოკვლევებს, რაც მნიშვნელოვანი სამეცნიერო პრობლემაა. ვითარებას ართულებს ისიც, რომ უმეტესწილად ლანდშაფტთა მდგომარეობის ცვლა არ ნიშნავს იმას, რომ სისტემა არამდგრადია. თუკი ამგვარი ცვლა ინვარიანტული სტრუქტურის ძირითადი მახასიათებლების ფონზე მიმდინარეობს, მაშინ საქმე გვაქვს ლანდშაფტის ბუნებრივ რეჟიმთან (ციკლთან) ან უბრალოდ, ეთოციკლთან. მდგრადობის შესწავლა გართულებულია იმის გამოც, რომ იგი უკავშირდება მისი თვითრეგულირების საკითხებს. აღსანიშნავია, რომ თვითრეგულირების შესწავლა ლანდშაფტმცოდნეობაში ჯერ მხოლოდ თეორიული, უკეთეს შემთხვევაში, ექსპერიმენტალური სახისაა. გეოსისტემათა მდგრადობა ასევე არ განიხილება კლიმატის, ან ნივთიერებისა და ენერგიის თანამედროვე ტექნოლოგიური ცვლილების ფონზე. საინტერესოა ბტკს დამოკიდებულებისა და მდგრადობის შესწავლა ლანდშაფტში უცხო ქიმიურ ელემენტების გაბნევასთან მიმართებაში. საქართველოში ეს განსაკუთრებით ეხება ვაკის აგროსამრეწველო რეგიონების ლანდშაფტებს და ხეობების (საავტომობილო ტრასები) მიმდებარე ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსებს. სწორედ აქ აღინიშნება უცხო ელემენტთა მაქსიმალური კონცენტრაცია, გეოქიმიური ფონის შეცვლა, ლანდშაფტის გეოქიმიური ბალანსის დარღვევა. აღსანიშნავია, რომ აღნიშნული პრობლემა მთიანი ტერიტორიებისათვის, საქართველოს ლანდშაფტებისათვის საერთოდ არაა შესწავლილი. ცალკეული გამოკვლევები ამ მიმართულებით (Перельман, Касимов, 1991) გვიჩვენებს, რომ უმეტეს შემთხვევაში საუბარია იმ ელემენტთა რაოდენობაზე, რომელიც დაგროვდა ან არ დაგროვდა ამა თუ იმ ტიპის ლანდშაფტში, რომელიც მიიღო ან არ მიიღო ამა თუ იმ ტიპის ლანდშაფტმა. გეოქიმიური პროფილის სამეცნიერო ნაშრომებში არაფერია ნათქვამი ლანდშაფტის რეაქციაზე ტექნოგენური წარმოშობის ქიმიურ ელემენტთა მიმართ, მისი სტრუქტურისა და ფუნქციონირების შემდგომ თავისებურებებზე, მდგრადობის ცვლასა და სხვ. უკეთეს შემთხვევაში (Казаков, 1989), მოცემულია ლანდშაფტთა მდგრადობის შეფასებითი კარტოგრაფირება

მაგალითები თბოელექტროსადგურების გამონაბოლქვისა (CO_2) და ლანდშაფტებში მათი კონცენტრაციის მიმართ. ასევე საინტერესოა ლანდშაფტთა მდგრადობის განხილვა ანთროპოგენური ზემოქმედების, სამეურნეო აქტივობის სხვადასხვა ეტაპზე, გარკვეული სოციალურეკონომიკური ფორმაციის ფარგლებში. ეს მეტად საინტერესო საკითხია. თეორიული თვალსაზრისით შეიძლება აღინიშნოს, რომ გეოსისტემათა მდგრადობის გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში, მასშტაბურ სამეურნეო ღონისძიებათა შედეგები უკურეაქციის სახით უბრუნდებოდა საზოგადოებას, რეგიონსა თუ ქვეყნის სოციალურეკონომიკურ ვითარებას. ცნობილია არცერთი მაგალითი იმისა როცა ბუნებრივი პროცესების გაუთვალისწინებლობას, გეოსისტემათა შემადგენელი კომპონენტების მდგრადი თანაარსებობის დარღვევას როგორ მოჰყოლია კატასტროფულ მოვლენათა (გაუდაბნობა, წყალდიდობა, მეწყრული პროცესები და ა.შ.) განვითარება. არსებობს გარკვეული მოსაზრება იმის შესახებ, რომ რაც უფრო მჭიდროა სისტემური ურთიერთკავშირები (ან ურთიერთდამოკიდებულება) გეოსისტემის ფარგლებში, მით უფრო არამდგრადია იგი. სუბიექტურია ის მოსაზრებაც, რომლის მიხედვითაც ამგვარი კავშირების რომელიმე რგოლის რღვევა იწვევს სტრუქტურის, საბოლოო ჯამში კი მდგრადი მდგომარეობის დეგრადაციას (Факторы ... 1989). სხვა მოსაზრებით (Геоэкологические..., 1989) არსებობს პირდაპირი კავშირი ლანდშაფტის სტრუქტურის სირთულესა და მდგრადობას შორის, რომლის მიხედვით, რაც უფრო მარტივია სტრუქტურა, მით უფრო ნაკლებმდგრადია ლანდშაფტი. მდგრადობა ან არამდგრადობა – შედარებითი განმარტებებია ყოველი გეოსისტემისთვის დამახასიათებელია მდგრადობის გარკვეული პოტენციალი, დიფერენცირებული ზემოქმედების სხვადასხვა ფორმებისადმი (Исаченко, 1990). იმ ლანდშაფტების შემთხვევაში, რომლებიც ფუნქციონირებენ ბუნებრივი პროცესების მიხედვით, სისტემის მდგრადობად უნდა ჩაითვალოს მისი უნარი, გადალახონ ზემოქმედების შედეგები სტრუქტურის განადგურების ან მნიშვნელოვანი ფუნქციონალური ტრანსფორმაციის გარეშე, არ გადავიდნენ სხვა ლანდშაფტურეთოლოგიურ სიტუაციაში, ზემოქმედების მოხსნის ან შესუსტების შემთხვევაში დაუბრუნდეს საწყის ინვარიანტულ მდგომარეობას. თუმცა, ამგვარი თვალსაზრისის სრულყოფილებას ხელს უშლის სისტემის ინვარიანტული მდგომარეობის ჯეროვანი დადგენა, მისი გამორჩევა გარდამავალი

მდგომარეობისაგან. და თუ ამგვარი მდგომარეობაა – აუცილებელი ხდება მისი არსებობის პერიოდის, ხანგრძლიობის დადგენა. გაცილებით რთულია მდგრადობის განხილვა ტრანსფორმირებული, ხელოვნურად შექმნილი იმ გეოსისტემებისთვის, რომლებიც მიზანმიმართული სამეურნეო საქმიანობის შედეგადაა მიღებული. ამგვარ გეოსისტემათა მდგრადობა მთლიანადაა დამოკიდებული ანთროპოგენურ და ბუნებრივ ზემოქმედებათა ინტენსიობასა და ფორმებზე, მეზობელი გეოსისტემების მდგრადობაზე, სამეურნეო ღონისძიებათა ხარისხზე და სხვ. არამდგრადად ბუნებრივანთროპოგენური ფაქტორებით ფუნქციონირებადი გეოსისტემა შეიძლება ჩაითვალოს იმ შემთხვევაში, თუკი არ ხერხდება მისი სტრუქტურულ-ეთოლოგიური მახასიათებლის შენარჩუნება, თუკი იგი კარგავს უნარს, შეასრულოს განსაზღვრული სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქცია. გასაგებია, რომ ტრანსფორმირებულ ლანდშაფტებში სტრუქტურულ-ეთოლოგიური თავისებურებების შენარჩუნება ხორციელდება ან შესაძლებელია განხორციელდეს მხოლოდ მუდმივი, მიზანმიმართული სამეურნეო საქმიანობის შედეგად. წინააღმდეგ შემთხვევაში ლანდშაფტის მდგრადობა უკიდურესობამდე მცირდება, მის მდგომარეობაზე შესაძლებელია გავლენა იქონიოს ბუნებრივი პროცესების უმნიშვნელო ცვლამ, ამინდის გაუარესებამაც კი. შედარებით მდგრადი ანთროპოგენური ლანდშაფტი შესაძლებელია შეიქმნას მაშინ, როცა იგი ან ექვივალენტურია ბუნებრივი ლანდშაფტისა, ანდა ანთროპოგენურ ზემოქმედებათა ხასიათი ემთხვევა ბუნებრივ პროცესთა მიმდინარეობის ხასიათს (Исаченко, 1990). ვ. პრეობრაჟენსკის მიხედვით (Преображенский, 1986), მდგრადობის შესწავლისათვის, მეთოდური თვალსაზრისით, უნდა შეგვეძლოს: 1. გამოვიცნოთ და დავახასიათოთ ლანდშაფტთა მდგომარეობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ცვლა სხვადასხვა ფორმისა და ინტენსიობის ზემოქმედებისას (აქ იგულისხმება როგორც ბუნებრივი, ასევე ტექნოგენური ზემოქმედება), 2. განვსაზღვროთ სისტემის გადასვლის მომენტი ერთი მდგომარეობიდან მეორეში (ამ შემთხვევაში, მდგომარეობაში იგულისხმება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური სტრუქტურის, ფუნქციონირების შეცვლა), 3. გავზომოთ გარეგანი ფაქტორის ზემოქმედების ინტენსიობა, 4. შევუფარდოთ ზემოქმედება და მდგომარეობის ცვლა ერთმანეთს. მეთოდური რეკომენდაციების ავტორი აქვე აღნიშნავს, რომ ლანდშაფტთა თავისებულებისა და მდგომარეობათა ცვლა შესაძლებელია შევისწავლოთ მხოლოდ სტაციონალური და ნახევრადსტაციონალური

მეთოდებით და თანაც არა მცირე მორფოლოგიური ერთეულების რანგში. კვლევის ობიექტი აუცილებლად უნდა იყოს ლანდშაფტური ნაკვეთი მაინც, რომელიც ასე თუ ისე, სრულად ასახავს საკვლევი ობიექტის შინაგან თავისებურებებს. ვ.პრეობრაჟენსკი, იმის გამო, რომ ლანდშაფტთა მდგომარეობაში მის ინვარიანტს გულისხმობს, ზემოქმედების ხანგრძლიობას სამი ფორმით: ზოგადად, სტადიურად და ფრაგმენტულად (ერთჯერადად) განიხილავს. თუკი ზემოქმედებას ერთჯერადად განვიხილავთ, მაშინ უმეტესწილად სანდო ისტორიული ინფორმაცია გვესაჭიროება, ისეთი, რომელიც წარსულში მოცემული ლანდშაფტის რაოდენობრივხარისხობრივ მაჩვენებლებზე მოგვცემს წარმოდგენას. ამგვარი ინფორმაცია საქართველოს ლანდშაფტების შესახებ პრაქტიკულად არ არსებობს. სტაციონალური ან ნახევრადსტაციონალური გამოკვლევების ისტორია მხოლოდ ორ ათეულ წელიწადს ითვლის, რომელიც ფრაგმენტალურად მოიცავს აღმოსავლეთ საქართველოს რამდენიმე ლანდშაფტს და თანაც მხოლოდ ბუნებრივი, პირველადი ლანდშაფტების თანამედროვე რაოდენობრივხარისხობრივ მაჩვენებლებზე შეუძლია მოგვცეს წარმოდგენა. თუმცა აქ ჩნდება მეორე – შედარებითი ანალიზისა და ლანდშაფტური ანალოგიების პრინციპის (ან მეთოდის) გამოყენების შესაძლებლობა, რაც საშუალებას მოგვცემს არსებული ინფორმაცია გავავრცელოთ სხვა ან მსგავს ლანდშაფტებზე. ამგვარი მიდგომა გამოყენებული იქნა ბუნებრივგარარული ტერიტორიული კომპლექსების შესწავლისას, თუმცა შედარების ობიექტად მხოლოდ ლანდშაფტთა ხარისხობრივი მაჩვენებლები იქნა აღებული. ლანდშაფტებზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ფორმები ცალკე თავშია განხილული. თუმცა მდგრადობის განსაზღვრისთვის მნიშვნელოვანია ამგვარ ზემოქმედებათა ხარისხის დადგენა კონკრეტული ლანდშაფტისათვის. ლანდშაფტის სტრუქტურისა და ფუნქციონირებიდან გამომდინარე სხვადასხვა სახის ზემოქმედება სხვადასხვა შედეგებით იქნება წარმოდგენილი. მაგალითად, ხანძარი ნებისმიერი ფიტოგენური სტრუქტურის მქონე ლანდშაფტისათვის ერთნაირი შედეგით – ფიტოგენური სტრუქტურის სრული დეგრადაციითა და განადგურებით მთავრდება, ამგვარი ზემოქმედებისადმი ისინი არამდგრადი არიან. თუმცა, თუკი გავითვალისწინებთ თვითაღდგენის სიჩქარეს, მაშინ სტეპური ლანდშაფტები საშუალოდმდგრადად შეიძლება ჩაითვალოს, ხოლო ტყის ლანდშაფტები – არამდგრადად. ლანდშაფტთა მდგრადობის შესწავლა ძირითადად ცალკეულ

ელემენტარული და გლობალური გეოსისტემის ფარგლებში განხორციელდა, რისი განზოგადება რეგიონული დონის გეოსისტემებზე რთული პროცესია. არადა, რეგიონული მასშტაბის გეოსისტემებს, როგორც ძირითად ობიექტებს, უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭებათ ეკონომიკური დაგეგმარებისა და სირცითი პროექტებისას (Преображенский, 1986). სირთულე განპირობებულია იმით, რომ ლანდშაფტის მორფოლოგიური სტრუქტურის ფორმირებაში მონაწილეობს ლოკალურ გეოსისტემათა მრავალგვარი, პრინციპიალურად განსხვავებული ფორმები, რის გამოც რთულდება დომინანტური (ან სუბდომინანტური), მოდელური გეოსისტემის დადგენა და შესწავლა. ამის გამო, ყოველი რეგიონალური გამოკვლევის სრულყოფილებისათვის მნიშვნელოვანია განისაზღვროს გეოსისტემათა ის წამყვანი სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ფორმა, რომელიც ქმნის ლანდშაფტურ-ეკოლოგიურ სურათს და რომელიც განსაზღვრავს რეგიონის ლანდშაფტურ მდგომარეობას.

მდგრადობის შესწავლისას ასევე პრობლემატურია გეოსისტემათა შემადგენელ კომპონენტებს შორის იმ ძირითადი და მეორეხარისხოვანი კავშირურთიერთობების განსაზღვრა (Сочава, 1978; Пузаченко, Скуклин, 1981; Преображенский, 1986 და სხვ.), რაც განაპირობებს სტრუქტურის მდგრადობას, დინამიური წინასწარობის შენარჩუნებას. ხშირ შემთხვევებში, ზემოთაღნიშნულ ავტორთა აზრით, ე.წ. 'მეორეხარისხოვანი' კავშირები, დაკავშირებული ნაკლებად მდგრად, შედარებით 'სუსტ' კომპონენტებთან, განსაზღვრავს კიდევ მთლიანი გეოსისტემის მდგრადობას. ამის გამო, პრობლემატურია ისიც, თუ კომპონენტთა კავშირურთიერთობების რომელი ფორმა უნდა გახდეს უპირატესი კვლევის ობიექტი.

ლანდშაფტთა კომპონენტური, სტრუქტურული და ფუნქციონალური მდგრადობა. ლანდშაფტთა მდგრადობა დამოკიდებულია როგორც ზემოქმედების გარეგან ფორმებზე, ასევე გეოსისტემათა აგებულებასა და კომპონენტშორისი კავშირურთიერთობების სიმტკიცეზე. მაგალითად, თუკი გეოსისტემა წარმოდგენილია ყველა კომპონენტით, ჩამოყალიბებული სტრუქტურითა და კომპონენტშორისი კავშირებით, ასეთი გეოსისტემა გაცილებით მდგრადია გარემო ზემოქმედებისადმი (განსაკუთრებით ბუნებრივი ხასიათის), ვიდრე ისინი, რომლებშიც აღნიშნული მახასიათებლები ფორმირების პროცესშია (ტყეების გაჩეხვის, ზვავის, ღვარცოფის ან

მეწყერის შედეგად დეგრადირებული ტერიტორია, წყალსატევების დონის რყევის შედეგად გაშიშვლებული ფერდობი, მსხვილი სატრანსპორტო კომუნიკაციების მიმდებარე, ზონები და სხვ.). ყოველი გეოსისტემა ხასიათდება დინამიური და სტატიკური ელემენტებით სისტემური კრებადობით. პირობითად სტატიკურ ელემენტებს მიეკუთვნება გეოლოგიური აგებულება, რელიეფის ფორმა, მიგრაციის რეჟიმი, პედომასები, ხოლო დინამიურს – კლიმატური, ჰიდროლოგიური, ბიოლოგიური ელემენტები. გეოსისტემებში განსაკუთრებული მდგრადობით სტატიკური ელემენტები გამოირჩევიან, და პირიქით, ნაკლებად მდგრადად ან არამდგრადად – დინამიური ელემენტები. რაც უფრო უმნიშვნელოა კონტაქტი (შეხება) სტატიკურ ელემენტებთან, რაც უფრო ნაკლებად აღწევს ზემოქმედება მათზე, მით უფრო ნაკლებია გეოსისტემათა სტრუქტურული ტრანსფორმაციის ალბათობა და მით უფრო მეტია გეოსისტემათა მდგრადობა. მეორეს მხრივ, ყოველი გეოსისტემის მდგრადი, ინტენსიური ფუნქციონირებისათვის საჭიროა სითბოსა და ტენიის მაქსიმალურად ოპტიმალური შეთანაწყობა, რომელიც განსაზღვრავს კიდევ მის სტრუქტურულ-ეთოლოგიურ, თვითრეგულაციისა და თვითაღდგენის თვისებურებებს. ა. ისაჩენკოს აზრით (Исаченко, 1991), ამ ორი უმნიშვნელოვანესი დინამიური კომპონენტის არასაკმარისი რაოდენობა, მყარი ფუნდამენტის გრავიტაციულ და სითბურ არამდგრადობასთან ერთად, განაპირობებს კიდევ გეოსისტემის არამდგრადობას. ამ ვითარებაში მასტაბილიზირებელ ფაქტორად ბიოლოგიური ელემენტი (მცენარეულობა) გვევლინება, რომელთა მდგრადობა უმთავრესწილად კვლავ სითბოსა და ტენიის განაწილებაზეა (საკმარისობაზეა) დამოკიდებული. გეოსისტემაში ბიოტური კომპონენტის არსებობა განაპირობებს მის უნარს აქტიურად შეინარჩუნოს სტრუქტურულ-ფუნქციონალური მახასიათებლები. ბიოცენოზი ხასიათდება მდგრადობით, რომლის განმსაზღვრელია მის ცვალებადობისა და ადაპტაციის უნარი აბიოტური პირობებისადმი (Куприянова, 1983).

ლანდშაფტის მდგრადობა ძირითადად დამოკიდებულია მისი როგორც შემადგენელი კომპონენტებისა და სტრუქტურის, ასევე კომპონენტთა ურთიერთდამოკიდებულების მდგრადობაზე (Арманд, 1989), რაც კარგად გამოხატული სივრცედროითი ცვალებადობით ხასიათდება. მაგალითად, მაღალმთის მდელოს ლანდშაფტები, რომლებიც ძლიერ გარეგან ზემოქმედებას განიცდიან და რომლებიც

აქტიურ სამეურნეო საქმიანობაში არიან ჩართული, მდგრადი ან არამდგრადია როგორც მიგრაციის რეჟიმის (ავტონომიური, ტრანსელუვიური, სუბაკვალური და სხვ.), ასევე სეზონების (გაზაფხული, ადრეული ზაფხული, გვიანი ზაფხული და სხვ.) და ვერტიკალური სტრუქტურის მდგომარეობის (სტრუქტურის ჩამოყალიბება, გართულება, სტაბილიზაცია და სხვ.) მიხედვით. ყოველი გეოსისტემისათვის ასევე მნიშვნელოვანია მეზობელი გეოსისტემის ზემოაღნიშნული მახასიათებლების კონკრეტული თავისებურებანი, რაც საბოლოო განსაზღვრავს მოცემული გეოსისტემის მდგრადობისაც. მდგრადობის განხილვისას მნიშვნელოვანია დავადგინოთ ის, თუ ლანდშაფტის კონკრეტულად რომელი კომპონენტი განიცდის პირდაპირ ან ირიბ ზემოქმედებას, განვსაზღვროთ ამ კომპონენტის ფუნქცია და მდგრადობა მოცემულ მომენტში, გავუკეთოთ პროგნოზი მისი და კომპონენტთა შორისი კავშირების ტრანსფორმაციას. პროფ. ნ. სოლნცევის კომპონენტთა ცნობილი რიგის გათვალისწინებით, როგორც ბუნებრივ, ასევე საცვლილ ტერიტორიულ კომპლექსებში ლანდშაფტურ – გეოფიზიკური კომპონენტები ფუნქციის მიხედვით განლაგებულია შემდეგნაირად: L (ლითომასები) A (აერომასები) H (ჰიდრომასები) W (პედომასები) B (ბიომასები: P ფიტომასები D ზოომასები). აღნიშნულ სქემაში ისრით (I) ნაჩვენებია ძირითადი ურთიერთკავშირების თანმიმდევრობა. სქემის მიხედვით, ნიადაგის ტრანსფორმაცია განპირობებს ბიოლოგიური კომპონენტის მნიშვნელოვან სახეცვლას, ნაწილობრივ ჰიდრომასების, უმნიშვნელოდ კი აერომასების ტრანსფორმაციას. ვერტიკალური სტრუქტურის კომპონენტური შემადგენლობის განხილვის შემთხვევაში არანაკლებ თვალსაჩინოდ იკვეთება კომპონენტთა ფუნქციური თავისებურებანი. ამ შემთხვევაში პროფ. ნ. სოლნცევის რიგი პრინციპიალურად იცვლება, რაც ლანდშაფტის ფუნდამენტიდან ვერტიკალური აგებულების პრინციპით შემდეგნაირადაა წარმოდგენილი: ვერტიკალური სტრუქტურის წარმოდგენილ სქემაში მეზოფილური მცენარეულობით წარმოდგენილ ბუნებრივ ტერიტორიულ კომპლექსის მდგრადობა ორი: ბიოტური და აბიოტური ფაქტორებისა და სტრუქტურის ურთიერთდამოკიდებულების მიხედვით განიხილება, რაც გეოსისტემის ვერტიკალური კომპონენტთა შორისი მდგრადობის დადგენის აუცილებელი პირობაა (Куприянова, 1983). ბიოტური სტრუქტურისა და აბიოტური კომპონენტების ურთიერთდამოკიდებულების არეალში სტრუქტურის მდგრადობის განმსაზღვრელია

მისი ყველაზე მძლავრი, ფიტოგენური (P) კომპონენტი, ხოლო დანარჩენ კომპონენტებს (A,H,M,d) ნაკლები სიძლავრე, ნაკლები როლი და შესაბამისად, მდგრადობის განმსაზღვრელი ნაკლები ფუნქცია გააჩნიათ. და პირიქით, აბიოტური სტრუქტურითა და ბიოტური კომპონენტის ურთიერთდამოკიდებულების არეალში სტრუქტურის მდგრადობის განმსაზღვრელია პედომასები (შ) ნაწილობრივ ლითომასები (L) და ჰიდრომასები (H), დანარჩენ კომპონენტებს (d, P) კი მდგრადობის უმნიშვნელო ფუნქცია გააჩნიათ.

გეოგრაფიულ ლიტერატურაში (Факторы, 1989; Гродзинский, 1987) ასევე ცნობილია ტერმინი – ლანდშაფტის კრიტიკული მდგომარეობა, ანუ არამდგრადი გარდამავალი მდგომარეობა, რომლის დროსაც თვით უმნიშვნელო ზემოქმედებასაც კი მივყავართ ლანდშაფტის საწყისი სტრუქტურის, საბოლოო ჯამში კი სოციალურეკონომიკური ფუნქციის შეცვლამდე. მთიანი ტერიტორიების ლანდშაფტთა კრიტიკულ მდგომარეობად ზამთრის სტაბილიზაციის, გაზაფხულის სტრუქტურის ფორმირების, შემოდგომის სტრუქტურის გამარტივებისა და ექსტრემალურ კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებული სტექსები გვევლინება, ანუ ის პერიოდები, როდესაც ლანდშაფტის ვერტიკალური სტრუქტურა სირთულისა და დამაბულობის ყველაზე უმნიშვნელო მახასიათებლებით გამოირჩევა.

ნებისმიერი ზემოქმედება, მიუხედავად მისი ხანგრძლივობისა და ფორმისა, კონკრეტული ლანდშაფტის კონკრეტული მდგომარეობის (კონკრეტული სტექსის) პერიოდში ხორციელდება. თუ ზემოქმედებას შეუძლია შეცვალოს მდგომარეობათა ბუნებრივი (ან ბუნებრივანთროპოგენური) რეჟიმი, ამ შემთხვევაში საუბარია არა სტრუქტურის, არა მდგრადობის, არამედ მდგომარეობათა ცვლის კანონზომიერების დარღვევაზე. მაგალითად, გაზაფხულზე, საქართველოს ლანდშაფტებში, სტრუქტურის გართულების სტექსების (3,4G□) მსვლელობისას არაერთხელ აღნიშნულა თოვლის მოსვლა (2G, □□, □□) და ნივალური სტექსების ფორმირება, რამაც მართალია შეცვალა ბუნებრივი რეჟიმ, გარკვეული ლანდშაფტურგეოფიზიკური მახასიათებელი, მაგრამ იგი არ განაპირობებს სტრუქტურის და შესაბამისად, მდგრადობის ხარისხის ცვლას.

მდგრადობის ხარისხი სხვა შემთხვევაში, მაშინ როცა: იცვლება არა ლანდშაფტურგეოფიზიკური, არამედ სტრუქტურულფუნქციონალური მახასიათებელი;

როცა ზემოქმედება ხდება ვერტიკალურ ან ჰორიზონტალურ სტრუქტურაზე; როცა იცვლება გეოჰორიზონტებისა და მორფოლოგიური ერთეულების კრებადობა. ლანდშაფტის სტაბილურობა, მდგრადობა პირდაპირ კავშირშია სტრუქტურის მახასიათებლებთან. ვერტიკალური სტრუქტურის ძირითად მახასიათებლებად მისი სიმძლავრე, სირთულე და დამაბულობა, ხოლო ჰორიზონტალური სტრუქტურის – ადგილების კრებადობა გვევლინება.რაც უფრო უმნიშვნელოა სტრუქტურის მახასიათებელი, რაც უფრო მცირეა ლანდშაფტის მორფოლოგიური ერთეული (ფაციესი, უროჩიშზე), მით უფრო ადვილად ემორჩილებიან ისინი ექსტრემალურ ბუნებრივ თუ ანთროპოგენურ ზემოქმედებას, მით უფრო არამდგრადია იგი. აღნიშნული მახასიათებლების მდგომარეობის მიხედვით შესაძლებელია ვიმსჯელოთ არა მარტო ლანდშაფტის ტრანსფორმაციის თავისებურებებზე, არამედ მდგრადობის ხარისხზეც. ნებისმიერი გეოსისტემის მდგრადობა მისი სტრუქტურულფუნქციონალური თავისებურებების ცვლის მიხედვით უნდა განიხილებოდეს, კერძოდ: სტრუქტურა Πეთოციკლი Π ბუნებრივი რეჟიმი. თუ გეოსისტემა რაიმე ენდოგენური ზემოქმედების შემდგომ, მიუხედავად გარკვეული სტრუქტურული ცვლილებისას დროის მცირე მონაკვეთში დაუბრუნდა ჩვეულ ბუნებრივ რეჟიმს, მაშინ მისი სტრუქტურა მოცემული ზემოქმედების მიმართ მდგრადობით გამოირჩევა.და პირიქით, თუკი შეიცვალა ბუნებრივი რეჟიმის მსვლელობა, მაშინ სახეზე გვქონია აღნიშნული ზემოქმედებისადმი არამდგრადი გეოსისტემა.

მდგრადობის განსაზღვრისათვის საჭიროა დავადგინოთ ის კრიტიკული ზღვარი, რომლის ფარგლებშიაც შესაძლებელია ლანდშაფტის სტრუქტურულფუნქციონალური არსებობა (არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებათა მარაგი ნიადაგში, მცენარეულობის პროდუქტიულობა, ბუნებრივი რეჟიმის სტაბილურობა და ა.შ.), შეინარჩუნოს თვითწმენდის, თვითრეგულაციის, თვითაღდგენის უნარი და სხვა მახასიათებლები. კრიტიკულ ზღვრად შეილება ჩაითვალოს ბიოლოგიური კომპონენტის კრიტიკული მდგომარეობა, რომლის შემდეგ აღინიშნება ეკოციდი. ამგვარი მდგომარეობა შესაძლებელია განვითარდეს ნებისმიერ ლანდშაფტში კატასტროფული ბუნებრივი პროცესებისა და არამიზანდარსახული სამეურნეო საქმიანობის შედეგად.კრიტიკული მდგომარეობა კარგად გამოხატული სივრცითი

თავისებურებებითაც გამოირჩევა.იგი ძირითადად, მთიანი ტერიტორიების შემთხვევაში, ლანდშაფტის მცირე რანგის მორფოლოგიური ერთეულებისთვისაა (ფაციესი, უროჩიშე) დამახასიათებელი. გეოსისტემათა მდგრადობა ცვალებადია როგორც დროში, ასევე სივრცეში (Глазовская, 1976). ეს განსაკუთრებით ეხება მთიან ტერიტორიებს, სადაც სისტემის მდგრადობა განპირობებულია მთელი რიგი ფიზიკურგეოგრაფიული პირობებითა და ფაქტორებით, რომელთაგან უმნიშვნელოვანესია: რელიეფის დახრილობა, ექსპოზიცია, გაბატონებული ქარების მიმართულება, ნალექების ინტენსიობა, პერიოდულობა და ა.შ. სხვა ვითარებაა ვაკეებზე წარმოდგენილი ლანდშაფტებში, რომლებიც მთლიანად ტრანსფორმირებულია და აქ სადაც სისტემის მდგრადობა ანთროპოგენური ფაქტორებითაა განპირობებული.

ამრიგად, მდგრადობა უნდა განისაზღვროს: კონკრეტული ლანდშაფტის სტრუქტურული და დინამიური თავისებურების, ზემოქმედების ფორმების, კრიტიკული, მდგრადი და არამდგრადი მდგომარეობის შეფასებაანალიზის მიხედვით. ცალკეული სახის სტრუქტურული ცვლილებები, ლანდშაფტურგეოფიზიკური თვალსაზრისით, ითვლება ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების არა მდგრადობის შესუსტების ან დეგრადაციის მაჩვენებლად, არამედ გარკვეულ დინამიკურ მოვლენად, ლანდშაფტურგეოფიზიკური მდგომარეობების ცვლის კანონზომიერებად. მდგრადად ითვლება ისეთი მდგომარეობები, როდესაც შენარჩუნებულია ვერტიკალური სტრუქტურის ისეთი მახასიათებლები, როგორიცაა სიმძლავრე და დამაბულობა (ნაწილობრივ). ცალკეულ შემთხვევებში ასევე შეიძლება შეიცვალოს სტრუქტურის სირთულე, წარმოიქმნას ახალი გეომასები, გეომასათა ტექსტურა, რაც არ ნიშნავს მდგრადობის შეცვლას. მდგომარეობათა დინამიკის ამგვარი თავისებურებანი დამახასიათებელია საქართველოს ლანდშაფტთა უმრავლესობისათვის, კერძოდ მათთვის, სადაც წარმოდგენილია გარკვეული რაოდენობის ფიტომასა.რუსული გეოგრაფიული სკოლის ზოგიერთი წარმომადგენელი (Арманд, 1989) ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსთა მდგომარეობის ნებისმიერ ცვლას განიხილავს ინვარიანტული სტრუქტურის ფარგლებში, რომელიც არ იცვლება გარეგანი ზემოქმედებისას და რომელიც იცვლება მხოლოდ ევოლუციის შედეგად (Охрана..., 1982).ამავე სკოლის მიხედვით ლანდშაფტის ინვარიანტად ითვლება მისი ვერტიკალური, ჰორიზონტალური და დროითი სტრუქტურა, რომელთა გამოვლენა

ძალზე მნიშვნელოვანია გარემოსდაცვით ღონისძიებათა შემუშავებისათვის, ლანდშაფტის ტრანსფორმაციის ხარისხის და სხვა მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზისათვის. ლანდშაფტთა საწყისი, ინვარიანტული სტრუქტურის ნაწილობრივი გამოვლენა საქართველოში არსებული ნაკრძალების, დაცული ტერიტორიებისა და პალეოგეოგრაფიული გამოკვლევების შედეგად უნდა განხორციელდეს.

ლანდშაფტთა მდგრადობა შეიძლება განხილულ იქნას როგორც მთელი სისტემის, ისე მისი ცალკეული კომპონენტის მიხედვით. ენდოგენურ ზემოქმედებას, უმეტესწილად, გეოგრაფიული კომპლექსის ერთი რომელიმე კომპონენტი განიცდის ტრანსფორმაციას, რომლის მდგრადობაც, განაპირობებს მთელი სისტემის მდგრადობას. მეორეს მხრივ, დინამიური წონასწორობიდან მისი გამოსვლა არამდგრადს ხდის მთელ კომპლექსს, კომპონენტთა კავშირებს და ა.შ. ყოველი კომპონენტი გამოირჩევა მისთვის დამახასიათებელი ფუნქციური დანიშნულებით, დინამიურობით და ენდოგენური ზემოქმედებისადმი მდგრადობის ხარისხით. შედარებითი კონსერვატიულობით, ლანდშაფტის ფარგლებში, რელიეფი და გეოლოგიური აგებულება გამოირჩევა, რაც განპირობებულია მისი გარდაქმნის სირთულით. გარდა ამისა, გარდაქმნის შემთხვევაში იგი ძნელად, ან საერთოდ არ უბრუნდება პირვანდელ, საწყის მდგომარეობას. მისგან საპირისპიროდ, ბიოტური კომპონენტები მაქსიმალური დინამიზმით, გარდაქმნის სისწრაფითა და ნებისმიერი ზემოქმედებისადმი სწრაფი რეაგირებით გამოირჩევიან. უფრო მეტიც, ზემოქმედების შეჩერების ან შენელების შემთხვევაში, გამოირჩევიან თვითაღდგენის სწრაფი უნარით.

ბუნებრივ ანთროპოგენურ ლანდშაფტთა მდგრადობა

გეოსისტემებში მიკროკლიმატი, ჰაერისა და წყლის მასები უმნიშვნელოვანეს `ფუნქციურ` კომპონენტებად შეიძლება მივიჩნიოთ. მათი ხასიათი და ურთიერთდამოკიდებულება მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს ნივთიერებისა და ენერგიის ტრანსფორმაციის და შესაბამისად, ფუნქციონირების ხასიათს. ყველაზე მდგრადი (რელიეფი, გეოლოგიური აგებულება) და ყველაზე `ფუნქციური` კომპონენტის (ჰაერის მასები, მიკროკლიმატი) გარდაქმნა მთლიანად განაპირობებს სტრუქტურული მდგრადობის რღვევას, ისეთი მეორადი სტრუქტურის ჩამოყალიბებას, რომელშიც ბუნებრივი კავშირურთიერთობები მაქსიმალურადაა დარღვეული. ამ

შემთხვევაში საქმე გვაქვს გარკვეული რანგის `ანთროპოგენურბუნებრივ კომპლექსთან` (Исаченко, 1974). უმეტეს შემთხვევაში მთიანი ტერიტორიების ბუნებრივ კომპლექსთა მოდიფიკაციების სტრუქტურული მახასიათებლები (გარდა სელიტებური ან სამრეწველო დანიშნულების ტერიტორიებისა) იმეორებს ან ინარჩუნებს საწყისი ლანდშაფტის სტრუქტურის ზოგად ნიშნებს და მიზანმიმართული სამეურნეო საქმიანობის შედეგად – მდგრადობის ხარისხს. თვით საინჟინრო ნაგებობათა სიმტკიცე და მდგრადობა, რომელსაც თეორიულად დანგრევა ელის და რომელიც ადამიანთა მრავალ თაობას ემსახურება, დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად შეესაბამება ლანდშაფტის სტრუქტურას მისი კონსტრუქცია, სამშენებლო მასალის ხარისხი და ნაგებობის განლაგება (Исаченко, 1991). ანთროპოგენური ფაქტორებით ფუნქციონირებადი ზოგიერთი გეოსისტემა (სასოფლოსამეურნეო, სატყეო მეურნეობის) უფრო ახლოსაა საწყისი ლანდშაფტის პირველად სტრუქტურასთან, უფრო მეტადაა დამოკიდებული მასზე, ვიდრე სელიტებური, გეოტექნიკური თუ სატრანსპორტო კომუნიკაციათა კვანძებში წარმოდგენილი ლანდშაფტი. ყველა შემთხვევაში, ტრანსფორმირებულ გეოსისტემათა მდგრადობა შესაძლებელია გავაიგივოთ მათ მიერ სოციალურეკონომიკურ ფუნქციათა შესრულების ხარისხთან. ტრანსფორმირებული გეოსისტემა შეიძლება ჩაითვალოს მდგრადად, თუკი იგი სრულფასოვნად ასრულებს მასზე დაკისრებულ საზოგადოებრივ მოთხოვნას, თუკი იგი ინარჩუნებს ამა თუ იმ ფუნქციას ნებისმიერი სახის ენდოგენური ზემოქმედების შემთხვევაში. ბუნებრივი ანთროპოგენური ფაქტორებით ფუნქციონირებადი გეოსისტემა მით უფრო მდგრადია: რაც უფრო მეტად მიესადაგება სტრუქტურულ-ფუნქციონალური მახასიათებლები საწყისი ლანდშაფტის ანალოგიურ მაჩვენებლებს; რაც უფრო მისაღები და ადვილად შესასრულებელია მისთვის სოციალურეკონომიკური ფუნქცია; რაც უფრო ნაკლები ნივთიერებაა ჩართული ბუნებრივ წრებრუნვაში და სხვ. ამგვარი თვალსაზრისის სისწორე საბაზრო ეკონომიკის ფორმირების პირველივე წლებში წარმოჩინდა. საქართველოს სოფლის მეურნეობაში გეგმიური ეკონომიკით განპირობებულმა ზონალურმა სპეციალიზაციამ თანდათანობით ადგილი დაუთმო ბუნებრივი ფაქტორებით მაქსიმალურად გათვალისწინებულ მემცენარეობას. ეს უპირველეს ყოვლისა ეხება: აღმოსავლეთ საქართველოს არიდულ რაიონებში ვაკისა და დაბალი მთის სტეპურ ლანდშაფტებში წარმოდგენილ ვენახებით, ხეხილითა და

ბოსტნეულბაზრული კულტურებით, დასავლეთ საქართველოში – ჩაითა და სუბტროპიკული კულტურებით დაკავებულ ცალკეულ ტერიტორიებს. ბუნებრივი პროცესებისადმი მდგრადი აგრომოდულიფიკაცია სტაბილური სოფლის მეურნეობის, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების, მომავალი თაობების მოთხოვნათა ჯეროვანი გათვალისწინების მყარი გარანტიაა. აგრომოდულიფიკაციის პროდუქტიულობის, მდგრადობის, საჭირო წონასწორობის შენარჩუნება ბუნებრივ პროცესთა თუ ანთროპოგენურ ზემოქმედებათა სწორად განსაზღვრული მასშტაბებით, მიმართულებითა და ფორმებით იქნება შესაძლებელი. ამის გამო, გეოსისტემათა სამეურნეო გარდაქმნისას ან ღონისძიებათა დაგეგმვისას საჭიროა განისაზღვროს როგორც ანთროპოგენური ზემოქმედების ნორმირება, ისე ლანდშაფტის მდგრადობის ის კრიტიკული ზღვარი, ის მდგომარეობა, რომელიც საბოლოო ჯამში განაპირობებს სამეურნეო ღონისძიების ეფექტურობას. მნიშვნელოვანია შესწავლილ იქნას მთიანი ტერიტორიების ლანდშაფტთა მდგრადობა ანთროპოგენური წარმოშობის ქიმიური ელემენტების შეღწევის შემთხვევაში. ეს ეხება ნებისმიერი სახის ანთროპოგენურ მოდიფიკაციას – დაწყებული აგროლანდშაფტებით და დამთვარებული მსხვილი სელიტური რეგიონებით. როგორც ცნობილია, სახეცვლილ ლანდშაფტთა ფუნქციონირების თავისებურებანი დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა, რაც განპირობებულია იმით, რომ მათი მდგომარეობის დინამიკაში ერთდროულად აისახება ბუნებრივი გარემოსა და ანთროპოგენური ფაქტორით გამოწვეულ მდგომარეობათა ცვლა. იგი, უპირველეს ყოვლისა, გამოიხატება სტრუქტურის, ლანდშაფტურგეოფიზიკური მახასიათებლებისა და ბუნებრივი რეჟიმის თავისებურებებში. თუკი საწყისი ლანდშაფტის დინამიკაში რამდენიმე წამყვანი, ძირითადი მდგომარეობა გამოირჩევა, აგროლანდშაფტებში მათი რაოდენობა ათეულს აჭარბებს. ამის გამო, აგროლანდშაფტთა ეთოციკლები უმეტესწილად რთულია, რაც განპირობებულია იმ მდგომარეობათა სიმრავლით, რაც ადამიანის მუდმივ, მიზანმიმართულ საქმიანობასთანაა დაკავშირებული და რაც საბოლოო ჯამში განაპირობებს ლანდშაფტის სტრუქტურისა და ფუნქციონირების მდგრადობას. მიზანმიმართული ანთროპოგენური ზემოქმედებისას, სხვადასხვა დანიშნულების ტერიტორიული კომპლექსების შექმნისას, გათვალისწინებულ უნდა იქნეს საწყისი ლანდშაფტის სტრუქტურულ-ეოლოგიური თავისებურებანი. აგროლანდშაფტთა

შემთხვევაში, ამგვარი სისტემა მით უფრო მდგრადია, რაც უფრო მიახლოებულია მისი სტრუქტურა და ფუნქციონირება საწყისი ლანდშაფტის ანალოგიურ მაჩვენებლებს. აგროლანდშაფტის სტრუქტურულფუნქციონალური თავისებურებების შენარჩუნება მინიმალური დანახარჯებითა და მაქსიმალურად მისადაგებული ზემოქმედებით უნდა იყოს შესაძლებელი, რომელთა შეწყვეტა გარკვეული დროის მანძილზე (რამდენიმე წელიწადში) თითქმის ნებისმიერი სახის ტრანსფორმირებულ ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსის პირვანდელი სტრუქტურულფუნქციონალურ მახასიათებლების აღდგენას განაპირობებს. აღნიშნულის თვალსაჩინო მაგალითია მარტყოფის ფიზიკურგეოგრაფიული სტაციონარის ამჟამინდელი სანაკრძალო ტერიტორია, სადაც მიუხედავად არაერთი სახის ანთროპოგენური ზემოქმედებისა (ბოსტნეულის მოყვანა, მოვება, თიბვა და სხვ.), რამდენიმე წელიწადში აღდგა ამიერკავკასიის სტეპური და ჯაგეკლიანი ლანდშაფტებისთვის დამახასიათებელი კომპონენტური, სტრუქტურული და ეთოლოგიური მაჩვენებლით.

ლანდშაფტთა მდგრადობის სხვა მაჩვენებლები

გეოსისტემათა ასაკი და მდგრადობა პირდაპირ ურთიერთდამოკიდებულებაშია. ითვლება, რომ ახალგაზრდა (молодые) ლანდშაფტები, რომელთა კომპონენტები სტრუქტურულფუნქციონალური შეთანწყობის პროცესში იმყოფებიან, არამდგრადობით გამოირჩევიან. იგივე ვითარებაა ე.წ. `მოხუცებული` (отмирающие) ლანდშაფტების პირობებშიც, რომლებიც მხოლოდ თვითრეგულირების ძალებით ახორციელებენ საკუთარი სტრუქტურის ნაწილობრივ შენარჩუნებას. უკეთესი ვითარებაა `მოწიფული` (зрелые) ასაკის მქონე ლანდშაფტებში, სადაც კომპონენტშორისი კავშირები და თვითრეგულირების პროცესები მაღალი მდგრადობით გამოირჩევიან (Николаев, 1979). ლანდშაფტთა მდგრადობა დამოკიდებულია გეოსისტემათა ისეთ თვისებებზე, როგორიცაა: ინერციულობა (ინერტულობა), აღდგენადობა და პრასტიკურობა (Гродзинский, 1987). უმნიშვნელო ზემოქმედებისას გეოსისტემის მდგრადობა შენარჩუნდება მისი ინერციულობით, არსებითი ზემოქმედებისას – აღდგენადობით, ხოლო მასშტაბური ზემოქმედებისას – პლასტიკურობით. გასაგებია, რომ მ. გროდზინსკის აზრით, პლასტიკურობა არის ის ეკოლოგიური ზღვარი, რომლის შემდეგ გეოსისტემა იცვლის სტრუქტურისა და ფუნქციონირების თავისებურებებს, კომპონენტთა რაოდენობრივხარისხობრივ

მაჩვენებლებს და სისტემა კარგავს თვითაღდგენის, თვითრეგულირების უნარს. გასაგებია ისიც, რომ გეოსისტემათა ზემოთაღნიშნული თვისებები სხვადასხვა სივრცედროითი თავისებურებებით ხასიათდება. ინერციულობა გვიან შემოდგომის, ზამთრისა და ადრე გაზაფხულის სტრუქტურის სტაბილიზაციის ნაწილი და მიკროთერმული სტექსებისთვის იქნება დამახასიათებელი, აღდგენადობა – გაზაფხულისა და ადრე ზაფხულის სტრუქტურის შექმნის მეზო და მაკროთერმური სტექსებისთვის, პლასტიკურობა კი ზაფხულისა და ადრე შემოდგომის სტრუქტურის სტაბილიზაციის მაკრო და მეზოთერმური სტექსებისთვის (ცხრ. 4.1) ლანდშაფტთა მდგრადობა პირდაპირ კავშირშია ნივთიერებისა და ენერგიის ფიზიკურქიმიური, ქიმიურბიოლოგიური და ფიზიკურბიოლოგიური გარდაქმნის აქტიობასთან. ცნობილია, რომ უმნიშვნელო აქტიობით არამთიან ტერიტორიებზე პოლარული (არქტიკული, სუბარქტიკული) გეოგრაფიული სარტყლები გამოირჩევიან, მთებში კი ასეთია ნივალური და სუბნივალური ლანდშაფტური ზონები (გეოსისტემები, რომელთა ეთოციკლში ჭარბობს ნივალური ტრაექტორია). სიმაღლის კლების, სითბოსა და სინოტივის მატებასთან ერთად იზრდება ფუნქციონირების ინტენსიობა, ფიზიკურქიმიურ თუ ბიოლოგიურ პროცესთა აქტიობა, და შესაბამისად, გეოსისტემებს უვითარდებათ სწრაფი თვითაღდგენის და მდგრადობის უნარი. ამრიგად, ის გეოსისტემები, რომლებიც ხასიათდებიან აქტიური ფუნქციონირებით, რთული ეთოციკლითა (ჭარბობს მდგომარეობათა ფიტოგენურთერმული ტრაექტორია) და ბუნებრივი რეჟიმით, თვითაღდგენის და შესაბამისად, მდგრადობის მაღალი მახასიათებლებით გამოირჩევიან.

მთიან ტერიტორიებზე ბუნებრივი ზემოქმედებისადმი მდგრადობის ხარისხის განსაზღვრის ერთერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი მიგრაციის რეჟიმი, ფერდობების დახრილობა და ექსპოზიციაა. მაღალი მდგრადობით გამოირჩევიან ის ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსები, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ავტონომიური და სუბაკვალური რეჟიმი, უმნიშვნელო დახრილობა (0150), რომლებიც წარმოდგენილი არიან ჩრდილოეთის ან აღმოსავლეთის ექსპოზიციის ფერდობებზე.

დამოკიდებულება (ფაქტორი)	შემადგენლობა (სახე)	ხარისხი		
		მდგრადი	საშუალოდ მდგრადი	არამდგრადი
1. რელიეფის ფორმებზე	1. ფერდობების დახრილობა	0-150 ⁰	15-35 ⁰	>35 ⁰
	2. მიგრაციის რეჟიმი	აკუმულაციური	ელუვიური	ტრანსელუვიური
	3. ექსპოზიცია	ჩრდილოეთი	აღმოსავლეთი, დასავლეთი	სამხრეთი
2. ზემოქმედებაზე	1. ბუნებრივი	თერმულ-სოლარული, ბიოგენური	ჰიდროგენული	გრავიგენული, პიროგენული
	2. ანთროპოგენური	ერთჯერადი	პერიოდული	მუდმივი
3. ბუნებრივ კომპონენტებზე (აღდგენადობის ხარისხის მიხედვით)	1. მცენარეული ფორმაციები	ბალახეულობა	ბუჩქნარები	ტყეები
	2. ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა	მძიმე თიხნარი	საშუალო თიხნარი	მსუბუქი თიხნარი
4. ფუნქციონირების მახასიათებელ პროცესებზე	1. სტექსები	ზაფხულის სტაბილიზაცია	გართულება, გამრავლება	ზამთრის სტაბილიზაცია
	2. ეთოციკლები	რთული	საშუალო	მარტივი
	3. განმსაზღვრელი ფაქტორი	ბუნებრივი	ბუნებრივ-ანთროპოგენური	ანთროპოგენური
5. ლანდშაფტის მორფოლოგიური ერთეულების სახეებზე		ლანდშაფტის სახე, ნაკვეთი	ადგილი, სანახი	ფაციესი, უროჩიშჩე
6. სტრუქტურაზე	1. ვერტიკალური სტრუქტურის სირთულე	დიდი	საშუალო	პრიმიტიული

	2. გეომასები	ლითომასები, პედომასები	ჰიდრომასები	ფიტომასები, ზოომასები
	3. სტრუქტურის მდგომარეობა	უმნიშვნელოდ შეცვლილი	საშუალოდ შეცვლილი	მნიშვნელოვნად შეცვლილი, ეკოციდი
7. გეოსისტემათა ასაკზე		მომწიფებული	მოხუცებული	ახალგაზრდული

ნახ. 4.1. მთიანი ტერიტორიების ლანდშაფტთა მდგრადობის განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები და სახეები

ლანდშაფტები მდგრადობის ხარისხის მიხედვით შეიძლება გაერთიანდნენ სამ ჯგუფად: მდგრადად, საშუალოდ მდგრადად და არამდგრადად. თითოეულ მათგანს გააჩნია კარგად გამოხატული სივრცედროითი თვისებები, ანუ ისინი განპირობებულია გეოსისტემათა შემადგენელი კომპონენტების ურთიერთდამოკიდებულებით და ზემოქმედების ფორმების სივრცედროითი თავისებურებებით. ლანდშაფტთა მდგრადობის დადგენა, რაც მათი სოციალურეკონომიკური ფუნქციების ჯეროვან დონეზეშესრულების მყარი გარანტიაა, რამდენიმე საფეხურს უნდა მოიცავდეს:

1. ლანდშაფტის კომპონენტთა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კავშირურთიერთობების, ეთოციკლისა და ბუნებრივი რეჟიმის მდგრადი მდგომარეობების განსაზღვრა;
2. გარეგან ფაქტორთა (ბუნებრივი და ანთროპოგენური) ზემოქმედების ხარისხისა და სივრცედროითი თავისებურებების განსაზღვრა;
3. ზემოქმედების შედეგად შესაძლო მდგომარეობების, სტრუქტურულფუნქციონალური მახასიათებლების ტრანსფორმაციისა და შესაძლო ლანდშაფტურეთოლოგიური სცენარების განსაზღვრა.

მდგრადობის განსაზღვრა ლანდშაფტთა დაგეგმარების ერთერთი უმნიშვნელოვანესი ეტაპია (Дроздов, 1996), რომელიც პირდაპირ კავშირშია მის თანამედროვე მდგომარეობასთან, ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხთან, ზემოქმედების თავისებურებებთან, და რომელიც განსაზღვრავს იმ შედეგებს, რაც შეიძლება მოჰყვეს დაგეგმარებულ სამუშაოთა განხორციელებას.

ამრიგად, შეფასებით ეტაპზე განხილულ უნდა იქნეს ყოველი ლანდშაფტისგეოგრაფიული, სტრუქტურულფუნქციონალური, ეთოლოგიურეკოლოგიური თავისებურებანი და განისაზღვროს მათი მდგრადობა გარეგანი ზემოქმედების მიმართ.

მდგრადობის შესწავლა ზემოაღნიშნული სქემით საქართველოს ბარის აგროლანდშაფტებისათვის მეტნაკლები სრულყოფილებითაა განხორციელებული,

განხილულია მათი სტრუქტურულფუნქციონალური, ლანდშაფტურეთოლოგიური თავისებურებანი, ბუნებრივი რეჟიმის მსვლელობა და სხვ. დადგენილია, რომ ამგვარ ლანდშაფტებში, მდგრადი სტრუქტურულეთოლოგიური ვითარების შენარჩუნებისათვის, ბუნებრივ და ანთროპოგენურ ზემოქმედებათა (მდგომარეობათა) მონაცვლეობით, მკაფიოდ განსაზღვრული და მიზანმიმართული საქმიანობის შედეგად, საბოლოო ჯამში აგროლანდშაფტთა სოციალურეკონომიკური ფუნქციის შესრულება მიიღწევა.

ცხადია, რომ ლანდშაფტთა მდგრადობის შესწავლა ურთულესი სამეცნიერო პროცესია, რადგან გარდა ზემოთაღნიშნული მომენტებისა, გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ლანდშაფტის (ტერიტორიის) განვითარების ისტორია, საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთდამოკიდებულების განვითარების თავისებურებანი, საწყისი ბუნებრივი ლანდშაფტის სტრუქტურულფუნქციონალური თავისებურებანი და სხვ. გასაგებია, რომ ამგვარი თავისებურებანი ყოველი გეოსისტემის ფარგლები გარკვეული ინდივიდუალიზმით გამოირჩევა, ყოველ მათგანს მისთვის დამახასიათებელი განვითარების ისტორია და ტენდენციები გააჩნია. ამის გამო, დგება საკითხი (და რათ განაპირობებს გამოკლევათა სირთულეს), თუ ლანდშაფტის რომელი სტრუქტურული ტიპისთვისაა უპრიანი განვიხილოთ მისი მდგრადობის ხარისხი. საინტერესოა ისიც, რომ ამგვარი პრობლემები დგება ლანდშაფტთა დაგეგმარების ყველა ეტაპზე.

თავი II. ძირითადი ცნებები და კვლევის მეთოდოლოგია

II.1. ცნება სენსიტიური ლანდშაფტის შესახებ

უკანასკნელ პერიოდში განსაკუთრებით აქტუალური გახდა ლანდშაფტურეკოლოგიური კვლევები, რომლის უმთავრესი ამოცანაა გამოვლინდეს ლანდშაფტის მდგრადი, სენსიტიური და კრიტიკული უბნები, თანამედროვე მდგომარეობა და ტერიტორიის ტრანსფორმაციის ხარისხი. ყოველივე ეს კი მნიშვნელოვანია რაციონალური ბუნებათსარგებლობისა და ლანდშაფტური დაგეგმარებისათვის მთელი რიგი საკითხების გადასაჭრელად.

ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის მიმართულებით მრავალი კვლევაა ჩატარებული. მიუხედავად ამისა, შეიძლება ითქვას, რომ დღემდე რჩება ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების სივრცედროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციის შეუსწავლელი მხარეები.

ნაშრომების გარკვეულ ნაწილში ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის თეორიული საკითხებია ასახული [Беручашвили, 1982; 1986, 1989, 1990; Беручашвили, Ахметели, 1989; Геофизика ландшафта, 1981; Дьяконов, 1988; Зубов, 1985; Мамай, 1992; Методика ландшафтно..., 1983; Исаченко, 1988; Ромин, 1987; 1989; Рязанов, 1989; Щербakov, 1980; Хильми, 1966; ლოუგერიე, Вეროუტცჰაცვილი, 1991]. გამოცემულია აგრეთვე სამეცნიერო ნაშრომთა კრებულები, სადაც გაშუქებულია ლანდშაფტების გეოფიზიკის მრავალი სხვადასხვა საკითხი [Ландшафтногеофизические..., 1973. Ландшафтный сборник, 1972; Вопросы изучения..., 1982; Стационарные исследования – ..., 1987; Зимные состояния..., 1989]. სივრცედროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციის საფუძველზე ამ სამეცნიერო ნაშრომებში მოცემულია ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების მდგომარეობების კვლევა, მათი კარტოგრაფირების საკითხები, შემუშავებულია ცალკეული მეთოდოლოგიური მიდგომები. ეს კვლევები ეფუძნება ექსპედიციური, სტაციონარული და ნახევრად სტაციონარული დაკვირვებების ბაზაზე ჩატარებულ ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური პარამეტრების ანალიზს და მოიცავს კავკასიისა და მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონს: ყოფილი საბჭოთა კავშირის ევროპული ნაწილის

ჩრდილოდასავლეთს [Исаченко, 1987], ყოფილი საბჭოთა აკავშირის ცენტრალურ ევროპულ ნაწილს [Ромин, 1987] არარატის ქვაბულს [Халатов, 1987], ცენტრალური ალტაის [Чистяков, 1988], კარპატებს [Миллер, 1974; Муха, Галета и др., 1989; Элбакидзе, Алиашвили, 1989], ყირიმს [Миллер, 1989; Сурков, Бобра, 1989; Косыщина, Гордезиани, 1989], დასავლეთ კოპეტდალს [Братков, Самарский, Чистяков, 1989; Чистяков, 1989], სამხრეთდასავლეთ ბულგარეთს [Тодоров, 1990], ჩრდილოაღმოსავლეთ კავკასიას [Братков, 1992], ჩრდილოეთ ამერიკის ზომიერი სარტყლის ტყის ლანდშაფტებს [Кушлин, 1993] და სხვ.

საქართველოს ლანდშაფტები საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი ქართველი თუ უცხოელი გეოგრაფების მიერ ცალკეული გეოფიზიკური მაჩვენებლების ან ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების მიხედვით. მაგრამ ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თვალსაზრისით ერთიან ჭრილში საქართველოს ლანდშაფტები (გვარების დონეზე) დღემდე არავის არ უკვლევია.

გეოგრაფიულ ლიტერატურაში იშვიათია ნაშრომები, სადაც გვხვდება მსხვილი რეგიონული ერთეულების ლანდშაფტური და, მითუმეტეს, ლანდშაფტურგეოფიზიკური, ლანდშაფტურეთოლოგიური და ლანდშაფტურეკოლოგიური ანალიზი. ანალოგიურად შეიძლება ითქვას საქართველოს ლანდშაფტებზეც. თუმცა არსებობს მნიშვნელოვანი შრომები, რომლებშიც გაშუქებულია საქართველოს ლანდშაფტების ფიზიკურგეოგრაფიული, ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თავისებურებანი. ამ ნაშრომებში განხილულია:

ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის ზოგადი საკითხები;

ლანდშაფტის ცალკეული ერთეულები (დეტალურადაა შესწავლილი საქართველოს ლანდშაფტების მხოლოდ 3 ქვეტიპი – საშუალო და ზედა მთის ტყის);

საქართველოს ცალკეული რეგიონები (მარტყოფის სტაციონარისა და იალნოს ქედის მიდამოები, ამტყელის ტბის მიდამოები, კოვალუკის მაღლობი);

ერთი რომელიმე ლანდშაფტურგეოფიზიკური მაჩვენებელი საქართველოს ან კავკასიის ჭრილში (ფიტომასები, ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურა და სეზონური

დინამიკა). ეს ნაშრომები საკმაოდ განსხვავებულია ერთმანეთისაგან კვლევის დეტალიზაციის ხარისხით. კავკასიის, მათ შორის საქართველოს ლანდშაფტები ერთიან ჭრილში და საკმაოდ დეტალურად არის განხილული მონოგრაფიაში «Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты» [Беручашвили, 1995], სადაც ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური მახასიათებლები მოცემულია უმთავრესად ლანდშაფტების ქვეტიპების, ლანდშაფტთა აგარკვეული “ჯგუფების”, ან ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურის დომინანტი ტიპების დონეზე. მონოგრაფიაში მცირე ადგილი აქვს დათმობილი გეომასებსა და სხვადასხვა ლანდშაფტურგეოფიზიკურ მაჩვენებლებს, ფიზიკურგეოგრაფიულ ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირების ანალიზს.

საქართველოს ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური შესწავლილობის ანალიზმა დაგვანახა, რომ გაცილებით უფრო კარგადაა გამოკვლეული მთის, ვიდრე ვაკის ლანდშაფტები. სრულიად საპირისპირო სურათია ფიზიკურგეოგრაფიული შესწავლილობის თვალსაზრისით. ეს განპირობებულია შემდეგით: ა) ტერიტორიის ფიზიკურგეოგრაფიული ანალიზისათვის საჭირო სტაციონარების (მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური) უმეტესობა მდებარეობს ვაკისა და მთისწინეთის ფარგლებში, მაშინ როცა მათზე მოდის საველეექსპედიციური ნაკვეთების მხოლოდ 11 % (ნახ. 1.1); ბ) საქართველოში მდებარე ერთადერთი ფიზიკურგეოგრაფიული სტაციონარი მდებარეობს ვაკის ფარგლებში. მართალია, სტაციონარის მიდამოებში რეგულარულად ჩატარებული კვლევის შედეგები შეიძლება განზოგადდეს აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ლანდშაფტების დიდი ნაწილისათვის, მაგრამ ეს მაინც არასაკმარისია, განსაკუთრებით კი მსხვილმასშტაბიანი დეტალური კვლევისათვის; გ) ბტკების ლანდშაფტურგეოფიზიკური კვლევის მეთოდика უფრო მეტად მთიანი ტერიტორიების შესწავლაზეა ორიენტირებული და აპრობირებული.

საქართველოს მთის ლანდშაფტებიც მეტად არათანაბრადაა შესწავლილი. ზოგიერთი ლანდშაფტი ცალკე კვლევის სფეროში მოექცა, კერძოდ, კავკასიის საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები წიფლნარების სიჭარბით [ნიკოლაიშვილი, 1994], სადაც განხილულია

ზოგიერთი ლანდშაფტურგეოზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური მაჩვენებლები, აგრეთვე ტერიტორიის ანთროპოგენური ტრანსფორმაციისა და სხვა საკითხები. ასევე გამოკვლეულია კავკასიონის ზედა მთის ტყის ლანდშაფტები [Кукруза, 1994]. ამ ნაშრომში მოცემულია აღნიშნული ლანდშაფტების ფორმირების ფიზიკურგეოგრაფიული ფაქტორები და ძირითადი ლანდშაფტურგეოზიკური მაჩვენებლების საკმაოდ დეტალური ანალიზი. განსაკუთრებული აქცენტი კეთდება ნიადაგზედაპირულ ფორმაციებზე – მისი დეფინიციის, სტრუქტურის, კლასიფიკაციისა და გავრცელების საკითხებზე. საქართველოს სხვა ლანდშაფტები ფაქტობრივად ცალკე კვლევის საგნად არ ქცეულა. თუმცა შესწავლის არეალში მოექცა საქართველოს ბუნებრივაგარარული ტერიტორიული კომპლექსები და მათი მდგომარეობები [ელიზბარაშვილი ნ., 1988; Элизбарашвили Н., 1987; 2003].

საქართველოს ლანდშაფტების გეოფიზიკური შესწავლილობის ანალიზმა დაგვანახა, რომ ყველაზე ნაკლებადაა გამოკვლეული მაღალი მთის ლანდშაფტები. ეს ეხება არა მარტო სუბნივალურსა და ნივალურს, არამედ სუბალპურ და ალპურ მდელოებსაც. თუმცა არსებობს ცალკეული ნაშრომები [Астахов, 1983], რომლებშიც ლანდშაფტების გეოფიზიკის ცალკეული საკითხებია განხილული. ვფიქრობთ, ამ ლანდშაფტების ნაკლები შესწავლილობა განპირობებული უნდა იყოს იმით, რომ კვლევისას ძირითადი აქცენტი კეთდებოდა ტყის ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსებზე (საქართველოში კი ტყის ფართობის უდიდესი ნაწილი სწორედ მთის ფარგლებშია მოქცეული). ამას მოწმობს თვით ექსპერიმენტული ნაკვეთების სიმრავლეც – ტყის ბტკებზე მოდის მათი საერთო რაოდენობის 87 %

რაც შეეხება საქართველოს ცალკეულ რეგიონებს, ამ მხრივაც, მეტად არაერთგვაროვანი სიტუაცია გვაქვს. ყველაზე უკეთაა შესწავლილი მარტყოფის სტაციონარისა და იალნოს ქედის მიდამოები [სანებლიძე, 1972; Беручашвили, 1972; Беручашвили, Зираკაშვილი, 1987; Гуджабидзе, 1972; Деканоидзе, 1973, 1985; Ландшафтные исследования..., 1976; Нельсон, Тедиаშвили, 1972; Элизбарашвили, 1972 და სხვ.]. ამ ნაშრომების უმეტესობა ეყრდნობა ორი კვლევითი ბაზის (მარტყოფის სტაციონარი – “ქვედა ბაზა” და იალნოს ქედი – “ზედა ბაზა”) და 6 ექსპერიმენტული

ნაკვეთის (მდებარე მთისწინეთის ბორცვიანი სტეპის ლანდშაფტის ფარგლებში) მონაცემებს, კერძოდ, ინფორმაციას გეოსისტემების მდგომარეობებზე, მათი წლიური ციკლის მიმდინარეობაზე და იმ მახასიათებლებზე, რომლებიც ამ მდგომარეობებს აღწერენ.

II.2. ბტკების სივრცე დროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფცია ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განსაზღვრის საფუძველი

ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის მიმართულებით მრავალი კვლევაა ჩატარებული. მიუხედავად ამისა, შეიძლება ითქვას, რომ დღემდე რჩება ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების სივრცედროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფციის შეუსწავლელი მხარეები.

ნაშრომების გარკვეულ ნაწილში ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის თეორიული საკითხებია ასახული საქართველოს ლანდშაფტები საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი ქართველი თუ უცხოელი გეოგრაფების მიერ ცალკეული გეოფიზიკური მაჩვენებლების ან ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების მიხედვით. მაგრამ ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თვალსაზრისით ერთიან ჭრილში საქართველოს ლანდშაფტები (გვარების დონეზე) დღემდე არავის არ უკვლევიან.

გეოგრაფიულ ლიტერატურაში იშვიათია ნაშრომები, სადაც გვხვდება მსხვილი რეგიონული ერთეულების ლანდშაფტური და, მითუმეტეს, ლანდშაფტურგეოფიზიკური, ლანდშაფტურეთოლოგიური და ლანდშაფტურეკოლოგიური ანალიზი. ანალოგიურად შეიძლება ითქვას საქართველოს ლანდშაფტებზეც. თუმცა არსებობს მნიშვნელოვანი შრომები, რომლებშიც გაშუქებულია საქართველოს ლანდშაფტების ფიზიკურ გეოგრაფიული, ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური თავისებურებანი. ამ ნაშრომებში განხილულია:

ლანდშაფტების გეოფიზიკისა და ლანდშაფტების ეთოლოგიის ზოგადი საკითხები;

ლანდშაფტის ცალკეული ერთეულები (დეტალურადაა შესწავლილი საქართველოს ლანდშაფტების მხოლოდ 3 ქვეტიპი – საშუალო და ზედა მთის ტყის);

საქართველოს ცალკეული რეგიონები (მარტყოფის სტაციონარისა და იალნოს ქედის მიდამოები, ამტყელის ტბის მიდამოები, კოვალუკის მაღლობი);

ერთი რომელიმე ლანდშაფტურგეოფიზიკური მაჩვენებელი საქართველოს ან კავკასიის ჭრილში (ფიტომასები, ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურა და სეზონური დინამიკა).

ეს ნაშრომები საკმაოდ განსხვავებულია ერთმანეთისაგან კვლევის დეტალიზაციის ხარისხით.

კავკასიის, მათ შორის საქართველოს ლანდშაფტები ერთიან ჭრილში და საკმაოდ დეტალურად არის განხილული მონოგრაფიაში «Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты» [Беручашвили, 1995], სადაც ლანდშაფტურგეოფიზიკური და ლანდშაფტურეთოლოგიური მახასიათებლები მოცემულია უმთავრესად ლანდშაფტების ქვეტიპების, ლანდშაფტთა გარკვეული “ჯგუფების”, ან ბუნებრივ ტერიტორიული კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურის დომინანტი ტიპების დონეზე. მონოგრაფიაში მცირე ადგილი აქვს დათმობილი გეომასებსა და სხვადასხვა ლანდშაფტურგეოფიზიკურ მაჩვენებლებს, ფიზიკურგეოგრაფიულ ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირების ანალიზს.

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე სულ უფრო მეტად იზრდება ინტერესი კონსტრუქციული სამეცნიერო დარგების მიმართ. ლანდშაფტმცოდნეობა არა მარტო ფუნდამენტური, არამედ გამოყენებითი მეცნიერებაცაა, რომელიც შეისწავლის ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსებს (ბტკ), მათი ფორმირების, განლაგების, განვითარებისა და დინამიკის კანონზომიერებებს. ბუნებრივ ტერიტორიული კომპლექსები რთული დინამიკური სისტემებია, რომლებიც შედგება ცალკეული, მაგრამ ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული კომპონენტებისაგან. მათი კვლევა გარემოს კომპლექსური და სისტემური შესწავლის შესაძლებლობას იძლევა. სწორედ კომპლექსური კვლევები უნდა იქცეს ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და ეფექტური მართვის, ტერიტორიული დაგეგმარების, გარემოს შეფასების, მონიტორინგის, პროგნოზისა და დაცვის საფუძვლად. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი გეოგრაფიის ძირითადი პრობლემებია,

რომელთა გადაჭრაც საჭიროებს გარემოს კომპლექსურ კვლევას, თანამედროვე მდგომარეობისა და ტენდენციების დადგენას, რესურსული პოტენციალის, მდგრადობის, კრიტიკული ტერიტორიების, ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხისა და ზღვრულად დასაშვები ანთროპოგენური დატვირთვის განსაზღვრას. უკანასკნელ პერიოდში ბუნებათსარგებლობის ეკოლოგიური პრობლემების გამწვავების, აგრეთვე ნოოსფეროგენეზის თანამედროვე კონცეფციის განვითარებისა და ბუნებრივსამეურნეო გეოეკოსისტემების ორგანიზების საჭიროების გამო სულ უფრო მეტად იზრდება ინტერესი ლანდშაფტური კვლევების მიმართ [Казаков, 2001].

თანამედროვე საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ერთერთი უმთავრესი ამოცანაა ლანდშაფტური გარსის რესურსული პოტენციალის შეფასება და მისი დაცვა შენარჩუნება. სწორედ ამიტომ უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებით გაიზარდა ინტერესი ლანდშაფტური კვლევების მიმართ. ყალიბდება ახალი, გამოყენებითი ლანდშაფტმცოდნეობის მიმართულებები: აგროსაწარმოო, დაგეგმარებითი, მელიორაციული, საინჟინრო, სამედიცინო, რეკრეაციული და სხვ. გამოყენებითი ლანდშაფტმცოდნეობის უმთავრესი ამოცანებია: ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების სპეციალიზებული ტიპიზაცია, მათი შეფასება ვარგისანობისა და მიზანშეწონილობის მიხედვით, რეკომენდაციების შემუშავება ბტკების გარდაქმნისა და დაცვისათვის და მოსალოდნელი ცვლილებების პროგნოზი [Ландшафтоведение, 2002]. ამ ამოცანების გადაჭრის საფუძველს კი წარმოადგენს ლანდშაფტების ინვენტარიზაცია და კადასტრი, რაშიც გარკვეულ როლს შეასრულებს ლანდშაფტების სივრცედროითი მახასიათებლების ინვენტარიზაცია.

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებით გაიზარდა ინტერესი ლანდშაფტური კვლევების მიმართ. ამაზე მეტყველებს თუნდაც ის ფაქტი, რომ ხდება ამ ტერმინის გამოყენება საკანონმდებლო დოკუმენტებში. მაგალითად, 2000 წელს ფლორენციაში მიიღეს ევროპული კონვენცია ლანდშაფტის შესახებ . ამ კონვენციის მიხედვით ლანდშაფტი გაგებულია როგორც ბუნებრივი რესურსი, ტერიტორიული დაგეგმარების, მართვისა და ტრანსსაზღვრო თანამშრომლობის ობიექტი, რომელიც დიდ როლს ასრულებს საზოგადოების კულტურულ, ეკოლოგიურ, გარემოსდაცვით და სოციალურ

სფეროებში, წარმოადგენს რა ხელსაყრელ რესურსს ეკონომიკური საქმიანობის, მართვისა და დაგეგმარებისათვის მართალია, აქ ლანდშაფტი არ არის გაგებული როგორც ბუნების კომპონენტების სიღრმისეული რთული ურთიერთკავშირის შედეგად ჩამოყალიბებული ტერიტორიული ერთეული. იგი უფრო მეტად გააზრებულია ადამიანის მიერ აღქმულ ტერიტორიად, მაგრამ მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ ადამიანის მიერ აღქმადობის ხასიათი ახსნილია ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების ურთიერთზემოქმედებით. ეს განსაზღვრება სცილდება ლანდშაფტების მხოლოდ პეიზაჟურ ხედვას და გარკვეულწილად უახლოვდება მისი კომპლექსურობის გააზრებას.

უკანასკნელი წლების მანძილზე ლანდშაფტი განიხილება როგორც ბუნებრივი რესურსების მართვისა და მიწათსარგებლობითი კვლევების ერთერთ მნიშვნელოვან ობიექტად, რასაც მოწმობს კვლევები ლანდშაფტური დაგეგმარებისა და ლანდშაფტურეკოლოგიური ზონირების მიმართულებით .

II.3.კონცეფცია ლანდშაფტურ დაგეგმარებაში

საქართველოს ტერიტორიული დაგეგმარების საკითხები გაშუქებულია ნ. ელიზბარაშვილის ნაშრომში [ელიზბარაშვილი ნ., 2002; 2003; ელიზბარაშვილი, დავიტასკვილი, ღატანი, 2002]. აქ შემუშავებულია მთის ლანდშაფტების ეკოლოგიურად ორიენტირებული ტერიტორიული დაგეგმარების მეთოდოლოგიური საფუძვლები, ლანდშაფტთა გეოეკოლოგიური ინვენტარიზაციისა და სოციალურეკონომიკური ფუნქციების განსაზღვრის მიზნით ჩატარებულია საქართველოს მთიანი ტერიტორიების მსხვილი, საშუალო და წვრილმასშტაბიანი ლანდშაფტურეკოლოგიური ანალიზი.

რაც შეეხება ლანდშაფტურეკოლოგიურ კვლევებს, მათი რაოდენობა შედარებით მცირეა. თუმცა ლანდშაფტების ეკოლოგიის ცალკეული საკითხები განხილულია ზემოთ დასახელებულ ნაშრომებშიც. 2000-2005 წლებში ნ. ბერუჩაშვილის ხელმძღვანელობით ჩატარდა მეტად დეტალური და მრავალმხრივი კვლევები საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში ტყის სექტორისა განვითარების პროექტის (ჟბ) ფარგლებში. ამ კვლევების

უმთავრესი ღირებულება ისაა, რომ შემუშავდა ლანდშაფტურეკოლოგიური კარკასის შედგენის მეთოდოლოგია, რომელიც პირველად განხორციელდა ონის რაიონისათვის. ამ მეთოდოლოგიის საფუძველზე ანალოგიური კვლევები ჩატარდა საქართველოს თითქმის ყველა ტყიანი რაიონისათვისაც. ყველა ამ კვლევის დასკვნით რუკას წარმოადგენს ე.წ. “სემაფორული რუკა”, რომელზეც მოცემულია ლანდშაფტების მდგრადობის შეფასება ანთროპოგენური ზემოქმედების (უმთავრესად ტყის ჭრის) მიმართ. სწორედ ეს რუკა იძლევა ინფორმაციას ლანდშაფტების სენსიტიური და მდგრადი უბნების შესახებ, რაც პირდაპირი კავშირშია ტყეთსარგებლობის საკითხებთან.

II.4 ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განმსაზღვრელი ფაქტორები

გეოგრაფიის პრობლემათა შორის ერთერთი უმნიშვნელოვანესია ლანდშაფტთა რესურსული პოტენციალისა და თანამედროვე მდგომარეობის შეფასება. ამ პრობლემის გადაჭრაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ლანდშაფტების გეოფიზიკა, ლანდშაფტების ეთოლოგია, ლანდშაფტების გეოქიმია და ლანდშაფტების ეკოლოგია. მეცნიერების ეს დარგები ორიენტირებულია ლანდშაფტების სივრცედროითი თავისებურებების გამოვლენაზე. კერძოდ, ისინი შესაძლებლობას იძლევიან გაანალიზდეს გარემოზე საზოგადოების ზემოქმედების ფიზიკურგეოგრაფიული მახასიათებლები არა მარტო ხარისხობრივად, არამედ რაოდენობრივადაც, განხორციელდეს მათი ინვენტარიზაცია, შეფასება და მოდელირება. გეომასების რაოდენობა და მათი სტრუქტურული ორგანიზება (სივრცესა და დროში) მიგვანიშნებს ბუნებრივტერიტორიულ კომპლექსებში როგორც ბუნებრივ, ისე სამეურნეო ზემოქმედების შედეგად მიმდინარე პროცესებსა და მოვლენებზე.

II.5. ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განმსაზღვრელი დროითი ფაქტორები

კონსტრუქციული თვალსაზრისით სულ უფრო მეტად მნიშვნელოვანი ხდება გარემოს მონიტორინგის საკითხების გადაჭრა, ვინაიდან მისი მეშვეობით შესაძლებელია პროგნოზისა და რეკომენდაციების შემუშავება, რისთვისაც სამეცნიერო ბაზას ქმნის

ლანდშაფტების ეთოლოგია ლანდშაფტმცოდნეობის ერთერთი მიმართულება, რომელიც შეისწავლის ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების მდგომარეობებს, მათი ცვლის კანონზომიერებებს, რასაც იგი განიხილავს გარე ფაქტორებთან და ბტკების შიდა თავისებურებებთან დაკავშირებულ ქცევით აქტებად [Беручашвили, 1989].

ლანდშაფტურ გეოფიზიკური, ლანდშაფტურეთოლოგიური და ლანდშაფტურეკოლოგიური კვლევები მნიშვნელოვანია იმ თვალსაზრისით, რომ იგი იძლევა ამა თუ იმ ტერიტორიის, ან ლანდშაფტის რესურსული პოტენციალის შეფასების აგრეთვე, თანამედროვე მდგომარეობისა და მისი სივრცედროითი კანონზომიერებების დადგენის საკმაოდ ეფექტურ შესაძლებლობას. ამასთან მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება შეფასდეს საქართველოს ლანდშაფტების მდგრადობა ამა თუ იმ ანთროპოგენური ზემოქმედების მიმართ და შემუშავდეს კონკრეტული ღონისძიებანი ბუნებათსარგებლობის ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით. და ბოლოს, ეს კვლევები შეიძლება გამოვიყენოთ ლანდშაფტების სივრცედროითი სტრუქტურის სავარაუდო ტენდენციების მოდელირებისა და პროგნოზისათვის.

რეგიონების მდგრად განვითარებაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კომპლექსურ სივრცედროით მიდგომას. რაც შეეხება საკვლევ ტერიტორიას საქართველოს, მისი უნიკალური ბუნებრივი პირობები და ლანდშაფტური მრავალფეროვნება, ბუნებრივია, ზრდის მისადმი სამეცნიერო და, ცხადია, პრაქტიკულ ინტერესს, რამდენადაც მრავალი თვალსაზრისით იგი შეიძლება იქცეს მოდელურად და განმზოგადებლად კავკასიისა და სხვა მთიანი ტერიტორიებისათვის.

მართალია, საქართველოს ბუნებას შედარებით უკეთ აქვს შენარჩუნებული პირვანდელი ბუნებრივი სახე, ვიდრე მსოფლიოს მრავალ რეგიონს (დასავლეთ ევროას, ხმელთაშუაზღვისპირეთს და სხვ.), მაგრამ ანთროპოგენური ზემოქმედება ხშირად მეტად სტიქიურ და არასისტემურ ხასიათს ატარებს, რაც საფრთხეს უქმნის ბუნების არა მარტო ცალკეულ კომპონენტებს, არამედ მთლიანად ბუნებრივ კომპლექსებს. ჯაჭვური რეაქციით კი ეს ასახვას პოულობს საზოგადოების სოციალურეკონომიკურ სფეროზეც. ამიტომ ეჭვგარეშეა და აქტუალურია საქართველოს ლანდშაფტების სივრცედროითი თავისებურებებისა და ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის მასშტაბების გაანალიზება.

II.6. გისტექნოლოგიების გამოყენება ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განსაზღვრაში

წარმოდგენილ ნაშრომში შემუშავებულია ლანდშაფტების სივრცედროითი სტრუქტურის კვლევის მეთოდოლოგიური საფუძვლები გისტექნოლოგიების გამოყენებით და გამოკვლეულია:

საქართველოს ლანდშაფტთა ჰორიზონტული სტრუქტურა და ფიტომასების მარაგის ცვლილების ტენდენცია მათში უძველესი პერიოდიდან დღემდე;

საქართველოს ლანდშაფტთა გეომასები, მათი რესურსული პოტენციალი, გეომასებსა და სხვადასხვა ლანდშაფტურგეოფიზიკურ მახასიათებლებს შორის კავშირები;

საქართველოს ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპები;

საქართველოს ლანდშაფტების მდგომარეობების წლიური დინამიკის ზოგიერთი საკითხი;

საქართველოს ლანდშაფტთა თანამედროვე მდგომარეობა და ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხი.

კვლევის შედეგად დადგენილია:

1. საქართველოს ლანდშაფტების სივცრობრივი განაწილების ზოგიერთი თავისებურება და მათი რესურსული პოტენციალი.
2. ლანდშაფტურგეოფიზიკურ, ლანდშაფტურეთოლოგიურ და ლანდშაფტურეკოლოგიურ მაჩვენებელთა არაერთი თავისებურება და მათ შორის ურთიერთკავშირები.
3. საქართველოს ლანდშაფტების მიხედვით ფიტომასების მარაგის შემცირების ხარისხი საზოგადოების განვითარების ადრეული პერიოდიდან დღემდე.
4. საქართველოს ლანდშაფტების ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებელი.

ამასთან

5. შემუშავებულია ლანდშაფტურგეოფიზიკური მაჩვენებლებისა და ლანდშაფტთა თანამედროვე მდგომარეობის მიხედვით საქართველოს ლანდშაფტების არაერთი კლასიფიკაცია და შედგენილია თამატური რუკების სერია.

6. საქართველოს ლანდშაფტების გვარების დონეზე ჩატარებულია ინვენტარიზაცია ლანდშაფტურგეოფიზიკური, ლანდშაფტურეთოლოგიური, ლანდშაფტურეკოლოგიური და ფიზიკურგეოგრაფიული მახასიათებლების მიხედვით.

თავი III. საქართველოს ლანდშაფტების სენსიტიურობის განმსაზღვრელ ფაქტორთა ანალიზი

3.1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა

გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური ფაქტორების მიხედვით

3.1.1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ზედაპირის დახრილობის მიხედვით

რთული ოროგრაფიული პირობების გამო, ცხადია, საქართველოს ლანდშაფტები ძალზე განსხვავებულია ზედაპირის დახრილობის მიხედვით. ეს განსხვავება ვლინდება ლანდშაფტების სხვადასხვა საკლასიფიკაციო დონეებზე. თვით ვაკის ლანდშაფტებშიც კი საკმაოდ მკვეთრი განსხვავებაა. შესაბამისად საქართველოს ლანდშაფტები საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან სენსიტიურობით, განპირობებული ზედაპირის დახრილობით.

გის-ების მეშვეობით იზოჰიფსებისა და ლანდშაფტური რუკების ერთმანეთზე დალაგებით

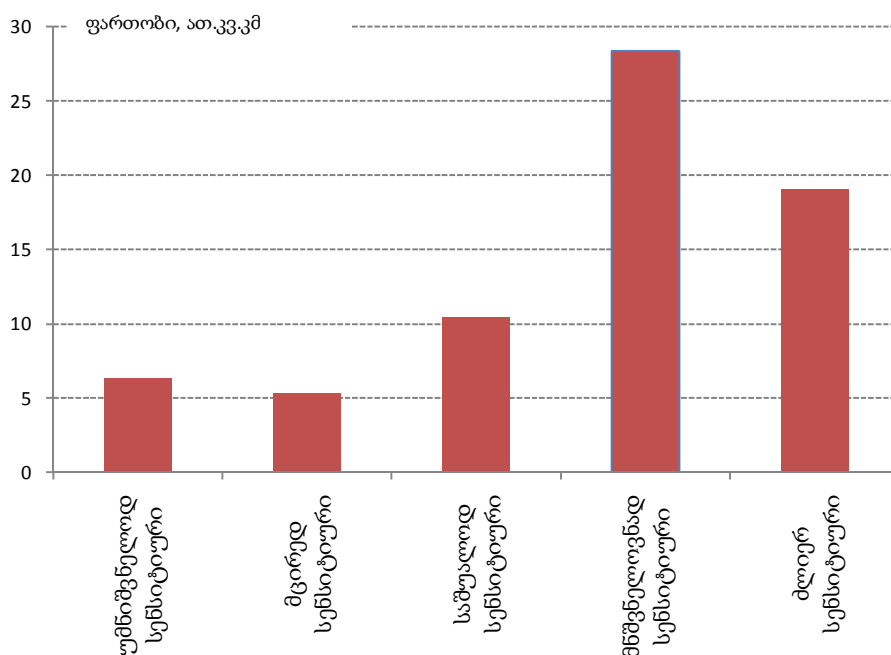
ოვერლეით,

ცხრილი 3.1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ზედაპირის დახრილობის მიხედვით

(სხვადასხვა საკლასიფიკაციო დონეებზე)

სენსიტიურობის ხარისხი	ზედაპირის დახრილობა, °	ლანდშაფტების გვარების რაოდენობა	ლანდშაფტების ქვეტიპების რაოდენობა	ლანდშაფტების ტიპების რაოდენობა
უმნიშვნელოდ სენსიტიურო	0-5	7	3	3
მცირედ სენსიტიურო	5-10	6	5	5
საშუალოდ სენსიტიურო	10-20	18	7	5
მნიშვნელოვნად სენსიტიურო	20-30	23	10	5
ძლიერ სენსიტიურო	> 30	17	9	5
ჯამი		71	34	23

განისაზღვრა ზედაპირის დახრილობის 5 დიაპაზონის ($0-5^{\circ}$, $5-10^{\circ}$, $10-20^{\circ}$, $20-30^{\circ}$, $>30^{\circ}$) ხვედრითი წილი თითოეული ლანდშაფტის მიხედვით. თითოეული ეს დიაპაზონი კი შეფასდა სენსიტიურობის თვალსაზრისით, რომლის საფუძველზეც განისაზღვრა ლანდშაფტთა სხვადასხვა საკლასიფიკაციო ერთეულების სენსიტიურობა (ცხრ. 3.1). ლანდშაფტთა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს ლანდშაფტთა უმეტესობა ძლიერ, ან მნიშვნელოვნად სენსიტიურო კატეგორიას მიეკუთვნება, რაც სრულიად ლოგიკური შედეგია. კერძოდ, ამ ორ კატეგორიაში გაერთიანებულია ლანდშაფტთა 40 გვარი, რომელთაც უკავია 47,447 ათ.კმ² – ქვეყნის საერთო ფართობის 2/3-ზე მეტი (ნახ. 3.1). ასევე დიდია საშუალოდ სენსიტიური ლანდშაფტების საერთო რაოდენობა (18 გვარი), თუმცა მათ მიერ დაკავებული ტერიტორიის ფართობი შედარებით მცირეა (10.46 ათ.კმ²). კიდევ უფრო მცირეა უმნიშვნელოდ სენსიტიური და მცირედ სენსიტიური ლანდშაფტების გვარების რაოდენობა, რაც შესაბამისად შეადგენს 7-სა და 6-ს. ერთად ორივე ამ კატეგორიის წილად მოდის 10 ათ.კვ.კმ-ზე ოდნავ მეტი ფართობი.



ნახ. 3.1. სხვადასხვა სენსიტიურობის ლანდშაფტთა ფართობები ზედაპირის დახრილობის მიხედვით

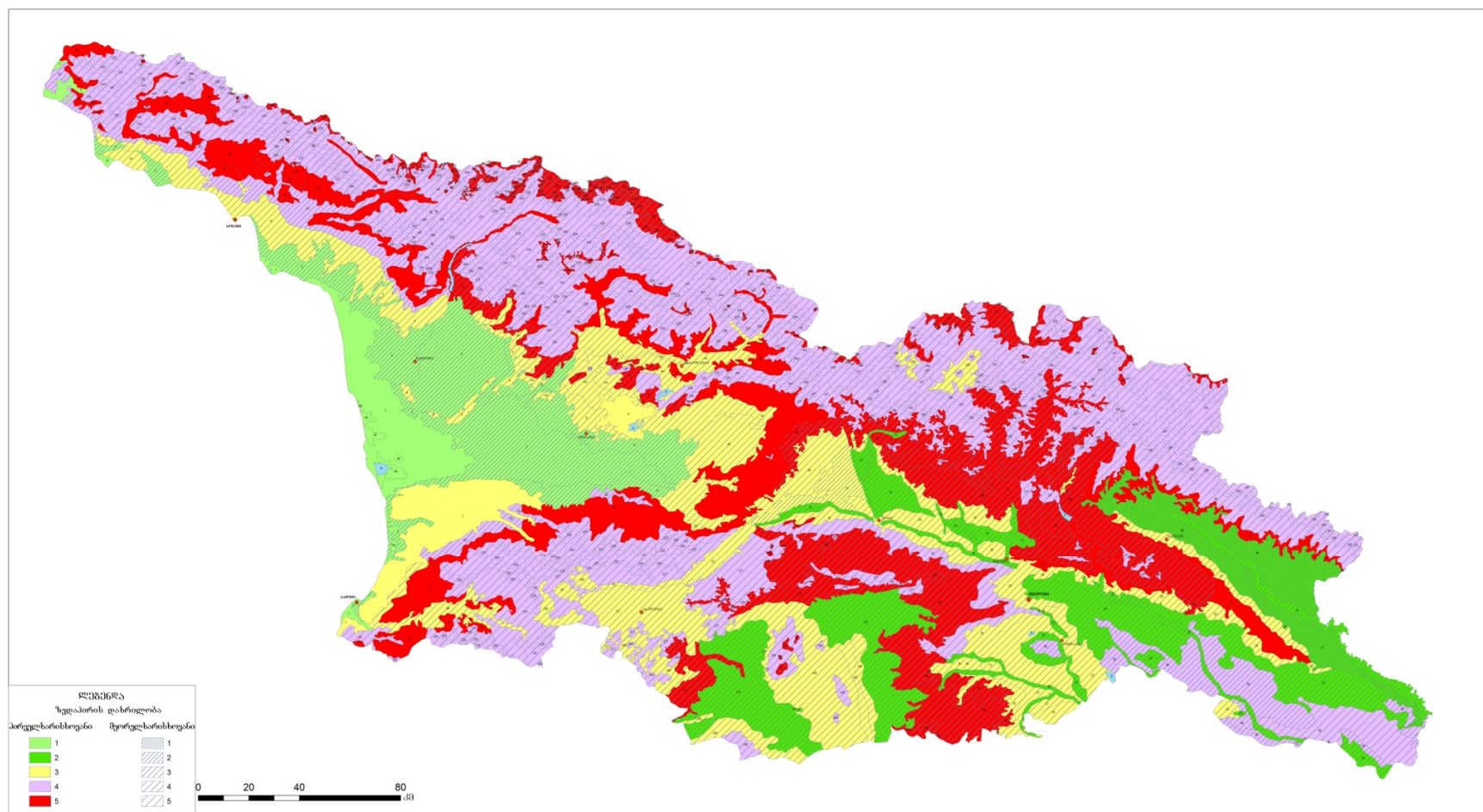
ზედაპირის დახრილობის მიხედვით შედგენილი ლანდშაფტთა სენსიტიურობის რუკა (ნახ. 3.2) გვიჩვენებს, რომ უმნიშვნელოდ და მცირედ სენსიტიურ ლანდშაფტებს,

სადაც ზედაპირის დახრილობა მხოლოდ 0-5° და 5-10°-ია, მხოლოდ ვაკის ლანდშაფტები მიეკუთვნება. მათ რიცხვს მიეკუთვნება როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკის ლანდშაფტები. ერთადერთი გამონაკლისია მხოლოდ მაღალი ვულკანური პლატოს ლანდშაფტი სტეპისა და მდელო-სტეპის მცენარეულობით (# 119¹), რომელიც წარმოდგენილია ჯავახეთის პლატოზე და უმთავრესად სწორი და სუსტად დახრილი ზედაპირით ხასიათდება. აღნიშნულ ლანდშაფტს უკავია 1.22 ათ.კმ² –ქვეყნის საერთო ფართობის 1.7 % [ნიკოლაიშვილი, 2009]. საშუალოდ სენსიტიურს (ზედაპირის დახრილობა 10-20°) მიეკუთვნება აგრეთვე ვაკის ლანდშაფტების გარკვეული ნაწილი, რომლებიც მთისწინეთის გორაკ-ბორცვიან ზოლშია გადაჭიმული და ზედაპირის მეტი დახრილობით გამოირჩევა. ამავე კატეგორიას მიეკუთვნება ქვედა მთის ის ლანდშაფტები, რომლებიც ზედაპირის შედარებით მცირე დახრილობით ხასიათდებიან, უმთავრესად მთის ქვაბულები. მაგალითად, რაჭის ქვაბულის ფარგლები მოქცეული მთის ქვაბულებისა და ქვედა მთის ეროზიულ-დენუდაციური ლანდშაფტი შერეულ-მუხნარი, რცხილნარი და წიფლნარი ტყეებით (# 64).

მნიშვნელოვნად სენსიტიურ და ძლიერ სენსიტიურს (20-30° და 30°-ზე მეტი დახრილობით) მხოლოდ მთის ლანდშაფტები მიეკუთვნება. მათ მიეკუთვნება მაღალი მთისა და საშუალო მთის ლანდშაფტების აბსოლუტური უმრავლესობა. ერთადერთი გამონაკლისია მაღალი მთის ვულკანური ლანდშაფტი სუბალპური მდელოებითა და მდელო-სტეპებით (# 139), რომლებიც ასევე ჯავახეთის ვულკანური ზეგნის მაღალ ადგილებშია გავრცელებული ზ.დ. 1700 – 1900 (2000) მ სიმაღლეებზე. აღნიშნული ლანდშაფტის ფართობია 1.3 ათ.კვ.კმ.

ანალოგიური სურათი დაიკვირვება ლანდშაფტთა ქვეტიპებისა და ტიპების ანალიზისას. ზედაპირის დახრილობის მიხედვით მნიშვნელოვნად და ძლიერ სენსიტიური ლანდშაფტების გვარები გაერთიანებულია ლანდშაფტთა 19 ქვეტიპსა და 10 ტიპში, საშუალოდ სენსიტიური – 7 ქვეტიპსა და 5 ტიპში, მცირედ სენსიტიური – 5 ქვეტიპსა და 5 ტიპში, ხოლო უმნიშვნელოდ სენსიტიური – მხოლოდ 3 ქვეტიპსა და 3 ტიპში.

¹ აქ და სხვაგან ლანდშაფტთა ნუმერაცია მოცემულია კავკასიის ლანდშაფტური რუკის [Берушашвили Н.Л. Ландшафтная карта Кавказа. Тб., 1979. масштаб 1:1,100,000] მიხედვით.



ნახ. 3.2. საქართველოს ლანდშაფტის სენსიტიურობა ზედაპირის დახრილობის მიხედვით

ამრიგად, ზედაპირის დახრილობის მიხედვით უმნიშვნელოდ სენსიტიურ, ანუ თითქმის მდგრად ლანდშაფტებს ძალზე მცირე ფართობი (6.33 ათ.კმ^2) უკავია საქართველოში და მათ წილად მოდის ქვეყნის საერთო ფართობის $1/10$ -ზე ნაკლები, ხოლო ძლიერ სენსიტიურ ლანდშაფტებზე (19.067 ათ.კმ^2) – $1/3$ -ზე მეტი. ეს ციფრები კიდევ ერთხელ მეტყველებს საქართველოს ლანდშაფტების მაღალ სენსიტიურობაზე ამ ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორის მიხედვით.

3.1.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა მიგრაციის რეჟიმის მიხედვით

მიგრაციის რეჟიმის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომლითაც შეიძლება შეფასდეს ამა თუ იმ ლანდშაფტის სენსიტიურობა. ერთი შეხედვით, შეიძლება დაგვრჩეს შთაბეჭდილება, რომ ზედაპირის დახრილობისა და მიგრაციის რეჟიმის ანალიზი ერთი და იგივე შედეგს მოგვცემს, მაგრამ რეალობა სხვაა. მართალია, უმეტეს შემთხვევაში იდენტური შედეგია მიიღწევა, მაგრამ არა ყოველთვის. ამის მიზეზი ისაა, რომ ზედაპირის დახრილობასა და მიგრაციის რეჟიმს შორის აბსოლუტური იდენტობის დასმა არ შეიძლება. ეს იმას ნიშნავს, რომ მიგრაციის რეჟიმის ტიპების გამმიჯნავი გრადაციები აბსოლუტურად არ უნდა მივიჩნიოთ და გასათვალისწინებელია ორი მნიშვნელოვანი გარემოება: (1) ფერდობის რა ნაწილში მდებარეობს ესა თუ ის ლანდშაფტი? თუ იგი ფერდობის ზედა და შუა ნაწილშია, მაშინ ტრანსელუვიური მიგრაციის რეჟიმი უნდა ჭარბობდეს, ხოლო თუკი ქვედა ნაწილში – ელუვიურ-აკუმულაციური რეჟიმი. (2) ჰიფსომეტრიულად უფრო ზემოთ მდებარე ლანდშაფტის რელიეფისა და მიგრაციის რეჟიმის ხასიათი [ბერუჩაშვილი, ნიკოლაიშვილი, 1993; Методика ландшафтно-..., 1983]. მაგალითად, $20-30^\circ$ დახრილობის ფერდობი შეიძლება იყოს ტრანსელუვიური და ელუვიურ-აკუმულაციურიც. შესაბამისად იგი, მიგრაციის რეჟიმის გათვალისწინებით, შეიძლება სრულიად განსხვავებულად შეფასდეს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შესწავლისას სრულიად მართებულად მიგვაჩნია როგორც ზედაპირის დახრილობის, ისე მიგრაციის რეჟიმის ანალიზი. მითუმეტეს, როცა მიგრაციის რეჟიმის ტიპი განსაზღვრულია $1:500,00$ მასშტაბის ლანდშაფტური რუკის [ბერუჩაშვილი, 1983] მიხედვით, სადაც უმსხვილესი

საკლასიფიკაციო ერთეულია ბტკ-ების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპი. რუკის ანალიზით განისაზღვრა დომინანტი ტიპების ხვედრითი წილი თითოეულ ლანდშაფტურ გვარში [ნიკოლაიშვილი, 2009] და ამის საფუძველზე დადგინდა თითოეული ამ ლანდშაფტის სენსიტიურობის ხარისხი.

ყველაზე მაღალი სენსიტიურობით ხასიათდება ლანდშაფტები ტრანსელუვიური მიგრაციის რეჟიმის გაბატონებით. მას მიეკუთვნება მთის ლანდშაფტების უმეტესობა. მნიშვნელოვან და ძლიერ სენსიტიურ მიეკუთვნება ლანდშაფტთა 51 გვარი, რომლებიც ერთიანდებიან 19 ქვეტიპსა და 12 ტიპში (ცხრ. 3.2). საქართველოში ყველაზე დიდი ფართობი (49 ათ.კმ²) უკავიათ ტრანსელუვიური მიგრაციის რეჟიმის ბუნებრივ-ტერიტორიულ კომპლექსებს (ბტკ), სადაც ნივთიერებათა ტრანზიტი სჭარბობს ელუვიურ პროცე

ცხრილი 3.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა მიგრაციის რეჟიმის მიხედვით
(სხვადასხვა საკლასიფიკაციო დონეებზე)

სენსიტიურობის ხარისხი	კოდი	ლანდშაფტების გვარების რაოდენობა	ლანდშაფტების ქვეტიპების რაოდენობა	ლანდშაფტების ტიპების რაოდენობა
უმნიშვნელოდ სენსიტიური	1	4	3	3
მცირედ სენსიტიური	2	4	2	2
საშუალოდ სენსიტიური	3	12	5	4
მნიშვნელოვნად სენსიტიური	4	13	7	7
ძლიერ სენსიტიური	5	38	12	5
ჯამი		71	29	21

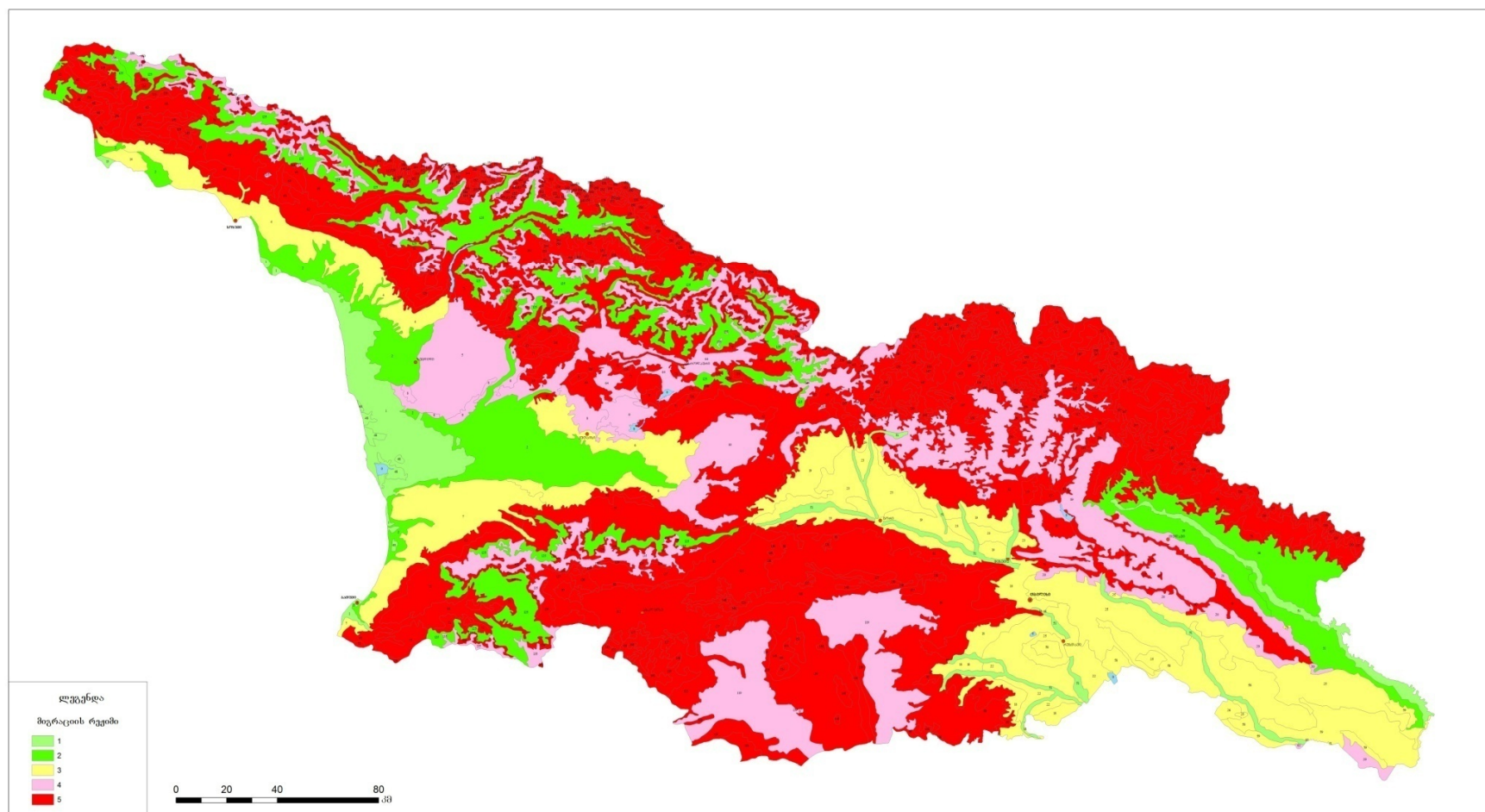
სებს. ეს კი საქართველოს ტერიტორიის საერთო ფართობის 65 %-ზე მეტია. აქედან 32 ათ.კვ.კმ მოდის ტრანსელუვიური რეჟიმის ისეთ ბტკ-ებზე, სადაც ზედაპირის დახრილობა 30-45⁰-ია [ნიკოლაიშვილი, 2009]. ტრანსელუვიური მიგრაციის რეჟიმის პირობებში ზედაპირის დახრილობა შეიძლება იყოს 10-45⁰-მდე. ძლიერ სენსიტიური კატეგორიას

მივაკუთვნეთ 20-45⁰-ის დახრილობი მქონე ზედაპირები, რის შედეგადაც საკმაოდ მაღალია ამ კატეგორიისადმი მიკუთვებულ ლანდშაფტთა ხვედრითი წილი.

უმნიშვნელოდ სენსიტიურ ლანდშაფტების კატეგორიაში აღმოჩნდა მხოლოდ დასავლეთ საქართველოს ვაკის ლანდშაფტების ნაწილი (# 1, 13, 48), რომლებიც ელუვიურ-აკუმულაციური, ან სუპერაკვალური რეჟიმით ხასიათდება და სადაც ზედაპირის დახრილობა არ აღემატება 5⁰-ს (ნახ. 3.3). რაც შეეხება დასავლეთ საქართველოს ვაკის ლანდშაფტებს (ალაზნის, შიდა ქართლისა და ქვემო ქართლის ვაკეების ფარგლებში), მცირედ სენსიტიურ, ან საშუალოდ სენსიტიურ კატეგორიას მიეკუთვნა, ვინაიდან აქ, ლანდშაფტების გვარების დონეზე ვაკე-ბორცვების ბტკ-ებია გაერთიანებული. კერძოდ, ვაკე-ბორცვების აკუმულაციური ლანდშაფტი ნახევრად უდაბნოსა და სტეპის მცენარეულობით, იშვიათად შიბლიაკით (# 22), ვაკე-ბორცვების აკუმულაციური ლანდშაფტი უროიანი სტეპებით, შიბლიაკით, იშვიათად მდელოებით (# 23), ვაკე-დაბლობის აკუმულაციური ლანდშაფტი მუხნარი და მუხნარ-ძელქვნარი ტყეებით (# 30) და ვაკე-ბორცვიანი აკუმულაციური და დენუდაციურ-აკუმულაციური ლანდშაფტი მუხნარი და მუხნარ-ძელქვნარი ტყეებით, მეზოფიტური ბუჩქნარებითა და მდელოს მცენარეულობით (# 31).

ძლიერ მაღალი სენსიტიურობის კატეგორიას მიეკუთვნება ავტონომიური (ელუვიური) რეჟიმის მქონე ბტკ-ები, სადაც ზედაპირის დახრილობაა 4-10⁰. მაღალი მთის სუბალპურ და ალპურ ლანდშაფტებში, ტრანსელუვიური რეჟიმის გარდა, ასევე ფართოდაა გავრცელებული ბტკ-ები მიგრაციის რეჟიმის აღნიშნული ტიპით, ამიტომ ეს ლანდშაფტები მთლიანად ძლიერ მაღალ სენსიტიურ კატეგორიას მიეკუთვნება.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შესაფასებლად ზედაპირის დახრილობისა და მიგრაციის რეჟიმის განსაზღვრა უფრო შედეგიანი იქნება მსხვილმასშტაბიანი კვლევისას, ვინაიდან ამ შემთხვევაში უფრო მკაფიოდ ვლინდება ის ლოკალური თავისებურებანი, რომლებიც ერთი და იგივე დახრილობის ფერდობის მიგრაციის რეჟიმის განსხვავებული ტიპებისადმი მის მიკუთვნებულობას განსაზღვრავს.



ნახ. 3.3. საქართველოს ლანდშაფტთა სენსიტიურობა მიგრაციის რეჟიმის მიხედვით

3.1.3. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა რელიეფის დანაწევრების სიხშირის მიხედვით

რელიეფის დანაწევრების სიხშირე მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ლანდშაფტის სენსიტიურობას. ძლიერ დანაწევრებული ზედაპირის პირობებში განსაკუთრებით მაღალია სენსიტიურობა და პირიქით, დაბალი დანაწევრების პირობებში – დაბალი. რელიეფის დანაწევრების სიხშირე განისაზღვრა იზოჰიფსთა სიგრძის შეფარდებით თითოეული ლანდშაფტის ფართობთან. დანაწევრების სიხშირე განსაზღვრა 5 კატეგორიის მიხედვით:

სუსტად დანაწევრებული (< 500 კმ/კმ²)

საშუალოდ დანაწევრებული (50-100 კმ/კმ²)

საგრძნობლად დანაწევრებული (100-500 კმ/კმ²)

ძლიერ დანაწევრებული (500-1000)

მეტად ძლიერ დანაწევრებული (> 1000 კმ/კმ²)

რელიეფის დანაწევრების სიხშირის მიხედვით საკმაოდ დიდი განსხვავება გამოავლინდა ლანდშაფტებს შორის. ცხადია, ეს მაჩვენებელი შედარებით დაბალია ვაკის ვიდრე მთის ლანდშაფტებში, მაგრამ სურათი არც ისე მარტივია. ჯერ ერთი, ვაკის ლანდშაფტები აერთიანებს რა ვაკისა და მთისწინეთის ბორცვიან ბტკ-ებს ერთდროულად, ეს განაპირობებს რელიეფის დანაწევრების სიხშირის მაღალ მაჩვენებლებს თვით ვაკის ლანდშაფტის ფარგლებშიც. მაგალითად, მთისწინეთის ბორცვიანი ტერასირებული დენუდაციურ-აკუმულაციური ლანდშაფტი რცხილნარ-მუხნარი ტყეებით თხემებზე და პოლიდომინანტური ფოთლოვანი ტყეებით ხეობებში (# 4), ვაკე-მთისწინეთის ბორცვიანი ეროზიულ-აკუმულაციური ლანდშაფტი რცხილნარ-მუხნარი, მუხნარ-ძელქვიანი, წიფლნარ-წაბლნარი და პოლიდომინანტური ფოთლოვანი ტყეებით (# 6), მთისწინეთის ბორცვიანი კარსტული ლანდშაფტი ჯაგრცხილნარ-მუხნარი, რცხილნარ-მუხნარი და პოლიდომინანტური ფოთლოვანი ტყეებით (#8) ხასიათდება 200-500 კმ/კმ² რელიეფის დანაწევრების სიხშირით და შესაბამისად მოექცა მნიშვნელოვნად სენსიტიურ კატეგორიაში. რელიეფის დანაწევრების სიხშირის კიდევ უფრო მაღალი მაჩვენებლებით (> 500 კმ/კმ²) ხასიათდება ბორცვიანი მთისწინეთის (ტალღოვანი) ლანდშაფტი დენუდა-

ციურ-აკუმულაციური პოლიდომინანტური ფოთლოვანი ტყეებით (# 5) და მთისწინეთის გორაკ-ბორცვიანი ეროზიულ-დენუდაციური ლანდშაფტი ჰემიქსეროფიტული ქართული მუხის ტყეებით თხემებზე, პოლიდომინანტური ფოთლოვანი ტყეებით ხეობებში და მაკვისის ფრაგმენტებით სანაპირო ფლატეებზე (# 14). ორივე მათგანი ძლიერ სენსიტიურ კატეგორიაში მოექცა, ანუ იმ კატეგორიაში, სადაც გაერთიანებულია ზედა და მაღალი მთის ძლიერ დანაწევრებული რელიეფის მქონე ლანდშაფტები.

ლანდშაფტთა ყველაზე დიდი რაოდენობა (37 გვარი) მოდის მნიშვნელოვნად და ძლიერ სენსიტიურ ლანდშაფტებზე (ცხრ. 3.3). მათ უკავია 35 ათ.კმ²-ზე მეტი ფართობი – საქართველოს ტერიტორიის საერთო ფართობის ნახევარზე მეტი. განსაკუთრებით დიდი ფართობი მოდის ლანდშაფტებზე რელიეფის დანაწევრების სიხშირით 200-500 კმ/კმ², ე.ი. მნიშვნელოვნად სენსიტიურ კატეგორიაზე (ნახ. 3.4). ამ კატეგორიაში მოექცა როგორც ვაკე-ბორცვების, ისე ქვედა, საშუალო და მაღალი მთის სუბალპური და ალპური ლანდშაფტების მნიშვნელოვანი ნაწილი. მათ უკავია 24.596 ათ. კმ² ფართობი – ქვეყნის

საერთო

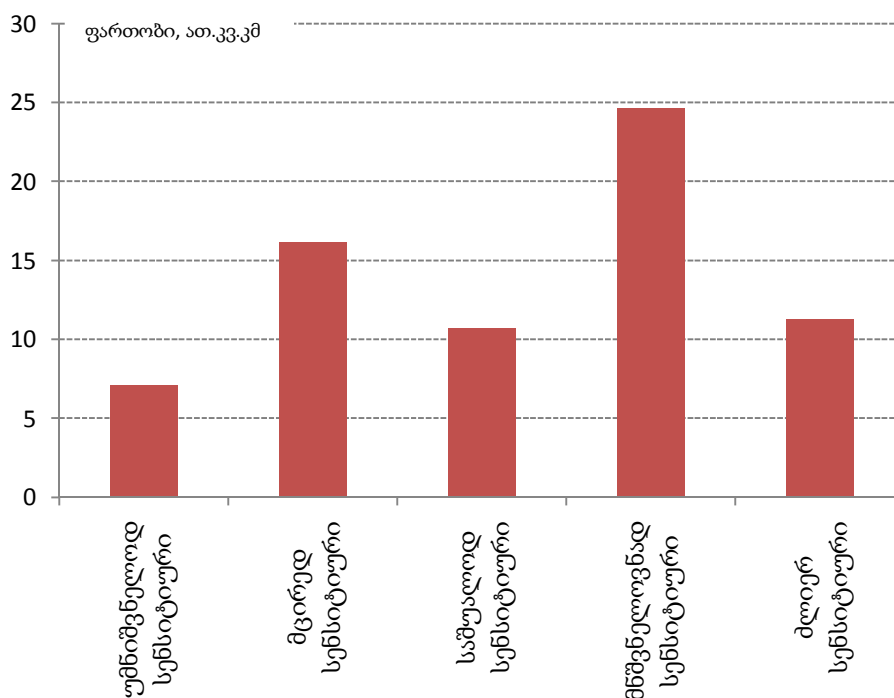
ცხრილი 3.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა რელიეფის დანაწევრების სიხშირის მიხედვით
(სხვადასხვა საკლასიფიკაციო დონეებზე)

სენსიტიურობის ხარისხი	კოდი	დანაწევრების სიხშირე, კმ/კვ.კმ	ლანდშაფტების გვარების რაოდენობა	ლანდშაფტების ქვეტიპების რაოდენობა	ლანდშაფტების ტიპების რაოდენობა
უმნიშვნელოდ სენსიტიური	1	< 50	11	6	5
მცირედ სენსიტიური	2	50 - 100	11	9	5
საშუალოდ სენსიტიური	3	100 - 200	12	10	9
მნიშვნელოვნად სენსიტიური	4	200 - 500	23	14	9
ძლიერ სენსიტიური	5	> 500	14	10	8
			71	29	21

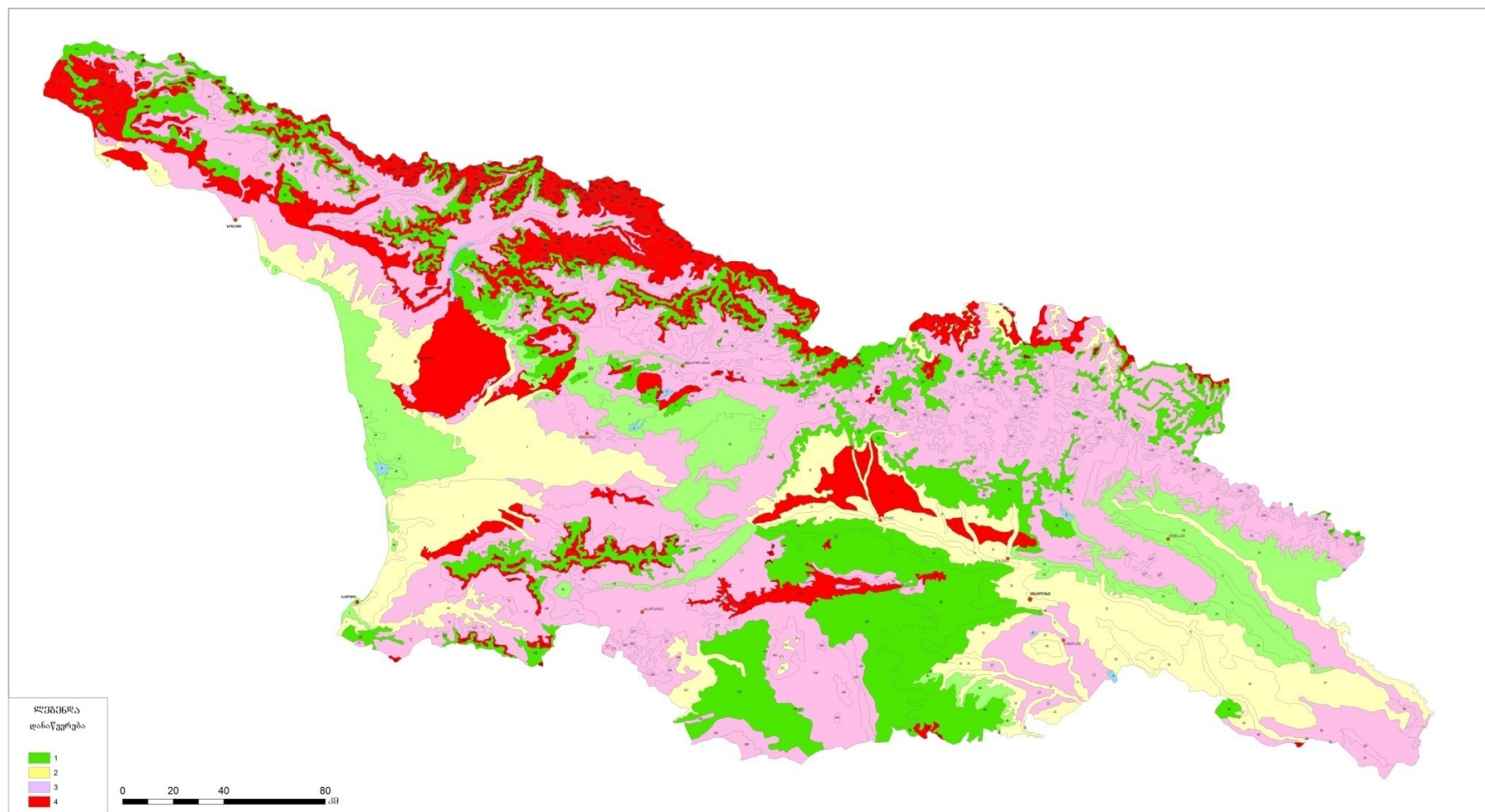
ფართობის 35 %-ზე მეტი.

ყველაზე მცირე ფართობი მოდის ლანდშაფტებზე 50 კმ/კმ²-ზე რელიეფის დანაწევრების სიხშირით, ე.ი. უმნიშვნელოდ სენსიტიურ კატეგორიაზე. მათ ქვეყნის ტერიტორიის საერთო ფართობის დაახლოებით 10 % უკავიათ. აქ გაერთიანებულია როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკისა და ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტების ნაწილი და გაერთიანებული არიან ლანდშაფტების 6 ქვეტიპსა და 5 ტიპში (ნახ. 3.5).

მეტად დიდი სიჭრელით გამოირჩევა საშუალო სენსიტიური კატეგორია (რელიეფის დანაწევრების ხარისხი 100-200 კმ/კმ²), სადაც გაერთიანებულია როგორც ვაკე-ბორცვების, დაბალი მთის, ქვედა საშუალო, ზედა და მაღალი მთის სუბნივალური ლანდშაფტების ნაწილი, თუმცა მათ მიერ დაკავებული ტერიტორიის ფართობი შედარებით მცირეა და შეადგენს 10.677 ათ. კმ²-ს – ქვეყნის საერთო ფართობის 10 %-ზე მცირედ მეტს. ისინი გაერთიანებულია ლანდშაფტების 10 ქვეტიპსა და 9 ტიპში.



ნახ. 3.4. სხვადასხვა სენსიტიურობის ლანდშაფტთა ფართობები რელიეფის დანაწევრების ხარისხის მიხედვით



ნახ. 3.5. საქართველოს ლანდშაფტის სენსიტიურობა რელიგიის დანაწევრების ხარისხის მიხედვით

3.1.4. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ამაგები ქანების სიმკვრივის მიხედვით

ამა თუ იმ ტერიტორიის ამაგები ქანების სიმტკიცე მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მის მდგრადობას ამა თუ იმ ანთროპოგენური ზემოქმედების მიმართ. ცხადია, მაღალი სიმკვრივის ქანები განსაკუთრებული მდგრადობით გამოირჩევა, ხოლო ნაკლები სიმკვრივის ქანები – ნაკლები მდგრადობით ხასიათდება და მაღალსენსიტიურია. ქანების სიმტკიცე მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული: მათ მინერალურ შედგენილობაზე, წოლის ფორმაზე, გამოფიტვის ხარისხზე. მაღალ სიმტკიცეს განსაზღვრავს აგრეთვე კრისტალიზაციური კავშირები, რომლებიც წარმოიქმნებიან მაგმის დაკრისტალეების, ან მეტამორფოზის პროცესში [ჩხეიძე, 2000].

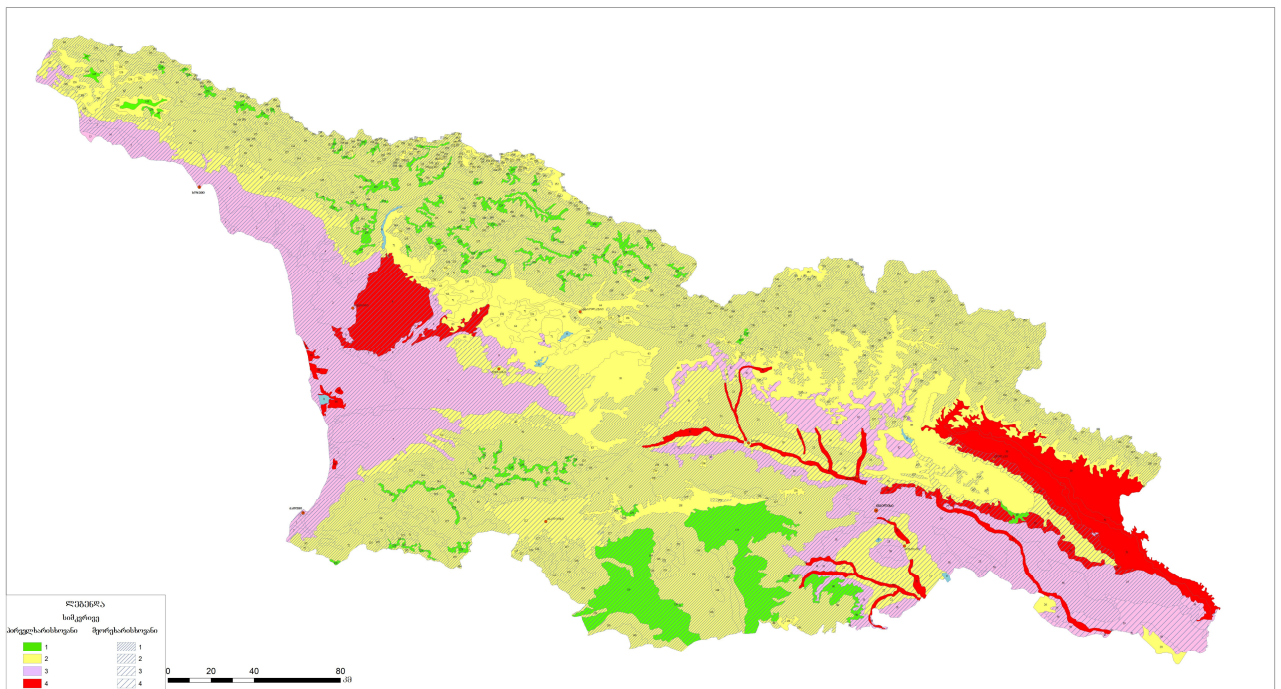
ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით განარჩევენ ქანების 5 ჯგუფს [ლომთაძე, 1985]:

1. მაგარ ქანებს - კლდოვანი.
2. შედარებით მაგარი ქანები - ნახევრად კლდოვანი.
3. ფხვიერი შეუკავშირებელი ქანები.
4. რბილი შეკავშირებული ქანები.
5. განსაკუთრებული შედგენილობის, მდგომარეობისა და ტვისებების ქანები.

კლდოვანი ქანები ხასიათდება მაგარი სიმტკიცით, მაღალი მდგრადობითა და ატმოსფერული ფაქტორებისადმი წინაღობადობით. ნახევრად კლდოვანი ქანები, ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით, შედარებით უფრო დაქვეითებული მაჩვენებლებით ხასიათდება. მათ მიეკუთვნება მაგმური, მეტამორფული და დანლაექი მტკიცედ შეცემენტებული და სხვ. განსაკუთრებული მაღალი სიმტკიცით ხასიათდება მაგმური ქანები – გაბრო, დიორიტი, სიენიტი, გრანიტი და მეტამორფული ქანები – კვარციტი, გნეისი და სხვა, რომელთა სიმკვრივეა 2.55-3.05 გრ/სმ³. შედარებით დაბალი სიმკვრივისაა დიატომიტი, სუსტი კირქვა, სუსტი დოლომიტი, ცარცი და სხვ. (1.8-2.3 გრ/სმ³) [ლომთაძე, 1985].

დაბალი სიმკვრივისაა ფხვიერი შეკავშირებული (დანალექი, უხეშნატეხოვანი, ნამტვრევი წარმონაქმნები) და რბილი შეკავშირებული თიხოვანი (წვრილდისპერსიული დანალექი, თიხოვანი მინერალების მაღალი შემცველობით – თიხნარი, ლიოსი) ქანები.

ამგები ქანების სიმტკიცის განსზღვრაში ასევე დიდი მნიშვნელობა წყლის შეკავების უნარს. მაგალითად, თიხოვანი ქანების თვისებები დიდად არის დამოკიდებული ტენიანობაზე. თუ ტენის შემცველობა არ აღემატება მტკიცედ ბმული წყლის რაოდენობას, მაშინ იგი მეტი სიმტკიცით ხასიათდება, მაგრამ თუ ნაწილაკებს შორის გაჩნდება თავისუფალი გრავიტაციული წყალი, იგი დენად მდგომარეობაში გადადის [ჩხეიძე, 2000]. ამიტომ ხშირად საკმარისი როდია მხოლოდ ქანის სიმკვრივის განსაზღვრა და აუცილებელი ხდება რამდენად ხშირია წყლის სიჭარბე და თავისუფალი გრავიტაციული წყლის გაჩენა ქანებში. ამ თვალსაზრისით საქართველოს ლანდშაფტები დღემდე არავის უკვლევია და მიგვაჩნია, რომ ეს ერთ–ერთი მნიშვნელოვანია მათი სენსიტიურობის განსაზღვრისათვის. ამასთან ეს საკითხი ლანდშაფტთა სენსიტიურობის დროითი თვალსაზრისით ცვლილებების დადგენის შესაძლებლობას მოგვცემს.



3.1.5. გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური ფაქტორების მიხედვით ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შეფასება ინტეგრალური პარამეტრით

ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შეფასების კრიტერიუმები (გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური ფაქტორები)				
სენსიტიურობის ხარისხი	ზედაპირის დახრილობა, °	მიგრაციის რეჟიმი	რელიეფის დანაწევრობის ხარისხი, კმ/კმ ²	ქანობის სიმკვრივე, გრ/სმ ²
უმნიშნელოდ სენსიტიური	0-5		< 50	> 3
მცირედ სენსიტიური	5-10		50-100	2.5-3
საშუალოდ სენსიტიური	10-20		100-200	2-2.5
მნიშვნელოვნად სენსიტიური	20-30		200-500	1.5-2
ძლიერ სენსიტიური	> 30	5; 6	> 500	< 2

3.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა

მეტეოროლოგიური ფაქტორების მიხედვით

3.2.1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით

სამეცნიერო ლიტერატურაში მოიპოვება ნაშრომები, სადაც ლანდშაფტთა მდგრადობა/სენსიტიურობა შეფასებულია ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით, კერძოდ, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამით, ტემპერატურული ამპლიტუდითა და სხვ. აღნიშნულ კვლევებში აღნიშნულია, რომ რაც უფრო დაბალია ამა თუ იმ ტერიტორიის თბოუზრუნველყოფა, მით უფრო ნაკლები მდგრადობით ხასიათდება იგი [Байраков, 2010; Николаева, 2012]. თერმული უზრუნველყოფით თუ ვიმსჯელებთ, საქართველოს ბარის ლანდშაფტები უკეთ უზრუნველყოფილი არიან და შესაბამისად ამ ფაქტორის მიხედვით ნაკლებად მოწყვლადად უნდა მივიჩნიოთ, განსაკუთრებით კი დასავლეთ საქართველოს ბარის ლანდშაფტები.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი პარამეტრია ჰაერის ტემპერატურის ამლიტუდა. რაც უფრო მეტია ეს მაჩვენებელი, მით უფრო მეტი მოწყვლადობით ხასიათდება ლანდშაფტი. ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია ამ თვალსაზრისით ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შეფასება.

ჰაერის ტემპერატურა საქართველოს ტერიტორიაზე იცვლება აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შესაბამისად. სიმაღლის ყოველ 100 მ-ზე აქ ტემპერატურა $0.2-0.9^{\circ}\text{C}$ -ით ეცემა. ჰაერის ტემპერატურებს შორის სხვაობამ ერთსა და იმავე დროს სხვადასხვა ჰიფსომეტრულ საფეხურებზე შეიძლება მიაღწიოს $25-30^{\circ}\text{C}$ -ს, თუმცა ამ შემთხვევაში მცირეა ჰაერის ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა [ელიზბარაშვილი, მაჭავარიანი, ნიკოლაიშვილი და სხვ., 2002]. იგი მინიმალურია კოლხეთის ვაკე-დაბლობის ლანდშაფტებში (# 1, 2, 4, 7), განსაკუთრებით კი შავი ზღვის სანაპირო ზოლში და საშუალოდ იგი შეადგენს $16-17^{\circ}\text{C}$ -ს. აქ ასევე ყველაზე მაღალია ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაც ($+14-15^{\circ}\text{C}$). იანვრის საშუალო ტემპერატურა აქ, ზ.დ. 600-700 მ სიმაღლემდე, არასოდეს არ ჩამოდის 0° -ზე დაბლა. განსაკუთრებით თბილია კოლხეთის

დაბლობის ლანდშაფტები და მიმდებარე გორაკ-ბორცვიანი ზოლი, სადაც უცივესი თვის (იანვრის) საშუალო ტემპერატურაა $+4-5^{\circ}\text{C}$, შავი ზღვის სანაპირო ზოლში კი $+5-6^{\circ}\text{C}$. სწორედ ეს განაპირობებს ნოტიო სუბტროპიკული კულტურების ფართოდ გავრცელებას. ამავდროულად ასეთი ტემპერატურული რეჟიმი აღნიშნულ ლანდშაფტთა შედარებით ნაკლებ სენსიტიურობას განაპირობებს.

რაც უფრო ვშორდებით შავი ზღვის სანაპიროს, მით უფრო ეცემა იანვრის საშუალო ტემპერატურა. აღმოსავლეთის მიმართულებით იგი თანდათან კლებულობს. კოლხეთის გორაკ-ბორცვიან ლანდშაფტებში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური ამპლიტუდა $18-20^{\circ}\text{C}$ -ია. მაქსიმალური აღმოსავლეთ საქართველოს სემიარიდულ და არიდულ ლანდშაფტებში (# 25, 26, 58, 59, 59) და შეადგენს $26-27^{\circ}\text{C}$ -ს. აღმოსავლეთ საქართველოში უცივესი თვის ყველაზე მაღალი საშუალო ტემპერატურები აღინიშნება ქვემო ქართლის ვაკე-ბორცვების აკუმულაციურ ლანდშაფტში ნახევრად უდაბნოსა და სტეპის მცენარეულობით (# 22), ალაზნის ვაკე-დაბლობის აკუმულაციურ ლანდშაფტში (# 30, 31), სადაც ბუნებრივ პირობებში მუხნარი და მუხნარ-ძელქვნარი ტყეები იყო გავრცელებული და დღეს კი მნიშვნელოვანი ფართობები სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს უკავია. აქ საერთოდ, აღმოსავლეთ საქართველოში, დასავლეთთან შედარებით, ერთსა და იმავე სიმაღლეზე იანვრის საშუალო ტემპერატურა $1-2^{\circ}\text{C}$ -ით უფრო ნაკლებია [ელიზბარაშვილი, მაჭავარიანი, ნიკოლაიშვილი და სხვ., 2002].

ასევე მაღალია ჰაერის ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა სამხრეთ საქართველოს მაღალი პლატოების სტეპის ლანდშაფტებშიც (# 119) ახალქალაქის პლატოსა და ახალციხის ქვაბულში. განსაკუთრებით კი მაღალ პლატოებზე, სადაც ზამთარი ცივი და მკაცრი, ხოლო ზაფხული მშრალი და ცხელი ამინდებით ხასიათდება. როგორც ცნობილია, ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი (-41°C) აღრიცხულია სოფ. კარწახში (ზ.დ. 1860 მ სიმაღლეზე, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი) - საქართველოს "სიცივის პოლუსი". ასევე დაბალი ტემპერატურებია აღრიცხულია სოფ. ტაბაწყურში (ტაბაწყურის ტბის სანაპიროზე, ბორჯომის მუნიციპალიტეტი), სოფ. ეფრემოვკაში (ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი) და შაორის ქვაბულში. მაღალ მთებში აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა (-42°C)

აღნიშნულია ყაზბეგის მეტეო სადგურზე [საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი..., 2004; Справочник по климату..., 1987].

საშუალო და მაღალი მთის ლანდშაფტებში მცირდება ჰაერის ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა და მცირდება ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა. მაღალი მთის სუბალპურ ლანდშაფტებში იანვრის საშუალო ტემპერატურაა $6-8^{\circ}\text{C}$, ივლისის - $+10+12^{\circ}\text{C}$, ხოლო მაღალი მთის სუბნივალურ ლანდშაფტებში $-14-16^{\circ}\text{C}$. ყაზბეგის მაღალმთიან სადგურზე ეს მაჩვენებელი -15°C -ია [საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი..., 2004; Справочник по климату..., 1987].

თუ გავანალიზებთ ჰაერის ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდას, დავინახავთ, რომ განსაკუთრებით მაღალია იგი და შესაბამისად განსაკუთრებით მაღალი სენსიტიურია აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის ლანდშაფტები, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ბარის ლანდშაფტები, განსაკუთრებით კი შავი ზღვის სანაპიროზე - პირიქით.

3.2.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ატმოსფერული ნალექებისა და დატენიანების ხარისხის მიხედვით

ლანდშაფტთა სენსიტიურობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განმსაზღვრელია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და დატენიანების ხარისხი. ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა საქართველოს ტერიტორიაზე მეტად არათანაბრდაა განაწილებული და იგი მერყეობს 400 მმ (და უფრო ნაკლებიდან 4500 მმ-მდე. მინიმალურ ნალექებს იღებს აღმოსავლეთ საქართველოს არიდული ლანდშაფტები (# 29, 61). ასევე მცირეა იგი აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის სხვა ლანდშაფტებშიც. შესაბამისად ისინი ერთ-ერთ ყველაზე მოწყვლად ლანდშაფტებს შეიძლება მივაკუთვნოთ.

დასავლეთი საქართველო უფრო უზუნაღეჩიანია, ვიდრე აღმოსავლეთი. ნალექების სიუხვით გამოირჩევა კოლხეთის დაბლობისა და მიმდებარე გორაკ-ბორცვიანი ზოლის ნოტიო სუბტროპიკული ლანდშაფტები, სადაც მისი რაოდენობა არსად არ არის 1000 მმ-ზე ნაკლები. თუმცა დასავლეთ საქართველოშიც, ე.წ. „წვიმის ჩრდილებში“ მოქცეული ლანდშაფტები ატმოსფერული ნალექების შედარებითი

სიმცირით (1200 მ-ზე ნაკლები). ასეთია: აჭარის, რაჭის, ქვემო და ზემო სვანეთის ქვაბულების ლანდშაფტები - ქვედა და საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტების ნაწილი (# 64, 66). ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ფიტომასების რაოდენობას (ცხრ. 3.5).

ცხრ. 3.5. საქართველოს ლანდშაფტების ფიტომასების საშუალო რაოდენობა

ლანდშაფტები	ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა, მმ	ფიტომასების საშუალო რაოდენობა, ტ/ჰა	ფიტომასების რაოდენობის ვარიაციის ინტერვალი, ტ/ჰა
დასავლეთ საქართველოს ვაკე-დაბლობ-ბი-სა და მთისწინეთის (# 1-10)	800 - 3000	140	75 - 400
აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკე- დაბლობისა და მთისწინეთის (# 18-23, 25-26, 29-31)	300 - 800	25	5 - 75
აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალი მთის შიბლიაკით, ფრი-გა-ნითა და სტეპებით (# 58-59, 61)	400 - 650	50	15 - 40
დასავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის (# 62-66)	1000 - 3000	190	80 - 500
აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის (# 75-79)	800 - 1400	165	100 - 500
დასავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარის სიჭარბით) (# 67-72)	1000 - 2300	400	175 - 500
აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარის სიჭარბით) (# 84-89))	750 - 1000	300	65 - 400
დასავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარ-მუქ-წიწვიანების სიჭარბით) (# 125-126)	900 - 2500	400	75 - 800
აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარ-მუქწიწვიანების სი-ჭარბით) (# 127)	700 - 1400	300	100 - 400
დასავლეთ საქართველოს ზედა მთის ტყის (# 129)	1200 - 1500	100	75 - 150
აღმოსავლეთ საქართველოს ზედა მთის ტყის (# 130-134)	700 - 1200	120	75 - 125
საშუალო მთისა და მთის ქვაბულების სტეპების, მდელო-სტეპების, შიბლიაკის, ფრი-განის (# 102, 112)	400 - 650	20	15 - 25
მაღალი პლატოების სტეპის (# 119)	500 - 700	15	5 - 25
დასავლეთ საქართველოს მაღალი მთის სუბალპური (# 135-136)	1000 - 1600	20	10 - 75
აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალი მთის სუბალპური (# 137-139)	600- - 1400	20	15 - 40
დასავლეთ საქართველოს მაღალი მთის ალპური (# 144-146)	1000 - 1600	5	1 - 10

აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალი მთის ალპური (# 147-149)	1000 – 1400	5	1 – 10
მაღალი მთის სუბნივალური და ნივალური (# 150-152)	1200 - 3000	1-2	1 – 5

მაგრამ ასევე მნიშვნელოვანია ტერიტორიის ანტროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხიც. კერძოდ, მცირე ანტროპოგენური ზემოქმედების პირობებში ატმოსფერული ნალექების მატებას შეესაბამება ფიტომასების რაოდენობის ზრდა, რისი თქმაც არ შეიძლება ძლიერ შეცვლილ ლანდშაფტებზე. სხვანაირად, რომ ვთქვათ, ფიტომასების რაოდენობის ზრდის ტენდენცია ლანდშაფტების სხვადასხვა ტიპსა და ქვეტიპში სხვადასხვანაირად ვლინდება. ერთნაირი ანტროპოგენური ტრანსფორმაციის პირობებში ლანდშაფტის თითოეული ამ ტაქსონომიური ერთეულისათვის დამახასიათებელია ფიტომასების რაოდენობის განსაზღვრული ინტერვალი. ატმოსფერული ნალექების სიმცირისას ფიტომასების რაოდენობის მაჩვენებელი ახლოსაა ამ ინტერვალის ქვედა ზღვართან, ხოლო ატმოსფერული ნალექების სიუხვისას, პირიქით – ზედა ზღვართან.

ფიტომასების მაქსიმალური რაოდენობა დამახასიათებელია საშუალო მთის ტყის მუქწიწვიანი ლანდშაფტებისათვის და საშუალოდ იგი შეადგენს 500 ტ/ჰა-ს და მეტს [Тедиаშвили, 1984; 1987]. მეორე ადგილზეა საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები წიფლნარი ტყეების სიჭარბით (300-500 ტ/ჰა) [ნიკოლაიშვილი, 1994] და მესამეზე – ქვედა მთის კოლხური ლანდშაფტები (250-300 ტ/ჰა) [Беручашвили, 1995; Тедиаშвили, 1984; 1987]. ფიტომასების მინიმალური რაოდენობა კი, ცხადია, დამახასიათებელია მაღალი მთის სუბნივალური და ნივალური, აგრეთვე აღმოსავლეთ საქართველოს ნახევრად უდაბნოს ლანდშაფტებისათვის, სადაც იგი შეადგენს 1-2 ტ/ჰა-ს და უფრო ნაკლებს.

ამ თვალსაზრისით ასევე სენსიტიურს მიეკუთვნება ჯავახეთის ზეგნის მაღალი მთის სტეპისა და მდელო-სტეპის ლანდშაფტები (# 119) მატებასთან ერთად რაოდენობა. ასევე ნაკლებია (400 მმ) ახალციხის ქვაბულში, ხოლო მეტი – ზეგნის განაპირა ქედებზე. მატება განსაკუთრებით შეიმჩნევა ჯავახეთის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე, რომელიც ექცევა ჰაერის აღმავალი ნაკადების გავლენაზე.

ატმოსფერული ნალექები სეზონურად მეტად არათანაბრადაა განაწილებული. შედარებით კოლხეთის დაბლობზე მისი მინიმუმი აღინიშნება გაზაფხულზე, მაშინ როცა იგივე პერიოდი აღმოსავლეთ საქართველოს ბარში უხვნლექიანია [ელიზბარაშვილი, მაჭავარიანი, ნიკოლაიშვილი და სხვ., 2002].

3.2.3. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ატმოსფერული ნალექებისა და დატენიანების ხარისხის მიხედვით

ქარის სიჩქარე მნიშვნელოვნად განაპირობებს ლანდშაფტის სენსიტიურობას. რაც უფრო დიდია ქარიან დღეთა რაოდენობა და რაც უფრო ხშირია ძლიერი ქარების განმეორებადობა, მით უფრო სენსიტიურია ლანდშაფტი (ცხრ. 3.6). დასავლეთ საქართველოში წლის ცივ პერიოდში გაბატონებულია აღმოსავლეთის ქარები, რომლებსაც დაღმავალი ხასიათი აქვთ. წლის თბილ პერიოდში კი დომინირებს დასავლეთის აღმავალი ქარები. აღმოსავლეთ საქართველოში თითქმის მთელი წლის მანძილზე დასავლეთისა და ჩრდილო-დასავლეთის ქარები, რომლებიც დაღმავალი ხასიათისაა.

სამხრეთი საქართველო ქარის მცირე სიჩქარით გამოირჩევა. ზამთარში აქ უმეტესწილად წარმოიქმნება ანტიციკლონური სიტუაცია, სადაც სჭარბობს დასავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის ქარები, ზაფხულში კი ციკლონური სიტუაცია ყალიბდება, სადაც საპირისპირო მიმართულების ქარები ვითარდება.

ქარის სიჩქარე განსხვავებულია საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტის მიხედვით. იგი მაქსიმალურია მაღალმთიან ზოლში. მ. მყინვარწვერის კალთებზე ქარის საშუალო სიჩქარეა 6.3 მ/წმ, ცალკეულ შემთხვევაში კი – 45 მ/წმ.

ცხრ. 3.6. ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შეფასების კრიტერიუმები
(მეტეოროლოგიური ფაქტორები)

სენსიტიურობის ხარისხი	ტემპერატურული ამპლიტუდა, °C	ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა, მმ	ქარიან დღეთა რაოდენობა
უმნიშნელოდ სენსიტიური	< 18	< 500	< 1
მცირედ სენსიტიური	18-20	500-600	1-3
საშუალოდ სენსიტიური	20-22	600-800	3-4
მნიშვნელოვნად სენსიტიური	22-24	800-1000	4-5
ძლიერ სენსიტიური	> 24	> 1200	> 5

ძლიერქარიან (15 მ/წმ-ზე მეტი) დღეთა რაოდენობა ცვალებადობს 0,2-დან (სოფ. ჭრებალო, ამბროლაურის რაიონი) 162 დღემდე (მ. საბუეთი ლიხის ქედზე, ხარაგაულის რაიონი). ქარების ყველაზე დიდი საშუალო სიჩქარეები აღირიცხება კავკასიონის მაღალმთიან სუბნივალურ და ნივალურ სარტყელში, ლიხის ქედზე, სამსრისა და ჯავახეთის ქედების თხემურ ზოლში. უმნიშვნელო ქარების აღინიშნება აღმოსავლეთ საქართველოს ბარში, ღრმა ხეობებსა და ქვაბულებში (ჩხალთა-საკენის, ბორჯომის, ლიახვის, ქსნის, არაგვის, ივრის, ალაზნის ხეობებში და აჭარის, რაჭის, ზემო სვანეთის, ქვემო სვანეთის ქვაბულებში).

3.3 ედაფიური ფაქტორები

3.3.1. მექანიკური შედგენილობა _ მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენენ ფიტომასების დაგროვების პროცესზე. ნიადაგის სიმძლავრე, ტენიანობა, მექანიკური შედგენილობა, ჰუმუსის რაოდენობა, ქვიანობა არის ნიადაგის ფიზიკურმახასიათებელთა ის არასრული ჩამონათვალი, რომლებიც განსაზღვრავენ მცენარეული საფარის პროდუქტიულობას. ეს მახასიათებლები, თავის მხრივ, განპირობებულია მრავალი ფიზიკურგეოგრაფიული ფაქტორით.

საკმათო არ არის, რომ არსებობს გარკვეული კავშირი ფიტომასების რაოდენობასა და ნიადაგის სიმძლავრეს შორის. მაგრამ ეს კავშირი როდი ატარებს მარტივ და ცალსახა ხასიათს. საკმაოდ სუსტი კავშირი ვლინდება საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში წიფლნარების სიჭარბით, სადაც გაბატონებულია ტყის ყომრალი ნიადაგები. ამ ნიადაგებისათვის უმთავრესად დამახასიათებელია საშუალო სიმძლავრე (6080 სმმდე), სუსტად დიფერენცირებული პროფილი, საშუალოდ ჰუმუფიცირება (1520 სმ სიღრმეზე), ზოგან ორგანული ნივთიერებების დიდი დაგროვება და ქვიანობის მაღალი მაჩვენებლები. სხვა ლანდშაფტების ნიადაგებთან შედარებით მას უფრო მეტი ერთფეროვნება ახასიათებს, რაც მეტად ართულებს მის გამოყენებას შიდალანდშაფტური ინდიკაციისათვის. თუმცა მაინც შეიძლება მსჯელობა ამ თვალსაზრისით. კერძოდ, თუკი ნიადაგის სიმძლავრე არ აღემატება 40 სმს, მაშინ უფრო ხშირია ბტკები ფიტომასების მცირე რაოდენობით. ჩვეულებრივ ასეთ პირობებში ფიტომასების რაოდენობა არსად არ აღემატება 300 ტ/ჰას . სრულიად განსხვავებულისიტუაცია დაიკვირვება იქ, სადაც ნიადაგის სიმძლავრე 40 სმზე მეტია. ასეთ შემთხვევაში გვხვდება ბტკები ფიტომასების რაოდენობის საკმაოდ დიდი დიაპაზონით. ზოგან ფიტომასების რაოდენობა 500 ტ/ჰაზე მეტია, ხოლო ზოგან 100 ტ/ჰაზეც ნაკლები. ამასთან ფიტომასების ძლიერ მაღალი მაჩვენებლები (500 ტ/აზე მეტი) დამახასიათებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ნიადაგის სიმძლავრე 50 სმს აღემატება [ნიკოლაიშვილი, 1994].

ეს დამოკიდებულება შედარებით უფრო მკაფიო ხასიათს ატარებს საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტების გავრცელების აღმოსავლეთ ნაწილში (# 8489), სადაც ფიტომასების რაოდენობასა და ნიადაგის სიმძლავრეს შორის შედარებით უფრო მკვეთრი პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულებაა. ანალოგიური არ გამოვლინდა საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში კარსტულ სუბსტრატზე. აქ, შედარებით მცირე სიმძლავრის ნიადაგებზეც გვხვდება ბტკები ფიტომასების დიდი რაოდენობით და პირიქით, მძლავრ ნიადაგებზე საკმაოდ ხშირია კომპლექსები ფიტომასების მცირე რაოდენობით.

ანალოგიური შეიძლება ითქვას საქართველოს მთის ტყის სხვა ლანდშაფტებზეც. საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებისაგან განსხვავებით ნიადაგური საფარი ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში უფრო მრავალფეროვანია და წარმოდგენილია ყომრალი, ყომრალი სუსტად არამადარი, ყომრალი გაეწრებული და ტყის ყავისფერი ნიადაგებით. მათთვის დამახასიათებელია ნიადაგის მეტად განსხვავებული ფიზიკურქიმიური თვისებები. ამ ლანდშაფტების გავრცელების, როგორც აღმოსავლეთ (# 7583), ისე დასავლეთ (# 6266) ნაწილში, დამოკიდებულება ნიადაგის სიმძლავრესა და ფიტომასების რაოდენობას შორის კიდევ უფრო მკვეთრ ხასიათს ატარებს. მცირე ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის პირობებში ნიადაგის სიმძლავრის შესაბამისად ხდება ფიტომასების რაოდენობის ზრდა.

ამრიგად, ლანდშაფტების მიხედვით ფიტომასების რაოდენობასა და ნიადაგის სხვადასხვა მაჩვენებლებს შორის კავშირი ნაკლებადაა გამოხატული ისეთ ლანდშაფტებში, რომელთათვისაც დამახასიათებელია ნიადაგის შედარებით ერთგვაროვანი საფარი, ხოლო იქ, სადაც მრავალფეროვანი ნიადაგებია წარმოდგენილი, ეს კავშირი უფრო მკაფიო სახეს ატარებს.

3.3.2 ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების სიმძლავრე – ჰუმუსის რაოდენობისა და მარაგის განსაზღვრისათვის თავდაპირველად საჭიროა პედომასების რაოდენობის განსაზღვრა. ამიტომ ჯერ დადგინდა საქართველოს ლანდშაფტის (გვარების დონეზე) ფარგლებში გავრცელებული ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების პედომასების რაოდენობა

ნიადაგის A და B ჰორიზონტებსა და მეტრულ ფენაში (ტ/ჰექტობით). რაკი არ არსებობს თითოეული ამ ერთეულისათვის ასეთი სრულყოფილი ინფორმაცია, საჭირო გახდა ექტრაპოლაციის გამოყენება. ნიადაგმცოდნეობის ლიტერატურაში დაგროვილი დიდძალი მასალის საფუძველზე კი დადგინდა ჰუმუსის პროცენტული რაოდენობა ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების მიხედვით.

დასახული მიზნის მისაღწევად სამუშაო შესრულდა რამდენიმე ეტაპად, კერძოდ, საქართველოს ლანდშაფტების თითოეული გვარისა და ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპებისათვის დადგინდა ნიადაგის მეტრულ ფენასა A და B ჰორიზონტებში:

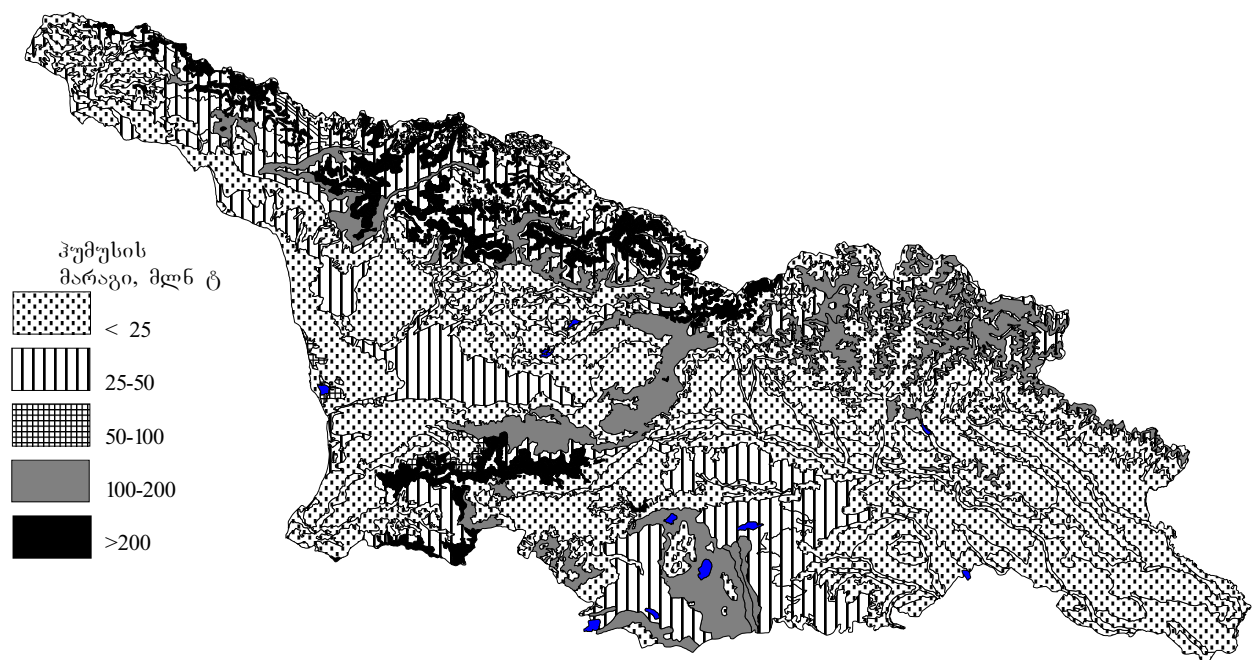
- ჰუმუსის რაოდენობა პროცენტებში;
- ჰუმუსის რაოდენობა და მარაგი (ტ/ჰექტობითა და ტონობით);
- ჰუმუსის რაოდენობისა და მარაგის ჯამური მონაცემები (ლანდშაფტების კლასების, ქვეკლასების, ტიპების, ქვეტიპების მიხედვით) და მთლიანად მთელი საქართველოსათვის; აგრეთვე, დადგინდა:
- საქართველოს ლანდშაფტების ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების მიწისქვეშა ნაწილის მდგომარეობების დინამიკა;
- ჰუმუსის დაგროვებისათვის ხელსაყრელი მდგომარეობების ხანგრძლივობა;
- დღელამურ მდგომარეობებსა და ჰუმუსის რაოდენობას შორის კავშირი.

ბტკების მდგომარეობების ლანდშაფტურგეოფიზიკური მეთოდის [Методика Ландшафтно..., 1983] მიხედვით ჰუმუსი პედომასების შემადგენელია ნაწილია და განისაზღვრება ფიზიონომიური ნიშნების მიხედვით, კერძოდ, ნიადაგის პროფილის შეფერილობითა და ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრით. ამ ნიშნების მიხედვით გამოიყოფა ნიადაგების სამი კატეგორია: მაღალჰუმუსიანი, საშუალოდ ჰუმუსიანი და მცირე ჰუმუსიანი. იგი ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობის მხოლოდ ზოგად სურათს იძლევა. ლანდშაფტურგეოფიზიკური თვალსაზრისით ჰუმუსის არც ისე დეტალური შესწავლაა საჭირო, როგორც ეს გვხვდება ნიადაგმცოდნეობის ლიტერატურაში. თუმცა ზემოთ მოცემული ჰუმუსის კლასიფიკაცია მაინც სრულყოფილი არ არის ლანდშაფტის რესურსული პოტენციალის შეფასებისათვის, მითუმეტეს როცა პედომასების

კლასიფიკაცია უმთავრესად ეფუძნება იმ როლს, რომელსაც ისინი ასრულებენ ბტკების ფუნქციონირებაში. ამ როლში, პედომასების მორფოლოგიური თვისებების გარდა, იგულისხმება ჰუმუსის რაოდენობა და “ხარისხიც” [Беручашвили, 1990].

ჰუმუსის რაოდენობის განსაზღვრა კავკასიის ლანდშაფტების მიხედვით პირველად განახორციელა პროფ. ნ. ბერუჩაშვილმა [Беручашвили, 1995]. რაც შეეხება ჰუმუსს, მისი რაოდენობა განისაზღვრა არა დომინანტური, არამედ ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ყველა იმ ტიპის მიხედვით, რომლებიც ასახულია 1:500,000 მასშტაბის ლანდშაფტურ რუკაზე, რაც შეადგენს დაახლოებით 700-ზე მეტ ობიექტს რუკაზე.

ამრიგად, პედომასებისა (ტ/ჰა) და ჰუმუსის პროცენტული რაოდენობის საფუძველზე განისაზღვრა ჰუმუსის რაოდენობა (ტ/ჰა), ხოლო ლანდშაფტური ერთეულების ფართობის საფუძველზე ჰუმუსის მარაგიც (ტ). თეორიულად ეს გამოთვლები მარტივი პროცედურაა, მაგრამ პრაქტიკულად მეტად შრომატევადი, მოითხოვს რა დიდი რაოდენობის მონაცემების გადამუშავებას.



ჰუმუსის მარაგი ნიადაგის მეტრულ ფენაში საქართველოს ლანდშაფტების გვარების მიხედვით

3.3.3. ჰუმუსის შემცველობა

ჰუმუსის რაოდენობა მრავალ ფაქტორზეა

დამოკიდებული მცენარეული ნარჩენების დაგროვებასა და მათი დაშლის ინტენსივობაზე. ორივე ეს პროცესი დამოკიდებულია ფიზიკურგეოგრაფიული პროცესების მიმდინარეობაზე თერმულ და დატენიანების პირობებზე, ფერდობების ექსპოზიციასა და დახრილობაზე, ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპებზე, ტერიტორიის ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხზე და ა.შ. გარდა ამისა, ბიოფუნქციონირების პროცესებზე (მათ შორის მცენარეული ნარჩენების დაშლისა და ჰუმიფიკაციის ინტენსივობაზე) მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სტექსური ფენის მდგომარეობების (ე.წ. პედოსტექსების) ხანგრძლივობა .

საქართველოს ლანდშაფტებში ჰუმუსის რაოდენობა ნიადაგის მეტრულ ფენაში საშუალოდ შეადგენს 238 ტ/ჰას, თუმცა ეს მაჩვენებელი იცვლება საკმაოდ დიდ ფარგლებში. ჰუმუსის ყველაზე დიდი რაოდენობა გროვდება მაღალ ვულკანურ პლატოებზე სტეპის მცენარეულობით (# 119) და ზედა მთის ტყისა (129134) და მაღალი მთის სუბალპურ ლანდშაფტებში (# 135141). ეს განპირობებულია შედარებით მკაცრი კლიმატური პირობებით, რომლებიც აფერხებენ ორგანული ნარჩენების დაშლის პროცესებს, აგრეთვე მძლავრი ბალახოვანი საფარის გავრცელებით, რაც ხელს უწყობს ფესვთა ნარჩენების დაგროვებას ნიადაგის მთელ პროფილში, განსხვავებით ტყის ბტკებისაგან.

გარდა ამისა, მაღალბალახეულობის განვითარება სუბალპებისა და ზედა მთის ტყის ლანდშაფტებში ქმნის ხელსაყრელ პირობებს მორტმასების დიდი რაოდენობით დაგროვებისათვის ბტკების როგორც მიწისზედა, ისე მიწისქვეშა ნაწილში. მორტმასების რაოდენობა შეადგენს საშუალოდ 510 ტ/ჰას. მშრალი კლიმატური პირობები, კრიოთერმული და ნივალური პედოსტექსების ხანგრძლივობა ამ ლანდშაფტებში ხელს უწყობს ჰუმუსის დიდი რაოდენობით დაგროვებას. მაღალი მთის ვულკანურ პლატოებზე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს აგრეთვე, მშრალი კლიმატური პირობები, კერძოდ, არიდული პედოსტექსების ხანგრძლივობა, რომელთა განმავლობაშიც ინტენსიურად მიმდინარეობს ფიტომასების მწვანე ფრაქციის გადასვლა ხმელბალახში და მათი დაშლის

პროცესების შეფერხებულობის გამო მცენარეული ნარჩენების დიდი რაოდენობით დაგროვება. ამრიგად, მაღალი მთის ვულკანურ პლატოებზე სტეპის მცენარეულობით (# 119) მცირეა ისეთი სტეპების ხანგრძლივობა, რომლის დროსაც ინტენსიურად მიმდინარეობს მინერალიზაციის პროცესები, გაცილებით მეტი წილი მოდის ისეთ სტეპებზე, რომლის განმავლობაშიც შესუსტებულია მიკრობიოლოგიური პროცესები, ხოლო ჰუმიფიკაციის კი არა. ასევე მაღალია ჰუმუსის რაოდენობა ალპურ ლანდშაფტებში (# 135141), რაც განპირობებულია კლიმატური პირობებითა (მოკლე ზაფხულის პერიოდით, დაბალი ტემპერატურებით) და მკვრივკორდიანი მძლავრი ბალახოვანი საფარის განვითარებით. კრიოთერმული და ნივალური სტეპების დიდი ხანგრძლივობის გამო მცენარეული ნარჩენები ვერ ასწრებს დაშლას და გროვდება უხეში ნეშომპალა, ტორფისებრი მასა.

საქართველოს ქვედა მთისა და საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში აღინიშნება ჰუმუსის დაახლოებით ერთნაირი რაოდენობა (165 და 220 ტ/ჰა). თუმცა საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში ეს მაჩვენებელი რამდენადმე უფრო მაღალია. რით აიხსნება ეს? აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში (# 6266), სადაც გავრცელებულია ყავისფერი ტიპური, გამოტუტული და კარბონატული ნიადაგები, ჰუმუსის რაოდენობა შედარებით მცირეა (საშუალოდ 120130 ტ/ჰას), ვიდრე დასავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის ყომრალ ნიადაგებში (საშუალოდ 170190 ტ/ჰა). განსხვავებული სიტუაცია დაიკვირვება აღმოსავლეთ საქართველოში. ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში, სადაც ყვითელყომრალი ნიადაგებიცაა გავრცელებული, ჰუმუსის რაოდენობა საკმაოდ მაღალია და საშუალოდ შეადგენს 220350 ტ/ჰას, მაშინ როცა საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში აღნიშნული მაჩვენებელი შეადგენს მხოლოდ 200250 ტ/ჰას.

ფერდობების შედარებით მცირე დახრილობის გამო ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში (განსხვავებით საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებისაგან) ნივთიერებათა მიგრაციის ელუვიურა კუმულაციური რეჟიმი სჭარბობს ტრანსელუვიურს, რის შედეგადაც ეროზიული პროცესები და ნიადაგის ზედაპირული ფენის გადარეცხვა ნაკლებადაა გამოხატული. მაგრამ ამ ლანდშაფტების შედარებით მეტი ანთროპოგენური

ტრანსფორმაციისა და გაუდაბნოების პროცესების მეტი ინტენსივობით განვითარების გამო, ისინი სულ უფრო მეტად განიცდიან ნიადაგების გადარეცხვასა და ჰუმუსის რაოდენობის შემცირებას.

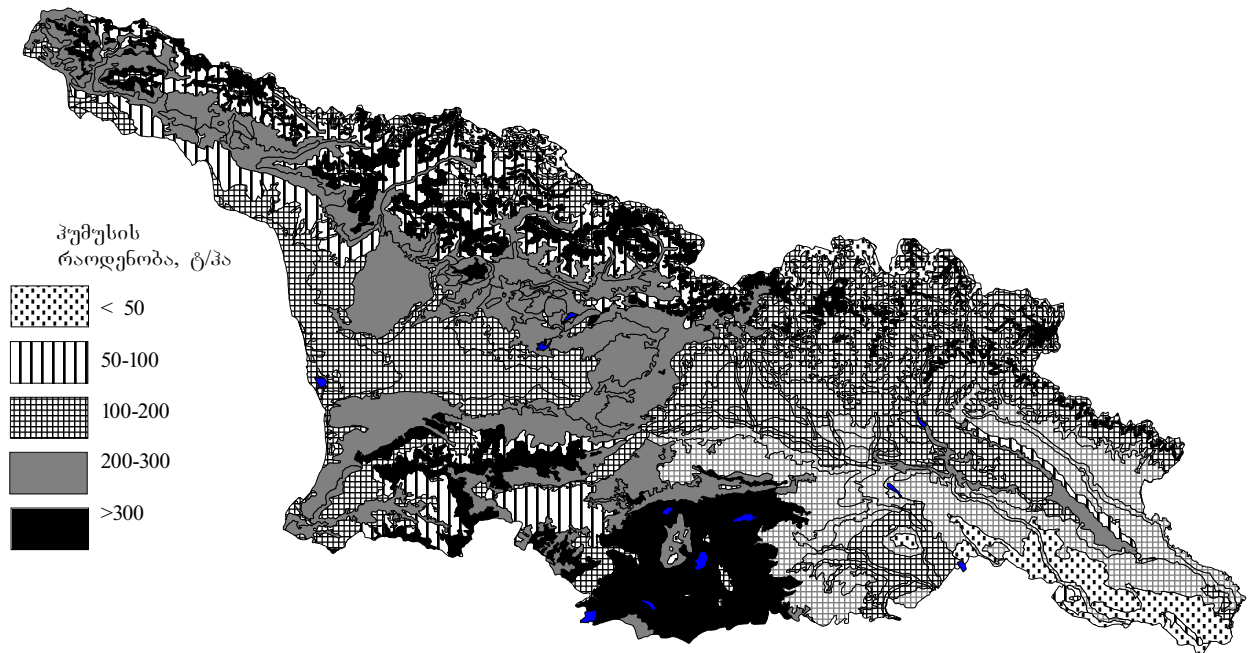
აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში ჰუმუსის რაოდენობა განსაკუთრებით მცირეა მცირე კავკასიონის ფერდობებზე (# 81), სადაც 300ზე მეტი დახრილობის ფერდობები შედარებით დიდ ფართობზეა გავრცელებული, შესაბამისად ინტენსიურადაა გამოხატული ნიადაგის ეროზიული პროცესები. შედარებით მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდება ის ბტკები, სადაც გაბატონებულია მუხნარები, ან მუხნარცხილნარები 20300 დახრილობის ფერდობებზე (4Q5ვ; 4F5ვ). ეს ტყეები გაცილებით უკეთაა დაცული ეროზიული პროცესებისაგან და შესაბამისად ნაკლებადაა გამოხატული ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის ჩამორეცხვის პროცესები. კიდევ უფრო ნაკლები დახრილობის პირობებში (3,4Q5ვ; 4,3Q3ქ; 3Q5ვ), სადაც ჯაგრცხილის მიერ დატოვებული დიდი რაოდენობის ორგანული მასა ნელა განიცდის ხრწნას, კიდევ უფრო მეტი რაოდენობით გროვდება ჰუმუსი და საშუალოდ იგი შეადგენს 270 ტ/ჰას. განსხვავებული მდგომარეობაა ციცაბო ფერდობებზე ანუ იქ, სადაც ტყე გამეჩხერებულია, ან მნიშვნელოვანი ფართობი უკავიათ სასოფლოსამეურნეო სავარგულებს (5Q5ვ,I; Q5ვIII; Q3ქ). ჰუმუსის რაოდენობა აქ გაცილებით ნაკლებია.

აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში ჰუმუსის მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება კახეთის კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე (# 75). ჰუმუსის საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 240250 ტ/ჰას, ხოლო ნიადაგის ზედა ფენაში 165170ტ/ჰას. საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში ჰუმუსის ყველაზე დიდი რაოდენობა აღინიშნება მკვდარსაფრიან ბტკებში. ამ მხრივ, გარკვეულ როლს თამაშობს მერქნიან მცენარეთა ფესვებიც. აქ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ფესვთა კვდომის ნარჩენები და მათ მიერ გამოყოფილი ნივთიერება ეგზოოსმოსი [ტარასაშვილი, 1965].

განსხვავებულ სურათს ვიღებთ ჰუმუსის მარაგის ანალიზისას საქართველოს ლანდშაფტების მიხედვით. ამ მაჩვენებლის სიდიდეს ჰუმუსის რაოდენობის გარდა, განსაზღვრავს ლანდშაფტების ფართობიც. ამიტომ ჰუმუსის რაოდენობა რამდენადმე მეტია

იმ ლანდშაფტებში, რომელთაც დიდი ფართობი უკავიათ და პირიქით ჰუმუსის რაოდენობა დაბალია იმ ლანდშაფტებში, რომლებიც შედარებით მცირე ფართობზეა გადაჭიმული.

ჰუმუსის საერთო მარაგი საქართველოს ლანდშაფტებში შეადგენს 1,2 მლრდ ტონას. მისი უდიდესი ნაწილი თავმოყრილია მაღალი მთის სუბალპურ ლანდშაფტებში, რაც შეადგენს საერთო მარაგის 25 %ს (283 მლნ ტ).



ჰუმუსის რაოდენობა ნიადაგის მეტრულ ფენაში საქართველოს ლანდშაფტების გვარების მიხედვით

III.4. მცენარეული საფარი

3.4.1. ბიომეტი

ფიტომასების მაქსიმალური რაოდენობა დამახასიათებელია საშუალო მთის ტყის მუქწიწვიანი ლანდშაფტებისათვის და საშუალოდ იგი შეადგენს 500 ტ/ჰა-ს და მეტს [Тедიაშვილი, 1984; 1987]. მეორე ადგილზეა საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები წიფლნარი ტყეების სიჭარბით (300-500 ტ/ჰა) [ნიკოლაიშვილი, 1994] და მესამეზე ქვედა მთის კოლხური ლანდშაფტები (250-300 ტ/ჰა) [Беручашვილი, 1995; Тедიაშვილი, 1984; 1987]. ფიტომასების მინიმალური რაოდენობა კი, ცხადია, დამახასიათებელია მაღალი მთის სუბნივალური და ნივალური, აგრეთვე აღმოსავლეთ საქართველოს ნახევრად უდაბნოს ლანდშაფტებისათვის, სადაც იგი შეადგენს 1-2 ტ/ჰა-ს და უფრო ნაკლებს (ცხრ. 4.1).

მთის ტყის ლანდშაფტებში ფიტომასების დიდი რაოდენობა (200-300 ტ/ჰა-ზე მეტი) ჩვეულებრივ დამახასიათებელია იმ ლანდშაფტებისათვის, სადაც ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა 750-800 მმ-ზე მეტია. ეს თავისებურება პირველად დადგინდა კავკასიის საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებისათვის წიფლნარების სიჭარბით [ნიკოლაიშვილი, 1994]. ანალოგიური შეიძლება ითქვას საქართველოს მთის ყველა ლანდშაფტზეც. ფიტომასების დიდი რაოდენობა აღინიშნება კოლხეთის და კახეთის კავკასიონის ტყის ყველა ლანდშაფტში (# 62-72, 75, 79-89). გამოდის, რომ ეს ერთგვარი ოპტიმალური მაჩვენებელია, რომლის დაბლა ფიტომასების რაოდენობა მნიშვნელოვან შემცირებას იწყებს. თუმცა კლიმატური პარამეტრებიდან იგი არ არის ფიტომასების დიდი რაოდენობით დაგროვების ერთადერთი ინდიკატორი მთის ტყის ლანდშაფტებისათვის. ასევე მნიშვნელოვანია კიდევ ორი გარემოება: ა) ფიტომასების საშუალო რაოდენობა შედარებით დაბალია იქ, სადაც ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა ახლოსაა ქვედა ოპტიმუმთან, ე.ი. 700 მმ-ის ფარგლებში. ასეთია აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ტყის ლანდშაფტების უმეტესი ნაწილი. ქვედა მთებში ფიტომასების საშუალო რაოდენობაა 175-200 ტ/ჰა, საშუალო მთებში 300 ტ/ჰა, ხოლო ზედა მთებში 80-90 ტ/ჰა, მაშინ როცა დასავლეთ საქართველოში იგი შეადგენს 260, 360 და 100 ტ/ჰა-ს შესაბამისად; ბ) ფიტომასების მაღალი მაჩვენებლები აღინიშნება იქ, სადაც ატმოსფერული ნალექების უდიდესი რაოდენობა (500-600 მმ) მოდის ვეგეტაციურ პერიოდზე (მაისიდან ნოემბრის ჩათვლით). სწორედ ეს არის ერთ-ერთი მიზეზი იმისა, რომ დასავლეთ საქართველოს მთის ტყის ლანდშაფტებისათვის დამახასიათებელია

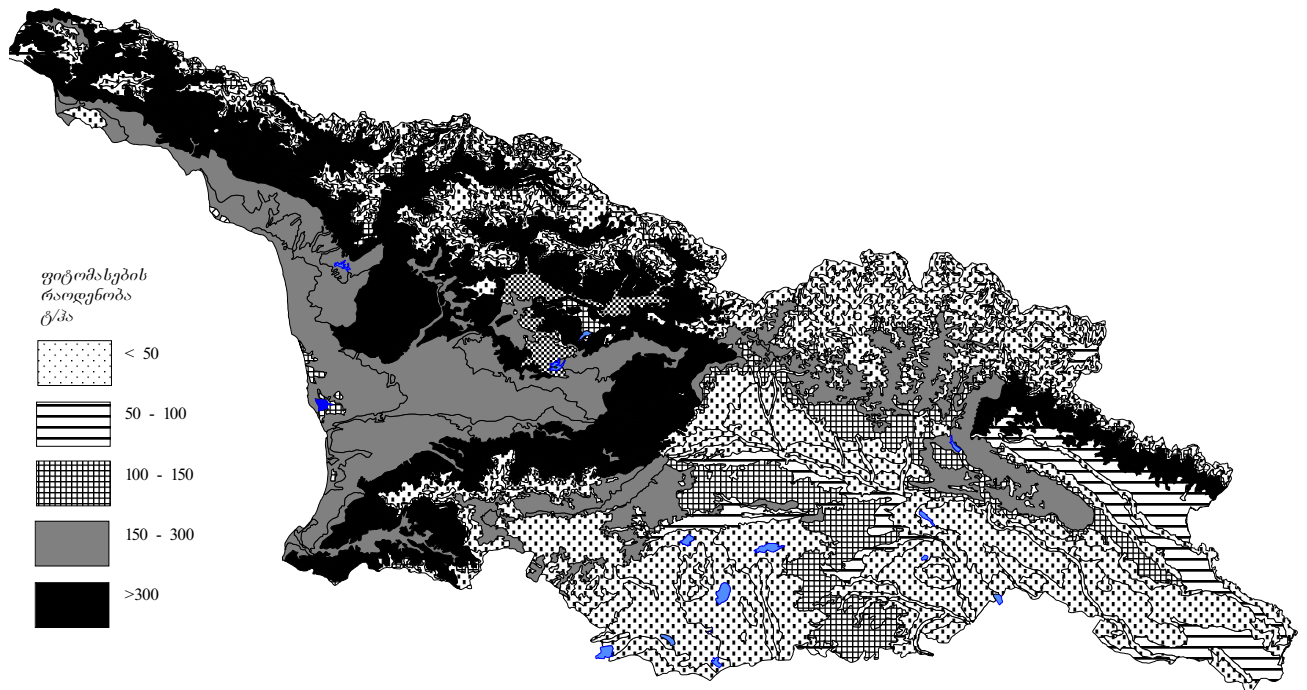
ფიტომასების შედარებით უფრო მეტი რაოდენობა, ვიდრე აღმოსავლეთისათვის. ერთადერთი გამონაკლისია მხოლოდ კახეთის კავკასიონის ლანდშაფტები.

ცხრ. 4.2 ფიტომასების მაქსიმალური რაოდენობები აბსოლუტური სიმაღლის შესაბამისად

ლანდშაფტები	აბსოლუტური სიმაღლე, მ.	ფიტომასების რაოდენობა, ტ/ჰა	
აღმოსავლეთ საქართველოს მთისწინეთის სტეპის, შიბლიაკისა და ფრიგანის	900 - 1000	50 - 80	
დასავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის	600 – 750	> 400	
დასავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარის სიჭარბით)	1200 – 1400	> 450	
აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარის სიჭარბით)	1200 – 1400	(1800) > 300	
დასავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის (წიფლნარ-მუქწიწვიანების სიჭარბით)	1400 – 1800	> 500	
აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალო მთის	1600 – 2000	> 500	
ზედა მთის ტყის	1700 – 1750	> 150	

საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში ფიტომასების დიდი რაოდენობა (საშუალოდ 450-460 ტ/ჰა) აღინიშნება იმ ბტკ-ებში, სადაც წიფლის შემცველობაა 80 %, ან მუქწიწვიანებისა _ 20-30 % [ნიკოლაიშვილი, 1994]. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნაძვისა და სოჭის არსებობა. ეს მცენარეები ხანგრძლივი სავეგეტაციო პერიოდით ხასიათდებიან. ფოთლოვანებისაგან განსხვავებით არ ხდება ენერგიის ხარჯვა შეფოთვლასა და მათ ხმობაზე. ეს კი მათ მაღალ პროდუქტიულობას განაპირობებს. გაცილებით მცირეა ფიტომასების რაოდენობა მაშინ, როცა ჭარბობს რცხილა, მურყანი, ვერხვი, შინდი და სხვ.

საქართველოს ლანდშაფტების ფიტომასების რაოდენობა



თუკი წიფლის შემცველობა 90 %-ს შეადგენს, მაშინ დასავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში წიფლის სიჭარბით (# 67-72) ფიტომასების საშუალო რაოდენობაა 450 ტ/ჰა, კახეთის კავკასიონზე (# 84) – 460 ტ/ჰა, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში 250-260 ტ/ჰა. წმინდა წიფლნარ ბტკ-ებში (სადაც სხვა სახეობების შემცველობა 10 %-ზე ნაკლებია), ფიტომასების რაოდენობა 360 ტ/ჰა-ს შეადგენს, 450 ტ/ჰა-ს დასავლეთ საქართველოში (# 67-72), 460 ტ/ჰა-ს კახეთის კავკასიონზე (# 84). ნათელია, რომ წიფლის ფიტომასების რაოდენობის ზრდას ფიტომასების ჯამური რაოდენობის ზრდა შეესაბამება და პირიქით.

კავკასიის საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში წიფლის საერთო შემცველობაა 60 %, საქართველოსათვის ეს მაჩვენებელი ცოტა უფრო დაბალია, ვინაიდან იზრდება ნაძვისა და სოჭის ხვედრითი წილი. ფაქტობრივად არანაირი დამოკიდებულება არ გამოვლინდა წიფლისა და რცხილის ფიტომასებს შორის. რაც შეეხება ისეთ სახეობებს, როგორიცაა ნეკერჩხალი, ვერხვი,

ცაცხვი, მურყანი, შინდი, ფიტომასების მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება იმ ბტკ-ებში, სადაც წიფლის ფიტომასების რაოდენობა შეადგენს 75-100 ტ/ჰა-ს. თუ წიფლის ფიტომასების რაოდენობა 100 ტ/ჰა-ზე მეტია, მაშინ ზემოთ ჩამოთვლილ სახეობათა ფიტომასების რაოდენობა საგრძნობლად მცირეა. დაახლოებით ანალოგიური დამოკიდებულებაა წიფლისა და მუქწიწვიანების ფიტომასების რაოდენობებს შორის, კერძოდ, თუ წიფლის ფიტომასების რაოდენობაა 100 ტ/ჰა-ზე მეტი, მაშინ ნადვისა და სოჭის შეადგენს (25) 50 150 (175) ტ/ჰა-ს.

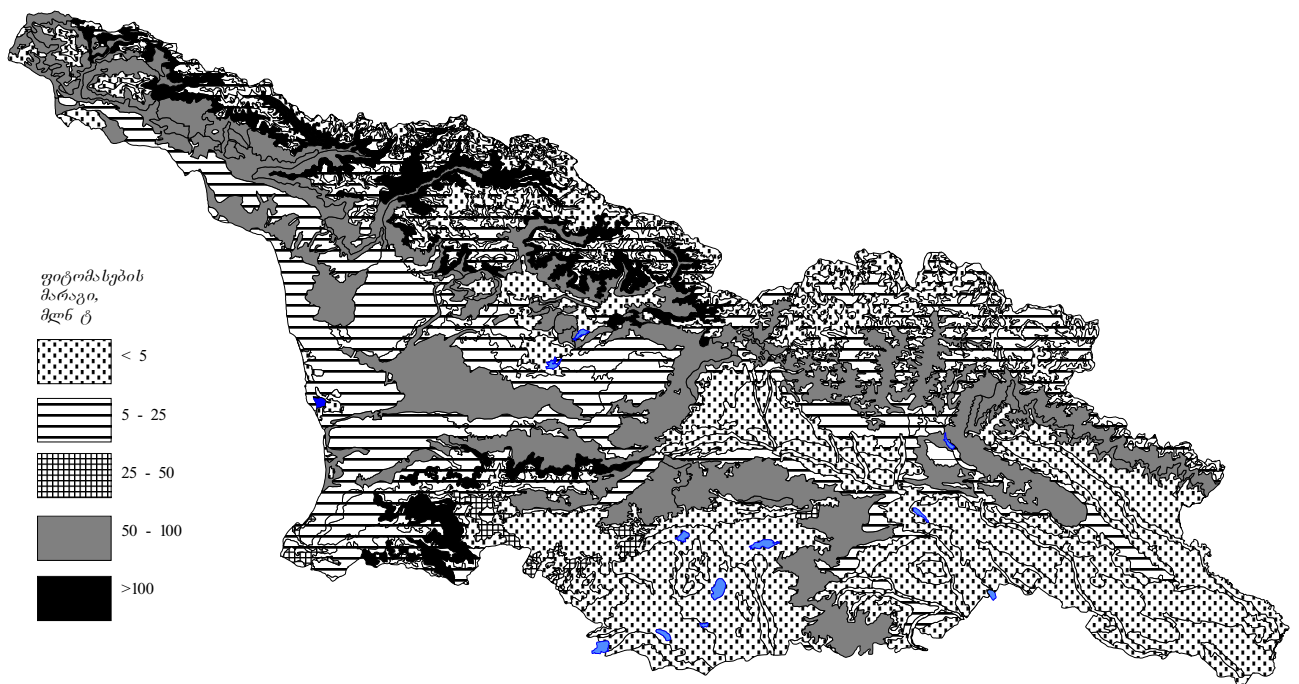
3.4.2. მცენარეთა სიმაღლე

ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შესაბამისად ფიტომასებს ზრდა სუსტად ვლინდება. ეს ბუნებრივია იმიტომ, რომ მათი გავრცელების (შეფარდებითი) სიმაღლითი დიაპაზონი არც ისე დიდია და შეადგენს საშუალოდ 150-250, იშვიათად 300-500 მ-ს. თუმცა მაინც ვლინდება გარკვეული თავისებურებანი. დასავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში (# 62-66) ფიტომასების მნიშვნელოვნად მაღალი მაჩვენებლები (400 ტ/ჰა-ზე მეტია) ჩვეულებრივ დამახასიათებელია ზ.დ. 600-750 მ სიმაღლითი დიაპაზონისათვის. თუმცა ასეთი მაღალპროდუქტიული ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსები აღნიშნულ ლანდშაფტებში შედარებით შეზღუდული გავრცელებისაა და გვხვდება მხოლოდ მიუვალ და ძლიერ მცირე ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის პირობებში. რაც შეეხება, აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებს (# 75-83), აქ არ ვლინდება დამოკიდებულება აბსოლუტურ სიმაღლესა და ფიტომასების რაოდენობას შორის. არ ვლინდება არანაირი სივრცობრივი კანონზომიერება ძლიერ მაღალპროდუქტიული ბტკ-ების მიხედვითაც. ჯერ ერთი, აქ მეტად იშვიათია ისეთი ბტკ-ები, სადაც ფიტომასების რაოდენობაა 250-300 ტ/ჰა და მეორეც, ისინი სხვადასხვა სიმაღლით საფეხურებზე ვრცელდებიან.

შედარებით მკაფიოდაა გამოკვეთილი ფიტომასების რაოდენობის ცვლილება აბსოლუტური სიმაღლის შესაბამისად საშუალო მთის წიფლნარმუქწიწვიან და ზედა მთის ტყის ლანდშაფტებში. ერთ შემთხვევაში, დამოკიდებულება აბსოლუტურ სიმაღლესა და ფიტომასების რაოდენობას შორის პირდაპირპროპორციული, ხოლო მეორე შემთხვევაში უკუპროპორციული. საშუალო მთის წიფლნარ-წიწვიანი ლანდშაფტებისათვის (# 125-127) გაცილებით დიდი სიმაღლითი დიაპაზონია დამახასიათებელი, ვიდრე ქვედა მთებისათვის, რაც შეადგენს საშუალოდ 400-500 მ-ს და ხშირად უფრო მეტსაც. მათი უდიდესი ნაწილი ვრცელდება დასავლეთ საქართველოში და მოიცავს ზ.დ.

1000 (1500) 1800 (2000) სიმაღლით დიაპაზონს, იღებს თითქმის თანაბარ და მაღალ დატენიანებას მთელი წლის განმავლობაში. ამიტომ ლოგიკურად, აქ მთელი სიმაღლითი სპექტრისათვის დამახასიათებელი უნდა იყოს ფიტომასების დიდი რაოდენობა. თუმცა ბუნებრივტერიტორიული კომპლექსები 350-400 ტ/ჰა-ზე მეტი ფიტომასების რაოდენობით, გვხვდება შედარებით უფრო მაღალ ჰიფსომეტრიულ საფეხურებზე, ზ.დ. 1200-1400 მ-ის ზემოთ. რაც შეეხება ფიტომასების მაქსიმალურ რაოდენობებს (500 ტ/ჰა-ზე მეტი), იგი ჩვეულებრივ დამახასიათებელია ამ ლანდშაფტების გავრცელების ზედა საზღვართან ახლოს. ეს აიხსნება იმ გარემოებით, რომ აღნიშნულ ლანდშაფტებს შედარებით უკეთ აქვთ შენარჩუნებული პირვანდელი ბუნებრივი სახე სწორედ მაღალ ჰიფსომეტრიულ საფეხურებზე.

საქართველოს ლანდშაფტების ფიტომასების მარაგი



საკმაოდ მკაფიოდაა გამოხატული პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება მცენარეული საფარის სიმაღლესა და ფიტომასების რაოდენობას შორის ტყის ბტკ-ებში (ნახ. 4.13). ფიტომასების რაოდენობის მკვეთრი ზრდა აღინიშნება იქ, სადაც ხეების სიმძლავრე 20 მ-ს აღწევს, უფრო მეტი სიმძლავრის შემთხვევაში (25 მ-ის ზემოთ) კი ფიტომასების რაოდენობის ზრდას აღარ აქვს ადგილი და იგი ფაქტობრივად სტაბილური ხდება. ბტკ-ები ფიტომასების მაქსიმალური მაჩვენებლებით (400 ტ/ჰა-ზე მეტი) გვხვდება იქ, სადაც ხეების სიმაღლე 22-32 მ ან უფრო მეტია.

3.4.3. პროექციული დაფარულობა

ბტკ-ებში მიმდინარე ბიოფუნქციონირების პროცესებზე საგრძნობ გავლენას ახდენს ხეებს შორის მანძილი, ვინაიდან იგი განსაზღვრავს მზის სხივის შეღწევადობას და აქედან გამომდინარე, ბიოფუნქციონირების პროცესების ინტენსივობას.

ხეებს შორის საშუალო მანძილის გამოთვლა განხორციელდა შემდეგი ფორმულით: $L = \frac{M}{N}$ - დ, სადაც L არის ხეებს შორის საშუალო მანძილი, M საცდელი ფართობის სიდიდე (კმ²), N ხეების რაოდენობა საცდელ ფართობზე, დ ხის ტანის დიამეტრი (მ).

მთის ტყის ლანდშაფტებში ფიტომასების რაოდენობის მაღალი მაჩვენებლები (200-500 ტ/ჰა) აღინიშნება იქ, სადაც ხეებს შორის საშუალო მანძილი 3-5 მ-ია, ფიტომასების მაქსიმუმი კი იქ, სადაც 3.5-4.5 მ-ია. რაც შეეხება ბტკ-ებს, სადაც ხეებს შორის საშუალო მანძილი 3 კმ-ზე ნაკლებია, ან 5 მ-ზე მეტი, ფიტომასების მინიმალური რაოდენობით ხასიათდებიან (ნახ. 4.14).

საქართველოს საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში ხეებს შორის საშუალო მანძილია 3-5 მ. ასეთ ბტკ-ებზე მოდის მათი საერთო რაოდენობის 45 %. თითქმის ანალოგიური ვითარება დაიკვირვება ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებშიც, სადაც ფიტომასების მაღალი მაჩვენებლები აღინიშნება ბტკ-ებში ხეებს შორის საშუალო მანძილით 4-5 მ. სრულიად განსხვავებული ვითარებაა ზედა მთის ტყის ლანდშაფტებში. ბტკ-ებში ფიჭვის ტყეების სიჭარბით (# 133, 134), ფიტომასების მაღალი მაჩვენებლები აღინიშნება მაშინ, როცა ხეებს შორის მანძილი შეადგენს საშუალოდ 5-6 მ-ს, ზოგჯერ მეტსაც. რაც შეეხება ზედა მთის ტყის იმ ლანდშაფტებს, სადაც წიფელი და ნეკერჩხალია ჭარბობს, ამეტად განსხვავებული ვითარებაა. მაღალპროდუქტიულ ბტკ-ებში ხეებს შორის საშუალო მანძილი გაცილებით უფრო მცირეა. ეს განპირობებულია იმით, რომ აქ გვხვდება მცირე დიამეტრის მქონე ხეები, თუმცა მათი გავრცელების სიხშირე მაღალია. ცხადია, ეს თავისებურება დაიკვირვება მცირე ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის პირობებში.

კიდევ უფრო საინტერესო სურათს ვიღებთ, თუ ორ მაჩვენებელს მცენარეული საფარის სიმძლავრესა და ხეებს შორის საშუალო მანძილს ერთდროულად განვიხილავთ. მაგალითად, საქართველოს საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში ფიტომასების მაღალი მაჩვენებლები (300 ტ/ჰა-ზე მეტი) აღინიშნება იმ ბტკ-ებში, სადაც ხეებს შორის საშუალო მანძილია 3-5.5 მ, ხოლო მცენარეული საფარის სიმძლავრე 24-25 მ. ფიტომასების მაქსიმუმი კი (500 ტ/ჰა-ზე მეტი) აღინიშნება იმ ბტკ-ებში, სადაც ხეებს შორის საშუალო მანძილია 3-5.5, ხოლო მცენარეული

საფარის სიმძლავრე 28 მ და მეტი. რაც შეეხება ფიტომასების მცირე რაოდენობას, იგი მეტად განსხვავებული სიმძლავრისა და ხეებს შორის საშუალო მანძილის მქონე ბტკ-ებისათვის არის დამახასიათებელი.

3.5. ბტკების ტიპები როგორც ფაქტორები

3.5.1. ლანდშაფტური მრავალფეროვნება

ლანდშაფტის მახასიათებელთა/ინდიკატორთა შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მრავალფეროვნება, რომელიც მიჩნეულია ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად გარემოში მიმდინარე ცვლილებების ინდიკატორად (European Landscape..., 2005) სწორედ ამიტომ უკანასკნელ პერიოდში განსაკუთრებული ყურადღების ცენტრში ექცევა არა მხოლოდ ცალკეული ტერიტორიების ბიომრავალფეროვნების, არამედ ლანდშაფტთა მრავალფეროვნების შესწავლა. ამის დასტურია თუნდაც ევროპის ლანდშაფტური კონვენცია (ფლორენცია, 2000) და ევროპის სამოქმედო ლანდშაფტური გეგმის შემუშავება, რომელიც პანევროპული ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნების (Council of Europe, UNEP, ECNC², 1995) ნაწილია. სამოქმედო გეგმის უმთავრესი მიზანია რეგიონული ლანდშაფტური კონცეფციის შემუშავება, რომელიც მიჩნეულია არა მარტო გარემოს დაცვის, არამედ ინტეგრირებულ, პრევენციულ და ქმედით საკითხთა გადაჭრის ინსტრუმენტად European Landscape..., 2005; The Strategy Guide].

ერთ-ერთი პირველი კვლევა ლანდშაფტურ მრავალფეროვნებაში ეკუთვნის ნ. ბერუჩაშვილს [2000]. იგი არის საქართველოს ლანდშაფტების მრავალფეროვნების პირველი მკვლევარი. მან აღწერა და გაანალიზა საქართველოს ლანდშაფტების რეგიონული თავისებურებანი სხვადასხვა საკლასიფიკაციო დონეზე (ტიპი, ქვეტიპი, გვარი, სახე) და განსაზღვრა ამ თვალსაზრისით საქართველოს ადგილი მსოფლიოში

საყოველთაოდაა ცნობილი, რომ მთიანი ტერიტორიები ბუნებრივი პირობების მეტი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა, ვიდრე ვაკეები. ანალოგიური მოსაზრებაა გავრცელებული ლანდშაფტურ მრავალფეროვნებაზეც ბარიდან მთის მიმართულებით ხდება ლანდშაფტების მრავალფეროვნების ზრდა. თუმცა არ არის გამორიცხული, რომ

² ECNC – European Centre for Nature Conservation – ბუნების კონსერვაციის ევროპული ცენტრი.

ცალკეული ადგილებში საპირისპირო სურათიც გვეჩვენებს . ცხადია, მთებში ლანდშაფტების მრავალფეროვნება მეტია, ვიდრე ვაკეებზე. ბტკ-ების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების საერთო რაოდენობის მიხედვით მთის ლანდშაფტები ორჯერ აღემატება ვაკისას. ამასთან ლანდშაფტების მრავალფეროვნების ზრდას აბსოლუტური სიმაღლის შესაბამისად ადგილი აქვს უმთავრესად ვაკიდან მთისწინეთისა და ქვედა მთის ლანდშაფტების მიმართულებით, უფრო მაღლა კი, საშუალო მთიდან, პირიქით, ლანდშაფტების მრავალფეროვნება კლებულობს. ეს ლოგიკური შედეგია. თუმცა ცალკეულ შემთხვევებში ვაკის ზოგიერთი ლანდშაფტი (გვარის დონეზე) მეტი მრავალფეროვნებით ხასიათდება, ვიდრე მთის ლანდშაფტი. ეს ითქმის არა მარტო მაღალი მთის სუბალპურ, ალპურ, სუბნივალურ და ნივალურ, არამედ მთისწინეთისა და ქვედა მთის ლანდშაფტებზეც. ამიტომ აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შესაბამისად ყველგან როდი აქვს ადგილი ლანდშაფტების მრავალფეროვნების ზრდას . ეს განსაკუთრებით ითქმის დასავლეთ საქართველოს ჰვაკის ზოგიერთ ლანდშაფტზე, რაც განპირობებულია დიდ ფართობზე მათი გავრცელებითა და ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის მაღალი ხარისხით.

დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკის ლანდშაფტების ურთიერთშედარებამ დაგვანახა, რომ ბტკ-ების მრავალფეროვნებით გამორჩეულია აღმოსავლეთი საქართველო. გამოჩნდის მხოლოდ არიდული და ჰიდრომორფული ლანდშაფტები, რომლებიც გაცილებით ერთგვაროვანია.

მრავალფეროვნების მაღალი მაჩვენებელი დამახასიათებელია დასავლეთ საქართველოს ვაკის იმ ლანდშაფტებისათვის, რომლებიც საგრძნობლად არის გარდაქმნილი სამეურნეო საქმიანობის შედეგად (ლანდშაფტის გვარები # 1, 2, 6, 7). ცხადია, აღნიშნული ლანდშაფტები უნიკალურად არ ჩაითვლება, ვინაიდან ასეთი მაღალი მაჩვენებელი განპირობებულია ტერიტორიის მაღალი ანთროპოგენური ტრანსფორმაციით და არა ბუნებრივი მრავალფეროვნებით.

ცხრ. 1. საქართველოს ლანდშაფტების მრავალფეროვნების შესწავლილობა						
		მთა	ბ	გვარი	საქ	ბტკ ვს ტიპი
ფიზიკურ-გეოგრაფიული რეგიონი						
ადმინისტრაციული ერთეულები	მხარე					
	რაიონი					
ლანდშაფტის გვარი						
		ნ. ბერუჩაშვილის მიერ ჩატარებული ანალიზი				
		სტატიაში წარმოდგენილი ანალიზი				

მთის ლანდშაფტებს შორის ყველაზე მრავალფეროვანია ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტები, რაც განპირობებულია როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური

ფაქტორებით. ჯერ ერთი, ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტები მოქცეულია მთისწინეთისა და საშუალო მთის ლანდშაფტებს შორის, ამიტომ აქ ორივესათვის ტიპური ბტკ-ები გვხვდება. მეორეც, ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტები უფრო სახეცვლილია, ვიდრე ჰიფსომეტრიულად მის ზემოთ მდებარე საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები. სწორედ ამის გამო ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტების დეფრაგმენტაცია უფრო მაღალია.

მრავალფეროვნების ყველაზე მაღალი მაჩვენებელით ხასიათდება ქვედა მთის ტყის ის ლანდშაფტები (# 81, 82), რომლებიც გადაჭიმულია კავკასიონის სამხრეთ და მცირე კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობებზე. ეს ლანდშაფტები მოქცეულია მთისწინეთის სემიჰუმიდურ და საშუალო მთის ზომიერად თბილ ჰუმიდურ ლანდშაფტებს შორის. მთისწინეთის სემიჰუმიდური ლანდშაფტების სიახლოვე განაპირობებს მის ქვედა საზღვართან ახლოს სემიჰუმიდური ბტკების, ხოლო საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტების სიახლოვე მის ზედა საზღვართან ჰუმიდური ბტკ-ების გავრცელებას. თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებასაც, რომ ქვედა მთის ლანდშაფტებში შედარებით მეტია ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხი, უფრო ადვილი ასახსნელია ლანდშაფტების მრავალფეროვნების ესოდენ მაღალი მაჩვენებელი. საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები გაცილებით მეტი ერთგვაროვნებით ხასიათდება. თუმცა განსხვავება ლანდშაფტის გვარებს შორის აქაც შესამჩნევია. კერძოდ, მრავალფეროვნების მაღალი მაჩვენებლები აღინიშნება საშუალო მთის ტყის იმ ლანდშაფტებში, რომლებიც გავრცელებულია მცირე კავკასიონის ჩრდილოეთ მაკროფერდობზე. ყველაზე დაბალია მრავალფეროვნება აჭარაგურიის მონაკვეთზე, სადაც გაბატონებულია წიფლნარი ბტკ-ები კოლხური ქვეტყით ან ჰემიჰილეებით. მრავალფეროვნების ზემოთ აღნიშნული ზოგადი სურათისაგან ერთგვარ გამონაკლისს ქმნის კახეთის კავკასიონის ქვედა და საშუალო მთის ლანდშაფტები, რომლებიც შედარებით ერთგვაროვანია. ეს განპირობებულია იმით, რომ აღნიშნული ლანდშაფტები გადაჭიმულია ვიწრო ზოლის სახით და აქ ნაკლებად არის გამოხატული ოროკლიმატური ბარიერები. ამიტომ კვლევის ამ დონეზე შედარებით ნაკლებად ვლინდება ექსპოზიციური სხვაობა ბტკ-ების ტერიტორიულ განაწილებაში.

შედარებით მრავალფეროვანია დასავლეთ საქართველოს ზედა მთის ტყის ლანდშაფტები (# 129). ამის მიზეზი, უთუოდ, ოროკლიმატური ბარიერების გამო ამ ლანდშაფტების შედარებით არათანაბარ დატენიანებაში უნდა ვეძიოთ. აღნიშნული ლანდშაფტების ტერიტორიის გარკვეული ნაწილი ხვდება ე.წ. „წვიმის ჩრდილების, ხოლო ნაწილი ნოტიო ჰაერის მასების უშუალო ზეგავლენის ქვეშ. ამიტომ აქ გვხვდება როგორც ჰუმიდური (F5ი; F3კ,ჩ; თ3პ), ისე სემიჰუმიდური (Q3ი; Q4ი) ბტკ-ები.

3.5.2. სტრუქტურის სირთულე

ლანდშაფტური მრავალფეროვნების შესწავლას აქვს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა. ერთის მხრივ, მისი მეშვეობით შესაძლებელია ლანდშაფტთა ჰორიზონტული სტრუქტურის კვლევა, ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის ხარისხის დადგენა, სტრუქტურულფუნქციური თავისებურებების გამოვლენა. მეორეს მხრივ, უდავოა მისი მნიშვნელობა ლანდშაფტთა ბუნებრივი პოტენციალისა და მნიშვნელობის დასადგენად. პრობლემის პრაქტიკული ასპექტიდან გამომდინარე მნიშვნელოვანია დაცული ტერიტორიების ქსელის შექმნა და ლანდშაფტური დაგეგმარება.

საქართველოს ერთი და იგივე მხარე შეიძლება ხასიათდებოდეს ლანდშაფტთა სხვადასხვა საკლასიფიკაციო ერთეულების განსვავებული მრავალფეროვნებით მაგალითად, კახეთი პირველობს ლანდშაფტის თითქმის ყველა საკლასიფიკაციო ერთეულის მრავალფეროვნებით. გამონაკლისია მხოლოდ ლანდშაფტების გვარები, რითაც იგი პირველობას უთმობს აფხაზეთს და უტოლდება ქვემო ქართლს.

ლანდშაფტების ტიპების მიხედვით პირველ სამეულში შედის კახეთი, ქვემო ქართლი და აფხაზეთი, ქვეტიპების მიხედვით კახეთი, შიდა ქართლი და აჭარა, გურია (თანაბარი მნიშვნელობებით), გვარების მიხედვით აფხაზეთი, კახეთი და ქვემო ქართლი, სახეების მიხედვით კახეთი, აფხაზეთი, იმერეთი, ხოლო ბტკების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების მიხედვით კახეთი, აფხაზეთი და გურია. როგორც ვხედავთ, კახეთი

ერთადერთი კუთხეა საქართველოში, რომელიც ლანდშაფტების ნებისმიერი საკლასიფიკაციო ერთეულის მიხედვით შედის პირველ სამეულში. ასევე მრავალფეროვანია აფხაზეთიც, თუმცა ქვეტიპების მიხედვით მას აჭარბებს არა მარტო კახეთი, არამედ შიდა ქართლი, აჭარა და გურია.

ყველაზე ნაკლები ლანდშაფტური მრავალფეროვნებით თუშეთი ხასიათდება. და ეს თავისებურება ვლინდება ლანდშაფტების ყველა საკლასიფიკაციო დონეზე. ეს, ცხადია, უმთავრესად თუშეთის მცირე ფართობითაა განპირობებული.

3.5.3. ფართობები

ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად შემცირდა მრავალი ბტკ-ების ფართობი. ეს უმთავრესად ტყის ბტკ-ებს ეხება. ლოგიკურად, ბიომრავალფეროვნების მსგავსად, უნდა ვიმსჯელოთ ლანდშაფტური მრავალფეროვნების შემცირების შესახებაც. მაგრამ ამ საკითხის ცალსახა ანალიზი დაუშვებელია. რა არის ამის მიზეზი? მთელი რიგი სახეობების გადაშენების, უნიკალური ლანდშაფტების დეგრადირებისა და ფართობების შემცირების ფონზე მიმდინარეობს ლანდშაფტთა სულ უფრო მეტი დეფრაგმენტაცია და გამრავალფეროვნება. ამიტომ როცა ვსაუბრობთ ლანდშაფტურ მრავალფეროვნებაზე, აუცილებლად უნდა ვითვალისწინებდეთ იმას, თუ რომელ ბუნებრივ, თუ ანთროპოგენურ ლანდშაფტურ მრავალფეროვნებაზეა საუბარი. ლანდშაფტთა პოტენციალისა და მნიშვნელობის შესაფასებლად მნიშვნელოვანია სწორედ ლანდშაფტების ბუნებრივი მრავალფეროვნების შენარჩუნება. ეს, თავის მხრივ, მდგრადი განვითარების მიღწევის ერთ-ერთი წინაპირობაა.

სრულიად განსხვავებულ შედეგს ვიღებთ ფართობის ერთეულზე ლანდშაფტების მრავალფეროვნების ანალიზისას. ამ მაჩვენებლით, რომელსაც ლანდშაფტების სიმჭიდროვეს (Landscape density) უწოდებენ, საქართველოში ერთ-ერთი ბოლო ადგილი უკავია სამცხეჯავახეთს. ასევე დაბალია ეს მაჩვენებელი მცხეთამთიანეთსა და კახეთში. ფართობის 1 ათ. კმ²-ზე კახეთში საშუალოდ მოდის ბტკ-ების ვერტიკალური სტრუქტურის

3.5 ტიპი, მაშინ როცა ეს მაჩვენებელი გურიასა და აჭარაში არის 19 და 13 შესაბამისად. ეს გვაძლევს იმის თქმის უფლებას, რომ საქართველოს მხარეებს შორის გურია და აჭარა ლანდშაფტების ყველაზე მაღალი მრავალფეროვნე ბით ხასიათდებიან, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ლანდშაფტების საერთო რაოდენობით ჩამორჩებიან კახეთს, აფხაზეთსა და სამეგრელოზემო სვანეთს. კიდევ უფრო არაორდინარულ სურათს ვხედავთ ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით ფართობის ერთეულზე ლანდშაფტების მრავალფეროვნების ანალიზისას. კერძოდ, ყველაზე მაღალი მრავალფეროვნებით ხასიათდება მარნეულის რაიონი. მას არც ისე დიდი ფართობი უკავია, რომ ამ გარემოებას შეესრულებინა მნიშვნელოვანი როლი. ამასთან ტერიტორიის უდიდესი ნაწილი ქვემო ქართლის ვაკის ფარგლებშია მოქცეული. მაშინ რამ განაპირობა ამ რაიონის ესოდენ მაღალი მაჩვენებელი? საქმე იმაშია, რომ მარნეულის რაიონის ფარგლებში ძლიერ მცირე ფრაგმენტების სახით ექცევა იაღლუჯის მაღლობისა და ლოქის ქედის ლანდშაფტები (შესაბამისად მრავალფეროვანია ბტკ-ების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპების რაოდენობაც). კერძოდ,

მარნეულის ვაკის ლანდშაფტები: ვაკის ნახევრად უდაბნოს (22); ჭალის (51);

იაღლუჯის მაღლობის ლანდშაფტები:

ვაკისა და მთისწინეთის სემიარიდული სტეპისა და შიბლიაკის (25);

დაბალი მთის სუბტროპიკული სემიარიდული სტეპის (58);

ლოქის ქედისა და მისი მთისწინეთის ლანდშაფტები:

სემიჰუმიდურისაკენ გარდამავალი ქვედა მთის ტყის (80);

საშუალო მთის ტყის (88);

მთისწინეთის ჯაგ-რცხილნარმუხნარების დერივატებისა და შიბლიაკის (18).

მრავალფეროვნება მაღალია საქართველოს იმ ლანდშაფტებში, რომლებიც:

წარმოდგენილია დიდ ფართობზე;

მოქცეულია დიდ ჰიფსომეტრიულ დიაპაზონში;

მოქცეულია დატენიანების თვალსაზრისით განსხვავებულ ლანდშაფტებს შორის;

ხასიათდება ტერიტორიის ანთროპოგენური ტრანსფორმაციის მაღალი ხარისხით;

რთული რელიეფისა და ოროკლიმატური ბარიერების არსებობის გამო დამახასიათებელია ბტკ-ების ტიპების გავრცელების მკვეთრი ექსპოზიციური სხვაობა.

როგორც წესი, რაც უფრო დიდ ფართობზეა გადაჭიმული ლანდშაფტი, მით უფრო მაღალი მრავალფეროვნებით ხასიათდება იგი. თუმცა გასათვალისწინებელია ის, რომ ეს დებულება მართებულია იმ შემთხვევაში, თუ ერთმანეთს ვადარებთ ერთი და იგივე რანგის ლანდშაფტურ ერთეულებს. კერძოდ, საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტები დიდ ფართობზეა გადაჭიმული და მათ ასევე დიდი ჰიფსომეტრიული დიაპაზონი (ზ.დ. 700_2000 მ) უკავიათ. მიუხედავად ამისა, საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტების მრავალფეროვნება უფრო დაბალია ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებთან შედარებით.

3.5.4.წიადაგის სიმძლავრე

პედომასებისა და ლითომასების რაოდენობა საქართველოს ლანდშაფტების მიხედვით ლანდშაფტების განსხვავდება პედომასებისა და ლითომასების რაოდენობით. ეს განსხვავება ვლინდება საქართველოს ლანდშაფტების როგორც მაღალ, ისე დაბალ საკლასიფიკაციო რანგის დონეზე (ნახ. 4.34). მნიშვნელოვანია განსხვავება ლანდშაფტის თვით ერთი გვარის ფარგლებშიც კი. ეს დაკავშირებულია.

ბტკების სხვადასხვა ტიპის გავრცელებასთან. ამიტომ მეტად რთულია იმ ფიზიკურგეოგრაფიული ფაქტორების გამოვლენა, რომლებიც განსაზღვრავენ პედომასებისა და ლითომასების ამა თუ იმ რაოდენობით დაგროვებას.

ცხრ. 4.13. პედომასებსა და ფიტომასებს შორის დამოკიდებულება საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტის მიხედვით

ლანდშაფტები	ფიტომასების საშუალო რაოდენობა, ტ/ჰა	პედომასები	
		ინტერვალი, ტ/ჰა	შეხვედრილობა, %
აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკის	10 20	7000 11000	65
	20 30	13000 15000	65
	> 40	9000 – 13000	75
დასავლეთ საქართველოს ვაკის	< 100	< 4000	70
	100 200	4000 6000	80
	200 300	4000 – 5000	70
ქვედა მთის ტყის	150 200	2200 5000	70
	200300	3800 7000	70
საშუალო მთის ტყის წიფლნარების სიჭარბით	< 100	2000 6500	75
	100 300	4000 8000	80
	> 300	6000 11000	75
საშუალო მთის ტყის წიფლნარ მუქწიწვიანების სიჭარბით	< 100	2000 4000	65
	100 200	3000 – 6000	70
	200 300	2000 5000	70
	> 300	> 5000	70
საშუალო მთის ტყის წიფლნარმუქწიწვიანების სიჭარბით	< 100	4000 8000	70
	100 200	8000 11000	85
	> 200	> 9000	80
მაღალი მთის სუბალპური	10 20	6000 7000	65
	20 30	5000 11000	65
	> 30	4000 5000	65

საქართველოს ტერიტორიაზე საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლება პედომასების რაოდენობა 3500 ტ/ჰა-დან 9000 ტ/ჰამდე. მისი საშუალო მაჩვენებელი კი შეადგენს 5035 ტ/ჰას. ლითომასების რაოდენობა იცვლება 0-დან 26000-27000 ტ/ჰას ფარგლებში. მისი საშუალო რაოდენობა კი 18000-20000 ტ/ჰას შეადგენს.

პედომასებისა და ლითომასების რაოდენობა მნიშვნელოვნად იცვლება რელიეფური პირობების შესაბამისად. დამრეც ფერდობებზე ჩვეულებრივ პედომასების მეტი რაოდენობა აღინიშნება, ხოლო ციცაბო და ნაწილობრივ, საშუალო დახრილობის ფერდობებზე – ლითომასების მეტი რაოდენობა. მაგრამ ასე ცალსახა დასკვნის გაკეთება ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის დაშუვებულია, ვინაიდან ბუნებაში რეალურად ძლიერ მრავალფეროვან ვითარებასთან გვაქვს საქმე. მეტად არაერთგვაროვანი სიტუაცია დაიკვირვება საშუალო დახრილობის ფერდობებზე: გვხვდება

ბტკები როგორც პედომასების დიდი და ლითომასების მცირე რაოდენობით და პირიქით, პედომასების მცირე და ლითომასების დიდი რაოდენობით. ჩრდილოეთისა და დასავლეთის ექსპოზიციის ფერდობებთან შედარებით ლითომასების რაოდენობა (დაახლოებით 45005500 ტ/ჰაით) მეტია სამხრეთისა და აღმოსავლეთის ექსპოზიციის ფერდობებზე. ანალოგიური შეიძლება ითქვას დამრეც ფერდობებზეც, სადაც პედომასებისა და ლითომასების მეტად განსხვავებული რაოდენობებია დამახასიათებელი.

შედარებით უფრო მკაფიო სურათი ციცაბო ფერდობებზე, სადაც ლითომასების რაოდენობა აშკარად სჭარბობს პედომასებისას. გარდა ამისა, ნაკლებია მათ შორის სხვაობა ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობებს შორის, რამაც შეიძლება შეადგინო საშუალოდ მხოლოდ 15003500 ტ/ჰა. დამრეც ფერდობებზე ფაქტობრივად არანაირი განსხვავება არ დაიკვირვება ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ექსპოზიციებს შორის. შედარებით მნიშვნელოვანია ეს განსხვავება აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში (# 75, 7983), შეადგენს რა იგი საშუალოდ 10002000 ტ/ჰას. პედომასებისა და ლითომასების რაოდენობებს შორის სხვაობა ყველაზე დიდია ზედა მთის ტყის, ხოლო ყველაზე ნაკლები საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში წიფლნარების სიჭარბით.

პედომასების რაოდენობის ზრდას გარკვეულწილად ფიტომასების რაოდენობის ზრდა შეესაბამება. მაგრამ ეს ზრდა ყველა ლანდშაფტში როდი ვლინდება. შედარებით ნათლად ეს დაიკვირვება იმ ბტკებში, სადაც ფიტომასების დიდი რაოდენობაა აკუმულირებული. ჩვეულებრივ ასეთ ბტკებში პედომასების რაოდენობაც მაღალია. მაგალითად, ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებში ფიტომასების რაოდენობა აღემატება 300 ტ/ჰას იმ ბტკებში, სადაც პედომასების რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 4000 ტ/ჰაზე მეტს. დასავლეთ საქართველოს ვაკის ლანდშაფტებში 200 ტ/ჰაზე მეტი ფიტომასებით გვხვდება ტყის იმ ბტკებში, სადაც პედომასების რაოდენობა მეტრულ ფენაში აღემატება 38004000 ტ/ჰასს. აღმოსავლეთ საქართველოში კი ანალოგიური თავისებურება არ გამოვლენილა. აქ, მთისწინეთის სუბხმელთაშუაზღვიურ სემიჰუმიდურ (# 1821) და სუბტროპიკულ სემიარიდულ ლანდშაფტებში შიბლიაკის, ფრიგანისა და სტეპის მცენარეულობით, ტყის დერივატებით (# 2226), ფიტომასების როგორც მცირე, ისე დიდ რაოდენობას შეესაბამება პედომასების სრულიად განსხვავებული რაოდენობები.

შედარებით უფრო უკეთ იკვეთება კავშირი პედომასებსა და ფიტომასებს შორის, თუ მათ არა საშუალო რაოდენობების, არამედ დამახასიათებელი ინტერვალების მიხედვით განვიხილავთ. ეს იმას ნიშნავს, რომ გარკვეული ალბათობით შეიძლება მსჯელობა პედომასებისა და ფიტომასების რაოდენობებს შორის კავშირის არსებობის შესახებ (ცხრ. 4.13).

კიდევ უფრო მჭიდრო კავშირს დავინახავთ პედომასებსა და ფიტომასებს შორის, თუ მას სხვადასხვა ფაქტორების ფონზე განვიხილავთ, როგორიცაა ზედაპირის დახრილობა, ნიადაგის სიმძლავრე, ნიადაგზედაპირული ფორმაციის ტიპი და ა.შ.

თუ განვიხილავთ პედომასებისა და ფიტომასების რაოდენობებს შორის კავშირს ზედაპირის სხვადასხვა დახრილობის შესაბამისად, დავინახავთ, რომ იგი განსაკუთრებით მკაფიოდ არის გამოხატული ციცაბო და საშუალო დახრილობის ფერდობებზე. ეს ნათლად დაიკვირვება საქართველო მთის თითქმის ყველა ლანდშაფტში (ნახ. 4.35). ეს განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ზედაპირის დახრილობის ზრდას შეესაბამება ნიადაგის სიმძლავრისა და შესაბამისად პედომასების რაოდენობის შემცირება. თუკი დამრეც ფერდობებზე გვხვდება ბტკები ნიადაგის სიმძლავრისა და პედომასების რაოდენობის მნიშვნელოვანი დიაპაზონით, ციცაბო და საშუალო დახრილობის ფერდობებზე ეს დიაპაზონი გაცილებით უფრო მცირეა. პედომასებსა და ფიტომასებს შორის კავშირი შედარებით სუსტად არის გამოხატული დამრეცი ფერდობების პირობებში, სადაც ძლიერ ნაირგვაროვანი ბტკები გვხვდება (პედომასების რაოდენობა მნიშვნელოვან ფარგლებში იცვლება).

ცხრ. 4.14. ნიადაგზედაპირული (ნზფ) ფორმაციების შეხვედრილობა საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტის მიხედვით, პროცენტებში

ნზფ ნდშაფტები	წვრილმიწისებრი ქვიანლორდიან სუბსტრატზე (A)	წვრილმიწისებრკლდოვანი (B)	ქვიანლორდიან (C)	წვრილმიწისებრი (E)	რიყნარქვიანი (F)	კლდოვანი (D)
62	28	15	55	1	1	
63	63	3	30		1	3
64	61		33	6		
70	32	5	41	15	2	5
71	25	13	48	12		2
72	35	5	55	1		4
79	30	9	47	11		3
82	33	20	47			
88	33	2	50	9	2	4

89	24	26	41		3	6
125	38	4	42	12	4	
127	9	7	70	9		5
129	1	43	33	14		9

ხასიათებელია ნიადაგზედაპირული ფორმაციების მხოლოდ გარკვეული ტიპი ან მათი ნაკრები. ზოგიერთ ლანდშაფტში კი ამ ტიპების მეტად მრავალფეროვანი სპექტრია წარმოდგენილი. თუ ამ თვალსაზრისით გავეანალიზებთ საქართველოს ლანდშაფტებს, დავინახავთ, რომ სურათი საკმაოდ რთულია. ერთმანეთის მიმართ გარკვეულ მსგავსებას იჩენენ მთის ტყის ლანდშაფტები იმ თვალსაზრისით, რომ ყველაზე დიდი წილი მოდის ქვიანდორდიან ფორმაციებზე (C). მათთვის დამახასიათებელია ნიადაგის საშუალო ან დიდი სიმძლავრე (4560 სმ და მეტი) და ლითონების დიდი რაოდენობა ზედაპირიდანვე, რაც კიდევ უფრო მატულობს სიღრმის ზრდის შესაბამისად. ლითონების პროექციული დაფარულობა ნიადაგის ზედა ფენებში საშუალოდ 2530 %ია, ხოლო ქვედა ფენებში 6070 %ზე მეტი. ფესვები ნიადაგის პროფილში განაწილებულია მეტად არათანაბრად: ზედა ფენაში – 70 %, შუა ფენაში 20 % და ქვედა ფენაში 10 %. პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 15006000 ტ/ჰას, ხოლო ლითონების 800015000 ტ/ჰას. პედომასები შედარებით თანაბრადაა განაწილებული ნიადაგის მთელს პროფილში. ნიადაგზედაპირული ფორმაციის ეს ტიპი ყველაზე მეტად დამახასიათებელია საშუალო და ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტებისათვის. გვხვდება სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეზე, აგრეთვე სხვადასხვა ექსპოზიციისა და დახრილობის ფერდობებზე. ასევე დამახასიათებელია იგი ქედების შედარებით სწორი თხემებისათვის.

მთის ტყის ლანდშაფტების გავრცელების არეალში ასევე ხშირია წვრილმიწისებრი ფორმაციები ქვიანდორდიან სუბსტრატზე (A). იგი ყველაზე ფართოდაა გავრცელებულია ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტების ფარგლებში, განსაკუთრებით კი მთის ქვაბულებში და დამრეცი ფერდობების პირობებში, სამხრეთისა და აღმოსავლეთის ექსპოზიციის საშუალო დახრილობის ფერდობებზე. ნიადაგზედაპირული ფორმაციის ამ ტიპისათვის დამახასიათებელია ნიადაგის საშუალო ან დიდი სიმძლავრე (5060 სმ და უფრო მეტი), ლითონების პროექციული დაფარულობა ნიადაგის ზედა ფენებში მცირეა (არაუმეტეს 2025 %ისა), ხოლო სიღრმით იგი მატულობს (6070 %ზე მეტი). წინა ტიპისაგან განსხვავებით, დამახასიათებელია ფესვების შედარებით თანაბარი განაწილება ნიადაგის მთელს პროფილში: ზედა ფენაში 5040 %, შუა ფენაში 4030 % და ქვედა ფენაში 2010 %. პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 45007000 ტ/ჰას, ხოლო ლითონების 900017000 ტ/ჰას (ცხრ. 4.15). თუ

ლითომასების რაოდენობა აჭარბებს 2100022000 ტ/ჰაას, მაშინ ნიადაგზედაპირული ფორმაციის სრულიად განსხვავებული ტიპი ყალიბდება, კერძოდ, ქვიანლორდიანი (C) ან კლდოვანი ფორმაციები (D).

წვრილმიწისებრიკლდოვანი ფორმაციები (B) ვრცელდება ზედა მთის, აგრეთვე საშუალო და ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტების ფარგლებში. შედარებით დიდი შეხვედრილობით ხასიათდება დასავლეთ საქართველოს მთის ტყის ლანდშაფტები. ფართოდაა წარმოდგენილი ვიწრო თხემებსა და ციცაბო თხემისპირა ფერდობებზე. ყველაზე ნაკლებადაა დამახასიათებელი ჩრდილოეთისა და დასავლეთის ექსპოზიციის დამრეცი ფერდობებისთვის. ნიადაგი მცირე სიმძლავრისაა, არაუმეტეს 3035 სმისა. ლითომასების პროექციული დაფარულობა დიდია ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებიდანვე და შეადგენს 5060 %ს. მცირეა ფესვების რაოდენობა ნიადაგის მთელ პროფილში. პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 4001000 ტ/ჰას, ხოლო ლითომასების 2300027000 ტ/ჰას (ცხრ. 4.16).

ცხრ. 4.15. პედომასების რაოდენობა ნიადაგზედაპირული ფორმაციების მიხედვით საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტში

ლანდშაფტები	წვრილმიწისებრი ქვიანლორდიან სუბსტრატზე (A)	წვრილმიწისებრი კლდოვანი (B)	ქვიანლორდიანი (C)	წვრილმიწისებრი (E)	რიყნარქვიანი (F)	კლდოვანი (D)
ქვედა მთის ტყის	45006000	5001000	55006000	60007000		350700
საშუალო მთის ტყის წიფლნარების სიჭარბით	40008000	5001000	25003000	> 7000	30005000	300500
საშუალო მთის ტყის წიფლნარმუქიწივნების სიჭარბით	25003500	4001000	15002500	1000012000		300500
ზედა მთის ტყის	60007000	500900	50006000			

მთის ტყის ლანდშაფტების გავრცელების არეალში ასევე ხშირია წვრილმიწისებრი ფორმაციები ქვიანლორდიან სუბსტრატზე (A). იგი ყველაზე ფართოდაა გავრცელებულია ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტების ფარგლებში, განსაკუთრებით კი მთის ქვაბულებში და დამრეცი ფერდობების პირობებში, სამხრეთისა და აღმოსავლეთის ექსპოზიციის საშუალო დახრილობის ფერდობებზე. ნიადაგზედაპირული ფორმაციის ამ ტიპისათვის

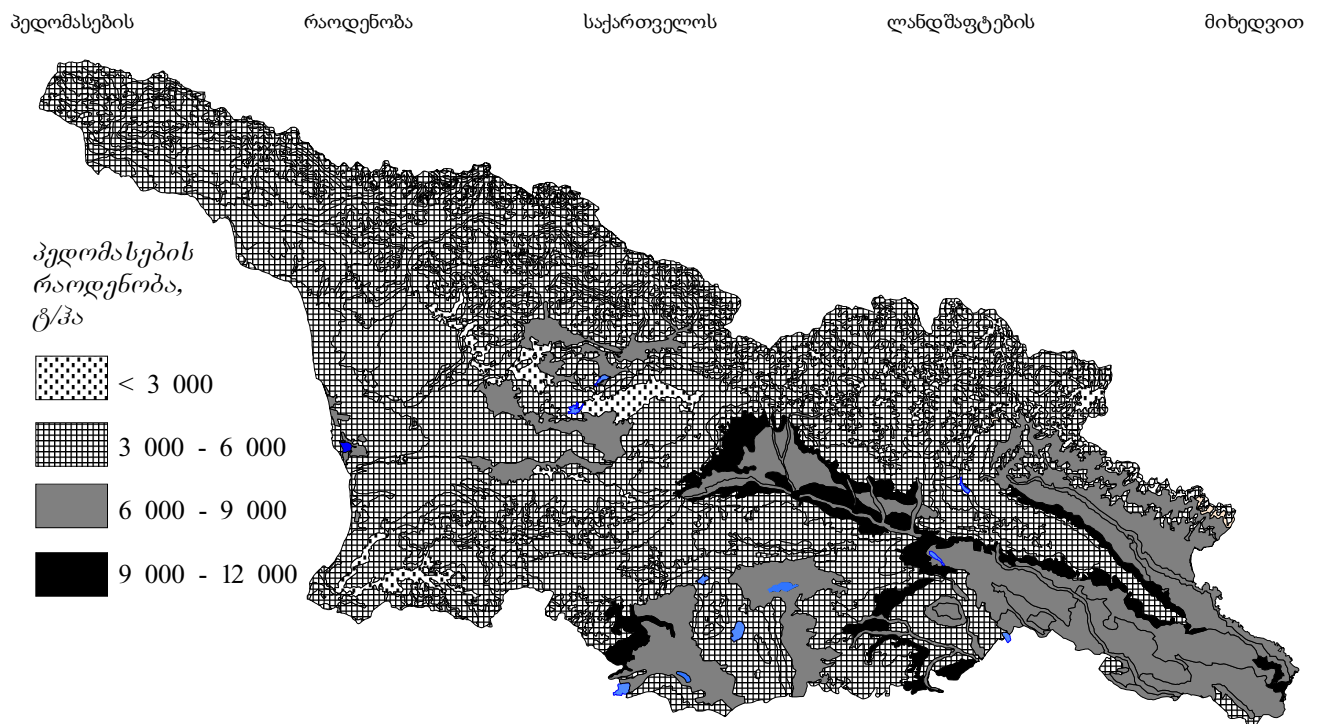
დამახასიათებელია ნიადაგის საშუალო ან დიდი სიმძლავრე (5060 სმ და უფრო მეტი), ლითომასების პროექციული დაფარულობა ნიადაგის ზედა ფენებში მცირეა (არაუმეტეს 2025 %ისა), ხოლო სიღრმით იგი მატულობს (6070 %ზე მეტი). წინა ტიპისაგან განსხვავებით, დამახასიათებელია ფესვების შედარებით თანაბარი განაწილება ნიადაგის მთელს პროფილში: ზედა ფენაში 5040 %, შუა ფენაში 4030 % და ქვედა ფენაში 2010 %. პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 45007000 ტ/ჰას, ხოლო ლითომასების 900017000 ტ/ჰას (ცხრ. 4.15). თუ ლითომასების რაოდენობა აჭარბებს 2100022000 ტ/ჰასს, მაშინ ნიადაგზედაპირული ფორმაციის სრულიად განსხვავებული ტიპი ყალიბდება, კერძოდ, ქვიანდორდიანი (ჩ) ან კლდოვანი ფორმაციები (D). წვრილმიწისებრიკლდოვანი ფორმაციები (B) ვრცელდება ზედა მთის, აგრეთვე საშუალო და ქვედა მთის ტყის ლანდშაფტების ფარგლებში. შედარებით დიდი შეხვედრილობით ხასიათდება დასავლეთ საქართველოს მთის ტყის ლანდშაფტები. ფართოდაა წარმოდგენილი ვიწრო თხემებსა და ციცაბო თხემისპირა ფერდობებზე. ყველაზე ნაკლებადაა დამახასიათებელი ჩრდილოეთისა და დასავლეთის ექსპოზიციის დამრეცი ფერდობებისთვის. ნიადაგი მცირე სიმძლავრისაა, არაუმეტეს 3035 სმისა. ლითომასების პროექციული დაფარულობა დიდია ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებიდანვე და შეადგენს 5060 %ს. მცირეა ფესვების რაოდენობა ნიადაგის მთელ პროფილში. პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 4001000 ტ/ჰას, ხოლო ლითომასების 2300027000 ტ/ჰას (ცხრ. 4.16).

ცხრ. 4.16. ლითომასების რაოდენობა ნიადაგზედაპირული ფორმაციების მიხედვით საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტში

ლანდშაფტები	წვრილმიწისებრი ქვიანდორდიან სუბსტრატზე (A)	წვრილმიწისებრი კლდოვანი (B)	ქვიანდორდიანი (C)	წვრილმიწისებრი (E)	რეინარქვიანი (F)	კლდოვანი (D)
ქვედა მთის ტყის	1700019000	2300025000	1100011500	80009000		2400025000
საშუალო მთის ტყის წიფლნარების სიჭარბით	800016000	2500027000	> 15000	< 8500	< 10000	2400026000
საშუალო მთის ტყის წიფლნარმუქწიწვი ნების სიჭარბით	1300016000	2400026000	80009000	50006000		2400026000
ზედა მთის ტყის	900011000	2300026000	1100012000			

წვრილმიწისებრი ფორმაციები (E) თითქმის თანაბრადაა განაწილებული სხვადასხვა ლანდშაფტში. გვხვდება საქართველოს ლანდშაფტების თითქმის მთელ ჰიფსომეტრიულ

პროფილში. განსაკუთრებით ხშირია ვაკის ლანდშაფტების ფარგლებში. თუმცა რთულია იმის თქმა რომელი ლანდშაფტისათვის არის ნიადაგზედაპირული ფორმაციის ეს ტიპი უფრო მეტად დამახასიათებელი. ყველაზე ხშირად გვხვდება დამრეც ფერდობებსა და ჩადაბლებებზე, ფერდობების მოვაკებულ ზედაპირებზე. ჩვეულებრივ მათთვის დამახასიათებელია ნიადაგის დიდი სიმძლავრე (7080 სმ და უფრო მეტი) და ლითომასების ძლიერ უმნიშვნელო პროექციული დაფარულობა (არაუმეტეს 510 %ისა) ნიადაგის მთელს პროფილში. ფესვების განაწილების თვალსაზრისით გარკვეულ მსგავსებას იჩენენ წვრილმიწისებრ ფორმაციებთან ქვიანლორდიან სუბსტრატზე. პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 600012000 ტ/ჰას, ხოლო ლითომასებისა 50006000 ტ/ჰას. კლდოვანი ფორმაციებიც (D) დამახასიათებელია მთის თითქმის ყველა ლანდშაფტისათვის, განსაკუთრებით კი ტიპურია იგი ზედა და მაღალი მთისათვის სამხრეთ და აღმოსავლეთ ექსპოზიციის ციცაბო და საშუალო დახრილობის ფერდობებისათვის, აგრეთვე კლდოვანი მასივების მოსწორებული ზედაპირებისათვის. თუმცა მათ არ უკავიათ დიდი ფართობები. დამახასიათებელია ნიადაგის ძლიერ მცირე სიმძლავრე (2530 სმ) და ლითომასების მაღალი პროექციული დაფარულობა (7075 % და მეტი). პედომასების საშუალო რაოდენობა მეტრულ ფენაში შეადგენს 350700 ტ/ჰას, იშვიათად იგი აღწევს 1000 ტ/ჰაც. ლითომასების საშუალო რაოდენობაა 2400027000 ტ/ჰა.



რიყნარქვიანი ფორმაციები (Г) გავრცელებულია მდინარისპირა ტერასებსა და ჭალებში. ექსპერიმენტული ნაკვეთების სიმცირის გამო, რთულია მათზე მსჯელობა. თუმცა ერთი კი ცხადია, ისინი საკმაოდ ნაირგვაროვანი თავისებურებებით ხასიათდებიან, საჭიროებენ კიდევ უფრო დეტალურ დიფერენციაციას.

თუ განვიხილავთ პედომასებსა და ფიტომასებს შორის კავშირს ნიადაგზედაპირული ფორმაციების ტიპების მიხედვით, დავინახავთ, რომ იგი განსხვავებულ ხასიათს ატარებს საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტში. საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში წიფლნარების სიჭარბით ეს კავშირი საკმაოდ მკაფიოა [Николаишвили, 1994]. ყველაზე ნათელი კავშირი გამოვლინდა ქვიან ღორღიან (В) და წვრილმიწისებრ ფორმაციებში ქვიანღორღიან სუბსტრატზე (А), სადაც პედომასების რაოდენობის ზრდას თითქმის პირდაპირპროპორციულად შეესაბამება ფიტომასების რაოდენობის ზრდა. ეს ახსნილია რელიეფური პირობებით. კერძოდ, მაკრო და მეგასტრუქტურის ბტკებში, სადაც მძლავრი მცენარეული საფარის გამო, შესუსტებულია ზედაპირული ჩამორეცხვის პროცესები, ჩამოყალიბებულია შედარებით დიდი სიმძლავრის ნიადაგური საფარი პედომასების დიდი რაოდენობით. და პირიქით, მაკრომეზო და მეზომაკროსტრუქტურის ბტკებში ზედაპირული ჩამორეცხვა უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, რაც განაპირობებს ნიადაგის ნაკლებ სიმძლავრესა და პედომასების ნაკლებ რაოდენობას.

სრულიად განსხვავებული სურათი მივიღეთ წვრილმიწისებრ ფორმაციებში (Е) საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტებში წიფლნარების სიჭარბით. ექსპერიმენტული ნაკვეთების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ თუ ფიტომასების რაოდენობა აღემატება 500 ტ/ჰას, მაშინ პედომასების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 45005000 ტ/ჰას. რაც შეეხება ბტკებს ფიტომასების შედარებით მცირე რაოდენობით, აქ პედომასების რაოდენობა საკმაოდ დიდი დიაპაზონის ფარგლებში იცვლება (600012500 ტ/ჰა). ეს ახსნილია იმ გარემოებით, რომ ლითომასები გარკვეულ ფუნქციას ასრულებენ ნიადაგში ამსუბუქებენ ნიადაგის სტრუქტურას, აუმჯობესებენ მის ფიზიკურ თვისებებს (აერაციას, წყალგამტარობას), მიუხედავად იმისა, რომ ბტკების ფუნქციონირების მიმდინარე პროცესებისადმი პასიურნი არიან. ამიტომ ლითომასების არარსებობა ნიადაგში ყოველთვის როდი მიგვანიშნებს იმაზე, რომ მასზე მძლავრი ტყეები იქნება განვითარებული ფიტომასების დიდი რაოდენობით. როცა საუბარია ლითომასების არარსებობაზე ნიადაგში, აქ იგულისხმება მისი არ არსებობა მხოლოდ ვიზუალური თვალსაზრისით. თუმცა მიჩნეულია, რომ ისინი წარმოდგენილია ძლიერ

წვრილი ღორღის სახით (Беручашвили, 1990; Зозуля, 1984). ასეთი ბტკები საკმაოდ ხშირია საქართველოს სხვადასხვა ლანდშაფტში.

ლიტერატურა

1. ბერუჩაშვილი ნ. საქართველოს ლანდშაფტური რუკა. ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსების ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპები. თბილისი, 1983. მასშტაბი 1:500,000. საფონდო მაალა.
2. ბერუჩაშვილი ნ., ნიკოლაიშვილი დ. ლანდშაფტური პრაქტიკა მარტყოფის სტაციონარზე. თბილისი: თსუ, 1993. 112 გვ.
3. ელიზბარაშვილი ნ., მაჭავარიანი ლ., ნიკოლაიშვილი დ. და სხვ. საქართველოს გეოგრაფია. თბილისი: თსუ, 2002.
4. ლომთაძე ვ. საინჟინრო გეოლოგია: საინჟინრო გეოდინამიკა თბილისი: განათლება, 1985. 483 გვ.
5. ნიკოლაიშვილი დ. საქართველოს ლანდშაფტების სივრცე-დროითი ანალიზი. თბილისი, 2009. 431 გვ.
6. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი ცნობარი. ნაწილი I. ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები. თბილისი, 2004.
7. ჩხეიძე დ. საინჟინრო გეოლოგია. თბილისი, 2000. 336 გვ.
8. Байраков И.А. Ландшафтно-экологический анализ геосистем Северо-Восточного Кавказа и пути оптимизации природопользования (на примере Чеченской республики). Дисс. на соиск. уч.ст. д.г.н. Астрахан, 2010. 319 с.
9. Беручашвили Н.Л. Ландшафтная карта Кавказа. Тб., 1979. масштаб 1:1,100,000.
10. Методика ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний природно-территориальных комплексов. Беручашвили Н.Л. –Тбилиси: ТГУ, 1983. 199 с.

11. Николаева Н.А. Оценка устойчивости ландшафтов Трассы ВСТО-1. Овременные наукоемкие технологии, № 2. 2012. стр. 7-10.
12. Справочник по климату СССР. вып. 14. Грузинская ССР. Температура воздуха. Л., 1987.
13. Тедиашвили А.Г. Динамика фитомассы природно-территориальных комплексов Марткопского стационара. В Сб.: Стационарные исследования – что они дали? – Тбилиси: ТГУ, 1987. стр. 82-97.
14. Тедиашвили А.Г. Исследование фитомассы как ландшафтно-географического показателя природно-территориальных комплексов и их состояний. Дисс. на соискание уч. степени к.г.н. – Тбилиси., 1984.

სარჩევი

შესავალი.....	1
აქტუალობა.....	1
კვლევის მიზანია	2
მეთოდი და საწყისი მონაცემები.....	3
ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა.....	3
ნაშრომის სტრუქტურა.....	3
თავი1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობის შესწავლა.....	4
ლანდშაფტთა მდგრადობა	13
ბუნებრივ ანთროპოგენურ ლანდშაფტთა მდგრადობა.....	26
ლანდშაფტთა მდგრადობის სხვა მაჩვენებლები.....	29

თავი II. ძირითადი ცნებები და კვლევის მეთოდოლოგია.....35

II.1. ცნება სენსიტიური ლანდშაფტის შესახებ.....35

II.2. ბტკების სივრცე დროითი ანალიზისა და სინთეზის კონცეფცია ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განსაზღვრის საფუძველი.....39

II.3. კონცეფცია ლანდშაფტურ დაგეგმარებაში.....42

II.4 ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განმსაზღვრელი ფაქტორები.....43

II.5. ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განმსაზღვრელი დროითი ფაქტორები..44

II.6. გისტექნოლოგიების გამოყენება ლანდშაფტთა სენსიტიურობის განსაზღვრაში.....45

თავი III. საქართველოს ლანდშაფტების სენსიტიურობის განმსაზღვრელი ფაქტორთა ანალიზი.....47

3.1.1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ზედაპირის დახრილობის მიხედვით.....47

3.1.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა მიგრაციის რეჟიმის მიხედვით.....51

3.1.3. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა რელიეფის დანაწევრების სიხშირის მიხედვით.....55

3.1.4. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ამგები ქანების სიმკვრივის მიხედვით...59

3.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა მეტეოროლოგიური ფაქტორების მიხედვით.....61

3.2.1. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით.....61

3.2.2. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ატმოსფერული ნალექებისა და დატენიანების ხარისხის მიხედვით.....64

3.2.3. ლანდშაფტთა სენსიტიურობა ატმოსფერული ნალექებისა და დატენიანების ხარისხის მიხედვით.....66

3.3 ედაფიური ფაქტორები.....69

3.3.1. მექანიკური შედგენილობა.....69

3.3.2 ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების სიმძლავრე.....70

3.3.3. ჰუმუსის შემცველობა.....	73
3.4. მცენარეული საფარი	78
3.4.1. ბიომეზი	78
3.4.2. მცენარეთა სიმაღლე	81
3.4.3 პროექციული დაფარულობა.....	83
3.5. ბტკ.ების ტიპები როგორც ფაქტორები.....	84
3.5.1. ლანდშაფტური მრავალფეროვნება.....	84
3.5.2. სტრუქტურის სირთულე	92
3.5.3. ფართობები.....	93
3.5.4. ნიადაგის სიმძლავრე	96
ლიტერატურა.....	104