



საქართველოს დაცული ტერიტორიების სისტემის ფინანსური მდგრადობის ხელშეწყობა

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასება და საადაპტაციო გეგმების მომზადება სამიზნე დაცული ტერიტორიებისთვის საქართველოში - თუშეთის დაცული ტერიტორიები, ყაზბეგის ეროვნული პარკი და ფშავ-ხევსურეთის ეროვნული პარკი

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასების ანგარიში



მომზადებულია: ტობიას გარსტეცკის და ევატერინე კაკაბაძის მიერ
კონტრაქტის #: CNF/2021/CSA-GEO-169
ჩაბარების თარიღი: 30.05.2022

1 შინაარსი

რეზიუმე	4
1. შესავალი	7
1.1 წინასიტყვაობა	7
1.2 მიზნები და ამოცანები	8
1.3 მოწყვლადობის კონცეფცია	9
2 მეთოდოლოგია	10
2.1 დაინტერესებულ მხარეთა ანალიზი და ჩართულობა	10
2.2 სამიზნე დაცული ტერიტორიების ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებებისა და სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულებების ანალიზი	10
2.3 ისეთი საფრთხეების მიმართ მოწყვლადობის ანალიზი, რომლებიც არ არის გამოწვეული კლიმატის ცვლილებით	11
2.4 კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შესახებ მონაცემების შეგროვება	11
2.5 კლიმატის ცვლილების პროგნოზები კონკრეტულად სამიზნე არეალისთვის	13
2.6 კლიმატის ცვლილების სცენარების შემუშავება და ინტერპრეტაცია	14
2.7 კლიმატის ცვლილებისადმი მოწყვლადობის პრიორიტეტიზაცია	15
3 შედეგები	17
3.1 სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული ღირებულებები და მათი მდგომარეობა	17
3.2 კონსერვაციული ღირებულებების მიერ უზრუნველყოფილი ეკოსისტემური სერვისები და სარგებელი ადამიანების კეთილდღეობისათვის	19
3.3 კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა ადგილობრივი მოსახლეობის საქმიანობით გამოწვეული საფრთხეების მიმართ	20
3.4 სამიზნე დაცულ ტერიტორიაზე უკანასკნელ დროს დაფიქსირებული კლიმატის ცვლილება	22
3.5 სამიზნე არეალში კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილება	25
3.6 არაცოცხალი გარემოს მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ	28
3.7 კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ	31
3.8 სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ	34
3.9 კლიმატის ცვლილების მიმართ საკონსერვაციო ღირებულებების მოწყვლადობების პრიორიტეტიზაცია	45
3.10 ეკოსისტემური სერვისების უზრუნველყოფისა და ადამიანების კეთილდღეობის მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ	52
3.11 კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილებასთან ადამიანების ადაპტაციის არასწორი გზების მიმართ	54
3.12 დაცული ტერიტორიების ინფრასტრუქტურისა და მათი ოპერირების მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ	55
4 განხილვა	56
4.1 კლიმატის შესახებ მონაცემებისა და ინფორმაციის ხელმისაწვდომობა	56
4.2 კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის ჰიპოთეზის სანდოობა	56
4.3 კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული საფრთხეების ფარდობითი მნიშვნელობა დაცული ტერიტორიების მართვისთვის	57

4.4	კომპრომისი კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის ანალიზის ფარგლებსა და სიღრმეს შორის	58
5	ლიტერატურა	59
6	დანართი.....	64

რეზიუმე

საქართველოსა და რუსეთის ფედერაციის საზღვარზე მდებარე ცენტრალური კავკასიონი, რომელიც ბიომრავალფეროვნების გლობალური ცხელი წერტილის „კავკასიის“ ნაწილია, ბევრ გლობალურ, პანევროპულ და აგრეთვე ევორეგიონულ საკონსერვაციო პრიორიტეტულ ტერიტორიას ემთხვევა და ენდემური და გლობალურად საფრთხის წინაშე მყოფი ბიომრავალფეროვნების ფართო სპექტრს აერთიანებს. აქედან გამომდინარე, საქართველოს ის დაცული ტერიტორიები, რომლებიც ამ რეგიონში მდებარეობენ - ყაზბეგის ეროვნული პარკი, ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიები და თუშეთის დაცული ტერიტორიები (სამიზნე დაცული ტერიტორიები), ქვეყნის დაცული ტერიტორიების სისტემის მნიშვნელოვან ნაწილებს წარმოადგენენ და მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ ბიომრავალფეროვნებათან დაკავშირებული მრავალმხრივი ხელშეკრულებებით საქართველოს მიერ ნაკისრი ვალდებულებების შესრულებაში. ამისათვის აუცილებელია მათი ეფექტიანი მართვა და დაცვა ანთროპოგენური საფრთხეებისგან.

კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს მე-4 ეროვნულ შეტყობინების თანახმად, საქართველო კლიმატის ცვლილების მზარდ ზემოქმედებას განიცდის, თუმცა არათანაბრად. ქვეყნის მდებარეობისა და რთული გეოგრაფიული პირობების გამო, კლიმატის ცვლილებას საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებზე განსხვავებული ზემოქმედება ექნება.

კლიმატის ცვლილება ზემოქმედებას ახდენს საქართველოს დაცული ტერიტორიების ეკოსისტემებსა და სხვა ბიომრავალფეროვნებაზეც, აგრეთვე მათ გარშემო მცხოვრე ადამიანებზე და დაცული ტერიტორიების ფუნქციონირებაზე. დაცული ტერიტორიების მართვის ღონისძიებებში უფრო მეტად იქნება საჭირო კლიმატის ცვლილების მიმართ მათ მოწყვლადობაზე საპასუხო ზომების გათვალისწინება. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის საჭიროება საქართველოს არც ერთი დაცული ტერიტორიის მართვის სისტემაში სისტემური სახით არ არის ასახული. ამიტომ, კავკასიის ბუნების ფონდმა შეგვიკვეთა სამიზნე დაცული ტერიტორიების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასების ჩატარება დაცული ტერიტორიების კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გეგმების მომზადებასთან ერთად.

კლიმატის ცვლილების მიმართ სამიზნე დაცული ტერიტორიების მოწყვლადობის შესაფასებლად, ჩვენ, პირველ რიგში, მართვის ბოლო გეგმების საფუძველზე გამოვავლინეთ მათი მთავარი კონსერვაციული ღირებულებები და კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი ის საფრთხეები, რომლებიც მათზე ზემოქმედებას ახდენენ. ამის შემდეგ ჩვენ ჩავატარეთ არსებული ლიტერატურისა და მონაცემების ანალიზი და ონლაინ და პირად შეხვედრები დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციებთან, ადგილობრივ დაინტერესებულ მხარეებსა და ეროვნულ ექსპერტებთან. ამ გზით ჩვენ შევადგინეთ ინფორმაცია სამიზნე რეგიონში კლიმატის მიმდინარე ცვლილებისა და კლიმატის ცვლილების მიმართ სამიზნე ტერიტორიების არაცოცხალი ბუნების, ეკოსისტემებისა და ბიომრავალფეროვნების, აგრეთვე ზოგადად - ადგილობრივ მოსახლეობის მოწყვლადობის შესახებ.

ამის შემდეგ ჩვენ შევადგინეთ სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული ღირებულებების მოსალოდნელი მოწყვლადობა კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ. კლიმატის ცვლილების სცენარების ასაგებად გამოვიყენეთ 2021-2040 წწ. და 2061-2080

წწ. პერიოდების ლოკალიზებული კლიმატის ცვლილების პროგნოზები, ხოლო 1985-2004 წწ. საბაზისო პერიოდად ავიღეთ. ამ ორ პერიოდს შორის განსხვავება ადგილობრივი კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებას ასახავს. კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ სამიზნე დაცული ტერიტორიების ეკოსისტემებისა და სხვა ბიომრავალფეროვნების მოსალოდნელი მოწყვლადობის კუთხით ამ სცენარების ინტერპრეტირებისთვის ჩვენ გამოვიყენეთ დაცული ტერიტორიების თანამშრომლებისა და დაინტერესებული მხარეების მოსაზრებები, ექსპერტების შეფასებები და სხვადასხვა ადგილებში მსგავსი ეკოსისტემებისა და ბიოტის მოწყვლადობის შესახებ არსებული სამეცნიერო ლიტერატურა.

სულ მცირე მე-20 საუკუნის დასაწყისიდან სამიზნე არეალში ტემპერატურა საშუალო ეროვნული და გლობალური მაჩვენებლების შესაბამისად გაიზარდა. დათბობა უფრო მეტად ვლინდება ზაფხულსა და შემოდგომაზე, ხოლო სიმაღლესთან დაკავშირებული გამოკვეთილი და თანმიმდევრული ტენდენციის დადგენა მონაცემების სიმცირის გამო შეუძლებელია. ასევე მცირეა მონაცემები უკანასკნელ პერიოდში ნალექების რაოდენობის ცვლილების შესახებ, რაც მყარი დასკვნების გაკეთების შესაძლებლობას არ იძლევა, თუმცა ნალექების რაოდენობა სავარაუდოდ შემცირებულია, განსაკუთრებით სამიზნე არეალის აღმოსავლეთ ნაწილში.

სამიზნე არეალში, დათბობის, საჰარიდან მტვრის შემოჭრისა და კომპლექსური გლობალური ატმოსფერული მოვლენების საპასუხოდ, დეგლაციაციის სწრაფი და ინტენსიური პროცესი მიმდინარეობს. ეს ასევე უარყოფითად მოქმედებს იმ მდინარეების ხარჯზე, რომლებიც მყინვარული ჩამონადენით იკვებებიან, განსაკუთრებით თერგის წყალშემკრებზე. ექსტრემალური გეოლოგიური მოვლენების (მეწყრები, ღვარცოფები, კლდეზვავები/თოვლის ზვავები) სიხშირისა და სიმძიმის შესახებ არსებული მწირი და ნაწილობრივ არათანმიმდევრული მონაცემები კლიმატის ცვლილებისათვის მნიშვნელოვან პერიოდში რაიმე ტენდენციას არ ადასტურებს.

უკანასკნელ ათწლეულებში სამიზნე არეალში ბიომრავალფეროვნების თანმიმდევრული და მასშტაბური მონიტორინგი არ ჩატარებულა, რაც ქვეყანაში მომხდარ სწრაფ პოლიტიკურ და სოციალური-ეკონომიკურ ცვლილებებსა და ინსტიტუციონალურ წყვეტებს დაემთხვა. აქედან გამომდინარე, ეკოსისტემებისა და სხვა ბიომრავალფეროვნების მდგომარეობის დაფიქსირებული იმ ცვლილებების შეფასება, რომლებიც შეიძლება გამოწვეული იყოს კლიმატის ცვლილებით, დაეყრდნო რამდენიმე პუბლიკაციას, აგრეთვე დაცული ტერიტორიების თანამშრომლებისა და ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეების მრავალფეროვან, ნაწილობრივ არათანმიმდევრულ და წინააღმდეგობრივ დაკვირვებებს, რომლებიც, როგორც წესი, 5-10 წელს მოიცავდა. შედეგად, ანალიზის შედეგად გამოვლინდა ეკოსისტემების ან ბიოტის მდგომარეობის მხოლოდ რამდენიმე აშკარა გრძელვადიანი ცვლილება, რომელიც შეგვიძლია ცალსახად დავუკავშიროთ კლიმატის ცვლილებას.

სამიზნე არეალის კლიმატის ცვლილების პროგნოზებმა უახლოესი მომავლისათვის (2021-2040 წწ.) გამოავლინეს მნიშვნელოვანი გაურკვევლობა მიწისპირა ჰაერის ტემპერატურის (ტემპერატურის საშუალო ზრდა მხოლოდ +0.2 გრადუსით, ხოლო სეზონების მიხედვით +2.5 გრადუსით ზრდა) და ნალექების რაოდენობის ტენდენციებში (საშუალო ცვლილება -24%-დან +35%-მდე სეზონების მიხედვით), ხოლო შორეული მომავლის (2061-2080 წწ.) პროგნოზებში გაურკვევლობა კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი. ეს გაურკვევლობები თვისობრივად სეზონების მიხედვით მსგავსია, რაც სავარაუდოდ კონცენტრაციის განსხვავებული რეპრეზენტატიული

ტრექტორიების (RCP) გამოყენების გამო საწყისი მონაცემების ცვალებადობის შედეგს წარმოადგენს. ეს პროგნოზები ჩვენ სეზონების მიხედვით კლიმატის ცვლილების ოთხი სცენარის („სირიმირი“, „ტროპიკანა“, „ლუმელი“ და „ქრისპი“) ასაგებად გამოვიყენეთ.

სცენარების ინტერპრეტირების შედეგად გამოვლინდა კლიმატის ცვლილების მიმართ სამიზნე არეალის ეკოსისტემებისა და ბიოტის მომავალში მოსალოდნელი რიგი მოწყვლადობებისა, რომლებიც ზოგადად შეესაბამება არსებულ დაუზუსტებელ დაკვირვებებს და დამოკიდებულია კონკრეტულ სცენარზე. ესენია: მცენარეულობის საფარის გავრცელების საზღვრის აწევა, მცენარეულობის ცვლილება (სიხშირე, პროდუქტიულობა, შემადგენლობა და მრავალფეროვნება) და ცალკეული სახეობებისათვის (ჯგუფებისთვის) ჰაბიტატის ვარგისიანობა, აგრეთვე მუშუმწოვრებისა და ფრინველების უფრო კონკრეტული მოწყვლადობები. ასევე გამოვლინდა საკონსერვაციო ღირებულებების სიცოცხლისუნარიანობაზე კლიმატის ცვლილების ცალკეული შესაძლო დადებითი ზემოქმედებები.

მოწყვლადობების რანჟირებამ, რომელიც კრიტერიუმების, ზღვრული მნიშვნელობებისა და კონსერვაციული ზომების პარტნიორების (CMP) კონსერვაციის სტანდარტების (CS) პროცედურების შესაბამისად ჩატარდა, აჩვენა, რომ პირდაპირი მოწყვლადობის ყველაზე მაღალი ხარისხით ეკოსისტემები/ჰაბიტატები ხასიათდება, რაც ასევე მათზე დამოკიდებული სახეობების (ჯგუფების) არაპირდაპირო მოწყვლადობის მაღალ ხარისხზე მიუთითებს. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებების მიმართ მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების ზემოქმედებების მიმართ მოწყვლადობასთან შედარებით უფრო მაღალი მაჩვენებლით შეფასდა სულ მცირე საშუალო და გრძელვადიან პერსპექტივაში, მაგრამ ნებისმიერი ამ პრობლემის მოგვარებაზე მიმართული მართვის ღონისძიებები კონკრეტული საკონსერვაციო ღირებულების ფარდობითი მოწყვლადობის უფრო სიღრმისეული შეფასებისა და შესაბამისი ზომების ხარჯსარგებლიანობის საფუძველზე უნდა განისაზღვროს.

მოწყვლადობის შეფასების ჩვენ მიერ გამოყენებული მეთოდი ითვალისწინებს მომავალში მოსალოდნელ კლიმატთან დაკავშირებულ გაურკვეველობას. ამავე დროს ის არის უფრო ფართო წმინდა სამეცნიერო მიდგომების უმეტესობასთან შედარებით, ვინაიდან კონსერვაციული ღირებულებების, კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებების, კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეებისა და კლიმატის ცვლილების სცენარების უფრო დიდ რაოდენობას მოიცავს, რაც მოწყვლადობის შეფასების გაურკვეველობის გარკვეულ ხარისხსა და მის ზოგად ხასიათს განაპირობებს. მიუხედავად ამისა, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, ზოგადად ეს მეთოდოლოგია, როგორც ინფორმაციის წყარო, გამოსადეგია სამიზნე დაცული ტერიტორიებისა და ზოგადად საქართველოს დაცული ტერიტორიების მართვის იმ ღონისძიებებისათვის, რომლებიც კლიმატის ფაქტორებს ითვალისწინებენ. ადაპტაციის კონკრეტული ღონისძიებები განსაზღვრული და განხილულია თითოეული სამიზნე დაცული ტერიტორიისათვის მომზადებულ ადაპტაციის გეგმებში, რომლებიც ამ დავალების შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ.

1. შესავალი

1.1 წინასიტყვაობა

კლიმატის ცვლილება და ადამიანის საქმიანობის შედეგად გამოწვეული ბიომრავალფეროვნების დაქვეითება პლანეტის ეკოლოგიურ ქსოვილს დეგრადაციისა და აგრეთვე გრძელვადიან პერსპექტივაში ადამიანებისა და ველური ბუნების წარმომადგენლების არსებობისთვის გამოუსადეგარად გახდომის საფრთხის წინაშე აყენებს. ორივე საფრთხე ერთმანეთთან განუყოფლად არის დაკავშირებული - ბევრი ტყე, ჭარბტენიანი და ზღვის ეკოსისტემა აკავებს ნახშირბადს, რომელიც, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ხელს შეუწყობდა ატმოსფერული სათბურის აირების წარმოქმნას, თუმცა, ამავდროულად ისინი თავად არიან კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედების ქვეშ (Korn et al. 2014). კლიმატის ცვლილებასა და ბიომრავალფეროვნების დაქვეითებას შორის არსებული მრავლობითი კავშირებისა და ურთიერთდამოკიდებულების გამო, ყველა თანხმდება იმაზე, რომ ორივე საფრთხე ერთობლივად და კოორდინირებულად უნდა მოგვარდეს (იხ. Pörtner et al. 2021 საკითხის განხილვების პროცესში არსებული ვითარების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად).

კლიმატის ცვლილების შერბილებისა და ადაპტაციის კუთხით ბიომრავალფეროვნებისა და ეკოსისტემების პოტენციალის დასადგენად და ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციის პრაქტიკაში ბიომრავალფეროვნებაზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების სრულად გასათვალისწინებლად, აღნიშნული შეთანხმება კონკრეტულ პრაქტიკულ ნაბიჯებად გარდაქმნას იწყებს (მაგ., Arneth et al. 2020). რაც შეეხება დაცულ ტერიტორიებს, უკანასკნელი ათი წლის განმავლობაში შემუშავდა და მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხეში პილოტური სახით დაინერგა და იცდება კლიმატის მიმართ მგრძობიარე ან „კლიმატგონივრული“ მართვის მიდგომებისა და მეთოდების რიგი (Atauri Mezquida et al. 2020, Duffield et al. 2021, Garstecki et al. 2020a, Stein et al. 2014), თუმცა, როგორც ჩვენთვის ცნობილია, სამხრეთ კავკასიაში ამ სახის ინიციატივები არ მიმდინარეობს.

ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციისთვის საქართველოს გლობალური მნიშვნელობა აქვს და ის კლიმატის ცვლილების მზარდი ზემოქმედების ქვეშ იმყოფება. საქართველოს ბიომრავალფეროვნებაზე და დაცულ ტერიტორიებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება არაერთხელ იყო განხილული, მაგრამ, მიუხედავად იმისა, რომ უკვე კარგად არის გაცნობიერებული ის, რომ კლიმატის ცვლილების გაუთვალისწინებლობა აღარ შეიძლება, საქართველოს დაცული ტერიტორიების მართვის სისტემების შექმნის რაიმე სისტემური მცდელობა არ ყოფილა.

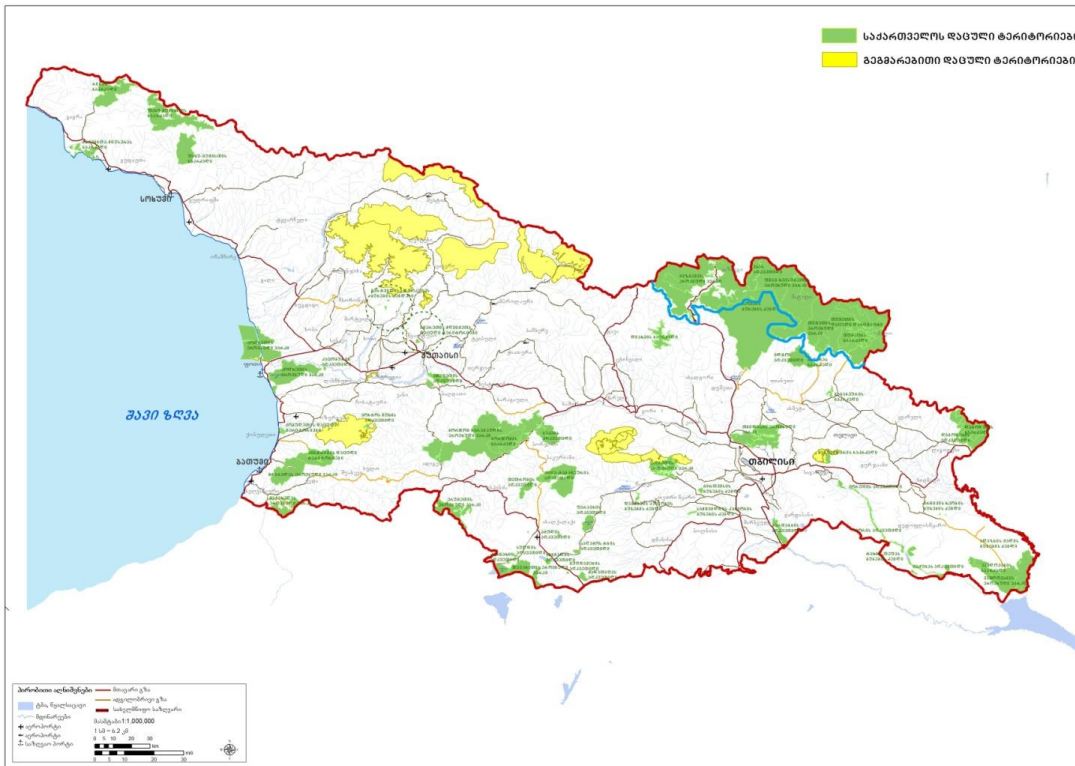
გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდის/გაეროს განვითარების პროგრამის (GEF/UNDP) პროექტი „საქართველოს დაცული ტერიტორიების სისტემის ფინანსური მდგრადობის ხელშეწყობა“ წარმოადგენს „ტექნიკური დახმარების“ ხუთწლიან პროექტს, რომელსაც გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდი (GEF), საქართველოში გაეროს განვითარების პროგრამის (UNDP) საშუალებით, GEF-ის ბიომრავალფეროვნების საოპერაციო პროგრამის სახსრებით აფინანსებს. პროექტის მიზანია „საქართველოს სამიზნე დაცული ტერიტორიების გლობალური მნიშვნელობის ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების მიზნით მათი გრძელვადიანი ფინანსური მდგრადობისა და ეფექტიანი მართვის უზრუნველყოფა“

საქართველოს დაცული ტერიტორიების უნარი, რეაგირება მოახდინონ მათ ბიომრავალფეროვნებაზე, აგრეთვე ეკოსისტემური სერვისების უზრუნველყოფასა და ადამიანების კეთილდღეობაზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებაზე, ამ მიზნის „ეფექტიანი მართვის“ განზომილებაში ხვდება.

1.2 მიზნები და ამოცანები

საბოლოო მიზანი, რომლის მიღწევაშიც წინამდებარე დავალებამ საკუთარი წვლილი უნდა შეიტანოს, კლიმატის ცვლილების შედეგების შერბილებისა და მასთან ადაპტაციის კუთხით საქართველოს დაცული ტერიტორიების ეკოსისტემების შესაძლებლობების, აგრეთვე დაცული ტერიტორიების ბუნებრივი ეკოსისტემების მიერ უზრუნველყოფილი ეკოსისტემური სერვისებით პირდაპირ ან არაპირდაპირ მოსარგებლე ადგილობრივი თემებისა და საზოგადოების მდგრადობის გაზრდაში მდგომარეობს.

ამ მიზნის შესასრულებლად კონსულტანტს (ჩვენ) დაევალა, პირველად საქართველოში, დაცული ტერიტორიების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასებისა (CCVA) და კონკრეტული დაცული ტერიტორიებისათვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გეგმების მომზადების (PAAPs) თანამონაწილეობრივი და მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდოლოგიის შემუშავება და პილოტირება ცენტრალურ კავკასიონზე სამი უწყვეტი დამოუკიდებელი დაცული ტერიტორიისთვის, კერძოდ ყაზბეგის ეროვნული პარკისთვის, ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიებისათვის და თუშეთის დაცული ტერიტორიებისათვის (ნახ. 1).

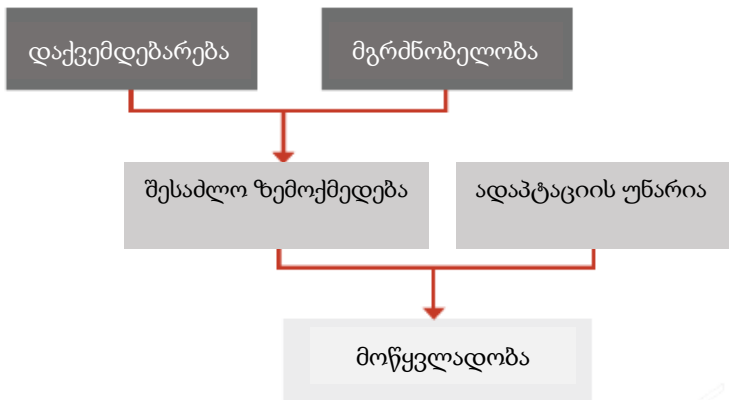


ნახ. 1. სამიზნე არეალის რუკა სამი სამიზნე დაცული ტერიტორიით (წყარო: დაცული ტერიტორიების სააგენტო)

ეს შექმნის საფუძველს სამიზნე დაცული ტერიტორიების მართვის ძირითად სისტემაში კლიმატთან დაკავშირებული მართვის ღონისძიებების ჩასართავად და გახდება ამ სახის შეფასებისა და დაგეგმვის პირველი მაგალითი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვა დაცულ ტერიტორიებთან მიმართებით როგორც საქართველოში, ასევე რეგიონში.

1.3 მოწყვლადობის კონცეფცია

„კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის“ კონცეფცია უკანასკნელი 15 წლის მანძილზე ინტენსიურად განიხილება. ჩვენს შემთხვევაში „მოწყვლადობას“ უფრო მრავლისმომცველი და ფართო გაგებით ვიყენებთ, როგორც ის განმარტებულია IPCC-ის შეფასების მეოთხე ანგარიშში (2007), და არა როგორც IPCC-ის შეფასების მეხუთე ანგარიშში (2014). ამ კონცეფციით მოწყვლადობა წარმოადგენს დაქვემდებარების (კლიმატის ცვლილების ტიპი და სიძლიერე), მასზე ბიომრავალფეროვნების მგრძობელობისა და ბიომრავალფეროვნების ადაპტაციის უნარის ერთობლიობის შედეგს (ნახ. 2). სწორედ ეს ფაქტორები უნდა შეფასდეს მოწყვლადობის შეფასებაში.



ნახ. 2. „კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობა“ IPCC-ის შეფასების მეოთხე ანგარიშის თანახმად (IPCC 2007, ასევე იხ. Garstecki et al. 2020a).

2 მეთოდოლოგია

2.1 დაინტერესებულ მხარეთა ანალიზი და ჩართულობა

დავალების საწყის ეტაპზე ჩვენ მნიშვნელოვანი დაინტერესებული მხარეები და ცოდნის მატარებლები დავახარისხეთ. მათი ანალიზი დაცული ტერიტორიების მენეჯმენტის გეგმების დაინტერესებული მხარეების უკანასკნელი ანალიზის საფუძველზე და დავალებასთან მათი შემხებლობისა და აქტუალობის თვალსაზრისით ჩატარდა. დაინტერესებული მხარეებია: ყაზბეგის ეროვნული პარკისა და ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიების რეგიონული მრჩეველთა საბჭოები (RAC) და თუშეთის ადგილობრივი სათემო საბჭოები ("საბჭო"). ჩვენ ასევე განვიხილეთ კლიმატის ცვლილების საკითხებში კონკრეტული გამოცდილების ან ცოდნის მქონე დაინტერესებული მხარეები და ექსპერტები, აგრეთვე დაცული ტერიტორიების ეროვნული და ადგილობრივი დონის დაინტერესებული მხარეები. დაინტერესებულ მხარეთა ჩართულობის გეგმა ჩვენ წარვადგინეთ და განვიხილეთ 2021 წლის 7 ოქტომბერს გამართულ საწყისი ეტაპის სემინარზე და მიღებული შენიშვნები/მოსაზრებები მის საბოლოო ვერსიაში გავითვალისწინეთ.

დაინტერესებულ მხარეთა ჩართულობის შეთანხმებული გეგმის შესაბამისად, შეფასების პროცესში ჩვენ დაინტერესებული მხარეებისა და ექსპერტების ჩართულობა უზრუნველვყავით. ჩვენ ჩავატარეთ ინდივიდუალური შეხვედრები სხვადასხვა ექსპერტებთან, ასევე სემინარები კონკრეტულ ადგილებზე, რომლებშიც ჩართული იყვნენ ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეები. შესაბამისმა დაინტერესებულმა მხარეებმა მონაწილეობა მიიღეს 2021 წლის 14-15 დეკემბერს გამართულ კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასების (CCVA) სემინარებში და 2022 წლის 24 დეკემბრის ადაპტაციის ღონისძიებების დაგეგმვის (AP) სემინარში.

2.2 სამიზნე დაცული ტერიტორიების ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებებისა და სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულებების ანალიზი

შეთანხმებული ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებები - მაგ., ლანდშაფტები, ეკოსისტემები, ჰაბიტატები და პოპულაციები, რომელთა დასაცავადაც არის შექმნილი სამიზნე დაცული ტერიტორიები, აღებულ იქნა ოთხი დაცული ტერიტორიის: ყაზბეგის ეროვნული პარკის, ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიების, თუშეთის დაცული ტერიტორიებისა და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის მენეჯმენტის გეგმების ბოლო სამუშაო ვერსიებიდან (SPPA 2019, SPPA 2020, CNF 2021, CNF 2022). მენეჯმენტის ოთხივე გეგმის სამუშაო ვერსიებში განსაზღვრულია ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებები, ასევე აღწერილია მათი მდგომარეობის მახასიათებლები და მონაცემები არსებული მდგომარეობის შესახებ, ხელმისაწვდომი ინფორმაციის შესაბამისად. ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებების გარდა, თუშეთის დაცული ტერიტორიებისა და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის მართვის გეგმებში განსაზღვრულია სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულებებიც, ხოლო თუშეთის დაცული ლანდშაფტის მართვის გეგმაში დამატებით ისტორიულ-კულტურული ღირებულებებიც არის იდენტიფიცირებული. ყაზბეგის ეროვნული პარკისა და ფშავ-

ხევსურეთის დაცული ტერიტორიების მართვის გეგმებში სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულებები ძირითად ღირებულებებად არ არის განსაზღვრული, თუმცა, ადგილობრივ სემინარზე, დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციის თანამშრომლების, დაცული ტერიტორიების სააგენტოს წარმომადგენლებისა და ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეების მონაწილეობით, ისინი ღირებულებებად დასახელდა.

2.3 ისეთი საფრთხეების მიმართ მოწყვლადობის ანალიზი, რომლებიც არ არის გამოწვეული კლიმატის ცვლილებით

საფრთხეები, რომლებიც ემუქრება ბიომრავალფეროვნებისა და სოციალურ-ეკონომიკურ ძირითად ღირებულებებს და რომლებიც არ არის გამოწვეული კლიმატის ცვლილებით ჩვენ დაცული ტერიტორიების მართვის გეგმების ბოლო სამუშაო ვერსიებიდან ავიღეთ. მართვის გეგმებში აღწერილია პირდაპირი საფრთხეები, რომლებიც ღირებულებებს ემუქრება, აგრეთვე მათი გამომწვევი და ხელშემწყობი ფაქტორები. თუშეთის დაცული ტერიტორიებისა და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის შემთხვევაში საფრთხეები კონსერვაციის სტანდარტების კომბინაციისა და სხვა ალგორითმების საფუძველზე არის შეფასებული.

ჩვენ შევცვალეთ კლიმატის ცვლილებისაგან დამოუკიდებელი საფრთხეების ფარდობითი მნიშვნელობა მათი სიმძიმის, სივრცული მასშტაბისა და შექცევადობის კრიტერიუმების საფუძველზე, კონსერვაციის სტანდარტების საფრთხის შეფასების ალგორითმების შესაბამისად.

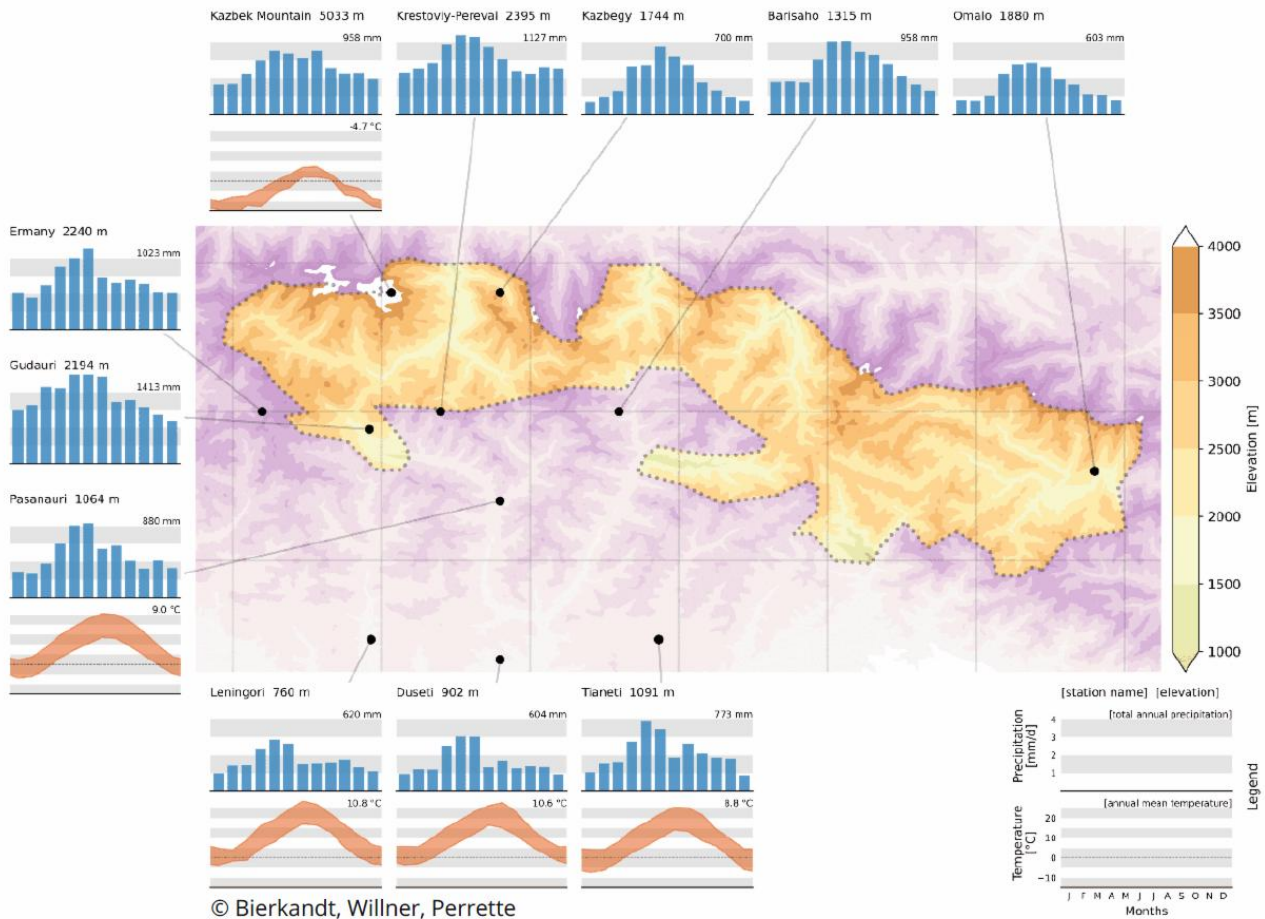
2.4 კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შესახებ მონაცემების შეგროვება

ინფორმაცია სამიზნე ტერიტორიებზე უკანასკნელი 100 წლის განმავლობაში კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შესახებ არასრული და ფრაგმენტულია. გარემოს ეროვნული სააგენტო სამიზნე არეალში მეტეოროლოგიური სადგურებიდან მონაცემების შეგროვებას ინტენსიურად არ ახორციელებდა (ჩანართი 1). მიუხედავად იმისა, რომ ცალკეული დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციის მიერ ასეთი მონაცემები გროვდებოდა, ინფორმაცია არ არის საკმარისად სისტემატიზებული და გრძელვადიანი იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს ტენდენციების დადგენა.

ჩანართი 1. სამიზნე არეალის და მათი შემოგარენის არსებული მეტეოროლოგიური მონაცემები.

ქვემოთ მოცემულია საპროექტო არეალის სასიმალო პროფილი (კოპერნიკის ციფრულ-სასიმალო მოდელი GLO-90) საპროექტო არეალში და მის სიახლოვეს არსებული 11 სადამკვირვებლო სადგურის კლიმატური დიაგრამებით, რომელთა მონაცემები საერთაშორისო დონეზეა ხელმისაწვდომი (გლობალური ისტორიული კლიმატოლოგიური ქსელი - ყოველდღიური (GHCN- Daily) Global Historical Climatology Network - Daily (GHCN- Daily) ვერსია 3). კლიმატურ დიაგრამებზე წარმოდგენილია თვის განმავლობაში ნალექების საშუალო დღიური რაოდენობა (მმ) (ლურჯი) და დღიური მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების საშუალო თვიური მნიშვნელობა (C⁰) დაკვირვების უფრო ხანგრძლივ პერიოდში (წითელი) (იხ. ცხრილი ქვემოთ). ნალექების რაოდენობა თერთმეტივე

სადგურისთვის არის წარმოდგენილი. ტემპერატურის მონაცემები მწირია, თუმცა მონაცემები 5 სადგურისთვის არის განსაზღვრული. ქვემოთ ცხრილში მოცემულია ინფორმაცია მონაცემების ხელმისაწვდომობის შესახებ. ფონური ბადე წარმოადგენს NEX- GDDP მონაცემთა ბაზის რეზოლუციას (დაახ. 25x25კმ), რომელიც კლიმატურ სცენარებში გამოიყენება. დაკვირვების მონაცემების მეტა მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში ქვემოთ.



© Bierkandt, Willner, Perrette

Station name	Station ID	Variable	Available data records within period	Observation period
Ermany	GG000037328:	pr	68%	1959-2005
Kazbek Mountain	GG000037334:	pr	65%	1959-1991
		Tmax	6%	1959-1991
		Tmin	2%	1959-1991
Kazbegy	GG000037335:	pr	74%	1959-2005
Krestoviy-Pereval	GG000037420:	pr	90%	1966-1992
Gudauri	GG000037423:	pr	81%	1959-1905
Leningori	GG000037429:	pr	79%	1959-1905
		Tmax	8%	1973-1998
		Tmin	3%	1973-1998
Pasanauri	GG000037432:	pr	61%	1959-1905
		Tmax	52%	1959-2005
		Tmin	42%	1959-2005
Barisaho	GG000037433:	pr	96%	1959-1905
Duseti	GG000037437:	pr	77%	1959-1992
		Tmax	13%	1959-1991
		Tmin	5%	1959-1991
Tianeti	GG000037439:	pr	78%	1959-1992
		Tmax	12%	1959-1991
		Tmin	5%	1959-1991
Omalo	GG000037452:	pr	77%	1959-1905

მონაცემები მოგვაწოდა Bierkandt et al.-მა (2021), კლიმატის პროგნოზებთან ერთად, საჩუქრის სახით. გეოგრაფიული დასახელებების მოცემულია Bierkandt et al.-ის მიხედვით

სამიზნე არეალის სისტემატიზებული მეტეოროლოგიური მონაცემების სიმცირის გამო, ინფორმაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შესახებ პუბლიკაციებიდან მოვიპოვეთ (Tielidze 2016, Elizbarashvili et al. 2017). ამასთან ერთად ჩატარდა გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ მოწოდებული ომალოს მეტეოროლოგიური სადგურის მწირი (განსაკუთრებით უკანასკნელი წლების) მონაცემების სწრაფი შეფასება.

ლიტერატურიდან და სხვა არსებული წყაროებიდან მოპოვებულმა მონაცემებმა ჩვენთვის საინტერესო არეალში ახლო წარსულში მიმდინარე კლიმატური ტენდენციების ზოგადი სურათის დადგენის შესაძლებლობა მოგვცა, რაც, ჩვენი აზრით, მოწყვლადობის შესაფასებლად საკმარისია. კლიმატის მიმდინარე ცვლილება განხილულ იქნა კლიმატის ქართველ ექსპერტებთან, ასევე დაინტერესებულ მხარეებთან კონსულტაციების დროს დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციებისა და ადგილობრივი თემების წარმომადგენლების მონაწილეობით.

2.5 კლიმატის ცვლილების პროგნოზები კონკრეტულად სამიზნე არეალისთვის

დაცული ტერიტორიების მართვის დაგეგმვა, კლიმატის ცვლილების მიმართ ადაპტაციის ღონისძიებების დაგეგმვის ჩათვლით, მომავალზე ორიენტირებული პროცესია, რომელმაც მომავალში მოსალოდნელ ცვლილებებზე მომავალში მისაღები საპასუხო ქმედებებისთვის ინფორმაცია უნდა უზრუნველყოს. ამიტომ, ჩვენ მეცნიერ-კლიმატოლოგს სპეციალურად სამიზნე არეალისთვის, შემდეგი პროცედურის შესაბამისად, კლიმატის ცვლილების პროგნოზების მომზადება დავავალეთ:

კლიმატური ცვლადების ცვლილებების დიაპაზონი ემყარებოდა მოდელირებას, რომელიც 2010 წლიდან 2014 წლამდე დაწყებული მოდელის ურთიერთშედარების პროექტის ფაზა 5-ის (CMIP5) ფარგლებში ჩატარდა (Taylor et al. 2012). CMIP5-ის ინფორმაცია წარსული, მიმდინარე და მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის შესახებ გამოყენებულია კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელის (IPCC) მე-4 ანგარიშში (2014). ისტორიული მონაცემების გამოყენებით გასწორდა განსახილველი მონაცემების ცდომილება და ისინი დაყვანილ იქნა 0.25 გრადუსიან გეოგრაფიულ რეზოლუციამდე. განხილულ იქნა 21 მოდელი და, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების დიაპაზონის შესაფასებლად, სათბურის აირების მომავალი ემისიებისთვის გათვალისწინებულ იქნა კონცენტრაციის ორი განსხვავებული რეპრეზენტატიული ტრაექტორია (RCP): RCP 4.5 და RCP 8.5 (van Vuuren et al. 2011). ანალიზისთვის საჭირო მონაცემები აღებულ იქნა NASA Earth Exchange (NEX) Global Daily Downscaled Projections (GDDP) მონაცემთა ბაზიდან (Thrasher et al. 2012).

ემისიის მაღალი ტრაექტორია (RCP 8.5) წარმოადგენს სამყაროს კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ეფექტიანი გლობალური სამოქმედო პოლიტიკის განხორციელების გარეშე, ხოლო ემისიის საშუალო-დაბალი ტრაექტორია (RCP 4.5) - კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ეფექტიანი გლობალური სამოქმედო პოლიტიკის განხორციელებას ნიშნავს. RCP 4.5-ის პირობებში, საშუალო გლობალური ტემპერატურა 2100 წლისთვის, სავარაუდოდ, სამრეწველო განვითარებამდე არსებულ ტემპერატურაზე 2.5 გრადუსით მეტ ნიშნულზე დასტაბილურდება,

ხოლო RCP 8.5-ის შემთხვევაში - 2100 წლისთვის საშუალო გლობალური ტემპერატურა სავარაუდოდ 5 გრადუსით გაიზრდება (სამრეწველო განვითარებამდე არსებულ ტემპერატურასთან შედარებით) და 2100 წლის შემდეგ მკვეთრად გაიზრდება. მხოლოდ RCP 2.6-ის შემთხვევაში, რომელიც ჩვენს პროგნოზებში არ არის გათვალისწინებული, არის შესაძლებელი სამიზნე 2 გრადუსიან მაჩვენებელზე დაბალ ნიშნულზე ტემპერატურის დასტაბილურება.

თითოეული კლიმატური ცვლადის დიაპაზონის მაღალი შეფასება შეესაბამება ემისიების 2 ტრაექტორიის კომბინირებული მოდელირების ყველა შედეგის 95-ე პროცენტის, ხოლო თითოეული კლიმატური ცვლადის დიაპაზონის დაბალი შეფასება შეესაბამება ემისიების 2 კომბინირებული ტრაექტორიის მოდელირების ყველა შედეგის მე-5 პროცენტის. მიღებული დიაპაზონი ითვალისწინებს სხვაობას (ა) ემისიების 2 ტრაექტორიას შორის და (ბ) მოდელის დიაპაზონს ემისიის თითოეული ტრაექტორიის ფარგლებში. თუ დავუშვებთ, რომ (ა) არსებობს ემისიების მხოლოდ 2 ტრაექტორია (RCP 4.5 და RCP 8.5) და (ბ) ორივე ტრაექტორია თანაბრად სავარაუდოა, შედეგები შესაძლო მომავალი კლიმატის სავარაუდო დიაპაზონს შეესაბამება, როგორც ამას IPCC (2014) განსაზღვრავს.

2.6 კლიმატის ცვლილების სცენარების შემუშავება და ინტერპრეტაცია

დაცული ტერიტორიების მართვის უზრუნველსაყოფად „კლიმატის ცვლილების“ მხოლოდ ზოგადად განხილვა და გათვალისწინება საკმარისი არ არის. ამის ნაცვლად, აუცილებელია გავიგოთ, სამიზნე არეალის ბიომრავალფეროვნებისა და სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულებებისთვის აქტუალური რომელი კონკრეტული კლიმატური ცვლადები შეიძლება შეიცვალოს და როგორ. სწორედ ეს არის კლიმატის ცვლილების პროგნოზების გამოყენების უპირველესი მიზანი, როგორც ეს აღწერილია 2.5-ში ზემოთ.

არის შემთხვევები, როდესაც კლიმატის ცვლილების ყველა პროგნოზი, კონცენტრაციის კონკრეტული რეპრეზენტატიული ტრაექტორიებისა (RCP) და მოდელის მიუხედავად, კლიმატური ცვლადების კონკრეტულ ცვლილებებზე თანხმდება. უფრო ხშირად კი, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც საქმე გვაქვს კონცენტრაციის სხვადასხვა რეპრეზენტატიულ ტრაექტორიებთან (RCP) - ძირითადი ცვლადების პროგნოზების მთელ რიგს ვიღებთ, ანუ მომავალი კონკრეტული კლიმატური ტენდენციები გაურკვეველია. როდესაც ადგილი აქვს გაურკვეველობას, ის აუცილებლად უნდა იქნეს მხედველობაში მიღებული მოწყვლადობის შეფასებისა და ადაპტაციის ღონისძიებების დაგეგმვის დროს. ამის მიზანია ისეთი ზომების შემუშავება, რომლებიც ხელს შეუწყობენ დაცული ტერიტორიების მართვის ადაპტირებას მომავალში მოსალოდნელ კლიმატთან და ამავე დროს თავიდან აიცილებენ მართვის არასწორ ღონისძიებებს (მაგ., ღონისძიებები, რომლებიც კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შემცირების ნაცვლად, მას აძლიერებენ).

ადგილობრივი კლიმატის პროგნოზებში ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვალებადობის გასათვალისწინებლად, ჩვენ გამოვიყენეთ სცენარების თანამონაწილეობრივი დაგეგმა Garstecki et al.-ის (2020b) მეთოდოლოგიის მიხედვით. მოკლედ რომ ვთქვათ, ჩვენ გრაფიკზე გამოვსახეთ ტემპერატურისა და ნალექის შესაძლო (სეზონური და სეზონებს შორის) ტენდენციების პროგნოზირებული დიაპაზონები (ცხრილი 1). ამის შემდეგ, მოწყვლადობის შეფასების

სემინარზე, ჩვენ განვიხილეთ, თუ რომელი გაურკვევლობა, რომელიც ამ დიაპაზონებით არის გამოსახული, მოახდენს ყველაზე დიდ ზემოქმედებას სამიზნე დაცული ტერიტორიების სხვადასხვა ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებების მართვაზე. ამან საშუალება მოგვცა, დაგვედგინა ადაპტაციის ღონისძიებების დაგეგმვაში გასათვალისწინებელი გაურკვევლობების პრიორიტეტულობა არა მხოლოდ პროგნოზების, არამედ ამ ცვლადების მიმართ სამიზნე სისტემების მოწყვლადობის შესახებ ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეებისა და ექსპერტების მოსაზრებების საფუძველზე.

ცხრილი 1. 12 სცენარის ღერძების აგება სეზონური კლიმატური ცვლადებისათვის კლიმატის ცვლილების სცენარების შემუშავების მომზადების ფარგლებში (SA.. სცენარის ღერძი). T_{max} შეიძლება ჩაითვალოს დღის ტემპერატურად, ხოლო T_{min} - ღამის ტემპერატურად.

ცვლადის ცვლილება/ სეზონი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	ზამთარი
T_{max} (გრად.)	SA 1	SA 2	SA 3	SA 4
T_{min} (გრად.)	SA 5	SA 6	SA 7	SA 8
ნალექი (%)	SA 9	SA 10	SA 11	SA 12

ადაპტაციის ღონისძიებებში გასათვალისწინებელი სცენარების გონივრული რაოდენობის უზრუნველსაყოფად, ჩვენ შევარჩიეთ უმაღლესი პრიორიტეტის მქონე ორი ცვლადი და გამოვიყენეთ ისინი სცენარის ჯვრების ასაგებად, რომლებიც ოთხი სექტორისგან შედგება (ხარისხობრივი სცენარები). ასევე გავითვალისწინეთ ცვლადების ყველა ის ტენდენცია, რომლებზეც ყველა პროგნოზი თანხმდება (ნახ. 1). ეს სცენარები შემდეგ გათვალისწინებულ იქნა მოწყვლადობის შეფასებასა და ადაპტაციის ღონისძიებების დაგეგმვაში.

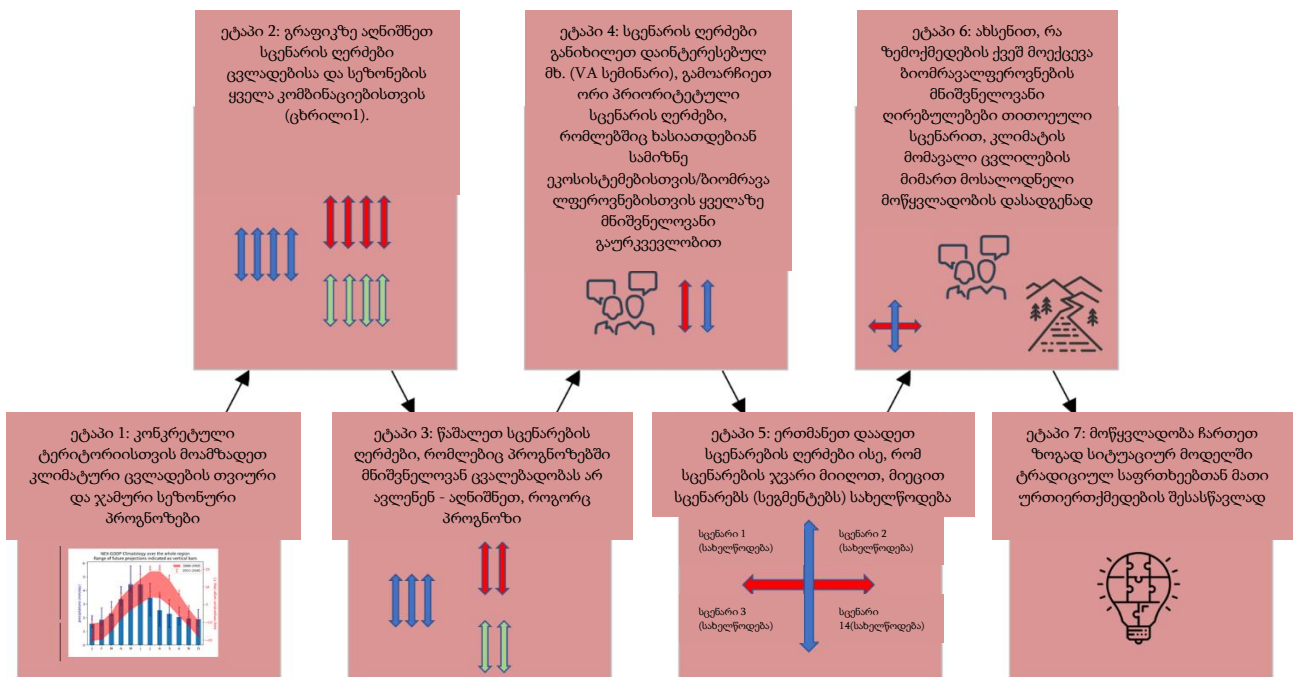
მომავალში მოსალოდნელი კონკრეტული მოწყვლადობის იდენტიფიცირების მიზნით, ჩვენ კლიმატის ცვლილების თითოეულ სცენარში გავითვალისწინეთ ის ინფორმაცია, რომელიც ასახავდა დაგეგმვის არეალსა და მის ფარგლებს გარეთ არსებული ბიომრავალფეროვნების მთავარ ღირებულებებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედებას (სამეცნიერო ლიტერატურის მიხედვით). ამის შემდეგ მოხდა მათი აღწერა. მოწყვლადობის შეფასების სემინარზე თანამონაწილეობრივი ანალიზის დასახვეწად გამოვიყენეთ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებების, მგრძობელობის და ადაპტაციის უნარის ფაქტორების ნუსხები, რომლებიც წარმოდგენილია საუკეთესო საერთაშორისო პრაქტიკის სახელმძღვანელოებში¹.

2.7 კლიმატის ცვლილებისადმი მოწყვლადობის პრიორიტეტიზაცია

ჩვენ ჩავატარეთ კლიმატის ცვლილების მიმართ გამოვლენილი მოწყვლადობების მნიშვნელობის შეფასება და პრიორიტეტიზაცია ისეთი კრიტერიუმების საფუძველზე, როგორცაა მოსალოდნელი ზემოქმედება (მასშტაბი კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მიხედვით), მგრძობელობა (სიძლიერე კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მიხედვით) და ბიომრავალფეროვნების შესაბამისი ღირებულებების ადაპტაციის უნარი, Garstecki et al. (2020a)-

¹ მაგ. Belokurov et al. (2016), ცხრილები 6/7, Gross et al. (2016), Avdani (2014)

ში წარმოდგენილი მიდგომის გამოყენებით. ჩვენ გამოვიყენეთ კონსერვაციული მართვის კომპიუტერული პროგრამა Miradi, მისი ზღვრული მნიშვნელობებითა და ალგორითმებით ზემოქმედების/საფრთხეების და საკონსერვაციო ღირებულებების ყველა კომბინაციის შესაფასებლად და ღირებულებების საერთო მოწყვლადობების (საფრთხეების/კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების მიხედვით) და საფრთხეების/ზემოქმედების (ღირებულებების მიხედვით) დასადგენად. ჩვენ ასევე ერთმანეთს შევადარეთ კლიმატის ცვლილების მიმართ და კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების მიმართ მოწყვლადობების ფარდობითი მნიშვნელობები, სხვადასხვა დროით მასშტაბებში კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების მიმართ მოწყვლადობის მართვასთან შედარებით კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის მართვის ფარდობითი მნიშვნელობის განსახილველად.



ნახ. 1. კლიმატის ცვლილების პროგნოზებიდან მიღებული კლიმატის ცვლილების სცენარების აგება და ინტერპრეტირება.

3 შედეგები

3.1 სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული ღირებულებები და მათი მდგომარეობა

სამიზნე დაცული ტერიტორიების ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებები განსაზღვრულია ოთხი დაცული ტერიტორიის: ყაზბეგის ეროვნული პარკის, ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიების, თუშეთის დაცული ტერიტორიებისა და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის მენეჯმენტის გეგმების ბოლო სამუშაო ვერსიებში.

ოთხივე დაცული ტერიტორიის ძირითადი კონსერვაციული ღირებულებები ზოგადად შეიძლება შემდეგნაირად განისაზღვროს: (1) ტყის ეკოსისტემები, (2) ალპური და სუბალპური მდელოების ეკოსისტემები, (3) საფრთხის წინაშე მყოფი და/ან ენდემური სახეობები ან სახეობათა ჯგუფები (მაგ., ჩლიქოსნები, მტაცებელი ცხოველები, მტაცებელი ფრინველები, ქათმისნაირნი, ჰერპეტოფაუნა) მათი ჰაბიტატებით, და (4) მტკნარი წყლის ეკოსისტემები მაღალმთის ჭაობების ჩათვლით. გარდა ამისა, თუშეთში მაღალი ღირებულება აქვს ადგილობრივ აგრო-ბიომრავალფეროვნებას და სოციალურ-ეკონომიკურ ფასეულობებსაც (მაგ., თუშური მომთაბარე მეცხვარეობა და სამოვრების ტრადიციული პრაქტიკა, ტრადიციული ნაწარმი). სამიზნე დაცული ტერიტორიების ბიომრავალფეროვნების ღირებულებები და სოციალურ-ეკონომიკურ ღირებულებები შეჯამებული სახით (მაგ., მომთაბარე მეცხვარეობა და ტრადიციული სამოვრეული პრაქტიკა, ტრადიციული ნაწარმი) მოცემულია ცხრილი 2-ში. ამ დავალების ფარგლებში ყაზბეგის ეროვნული პარკის არაცოცხალი ბუნების ძეგლები, აგრეთვე თუშეთის დაცული ლანდშაფტისთვის იდენტიფიცირებული ისტორიულ-კულტურული ღირებულებები განხილული არ არის, ვინაიდან ამისათვის საჭიროა აბსულუტურად განსხვავებული მეთოდოლოგია და ცოცხალი ბუნების ღირებულებები კლიმატის ცვლილების მიმართ სავარაუდოდ უფრო მოწყვლადები არიან. სოციალურ-ეკონომიკური ღირებულებები განხილულია თავი 3.2-ში.

დაცული ტერიტორიების მენეჯმენტის გეგმებში აღწერილია შესაბამისი დაცული ტერიტორიების ბიომრავალფეროვნების ძირითადი ღირებულებების მდგომარეობის მახასიათებლები და მონაცემები არსებული მდგომარეობის შესახებ, ხელმისაწვდომი ინფორმაციის შესაბამისად. ჩვენ ეს მონაცემები უახლეს კვლევებსა და დოკუმენტებში, მაგ., ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიებისა (M3 2019) და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის (Geographic 2017) ტყის მართვის გეგმაში, ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიები სამოვრების მართვის გეგმაში (Gebhardt 2019), თუშეთის ეროვნული პარკისა და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის სამოვრების მდგრადი მართვის სახელმძღვანელოს პროექტში (NACRES 2018) და შერჩეულ დაცულ ტერიტორიებზე ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგში (NACRES 2020) წარმოდგენილი განახლებული ინფორმაციით შევავსეთ.

ყველა დაცულ ტერიტორიას თითქმის არ აქვს ინფორმაცია მათი ბიომრავალფეროვნების ზოგიერთი ძირითადი ღირებულების არსებული მდგომარეობის შესახებ. მათი მდგომარეობის დასადგენად და შესაბამისად, კლიმატის ცვლილების მიმართ მათი მოწყვლადობის

დასადგენად, მომავალში აუცილებელია დამატებითი კვლევების ჩატარება, რაც დაცული ტერიტორიების მართვის გეგმებშიც არის აღნიშნული.

ჩვენ შევნიშნეთ, რომ ზოგიერთი სახეობა - მტაცებელი ფრინველები ყაზბეგის ეროვნულ პარკში, ქათმისნაირნი თუშეთის დაცულ ლანდშაფტში, რომლებიც დაცულ ტერიტორიებზე შეიძლება შეგვხვდეს, ამ დაცული ტერიტორიების ღირებულებებად არ არის იდენტიფიცირებული. ქათმისნაირთა პოპულაცია შესაძლოა სათანადოდ არ იყოს წარმოდგენილი თუშეთის დაცული ლანდშაფტის ფარგლებში, ხოლო ყაზბეგის შემთხვევაში ტერიტორიაზე მტაცებელი ფრინველები ფიქსირდება, თუმცა, ღირებულებად იდენტიფიცირებას დაქვემდებარებული ობიექტების შეზღუდული რაოდენობის გამო, ისინი კონსერვაციულ ღირებულებებად არ განისაზღვრა.

ცხრილი 2. სამიზნე დაცული ტერიტორიების ბიომრავალფეროვნების ძირითადი ღირებულებები განსაზღვრული შესაბამისი მენეჯმენტის გეგმების სამუშაო ვერსიებში.

დაცული ტერიტორიების ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციული ღირებულებები			
ყაზბეგის ეპ.	ფშავ-ხევსურეთის დტ.	თუშეთის დტ.	თუშეთის დლ.
ტყეები			
1. არყნარი; 2. ფიჭვნარი.	1. სუბ-ალპური ტყეები და ბუჩქნარები; 2. ფოთლოვანი, წიწვოვანი და შერეული ტყეები; 3. ჭალის ტყეები.	მაღალმთის და სუბალპური ტყეები	მაღალმთის და სუბალპური ტყეები
ალპური და სუბ-ალპური მდელოები			
ალპური და სუბ-ალპური მდელოები	მაღალმთის მდელოები და ალპური ხალები	ალპური და სუბ-ალპური მდელოები	ალპური და სუბ-ალპური მდელოები
მაღალი მთის ეკოსისტემებს	კლდე-ნაშალ-ღორღიანი ჰაბიტეტი	-	-
-	-	მაღალმთის ჭაობები	მაღალმთის ჭაობები
-	მდინარეები და ნაკადულები	-	მტყვნარი წყლის ეკოსისტემები
მყინვარები	-	-	-
ჩლიქოსნები			
1. არჩვი (<i>Rupicapra rupicapra</i>); 2. აღმოსავლეთკავკასიური ჯიხვი (<i>Capra cylindricornis</i>).	1. არჩვი (<i>Rupicapra rupicapra</i>); 2. აღმოსავლეთკავკასიური ჯიხვი (<i>Capra cylindricornis</i>); 3. ნიამორი (<i>Capra aegagrus</i>) 4. კეთილშობილი ირემი (<i>Cervus elaphus</i>).	1. არჩვი (<i>Rupicapra rupicapra</i>); 2. აღმოსავლეთკავკასიური ჯიხვი (<i>Capra cylindricornis</i>); 3. ნიამორი (<i>Capra aegagrus</i>); 4. კეთილშობილი ირემი (<i>Cervus elaphus</i>).	1. ნიამორი (<i>Capra aegagrus</i>); 2. კეთილშობილი ირემი (<i>Cervus elaphus</i>)
მტაცებლები ცხოველები			
1. ფოცხვერი (<i>Lynx lynx</i>); 2. მურა დათვი (<i>Ursus</i>	1. ფოცხვერი (<i>Lynx lynx</i>); 2. მურა დათვი (<i>Ursus arctos</i>).	1. ფოცხვერი (<i>Lynx lynx</i>) 2. ჯიქი (<i>Panthera pardus</i>)?	1. ჯიქი (<i>Panthera pardus</i>)?

arctos).			
მტაცებელი ფრინველები			
-	1. ბატკანძერი (<i>Gypaetus barbatus</i>); 2. ფასკუნჯი (<i>Neophron percnopterus</i>).	1. ბატკანძერი (<i>Gypaetus barbatus</i>); 2. მთის არწივი (<i>Aquila chrysaetos</i>); 3. ორბი (<i>Gyps fulvus</i>); 4. სვავი (<i>Aegypius monachus</i>).	1. ბატკანძერი (<i>Gypaetus barbatus</i>); 2. მთის არწივი (<i>Aquila chrysaetos</i>); 3. ორბი (<i>Gyps fulvus</i>); 4. სვავი (<i>Aegypius monachus</i>).
ქათმისნაირნი			
1. კავკასიური როჭო (<i>Lyrurus mlokosiewiczii</i>);	1. კავკასიური როჭო (<i>Lyrurus mlokosiewiczii</i>); 2. კავკასიური შურთხი (<i>Tetraogallus caucasicus</i>).	1. კავკასიური როჭო (<i>Lyrurus mlokosiewiczii</i>); 2. კავკასიური შურთხი (<i>Tetraogallus caucasicus</i>).	-
ჰერპეტოფაუნა			
	1. დენიკის გველგესლა (<i>Vipera dinniki</i>); 2. კავკასიური ხვლიკი (<i>Darevskia caucasica</i>); 3. ქართული ხვლიკი (<i>Darevskia rudis</i>); 4. ართვინის ხვლიკი (<i>Darevskia derjugini</i>).	1. დინიკის გველგესლა (<i>Vipera dinniki</i>); 2. ლოტიევის გველგესლა (<i>Vipera Lotievi</i>).	
ენდემური აგრო-ბიომრავალფეროვნება			
			1. თუშური ცხენი (<i>Equus ferus caballus</i>) 2. თუშური ცხვარი (<i>Ovis aries</i>)

3.2 კონსერვაციული ღირებულებების მიერ უზრუნველყოფილი ეკოსისტემური სერვისები და სარგებელი ადამიანების კეთილდღეობისათვის

სამიზნე დაცული ტერიტორიების ეკოსისტემები და სხვა ბიომრავალფეროვნება ადგილობრივ მოსახლეობას, საქართველოს ეკონომიკასა და ვიზიტორებს მთელი მსოფლიოდან ეკოსისტემური სერვისების ფართო სპექტრით უზრუნველყოფს (ნახ. 4).

ტყის ეკოსისტემები უზრუნველყოფის, მარეგულირებელ და კულტურულ ეკოსისტემურ სერვისებს უზრუნველყოფენ. ისინი არბილებენ ისეთ ბუნებრივ საფრთხეებს, როგორცაა ეროზია და მეწყერი, ამცირებენ ზედაპირულ ჩამონადენს წვიმიანი სეზონის დროს, ხოლო მშრალი სეზონის დროს - წყალს ათავისუფლებენ. შეშა, სამასალე მერქანი (თუშეთის დაცულ ლანდშაფტში), ტყის არამერქნული პროდუქტები და სამკურნალო მცენარეები აუცილებელია ადგილობრივი მოსახლეობისათვის. ტყის ეკოსისტემა მათი ჯანმრთელობისთვისაც არის

მნიშვნელოვანი. მტკნარი წყალი, რომელიც სასმელად, ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად და სარწყავად გამოიყენება, საჭიროა როგორც ადგილობრივი და ეროვნული ეკონომიკისათვის, ასევე დინების ქვემო წელში მცხოვრები ადამიანებისათვის.

მდელის ეკოსისტემებზეა დამყარებული მეცხოველეობა და მეცხვარეობა და, შესაბამისად, რძის პროდუქტების წარმოება ყველა სამიზნე ტერიტორიაზე. დაცული ტერიტორიებისა და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის მენეჯმენტის გეგმებში თუშური მომთაბარე მეცხვარეობა და საძოვრების ტრადიციული პრაქტიკა თუშეთის სოციალურ-ეკონომიკურ ღირებულებად არის განსაზღვრული. გარდა ამისა, თუშეთის დაცული ლანდშაფტის სოციალურ-ეკონომიკურ ღირებულებად ითვლება ტრადიციული ნაწარმის დამზადება, მარცვლეულის მოყვანისა და მისი გამოყენების ტრადიციული პრაქტიკა, აგრეთვე ტყის არამერქნული რესურსების/ეკონომიკური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მცენარეების შეგროვება. ტყის და მდელი ეკოსისტემები ასევე ხელს უწყობს თაფლის წარმოებას. ამავდროულად, ფუტკარი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს როგორც დამტვერავი და შესაბამისად, ფლორის მრავალფეროვნების შენარჩუნებასა და ეკოსისტემის ფუნქციებაში.

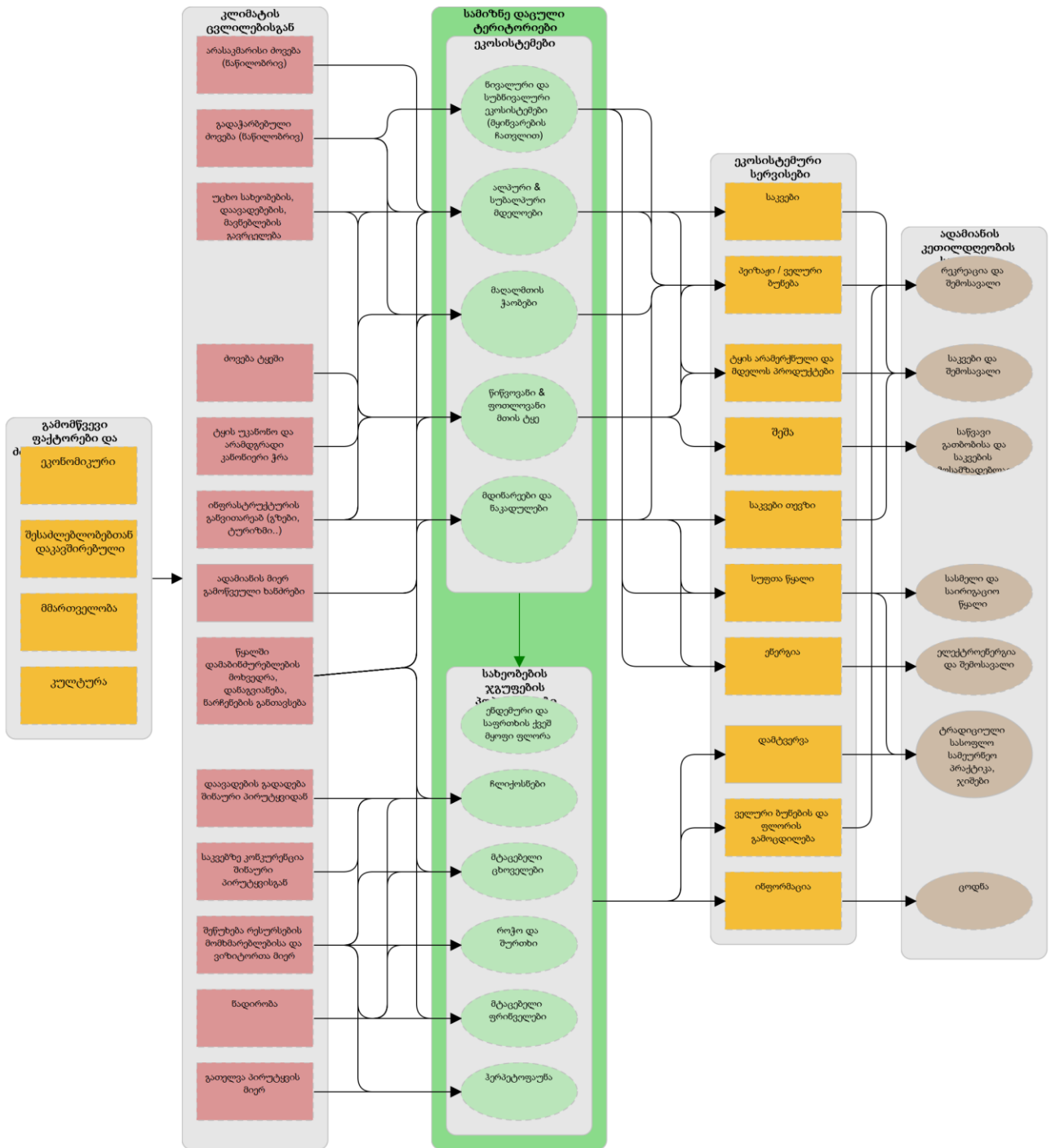
სამიზნე ტერიტორიების ბუნებით განპირობებული საგანმანათლებლო, ესთეტიკური და სულიერი ღირებულებები და კულტურული ღირებულებები ვიზიტორებს საქართველოდან და მთელი მსოფლიოდან იზიდავს, რაც ხელს უწყობს ადგილობრივი ეკოტურიზმის და შესაბამისად ადგილობრივი ეკონომიკის განვითარებას.

3.3 კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა ადგილობრივი მოსახლეობის საქმიანობით გამოწვეული საფრთხეების მიმართ

ადგილობრივი მოსახლეობის საქმიანობით სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული ღირებულებებისათვის შექმნილი პირდაპირი და არაპირდაპირი (კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი) საფრთხეები განსაზღვრულია უკანასკნელ მენეჯმენტის გეგმის პროექტებში იდენტიფიცირებული საფრთხეების საფუძველზე. წინამდებარე შეფასებაში გათვალისწინებულია მხოლოდ ის საფრთხეები, რომლებიც შეესაბამებიან კონსერვაციის სტანდარტებში მოყვანილ საფრთხის განმარტებას, ადაპტაციის ღონისძიებების დასაგეგმად მყარი საფუძვლის შექმნის მიზნით. საფრთხეები და მათი კავშირი კონსერვაციულ ღირებულებებთან წარმოდგენილია Miradi-ის სიტუაციურ მოდელზე (ნახ. 4).

თუშეთის დაცული ტერიტორიების და თუშეთის დაცული ლანდშაფტის მენეჯმენტის გეგმებში შეფასებულია სხვადასხვა კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეები მნიშვნელობა მათი სიმძიმის, სივრცული მასშტაბისა და შექცევადობის საფუძველზე, კონსერვაციის სტანდარტების წესების შესაბამისად (CMP 2020).

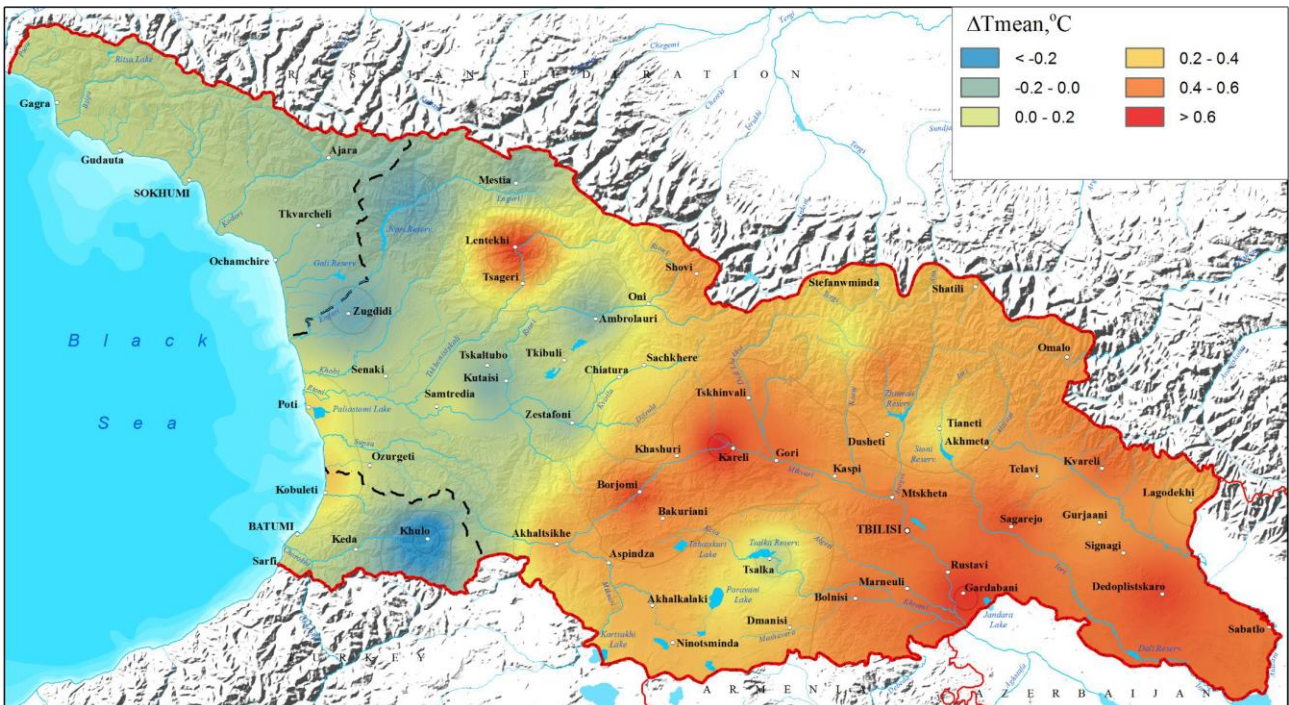
მენეჯმენტის ოთხივე გეგმაში კლიმატის ცვლილება ითვლება და განიხილება, როგორც მაღალი საფრთხე ან საფრთხის განმსაზღვრელი ფაქტორი, თუმცა ანალიზი კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შესაფასებლად საკმარის დეტალებს არ შეიცავს.



ნახ. 4. სამიზნე არეალის სიტუაციური მოდელი. მუქი მწვანე უჯრედის მარცხენა მხარეს დატანილი ისრები გამომწვევ ფაქტორებს/ძირითად მიზეზებს, კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელ პირდაპირ საფრთხეებსა და საკონსერვაციო ღირებულებებს შორის არსებულ მიზეზ-შედეგობრივ კავშირებს აჩვენებენ. მუქი მწვანე უჯრედის შიგნით დატანილი მწვანე ისარი აჩვენებს სახეობების/პოლულაციების დამოკიდებულებას იმ ეკოსისტემებზე, სადაც ისინი საკუთარ ჰაბიტატებს პოულობენ. სიტუაციური მოდელის მარჯვენა მხარეს მოცემული ისრები ეკოსისტემებს, ეკოსისტემურ სერვისებსა და ადამიანების კეთილდღეობის ასპექტებს შორის არსებულ მიზეზ-შედეგობრივ კავშირებს ასახავენ. ასევე იხ. ელექტრონული ვერსია (Miradi ფაილი).

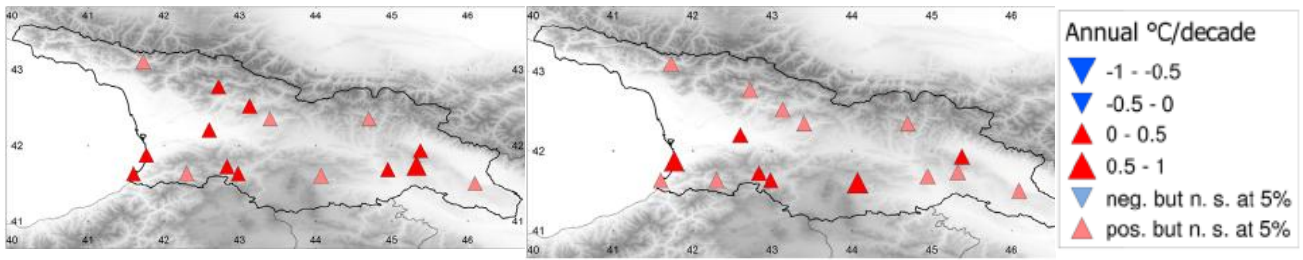
3.4 სამიზნე დაცულ ტერიტორიაზე უკანასკნელ დროს დაფიქსირებული კლიმატის ცვლილება

ეროვნული მონაცემების თანახმად, საქართველოში და ასევე სამიზნე არეალში ჰაერის ტემპერატურა გაიზარდა. საქართველოს მეოთხე ეროვნული შეტყობინების (UNDP 2021) მიხედვით, 1956–1985 წწ. და 1986–2015 წწ. პერიოდებს შორის ქვეყანაში მიწისპირა ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 0.25–0.58°C-ით გაიზარდა და ამ ორ პერიოდებს შორის ტემპერატურის საშუალო ზრდამ 0.47°C შეადგინა (ნახ. 5). ეს თეორიულად შეესაბამება 1970-იანი წლების დასაწყისსა და საუკუნის დასაწყისს შორის ათწლეულების მიხედვით ტემპერატურის ზრდის დაახ. 0.16°C მაჩვენებელს. თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ 1981 წლიდან გლობალური დათბობის საშუალო მაჩვენებელი ათწლეულების მიხედვით 0.18°C-ია (NOAA 2021) და ზრდის ტენდენციით ხასიათდება, საქართველოში ტემპერატურის ზრდის მაჩვენებლის შეფასება გლობალური მაჩვენებლის შეფასების დონეზეა.



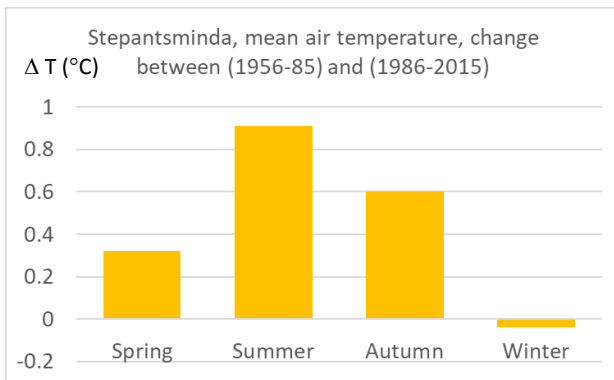
ნახ. 5. იანვარში ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვლილება ორ 30-წლიან პერიოდს შორის (1956–1985 და 1986–2015). წყარო: UNDP 2021.

დათბობის ზოგადი ტენდენცია სხვა წყაროებითაც დასტურდება, თუმცა ისინი კონკრეტულად სამიზნე რეგიონს არ ეხება. მაგალითად, Keggenhoff et al. (2015) ერთმანეთს ადარებს 1981 წ. და 2010 წ.-ს შორის დღიური მინიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურების ტენდენციებს და დათბობის ტენდენციას ადასტურებს (ნახ. 6). ანალიზში გამოყენებულია ფასანაურის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები, თუმცა მასში სამიზნე არეალის ინფორმაცია არ არის შესული.



ნახ. 6. მინიმალური (მარცხნივ) და მაქსიმალური (მარჯვნივ) დღიური ტემპერატურების ტენდენციები საქართველოს სხვადასხვა სადგურებზე 1981-2010 წწ. პერიოდში. წითელი სამკუთხედები დათბობის, ხოლო ლურჯი სამკუთხედები - აგრილების ტენდენციებს ასახავენ. ცისფერი და ვარდისფერი სამკუთხედები აღნიშნავენ ტენდენციებს, რომლებიც 5%-ის დონეზე არ არის მნიშვნელოვანი. წყარო: Keggenhoff et al. (2015).

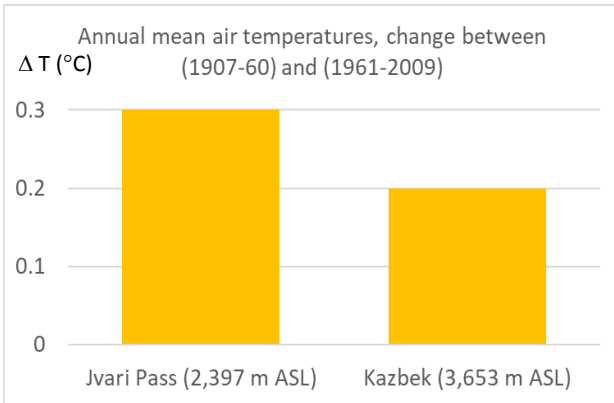
სამიზნე არეალის დამახასიათებელი კონკრეტული მონაცემები მწირია, მაგრამ ქვეყნის ზოგად სურათს შეესაბამება. 1986-2015 წლებში ჰაერის საშუალო ტემპერატურისა და 30-წლიან პერიოდებს (1956-1985 და 1986-2015) შორის მათი ცვლილების შესახებ სტეფანწმინდის მეტეოროლოგიური სადგურის (ყაზბეგის ეროვნული პარკი) მონაცემების თანახმად, აშკარაა ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ზრდა, რომელიც ზაფხულში მეტად არის გამოხატული (UNDP 2021, ნახ. 7). ზაფხულში დათბობის უფრო ძლიერი ტენდენცია, ზაფხულის ცხელი დღეების რაოდენობის ზრდასთან ერთად, ეროვნული მეტეოროლოგიური მონაცემების სხვა კვლევითაც დასტურდება (Elizbarashvili et al. 2017).



UNDP (2021)

ნახ. 7. სტეფანწმინდა, ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ორ 30-წლიან პერიოდს შორის (1956-1985 წწ. და 1986-2015 წწ.). წყარო: UNDP-ის მასალებიდან 2021.

თუ 1907-1960 წწ. და 1961-2009 წწ. პერიოდებს ერთმანეთს შევადარებთ, საშუალო წლიური ტემპერატურა ასევე გაზრდილია ჯვრის უღელტეხილზე და მთა მყინვარწვერზე (ყაზბეგზე) (Tielidze 2016, Figure 8). აღსანიშნავია, რომ ტემპერატურის ფარდობითი ზრდა უფრო მკვეთრი იყო უფრო დაბალი სიმაღლის მქონე ჯვრის უღელტეხილზე, ვიდრე მთა მყინვარწვერზე (ყაზბეგზე). არ ვიცით, მოქმედებს თუ არა ეს კანონზომიერება მთელ საკვლევ არეალზე.

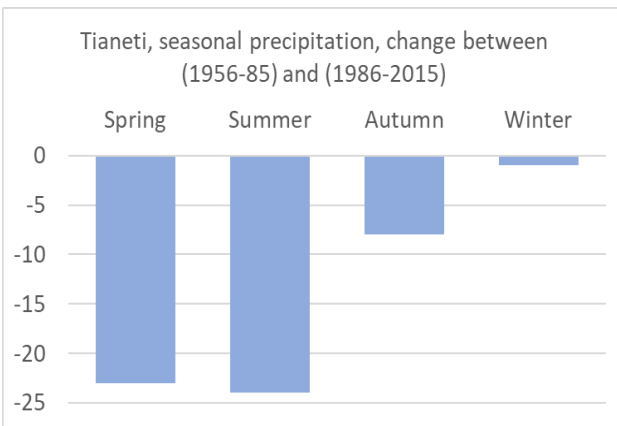


Tielidze (2016)

ნახ. 8. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ჯვრის უღელტეხილზე და მთა მყინვარწვერზე (ყაზბეგზე), ცვლილება (1907–1960 წწ.) და (1961–2009 წწ.) პერიოდებს შორის. წყარო: Tielidze (2016).

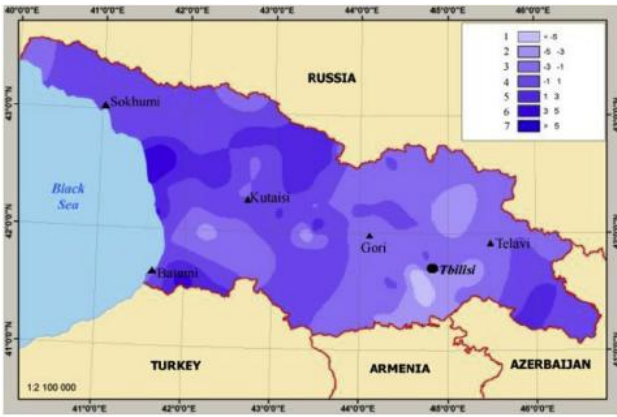
ეროვნული ტენდენციის გათვალისწინებით და საპირისპირო მტკიცებულების არარსებობის პირობებში, შეგვიძლია გავაკეთოთ წინასწარი დასკვნა იმასთან დაკავშირებით, რომ მე-20 საუკუნის დასაწყისიდან სამიზნე არეალში მიწისპირა ჰაერის საშუალო ტემპერატურა საშუალო გლობალური მაჩვენებლით გაიზარდა, ამასთან დათბობა ძირითადად ზაფხულში, სიმაღლეზე მისი დამოკიდებულების გაურკვეველი ტენდენციით მიმდინარეობს.

ნალექების რაოდენობა აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტეს ნაწილში შემცირებულია. თიანეთის მეტეოროლოგიურ სადგურზე, რომელიც ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიების ფშავის ნაწილიდან სამხრეთით, 35 კმ-ის მანძილზე მდებარეობს, ათწლეულების მიხედვით საშუალოდ 18%-იანი კლება ფიქსირდება (UNDP 2021, ნახ. 9).



ნახ. 9. თიანეთი, ორ 30-წლიან პერიოდ შორის (1956–1985 წწ. და 1986–2015 წწ.) ნალექების სეზონური რაოდენობის ცვლილების პროცენტული მაჩვენებელი. წყარო: UNDP-ის მასალებიდან (2021).

Elizbarashvili და სხვ.-ის (2017) მიხედვით, ნალექების რაოდენობა განსაკუთრებით საკვლევი არეალის აღმოსავლეთ ნაწილში შემცირდა. ამ კვლევის თანახმად, 1936-2012 წწ. პერიოდში ნალექების წლიური რაოდენობა სამიზნე დაცული ტერიტორიების გარშემო უფრო ფართო არეალში ყოველ ათწლეულში მნიშვნელოვანი მაჩვენებლით - 3-5%-ით შემცირდა (ნახ. 10). ნალექების რაოდენობის შემცირება უფრო მკვეთრად ზაფხულში ფიქსირდება, განსაკუთრებით ცენტრალური კავკასიონის აღმოსავლეთ ნაწილში. ომალოს სადგურიდან მიღებული მეტეოროლოგიური მონაცემებით ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზის შედეგები ამ მონაცემებს მხოლოდ ნაწილობრივ ადასტურებს.



ნახ. 10. ნალექების ტენდენცია (%) ათწლეულების მიხედვით 1936-2012 წწ. პერიოდში საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში. წყარო: Elizbarashvili et al. (2017).

მიუხედავად ამისა, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ უკანასკნელი საუკუნის განმავლობაში ნალექების რაოდენობის მნიშვნელოვნად შემცირების ტენდენციის შენარჩუნება სავსებით მოსალოდნელია, განსაკუთრებით სამიზნე არეალის აღმოსავლეთ ნაწილში.

3.5 სამიზნე არეალში კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილება

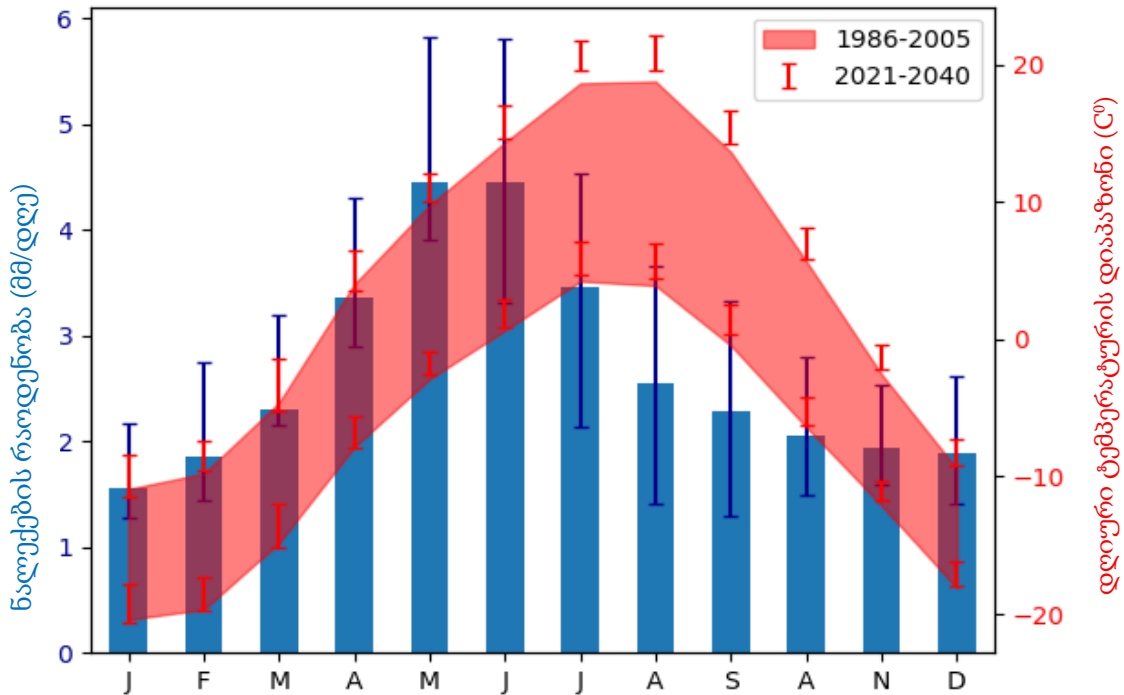
ნახ. 11 და 12-ზე და ცხრილი 3 და 4-ში წარმოდგენილია თვიური ტემპერატურის - ღამის მინიმუმების და დღის მაქსიმუმების - და ნალექების რაოდენობის პროგნოზირებული მაჩვენებლები 2021-2040 წწ. (ახლო მომავალი) და 2061-2080 წწ. (შორეული მომავალი) პერიოდებისათვის.

ყველა პროგნოზის მიხედვით, შორეულ მომავალში მინიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურა წელიწადის ყველა დროს გაიზრდება. დღის მაქსიმუმების პროგნოზირებული გრძელვადიანი ზრდა ზამთარში ნაკლებად არის გამოხატული (0.6 – 4.7°C), ხოლო ზაფხულში ყველაზე მკვეთრია (1.7 – 7.1°C). ღამის მინიმუმების შესაბამისი დიაპაზონები თითქმის იგივე სიმაღლისაა.

პროგნოზების უდიდესი ნაწილის თანახმად, უახლოეს მომავალშიც კი, მინიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურა, საბაზისო პერიოდთან შედარებით, მთელი წლის განმავლობაში ყველა სეზონში მოიმატებს. დღის მაქსიმუმებისა და ღამის მინიმუმების ყველაზე მკვეთრი ზრდა ზაფხულის პერიოდში მოხდება (0.7 – 3.0°C და 0.4 – 2.8°C, შესაბამისად). ზამთრის ტემპერატურის პროგნოზები ცვლილების არარსებობიდან 2.3°C-ით ზრდამდე დიაპაზონში მერყეობს. უახლოესი მომავლის გაზაფხულის დღის ტემპერატურა ერთადერთია, რომლისთვისაც ზოგიერთი პროგნოზი კლებაზე მოუთითებს (-0.3°C - 2.7°C).

სამიზნე არეალის ნალექების სეზონური რაოდენობის პროგნოზები სამომავლო ტენდენციების მნიშვნელოვან გაურკვევლობაზე მიუთითებს, როგორც უახლოეს, ისე შორეულ მომავალში. 2021-2040 წწ. პერიოდისთვის პროგნოზების უმეტესობა ნალექების სეზონური რაოდენობის ზრდას აჩვენებს, თუმცა შესაძლო ტრაექტორიები ძალიან ფართო დიაპაზონშია წარმოდგენილი. ზამთარში ნალექების რაოდენობა, საბაზისო პერიოდთან შედარებით, შესაძლოა 22%-მდე შემცირდეს ან 42%-მდე გაიზარდოს, ხოლო ზაფხულში - 35%-მდე შემცირდეს ან 34%-მდე გაიზარდოს. ეს გაურკვევლობა შორეული მომავლის პროგნოზებში უფრო მეტად არის გამოხატულია.

**NEX-GDDP კლიმატოლოგია მთელი რეგიონისთვის
პროგნოზირებული მაჩვენებლების დიაპაზონი ნაჩვენებია
ვერტიკალური სვეტებით**

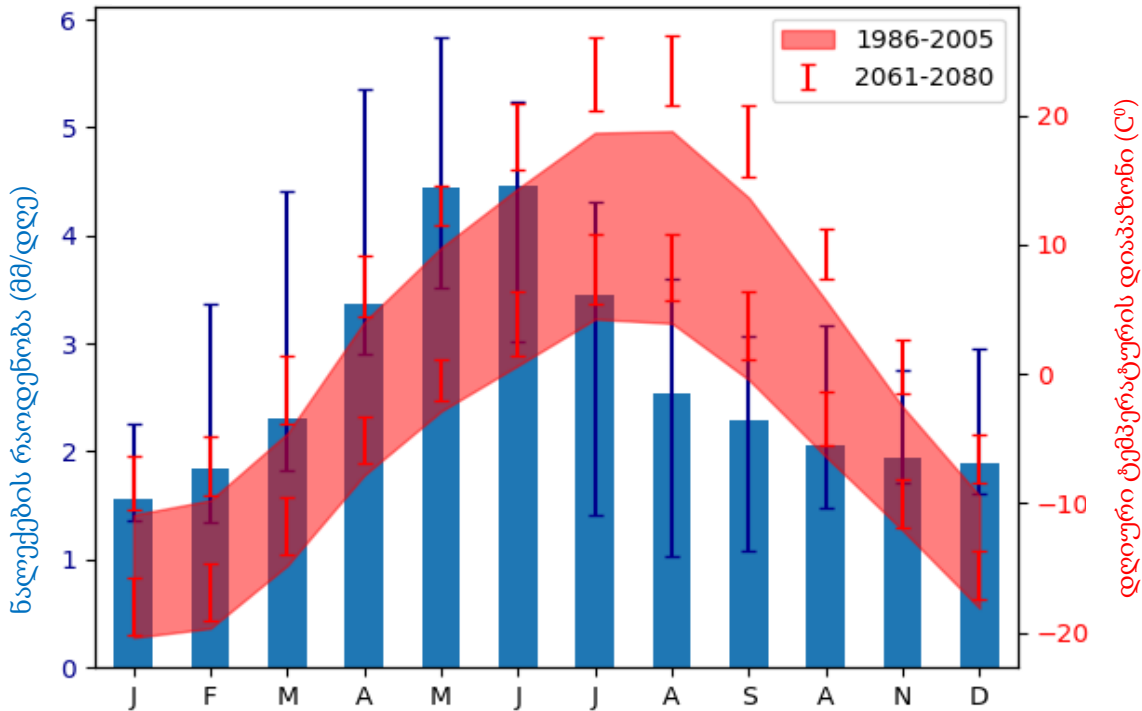


ნახ. 11. 2021-2040 წწ. პერიოდში სამიზნე არეალში ნალექების თვიური რაოდენობისა და ტემპერატურის პროგნოზირებული მაჩვენებლები 1986-2005 წწ. პერიოდთან შედარებით. ვერტიკალური სვეტები (ლურჯი - ნალექები და წითელი - ტემპერატურა) აჩვენებენ პროგნოზირებული თვიური მაჩვენებლების დიაპაზონს საბაზისო პერიოდის სიდიდეებთან მიმართებით. ვარდისფერი ზოლის ზედა და ქვედა საზღვარი შეესაბამება საშუალო დღიურ მინიმალურ და საშუალო დღიურ მაქსიმალურ ტემპერატურას. დამატებითი განმარტებისთვის იხ. თავი 2.5.

ცხრილი 3. 2021-2040 წწ. პერიოდში სამიზნე არეალში ნალექების სეზონური რაოდენობისა და ტემპერატურის პროგნოზირებული მაჩვენებლების დიაპაზონები, 1986-2005 წწ. პერიოდის შესაბამის საშუალო მაჩვენებლებთან მიმართებით. დამატებითი განმარტებისთვის იხ. თავი 2.5.

წელიწადის დრო #	წელიწადის დრო	დღის ტემპერატურის ცვლილება		ღამის ტემპერატურის ცვლილება		ნალექების რაოდენობის ცვლილება	
		დაბალი შეფასება °C	მაღალი შეფასება °C	დაბალი შეფასება °C	მაღალი შეფასება °C	ნალექების რაოდენობის ცვლილების დაბალი შეფასება %	ნალექების რაოდენობის ცვლილების მაღალი შეფასება %
1	ზამთარი	0	2.3	0	2.3	-22%	42%
2	გაზაფხულ	-0.3	2.7	0	2.3	-12%	32%
3	ზაფხული	0.7	3	0.4	2.8	-35%	34%
4	შემოდგომა	0.4	2.5	0.5	2.3	-30%	38%

**NEX-GDDP კლიმატოლოგია მთელი რეგიონისთვის
 პროგნოზირებული მაჩვენებლების დიაპაზონი ნაჩვენებია
 ვერტიკალური სვეტებით**



ნახ. 12. 2061-2080 წწ. პერიოდში სამიზნე არეალში ნალექების თვიური რაოდენობისა და ტემპერატურის პროგნოზირებული მაჩვენებლები 1986-2005 წწ. პერიოდთან შედარებით. ვერტიკალური სვეტები (ლურჯი - ნალექები და წითელი - ტემპერატურა) აჩვენებენ პროგნოზირებული თვიური მაჩვენებლების დიაპაზონს საბაზისო პერიოდის სიდიდეებთან მიმართებით. ვარდისფერი ზოლის ზედა და ქვედა საზღვარი შეესაბამება საშუალო დღიურ მინიმალურ და საშუალო დღიურ მაქსიმალურ ტემპერატურას. დამატებითი განმარტებისთვის იხ. თავი 2.5.

ცხრილი 4. 2061-2080 წწ. პერიოდში სამიზნე არეალში ნალექების სეზონური რაოდენობისა და ტემპერატურის პროგნოზირებული მაჩვენებლების დიაპაზონები, 1986-2005 წწ. პერიოდის შესაბამის საშუალო მაჩვენებლებთან მიმართებით. დამატებითი განმარტებისთვის იხ. თავი 2.5.

წელიწადის დრო#	წელიწადის დრო	დღის ტემპერატურის ცვლილება		ღამის ტემპერატურის ცვლილება		ნალექების რაოდენობის ცვლილება	
		დაბალი შეფასება °C	მაღალი შეფასება °C	დაბალი შეფასება °C	მაღალი შეფასება °C	ნალექების რაოდენობის ცვლილების დაბალი შეფასება %	ნალექების რაოდენობის ცვლილების მაღალი შეფასება %
1	ზამთარი	0.6	4.7	0.5	4.7	-18%	61%
2	გაზაფხულ	0.9	5.3	0.8	4.6	-19%	54%
3	ზაფხული	1.7	7.1	1.2	6.4	-48%	26%
4	შემოდგომა	1.4	6	0.9	5.3	-32%	43%

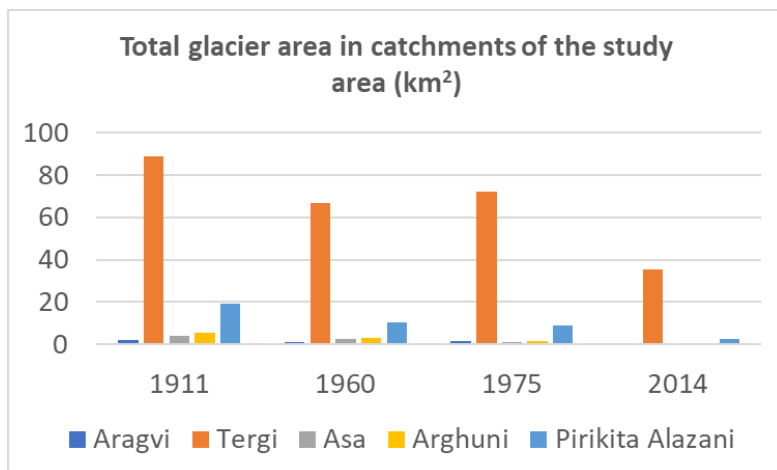
ჩვენ არ ვაკეთებთ ისეთი ექსტრემალური მოვლენების სიხშირის პროგნოზს, როგორცაა ცივი და თბილი ეპიზოდები, ექსტრემალური ნალექი, ან გვალვა. ზოგადად მოსალოდნელია, რომ ზაფხულის ტემპერატურის მატებასთან ერთად თბილი ეპიზოდების სიხშირე და სიმძიმე გაიზარდოს, ხოლო ექსტრემალური ნალექების სიხშირე და სიმძიმე ნალექების საშუალო სეზონური რაოდენობის ზრდასთან ერთად, განსაკუთრებით გაზაფხულის ბოლოს და ზაფხულის დასაწყისში, მოიმატებს.

3.6. არაცოცხალი გარემოს მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ

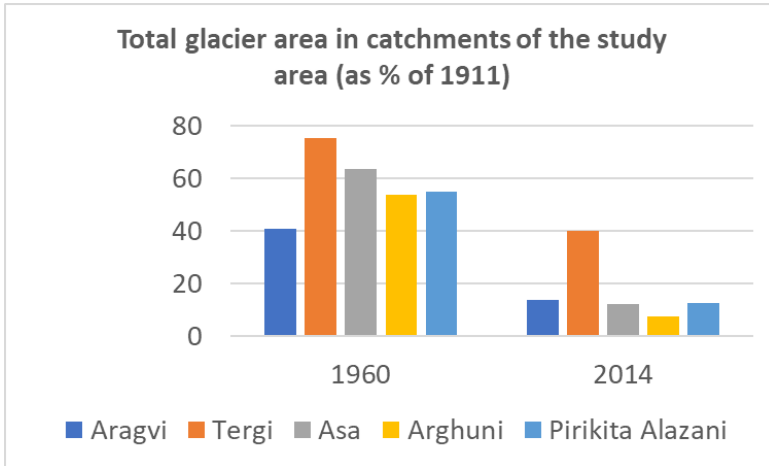
სამიზნე არეალში მყინვარების დაფიქსირებული მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ

ეკოსისტემები და ბიომრავალფეროვნება ფიზიკურ გარემოზე არიან დამოკიდებული. სწორედ ამიტომ, კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება ფიზიკურ გარემოზე - განსაკუთრებით მყინვარებზე, მდინარეებსა და ნაკადულებზე - სამიზნე ტერიტორიების კონსერვაციულ ღირებულებებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების მნიშვნელოვან გამომწვევ ფაქტორს წარმოადგენს.

გასული საუკუნის განმავლობაში დიდ კავკასიონზე მყინვარების ფართობი მკვეთრად შემცირდა (Shahgedanova et al. 2014, Tielidze 2016). მყინვარების დნობის ტემპი ბოლო 20 წლის განმავლობაში კიდევ უფრო გაიზარდა (Tielidze et al. 2021). ეს სამიზნე არეალის, განსაკუთრებით ყაზბეგის ეროვნული პარკის, მყინვარებსაც ეხება. მყინვარების ფართობი იმ ძირითად წყალშემკრებებში, რომლებიც სამიზნე დაცულ ტერიტორიებს ემთხვევა, 1911 წლის შემდეგ მნიშვნელოვნად არის შემცირებული (ნახ. 13), მყინვარების ფართობების ფარდობითი შემცირება განსაკუთრებით მკვეთრი იყო იმ წყალშემკრებებში, კერძოდ, არაგვის, ასას და არღუნის წყალშემკრებებში, სადაც თავიდანვე მცირე რაოდენობისა და მცირე ფართობის მყინვარები იყო წარმოდგენილი (ნახ. 14). თუ მყინვარების მთლიან ფართობს განვიხილავთ, ტენდენცია, სავარაუდოდ, კიდევ უფრო მკვეთრად იქნება გამოხატული (Tielidze, მომზადების პროცესში).



ნახ. 13. მყინვარების საერთო ფართობის ტენდენციები იმ წყალშემკრებებში, რომლებიც სამიზნე დაცულ ტერიტორიებს ემთხვევა, 1911-2014 წლებში (მონაცემების წყარო: Tielidze 2016).



ნახ. 14. მყინვარების საერთო ფართობის ფარდობითი შემცირება (%) 1911 წლის მდგომარეობასთან შედარებით იმ წყალშემკრებებში, რომლებიც სამიზნე დაცულ ტერიტორიებს ემთხვევა, 1960 და 2014 წლებში (მონაცემების წყარო: Tielidze 2016).

1911-2014 წწ. პერიოდის განმავლობაში საქართველოში მყინვარების დნობის საშუალო წლიური სიჩქარე $-0.4\%/წ$ -ით გაიზარდა, ხოლო 2000-2020 წწ. პერიოდში - $-1.19\%/წ$ -ით. აღმოსავლეთით უფრო მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ($-1.82\%/წ$ მთელ აღმოსავლეთ კავკასიონზე), სადაც წარმოდგენილია დიდი რაოდენობით მცირე ზომის მყინვარები (Tielidze et al. 2021). სავარაუდოდ, არა მხოლოდ მყინვარების დნობა, არამედ მათი დნობის სიჩქარის ზრდაც გრძელდება.

მყინვარების საერთო ფართობისა და მოცულობის შემცირებასთან ერთად, მყინვარების უკანდახევის გამო, მათი საშუალო სიმაღლეც გაიზარდა. ფრაგმენტაციის გამო მყინვარების რაოდენობა ჯერ გაიზარდა, ხოლო შემდეგ, მცირე ფრაგმენტების დნობის შედეგად, შემცირდა (Tielidze 2016, Tielidze et al. 2021).

ცენტრალურ კავკასიონზე მყინვარების დნობის გამომწვევი ატმოსფერული მექანიზმები კომპლექსურია და ადგილობრივ დათბობას სცილდება. ბოლო წლებში საჰარიდან მტვრის შემოჭრის არაერთმა შემთხვევამ შესაძლოა ალბედოს შემცირება და შესაბამისად, მყინვარების დნობის დაჩქარება გამოიწვია (Tielidze et al. 2020). აგრეთვე, ფართო რეგიონში გახშირებული ანტიციკლონებისა და ფართომასშტაბიანი გრძივი ატმოსფერული მოდულების წანაცვლების გამო, შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს ღრუბლების საფარის შემცირების ტენდენციასაც (Woollings et al. 2018).

მყინვარების მიერ მდინარეებსა და ნაკადულებზე კლიმატის ზემოქმედების შერბილება

სამიზნე დაცული ტერიტორიების მთავარ მდინარეებს შორის მხოლოდ მდინარე თერგი იღებს წყლის მნიშვნელოვან (დაახლოებით 18%) ნაწილს მყინვარებიდან (UNDP 2021). როდესაც, მცირე გამყინვარების პერიოდის დასრულების შემდეგ, ამ მდინარის მკვებავმა მყინვარებმა უკანდახევა დაიწყეს (მე-19 საუკუნის შუა წლებიდან), თავიდან მდინარის ჩამონადენი, მყინვარების დნობის ხარჯზე, გაიზარდა. მყინვარების დნობისა და მდინარის ჩამონადენს შორის კავშირების შესახებ ზოგადი თეორიების თანახმად, მდინარის ჩამონადენის ზრდა პიკს

აღწევს და შემდეგ მცირდება - საბოლოოდ ნულამდე - როგორც კი მცინვარების ფართობი იმდენად შემცირდება, რომ ისინი ვეღარ ახერხებენ ნადნობის წყლის რაოდენობის ძველი მაჩვენებლის შენარჩუნებას. ფართომასშტაბიანი კვლევებისა და ანალიზის შედეგად პასუხი კითხვაზე, გადასულია თუ არა ეს პიკი დიდ კავკასიონზე, თერგის წყალშემკრების ჩათვლით, ზოგადად დადებითია (Hock et al. 2019). ეს ნიშნავს იმას, რომ მომავალში მდინარე თერგში მცინვარების ნადნობი წყლის წილი შემცირდება. შემცირდება თუ არა მთლიანად მდინარის ხარჯი, ეს დამოკიდებული იქნება ნალექების რაოდენობაზე, რაც საკმაოდ გაურკვეველია (თავი 3.5 ზემოთ). ნებისმიერ შემთხვევაში, მოხდება სეზონურობის ფარდობითი წანაცვლება. კერძოდ, გაზრდილი ხარჯი დაფიქსირდება გაზაფხულზე, ხოლო ნაკლები - ზაფხულში.

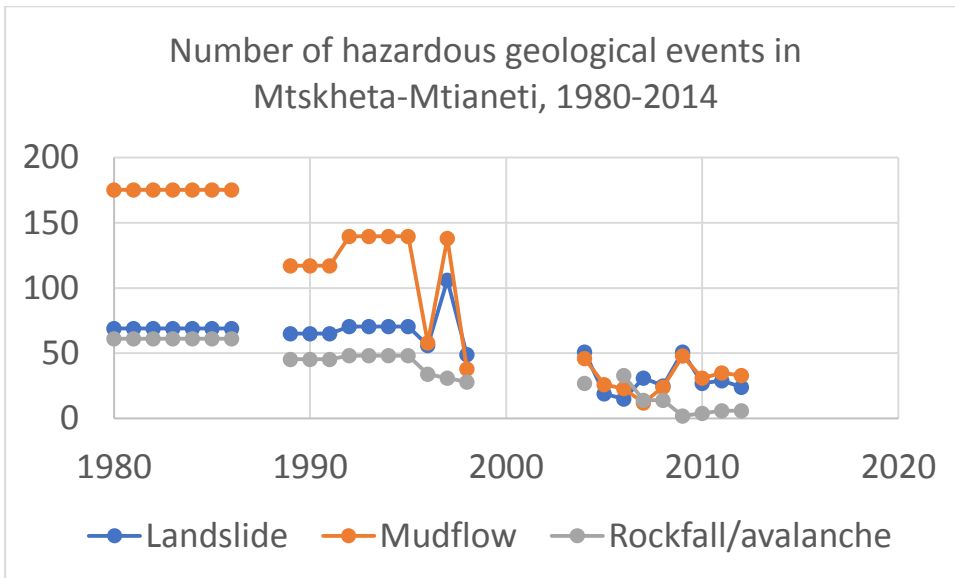
არაგვის, ასას, არღუნისა და პირიქითა ალაზნის აუზების მდინარეებზე, მათ კვებაში მცინვარების ნადნობის წყლის ნაკლები წილის გამო, მცინვარების დნობის ზემოქმედება სავარაუდოდ უფრო მცირე იქნება.

კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება ბუნებრივი კატასტროფების სიხშირესა და სიძლიერეზე

ექსტრემალური ბუნებრივი მოვლენები, როგორცაა მეწყერი, ღვარცოფი და ქვათაცვენა/ზვავები, მთების ბუნებრივი დინამიკის ნაწილია და, შესაბამისად, არ წარმოადგენს საფრთხეს მათი კონსერვაციისთვის. ამავ დროს, ადამიანის საქმიანობის შედეგად ასეთი მოვლენების სიხშირისა და სიძლიერის ზრდამ შესაძლოა იმდენად სერიოზული საფრთხე შეუქმნას ჰაბიტატებს და მათზე დამოკიდებულ პოპულაციებს, რომ ისინი საფრთხეებად განისაზღვრონ და აუცილებელი გახდეს მართვის ზომების მიღება.

კონკრეტულად სამიზნე არეალში ასეთი მოვლენების სიხშირისა და სიძლიერის შესახებ სისტემატური და თანმიმდევრული მონაცემები მწირია. არსებული მცირე ინფორმაცია ბოლო 40 წლის განმავლობაში ძლიერ ზრდაზე არ მიუთითებს (ნახ. 15). ამ მონაცემებით ადგილობრივების ინფორმაცია ასეთი მოვლენების სიხშირისა და სიძლიერის ზრდის შესახებ არ დასტურდება. თუმცა, 1980-დან 2014 წლამდე პერიოდი ემთხვევა მნიშვნელოვან ინსტიტუციური ცვლილებების და წყვეტის პერიოდებს, რამაც ამ მონაცემების თანმიმდევრულობაზე შესაძლოა უარყოფითი გავლენა მოახდინა.

ექსტრემალური გეოლოგიური მოვლენების, როგორც მთების ბუნებრივი დინამიკის (რომელიც საფრთხეს არ წარმოადგენს), გამონაკლის შემთხვევებად უნდა ჩაითვალოს ისეთი მასშტაბური მოვლენები, როგორცაა 2002 წლის კოლკა-კარმადონის ქვა-ყინულის ზვავი (Huggel et al. 2005) და 2014 წლის დევდორაკის მცინვარის კატასტროფა (Tielidze et al. 2019). ამ მოვლენებმა დიდი ზიანი მოაყენეს ადამიანებს, ბუნებრივ ეკოსისტემებსა და ინფრასტრუქტურას. მიუხედავად იმისა, რომ ასეთი მოვლენები წარსულშიც ხდებოდა, გამოითქვა მოსაზრება, რომ მათი სიხშირე და სიძლიერე მომავალში შეიძლება გაიზარდოს მცინვარების არასტაბილურობისა და მათ ქვეშ არსებული მრავალწლოვანი პერმაფროსტის დნობის შედეგად. დაცული ტერიტორიების მართვით ასეთ კატასტროფულ მოვლენების თავიდან აცილება შეუძლებელია, თუმცა მართვის ზომებში შესაძლებელია ისეთი ღონისძიებების გათვალისწინება, რომლებიც შეამცირებენ საშიშ ზონებში ასეთი მოვლენების ზემოქმედებას ადამიანებზე, ბიომრავალფეროვნების ღირებულებებსა და ინფრასტრუქტურაზე.



ნახ. 15. საშიში გეოლოგიური მოვლენების რაოდენობა მცხეთა-მთიანეთში, სადაც ყაზბეგის ეროვნული პარკი მდებარეობს (წყარო: Keller et al. 2013).

3.7. კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ

მსოფლიოს ზომიერი სარტყლების მაღალი მთები კლიმატის ცვლილების მიმართ ყველაზე მგრძობიარე ბიომებად ითვლება. უკვე არსებობს უამრავი მტკიცებულება იმისა, რომ კლიმატის ცვლილება მთის მცენარეულობაზე უარყოფითად მოქმედებს (GLORIA 2022). თუმცა, GLORIA-ს პროექტის ფარგლებში ყაზბეგის რაიონში 2001 წლიდან ჩატარებული კვლევების თანახმად, კლიმატის ცვლილების გამოკვეთილი ზემოქმედება მთის ფლორასა და მცენარეულობაზე ამ დრომდე არ გამოვლენილა (Gigauri 2021). ყაზბეგის რეგიონის სანიმუშო ნაკვეთებზე ტყის გავრცელების ზედა საზღვრის აწევის პირდაპირი მტკიცებულება არ არსებობს (Abdaladze 2021, პირადი კომუნიკაცია). თუმცა, სხვა მსგავს მთიან ტერიტორიებზე მიმდინარე დაკვირვებების შედეგები საწინააღმდეგოა (GLORIA 2022).

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში ალპური სახეობების მრავალფეროვნების ზრდა, რომელიც მსოფლიოში ჩატარებულ სხვადასხვა კვლევებში დაფიქსირდა, საოცრად ემთხვევა ტემპერატურის მატებას (GLORIA 2022). ცენტრალური კავკასიონის სუბ-ალპური ზონის კვლევამ, რომელშიც ასევე იყო მხედველობაში მიღებული ნიადაგის ტენიანობა, დაადგინა რომ სახეობების მრავალფეროვნება ამ ზონაშიც გაზრდილია (ბოლო 30 წლის განმავლობაში), თუმცა დაასკვნა, რომ დაფიქსირებული ზრდა გამოწვეულია არა კლიმატის ცვლილებით, არამედ მიწათსარგებლობის ინტენსივობის კლებით (Tepnadze -Hoernchen 2021). როგორც ჩანს, ყაზბეგის რაიონში სიმაღლის მაღალ ნიშნულებზე ტყის საფარის ზრდის ტენდენცია შეინიშნება, თუმცა ვერ ვიტყვით, არის თუ არა ის კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული. 2018-2019 წელს სახეობათა კონსერვაციის სამეცნიერო-კვლევითმა ცენტრმა "NACRES" განახორციელა პროექტი ნახშირბადის აკუმულაციის პოტენციალის შეფასება თრუსოს ხეობაში“, რომლის ფარგლებშიც შეფასდა ყაზბეგის რაიონში ბუნებრივ მდელოებზე ტყის ფართობების ბუნებრივი გზით ზრდის პროცესი. კვლევამ, რომელიც პირველ რიგში მთის ტყეების მიერ ნახშირბადის შემცირების პოტენციალს იკვლევდა, აჩვენა, რომ თრუსოს ხეობაში ტყით დაფარული ტერიტორიების

ფართობი ბოლო 20 წლის განმავლობაში 9.4%-ით გაიზარდა. აქ ტყემ ყოფილი მდელოები ჩანაცვლა და ზღვის დონიდან 2,500 მეტრამდე გავრცელდა. ახალ ტყეებში სახეობებს შორის არყი (*Betula spp.*) დომინირებს (91.8%) (UNDP 2021). მსგავსი შედეგები დაფიქსირდა სამიზნე არეალის სხვა რეგიონებშიც (ხევსურეთი, თუშეთი) და მთლიანად საქართველოში (მაგ. რაჭა, სვანეთი) (UNDP 2021). თუმცა, ამ კვლევაში და გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს მე-4 ეროვნულ შეტყობინებაში მითითებულ სხვა კვლევებში ყოფილ მდელოებზე ტყის ფართობების ზრდა, როგორც რეაქცია კლიმატის ცვლილებზე, არ არის შესწავლილი, უბრალოდ დაფიქსირებულია სხვა კვლევების კონტექსტში. აქედან გამომდინარე, არ არის გარკვეული ის, თუ რით არის გამოწვეული სამიზნე არეალში ტყეების ფართობების ზრდა - კლიმატის ცვლილების საპასუხოდ თუ პირუტყვის ძოვების შემცირებით.

ჩვენ ვერ მოვიპოვეთ სხვა კვლევები კონკრეტულად სამიზნე არეალში ტყეებსა და სხვა ეკოსისტემებზე, ცალკეულ სახეობებსა თუ სახეობათა ჯგუფებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესახებ. გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს ბოლო ეროვნულ შეტყობინებებში ასეთ კვლევებზე მითითება არ არის (UNDP 2021, UNDP 2015, UNDP 2009, UNDP 1999).

გამოქვეყნებული ინფორმაციის არარსებობის პირობებში, დაფიქსირებული ცვლილებები ჩვენ, ოთხი დაცული ტერიტორიის ადმინისტრაციების წარმომადგენლებსა და სხვა დაინტერესებულ მხარეებთან ერთად, 2021 წლის ოქტომბრის სემინარებზე განვიხილეთ. სემინარების მონაწილეებმა დაასახელეს მთელი რიგი ცვლილებები, რომლებიც, მათი აზრით, კლიმატის ცვლილებით არის გამოწვეული. ქვემოთ მოცემულია დაინტერესებული მხარეების მიერ აღწერილი ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილებები, რომლებიც ეხება ეკოსისტემებს, სახეობებს, მავნებლებს/დაავადებებს, და სხვ.

- მცენარეული საფარი:

- სამივე რეგიონში (მაგ., მაკრატელას ქედი თუშეთის დაცულ ტერიტორიებზე, დეკიანი არყნარები თრუსოს ხეობაში, ქაბარჯინაზე, ყაზბეგის ტყეში, სნო-გარბანის ტყეში ყაზბეგის ეროვნული პარკის საზღვრებში) ტყის გავრცელების ზედა საზღვრის ზევით აწევა.
- ყაზბეგში ტყის საფარის ზრდა (მაგ., არყნარი გაიბოტენზე) და დეკიანების (*Rhododendron caucasicum*) გავრცელება ფშავ-ხევსურეთის დაცული ტერიტორიისა და ყაზბეგის ეროვნული პარკის ფარგლებში. თუმცა, როგორც აღვნიშნეთ, ასეთი ცვლილება შეიძლება გამოწვეული იყოს 1990-იანი წლების შემდეგ საქონლის ძოვების ინტენსივობის შემცირებით.
- ბალახოვანი სახეობების რაოდენობის შემცირება - *Iris sibirica*-ს შემცირებული რაოდენობა (1/3-ით) ომალოს პლატოზე; *Symphytum spp.* და სხვა ტაქსონების შემცირება ჭაობიან ადგილებში; ასევე იმ მცენარეების (მაგ., *Thymus nummularius*) რაოდენობის შემცირება, რომლებსაც ადგილობრივი მოსახლეობა თუშეთის დაცულ ტერიტორიებზე ჩაის მოსამზადებლად აგროვებს.

- მტაცებლები:

- ბოლო 5-6 წლის მანძილზე ტურის (*Canis aureus*) პირველად გამოჩენა ყაზბეგში და ფშავ-ხევსურეთში (არხოტი). ადგილობრივების თანახმად, მაღალ ადგილებში (ჯვრის უღელტეხილამდე - 2,379 მ ზღვის დონიდან) ამ ცხოველის გამოჩენის მიზეზი შესაძლოა დაბლობ ადგილებში საკვების სიმცირე და/ან მაღალ ადგილებში ხელსაყრელი კლიმატი იყოს.
- ყაზბეგის დაცულ ტერიტორიებზე დათვის (*Ursus arctos*) რაოდენობის მნიშვნელოვანი ზრდა. ადგილობრივების აზრით, უფრო რბილი ამინდი დათვებს ყაზბეგში გამოსაზამთრებლად ხელსაყრელ პირობებს უქმნის, რაც ადრე არ ხდებოდა. თუმცა, ეს განმარტება არ შეესაბამება ზამთრის ტემპერატურასა და მურა დათვების რეპროდუქციულ წარმატებას შორის კავშირის შესახებ გამოქვეყნებულ კვლევებს (იხ. ქვემოთ).
- მღრღნელების სახეობების გაზრდილი რაოდენობა, რომლებიც ბოლო ათი წელია ზიანს აყენებენ ხევსურეთისა და თუშეთის დაცული ტერიტორიების სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებსა და მდელოებს. ეს სახეობები შეიძლება იყოს *Prometheomys schaposchnikovi* და ტერიტორიებზე წარმოდგენილი მემინდვრიების სხვა სახეობები (Bukhnikashvili 2021, პირადი კომუნიკაცია).
- ჩლიქოსნები:
 - კეთილშობილი ირმის (*Cervus elaphus*) გამოჩენა ყაზბეგში, თრუსოს ხეობაში, რომელიც იქ ადრე არ დაფიქსირებულა; თუშეთის დაცულ ტერიტორიებზე კეთილშობილი ირემი 2010 წელს ისევ გამოჩნდა და მისი რაოდენობა იზრდება.
- ფრინველები:
 - კავკასიური როჭოს (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) რაოდენობის შემცირება არხოტში, ფშავ-ხევსურეთში. კავკასიური შურთხის (*Tetraogallus caucasicus*) და გნოლის (*Perdix perdix*) რაოდენობა არ შეცვლილა. ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეების თანახმად, ამის მიზეზი შესაძლოა ტერიტორიაზე ტურის გამოჩენა იყოს.
 - სამიზნე დაცულ ტერიტორიებზე 1990-იანი წლების შემდეგ ღაღღას (*Crex crex*) დაფიქსირება. ამჟამად მათი რაოდენობა თუშეთის დაცულ ტერიტორიებზე შემცირებულია.
- მავნებლები/დაავადებები
 - მავნებლები სამივე ზონის ფიჭვებზე ფიქსირდება (აფეთქება თუშეთში 2013 წელს) (*Tomicus piniperda*, *Tomicus minor* Hart).
 - მავნებლები და პათოგენები ფოთლოვან ხეებზე (ლოკალურად), თუშეთის დაცული ტერიტორიები.
 - მავნებლები (*Stephantia rhododendri*) დეკის ბუჩქებზე ფშავ-ხევსურეთის დაცულ ტერიტორიებზე, ითვლება, რომ კავშირშია უფრო თბილ ზამთრებთან.

ზემოთ მოყვანილი ზოგიერთი დაკვირვება ყველა დაინტერესებულმა მხარემ არ გაიზიარა. ბევრ შემთხვევაში მათი კავშირი კლიმატის ცვლილებასთან აშკარა არ იყო. დასახელებული

ცვლილებების უმეტესობა დროის ისეთ პერიოდს შეესაბამებოდა, რომელიც ბევრად ნაკლებია იმ პერიოდზე, რომელიც ჩვეულებრივ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების გასაზომად გამოიყენება, და შესაბამისად ამ ცვლილებებს უშუალოდ კლიმატის ცვლილებას ვერ დავუკავშირებთ. თუმცა, ყველა ეს დაკვირვება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კლიმატის ცვლილების შესაძლო ზემოქმედებისა და მოწყვლადობის ჰიპოთეზის ჩამოსაყალიბებლად და გათვალისწინებულ იქნეს მომავალში მონიტორინგისა და კვლევის პროგრამის მომზადების პროცესში

3.8. სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ

როგორც თავი 3.7-ში აღვნიშნეთ, პუბლიკაციებსა და ანგარიშებში არ არის კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ სამიზნე არეალის ბუნებრივი ღირებულებების მოწყვლადობის შესახებ დოკუმენტურად დასაბუთებული საკმარისი ინფორმაცია იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს მოწყვლადობის სათანადოდ შეფასება. ანალოგიურად, დაცული ტერიტორიების ადგილობრივი მენეჯერები და დაინტერესებული მხარეები, რომლებიც ჩვენ გამოვკითხეთ, ყვებოდნენ ეკოსისტემებისა და ბიოტის ცვლილებაზე საკუთარი დაკვირვებების შესახებ, რომელთაგან ზოგიერთი, მათი აზრით კლიმატის ცვლილებით იყო გამოწვეულია, თუმცა მათი ვარაუდები, განსაკუთრებით კლიმატის ცვლილებასთან, როგორც მთავარ მიზეზთან, დაკავშირებით, ხშირ შემთხვევაში საკამათოა. ბევრი დაკვირვება მხოლოდ რამდენიმე წელს მოიცავდა.

ნებისმიერ შემთხვევაში, კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა რომც გვცოდნოდა, მისი მომავალზე ექსტრაპოლაცია პრობლემური იქნებოდა, ვინაიდან ჩვენ არ შეგვიძლია დავუშვათ, რომ ადგილობრივი კლიმატი იგივენაირად და იგივე ტემპით შეიცვლება, როგორც ეს ადრე ხდებოდა. ვინაიდან დაცული ტერიტორიების მართვის დაგეგმვა მომავალს ეხება, დაცული ტერიტორიების ადაპტაციის ეფექტიანი გეგმა უნდა ემყარებოდეს ინფორმაციას მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის შესახებ, მათ შორის ამ კუთხით არსებულ გაურკვევლობასაც. სწორედ ამიტომ, მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის მიმართ მოწყვლადობის უკეთ დასადგენად, ჩვენ სცენარის თანამონაწილეობრივი დაგეგმვისა და ინტერპრეტაციის მიდგომა გამოვიყენეთ (შდრ. თავი 2.6).

სცენარების ღერძების შემოწმება და კლიმატის ცვლილების სცენარების აგება

კლიმატის ცვლილების ჩვენმა ლოკალიზებულმა პროგნოზებმა (შდრ. თავი 3.5) საბაზისო პერიოდთან შედარებით (1986-2005 წწ.) ორივე, 2021-2040 წწ. და 2061-2080 წწ. პერიოდებში ტემპერატურისა და ნალექების ტენდენციების გაურკვევლობა დაგვანახა. 2021 წლის 26 ნოემბრის მოწყვლადობის შეფასების სემინარზე მისი მონაწილეები შეთანხმდნენ, ძირითადად მოწყვლადობის შეფასებისას ახლო მომავლის პროგნოზები განეხილათ, ვინაიდან ადაპტაციის დასაგეგმად ამ ეტაპზე ისინი უფრო აქტუალურია. განხილულ იქნა შორეული მომავლის პროგნოზებიც, თუმცა მხოლოდ ახლო მომავლის პროგნოზების შედეგების გადასამოწმებლად და გრძელვადიანი ტენდენციების პოტენციური სიძლიერის შესახებ წარმოდგენის შესაქმნელად.

მოწყვლადობის შეფასების სემინარებზე ჩატარებული განხილვებისა და კლიმატის ცვლილების შემსწავლელ მეცნიერთან საუბრის შედეგად, შემდეგი დასკვნები გამოვიტანეთ:

- როგორც ტემპერატურის ტენდენციების, ასევე ნალექების ტენდენციების პროგნოზირებული დიაპაზონები ყველა სეზონში ხარისხობრივად საკმაოდ მსგავსია,
- პროგნოზირებული დიაპაზონები, განსაკუთრებით ტემპერატურის ტენდენციების, და ასევე ნალექების ტენდენციების, სხვადასხვა სეზონში, სავარაუდოდ, ერთმანეთზე ძალიან არის დამოკიდებული,
- შეთანხმება არეალის სხვადასხვა კონსერვაციული ღირებულებებისთვის ყველაზე კრიტიკული სეზონების შესახებ ვერ იქნა მიღწეული და შესაბამისად რომელიმე სეზონი პრიორიტეტულად არ განისაზღვრა.

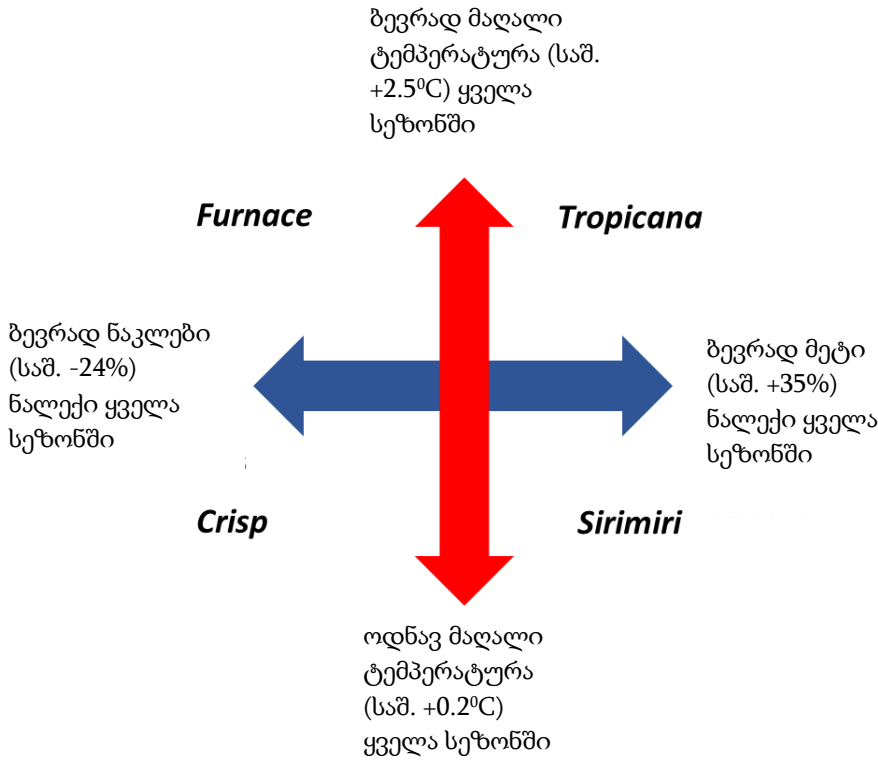
აღნიშნულის ასახვის და მოწყვლადობის შეფასების დეტალიზაციის მისაღებ დონეზე შესანარჩუნების (ანუ, სცენარების ერთი ზოგადი სისტემა და არა კონკრეტული სცენარი თითოეული კონსერვაციული ღირებულებისათვის) მიზნით, ჩვენ ავადგეთ ყველა სეზონის კლიმატის სცენარები (ნახ. 16). “ყველა სეზონი” ნიშნავს იმას, რომ ჩვენ პროგნოზირებულ ტენდენციებს ვიხილავთ არა რომელიმე კონკრეტული სეზონისთვის, არამედ ყველა სეზონისთვის ერთიანად.

ამ მეთოდით აგებული სცენარების ჯვრის სექციებით ოთხი სცენარი მივიღეთ (მოსალოდნელი კლიმატის ალტერნატიული ვარიანტების აღწერა):

- **სირიშირი:** საგრძნობლად ტენიანი, მაგრამ მხოლოდ ოდნავ თბილი²,
- **ტროპიკანა:** საგრძნობლად ტენიანი და გაცილებით თბილი
- **ლუმელი:** საგრძნობლად მშრალი და გაცილებით თბილი,
- **ქრისპი:** საგრძნობლად მშრალი, მაგრამ ოდნავ თბილი.

აღსანიშნავია, რომ პროგნოზების თანახმად, ეს ოთხი სცენარი არ არის მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის ერთადერთი შესაძლო ვარიანტი, ისინი სამიზნე არეალში მოსალოდნელი კლიმატის ვარიანტების გარე კონტურს წარმოადგენენ. მაგალითად, კლიმატის პროგნოზების მიხედვით, 2021-2040 წწ. პერიოდში მოსალოდნელია, რომ ნალექების საშუალო მაჩვენებელი საბაზისო პერიოდის მაჩვენებლის ანალოგიური იყოს, ან ყველა სეზონში ტემპერატურის ზრდა ნახ. 16-ზე მოცემულ სიდიდეებს შორის იყოს. შესაძლებლობების გარე კონტურის განხილვა აუცილებელია ვარიანტების მთელი დიაპაზონის გასათვალისწინებლად და ადაპტაციის ზომების შემუშავებისას არასწორი ღონისძიებების თავიდან ასაცილებლად.

² სახელი ბასკეთში გაზაფხულისა და შემოდგომისთვის დამახასიათებელი გრილი სუსტი წვიმის მიხედვით დაერქვა.



ნახ. 16. ყველა სეზონის გაურკვევლობის ღერძები და კლიმატის ცვლილების სცენარები სამიზნე არეალისთვის 2021-2040 წწ. პერიოდში.

ბიომრავალფეროვნების ღირებულებების მოწყვლადობის ანალიზი კონკრეტული სცენარით კლიმატის ცვლილების მიმართ

სამიზნე დაცული ტერიტორიების ეკოსისტემებზე და სხვა ბიომრავალფეროვნებაზე კლიმატის ცვლილების შესაძლო ზემოქმედების ჰიპოთეზის ასაგებად ჩვენ გამოვიყენეთ დაცული ტერიტორიების ადგილობრივი მენეჯერების მოკლევადიანი დაკვირვებები ამინდის ცვალებადობაზე, რომლებიც მათ მოწყვლადობის შეფასების სემინარზე გაგვიზიარეს. გარდა ამისა, ჩვენ შევისწავლეთ არსებული სამეცნიერო ლიტერატურა, რომელიც ეხებოდა არა მხოლოდ ცენტრალურ კავკასიონს, არამედ მსოფლიოს სხვა იმ მსგავს მაღალმთიან რეგიონებს, სადაც კლიმატის ცვლილების მიმართ ეკოსისტემებისა და სხვა ბიომრავალფეროვნების მოწყვლადობის მეტი კვლევაა ჩატარებული, იმისათვის, რომ გაგვეკეთებინა დასკვნები სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციულ ღირებულებებზე კლიმატის ცვლილების ოთხი სცენარით მოსალოდნელი ზემოქმედებების შესახებ (ცხრილი 2). ეს დასკვნები ჩვენ მათი მოწყვლადობის შესაფასებლად გამოვიყენეთ (ცხრილი 5).

სხვადასხვა სცენარებით კლიმატის ცვლილების ბევრი სავარაუდო ზემოქმედება მეტი-ნაკლები სიმძიმის იყო, მაგრამ მკაფიო რაოდენობრივი ზღვრული მნიშვნელობების განსაზღვრა, როგორც წესი, შეუძლებელი აღმოჩნდა. ასეთ შემთხვევებში ჩვენ განსხვავებები სცენარებს შორის ხარისხობრივად აღვწერეთ მათ შორის, სულ მცირე, კონცეპტუალური სხვაობის საჩვენებლად (ცხრილი 5).

ცხრილი 5. კლიმატის ცვლილების სავარაუდო ზემოქმედება სამიზნე დაცული ტერიტორიების მთავარ კონსერვაციულ ღირებულებებზე კლიმატის ცვლილების ძირითადი სცენარების პირობებში (2021-2040 წწ. პერიოდი 1985-2004 წწ. პერიოდთან შედარებით). სავარაუდო ზემოქმედებების დასადგენად, ლიტერატურაში არსებული ინფორმაციისა და სამიზნე დაცული ტერიტორიების მთავარ კონსერვაციულ ღირებულებებზე ამინდისა და კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესახებ ექსპერტებთან საუბრების გათვალისწინებით, ჩვენ მოვახდინეთ კლიმატის ცვლილების იმ 4 სცენარის ინტერპრეტირება, რომლებიც ამ პერიოდში ადგილობრივი კლიმატის ცვლილების გაურკვევლობებზე - ყველა სეზონში ტემპერატურის უმნიშვნელო ზრდიდან ტემპერატურის ძლიერ ზრდამდე და ყველა სეზონში ნალექების რაოდენობის მკვეთრი კლებიდან ნალექების რაოდენობის მკვეთრ ზრდამდე მიუთითებენ.

სცენარი/ ღირებულება	სირიმირი	ტროპიკანა	ლუმელი	ქრისპი
სცენარის აღწერა	მცირე დათბობა, ბევრად მეტი ნალექი	ძლიერი დათბობა, ბევრად მეტი ნალექი	ძლიერი დათბობა, ბევრად ნაკლები ნალექი	მცირე დათბობა, ბევრად ნაკლები ნალექი
ეკოსისტემები				
(სუბ-)ნივალური (მცენარების ჩათვლით)	- მცენარების დნობის და მცენარების მიმდებარე, კარგად ადაპტირებული მცენარეულობის მქონე ჰაბიტატების გაქრობის გაგრძელება (UNDP 2021)	- მცენარების დნობის და მცენარების მიმდებარე, კარგად ადაპტირებული მცენარეულობის მქონე ჰაბიტატების გაქრობის ინტენსივობის გაძლიერება (UNDP 2021)	- მცენარების დნობის და მცენარების მიმდებარე, კარგად ადაპტირებული მცენარეულობის მქონე ჰაბიტატების გაქრობის ინტენსივობის გაძლიერება (UNDP 2021)	- მცენარების დნობის და მცენარების მიმდებარე, კარგად ადაპტირებული მცენარეულობის მქონე ჰაბიტატების გაქრობის გაგრძელება (UNDP 2021)
(სუბ-)ალპური მდელოები	- (სუბ-) ალპური მდელოების სარტყლის აწევა (Vitasse et al. 2021), ქვედა ნაწილის შევიწროება ტყის გავრცელების საზღვრის აწევის შედეგად (Cazolla Gatti et al. 2019) - გაზაფხულის ადრე დადგომა (სუბ-) ალპურ მდელოებზე (Vitasse et al. 2021) - მცენარეული საფარის ზრდა მთელ (სუბ-) ალპურ მცენარეულ სარტყელში (Rogora et al. 2018) - სახეობების	- (სუბ-) ალპური მდელოების სარტყლის მკვეთრად აწევა (Vitasse et al. 2021), ქვედა ნაწილის ძლიერად შევიწროება ტყის გავრცელების საზღვრის აწევის შედეგად (Cazolla Gatti et al. 2019) - გაზაფხულის მნიშვნელოვნად ადრე დადგომა (სუბ-) ალპურ მდელოებზე (Vitasse et al. 2021) - მცენარეული საფარის მკვეთრი ზრდა მთელ (სუბ-) ალპურ მცენარეულ სარტყელში (Rogora et	- (სუბ-) ალპური მდელოების სარტყლის აწევა (Vitasse et al. 2021), ქვედა ნაწილის შესაძლო შევიწროება ტყის გავრცელების საზღვრის აწევის შედეგად (Cazolla Gatti et al. 2019) - გაზაფხულის ადრე დადგომა (სუბ-) ალპურ მდელოებზე (Vitasse et al. 2021) - ისეთი მცენარეულობით ჩანაცვლება, რომელიც გავრცელებულია დიდი კავკასიონის მთავარი კლდოვანი ქედის მშრალ	- (სუბ-) ალპური მდელოების სარტყლის აწევა (Vitasse et al. 2021), ქვედა ნაწილის შევიწროება ტყის გავრცელების საზღვრის აწევის შედეგად (Cazolla Gatti et al. 2019) - გაზაფხულის ადრე დადგომა (სუბ-) ალპურ მდელოებზე (Vitasse et al. 2021) - Shift in species composition towards more thermophilic (Steinbauer et al. 2018) and less cold-adapted species (Rumpf 2017)

	<p>შემადგენლობის ცვლა უფრო თერმოფილური (Steinbauer et al. 2018) და სიცივესთან ნაკლებად შეგუებული სახეობებისაკენ (Rumpf 2017)</p> <p>გამლიერებული ეროზია ზედაპირული ჩამონადენის ზრდის გამო (Neale et al. 2014)</p>	<p>al. 2018)</p> <p>- სახეობების შემადგენლობის მკვეთრი ცვლა უფრო თერმოფილური (Steinbauer et al. 2018) და სიცივესთან ნაკლებად შეგუებული სახეობებისაკენ (Rumpf 2017)</p> <p>გამლიერებული ეროზია ზედაპირული ჩამონადენის ზრდის გამო (Neale et al. 2014)</p>	<p>ხეობებში (ყაზბეგის რეგიონიდან 10-15 კმ ჩრდილოეთით) (Abdaladze et al. 2015)</p> <p>- სახეობების შემადგენლობის ცვლა უფრო თერმოფილური (Steinbauer et al. 2018), სიცივესთან ნაკლებად შეგუებული (Rumpf 2018) და უფრო გვალვამძლე სახეობებისაკენ (Lamprecht et al. 2018)</p>	<p>- სახეობების შემადგენლობის ცვლა უფრო თერმოფილური (Steinbauer et al. 2018), სიცივესთან ნაკლებად შეგუებული (Rumpf 2018) და უფრო გვალვამძლე სახეობებისაკენ (Lamprecht et al. 2018))</p>
<p>ალპური ტორფნარები</p>	-	<p>- ტყის გავრცელების საზღვრის აწევამ შესაძლოა ალპური ტორფნარების მცენარეულობის ჭარბი ზრდა გამოიწვიოს (Parish et al. 2008)</p>	<p>- ძლიერი გამოშრობა და დეგრადაცია წყლის შემცირებული რაოდენობის გამო (Zhao-Jun Bu et al. 2011)</p> <p>- ძლიერ სპეციალიზებული ფლორის სწრაფი ჩანაცვლება, მათ შორის <i>Sphagnum</i> spp.-ის ჩანაცვლება უფრო ზოგადი პროფილის მარღვოვანი სახეობებით (Zhao-Jun Bu et al. 2011)</p>	<p>- ძლიერი გამოშრობა და დეგრადაცია წყლის შემცირებული რაოდენობის გამო, განსაკუთრებით ომბროგენური ჭაობების შემთხვევაში (Zhao-Jun Bu et al. 2011)</p> <p>- ძლიერ სპეციალიზებული ფლორის ჩანაცვლება, მათ შორის <i>Sphagnum</i> spp.-ის ჩანაცვლება უფრო ზოგადი პროფილის მარღვოვანი სახეობებით (Zhao-Jun Bu et al. 2011)</p>
<p>მთის ტყე</p>	<p>ტყის ყველა კლასის გავრცელების საზღვრის აწევა (Zazanashvili et al. 2011)</p> <p>ინვაზიური უცხო სახეობების კოლონიზაციის გაზრდილი რისკი იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი აქვს ასევე ჰაბიტატების/ნიადაგის დაზიანებას (Slodowicz et al. 2018)</p> <p>ზოგიერთი ტყის მავნებელი მწერის და ტყის დაავადებების გავრცელების გაზრდილი რისკი</p>	<p>სუბ-ალპური ფიჭვნარის შევიწროება (<i>Pinus kochiana</i>). ტყის სხვა კლასების (განსაკუთრებით იმ კლასების, სადაც ფოთლოვანი ტყეები დომინირებენ) გავრცელების საზღვარი შეიძლება აიწიოს (Zazanashvili et al. 2011)</p> <p>ინვაზიური უცხო სახეობების კოლონიზაციის მკვეთრად გაზრდილი რისკი იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი აქვს ასევე ჰაბიტატების/ნიადაგის დაზიანებას (Slodowicz et al. 2018)</p>	<p>სუბ-ალპური ფიჭვნარის შევიწროება. (<i>Pinus kochiana</i>). ტყის სხვა კლასების (განსაკუთრებით იმ კლასების, სადაც ფოთლოვანი ტყეები დომინირებენ) გავრცელების საზღვარი შეიძლება აიწიოს (Zazanashvili et al. 2011)</p> <p>ინვაზიური უცხო სახეობების კოლონიზაციის გაზრდილი რისკი იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი აქვს ასევე ჰაბიტატების/ნიადაგის დაზიანებას (Slodowicz et al. 2018)</p>	<p>ტყის ყველა კლასის გავრცელების საზღვრის აწევა (Zazanashvili et al. 2011)</p> <p>ინვაზიური უცხო სახეობების კოლონიზაციის უმნიშვნელოდ გაზრდილი რისკი იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი აქვს ასევე ჰაბიტატების/ნიადაგის დაზიანებას (Slodowicz et al. 2018)</p> <p>Increased fire risk (stakeholders)</p> <p>ზოგიერთი ტყის მავნებელი მწერის და ტყის დაავადებების გავრცელების გაზრდილი რისკი (Pureswaran et al. 2018,</p>

		ზოგიერთი ტყის მავნებელი მწერის და ტყის დაავადებების გავრცელების მკვეთრად გაზრდილი რისკი (Pureswaran et al. 2018, Sturrock et al. 2011)	et al. 2018) ტყის ხანძრების მკვეთრად გაზრდილი რუსკუ (დაინტერესებული მხარეები) ზოგიერთი ტყის მავნებელი მწერის და ტყის დაავადებების გავრცელების გაზრდილი რისკი (Pureswaran et al. 2018, Sturrock et al. 2011)	Sturrock et al. 2011)
მდინარეები/ ნაკადულები	- ხარჯის შესაძლო ზრდა - ხარჯის მაქსიმუმის შესაძლო ადრე დაფიქსირება, ძირითადად თერგის წყალშემკრებში (შდრ. Hock et al. 2019)	- დათბობასა და უფრო ტენიან პირობებს შორის სავარაუდო ურთიერთქმედების გამო ხარჯის ცვლილების პროგნოზირება შეუძლებელია - ხარჯის მაქსიმუმის ადრე დაფიქსირება, ძირითადად თერგის წყალშემკრებში (შდრ. Hock et al. 2019) - ნაკადულის კალმახის (<i>Salmo trutta</i>) გავრცელების არეალის აწევა (Borgwardt et al. 2020)) - ნაკადულის კალმახის დაავადების შემთხვევების ზრდა (Borgwardt et al. 2020, Bruneaux et al. 2016)	- ხარჯის მკვეთრი შემცირება - ხარჯის მაქსიმუმის მკვეთრად ადრე დაფიქსირება, ძირითადად თერგის წყალშემკრებში (შდრ. Hock et al. 2019)) - ნაკადულის კალმახის (<i>Salmo trutta</i>) გავრცელების არეალის აწევა (Borgwardt et al. 2020) - ნაკადულის კალმახის დაავადების შემთხვევების ზრდა (Borgwardt et al. 2020, Bruneaux et al. 2016)	- ხარჯის შემცირება - ხარჯის მაქსიმუმის შესაძლო ადრე დაფიქსირება, ძირითადად თერგის წყალშემკრებში (შდრ. Hock et al. 2019)
სახეობები (ჯგუფები)				
ენდემური და საფრთხის პირას მყოფი ფლორა	- სპეციალიზებული, სიცივესა და ტენს შეგუებული მაღალმთის ენდემური ფლორის განადგურება, პირველ რიგში (სუბ-) ნივალურ ზონაში და შემდეგ ალპურ და სუბალპურ ზონებში (Pauli et al. 2012, Cazolla Gatti et al.	- სპეციალიზებული, სიცივეს შეგუებული ენდემური ფლორის სწრაფი განადგურება, პირველ რიგში (სუბ-) ნივალურ ზონაში და შემდეგ ალპურ და სუბალპურ ზონებში (Pauli et al. 2012, Cazolla Gatti et al. 2019)	- სპეციალიზებული, სიცივესა და ტენს შეგუებული ფლორის სწრაფი განადგურება, პირველ რიგში (სუბ-) ნივალურ ზონაში და შემდეგ ალპურ და სუბალპურ ზონებში (Pauli et al. 2012, Cazolla Gatti et al. 2019)	- სპეციალიზებული, სიცივესა და ტენს შეგუებული მაღალმთის ენდემური ფლორის განადგურება, პირველ რიგში (სუბ-) ნივალურ ზონაში და შემდეგ ალპურ და სუბალპურ ზონებში (Pauli et al. 2012, Cazolla Gatti et al.

	2019)			2019)
ჩლიქოსნები	არაპირდაპირო ზემოქმედება (ჰაბიტატების ხელმისაწვდომობა) (სუბ-)ალპურ მდელოებსა და ნაწილობრივ ტყეებზე ზემოქმედების შედეგად			
	- (სუბ-)ალპური მდელოების გარკვეული ჰაბიტატების მოსალოდნელი დაკარგვა	- (სუბ-)ალპური მდელოების ჰაბიტატების დაკარგვა - გაზრდილი კონკურენცია შინაურ პირუტყვთან შემცირებულ (სუბ-)ალპურ მდელოებზე - ინფიცირების მაღალი რისკი შემცირებულ (სუბ)ალპურ მდელოებზე შინაურ პირუტყვთან უფრო მჭიდრო კონტაქტის გამო - ჯიხვი: შეგუებულობის შესაძლო დაქვეითება არაოპტიმალური ფიზიოლოგიური ქმედუნარიანობისა და/ან ღამის მაღალი ტემპერატურის პირობებში პარაზიტების გაზრდილი ზემოქმედების გამო (Gavashelishvili et al. 2018)	- (სუბ-)ალპური მდელოების ჰაბიტატების დაკარგვა - გაზრდილი კონკურენცია შინაურ პირუტყვთან შემცირებულ (სუბ-)ალპურ მდელოებზე - ინფიცირების მაღალი რისკი შემცირებულ (სუბ)ალპურ მდელოებზე შინაურ პირუტყვთან უფრო მჭიდრო კონტაქტის გამო - ჯიხვი: შეგუებულობის შესაძლო დაქვეითება არაოპტიმალური ფიზიოლოგიური ქმედუნარიანობისა და/ან ღამის მაღალი ტემპერატურის პირობებში პარაზიტების გაზრდილი ზემოქმედების გამო (Gavashelishvili et al. 2018)	- (სუბ-)ალპური მდელოების გარკვეული ჰაბიტატების მოსალოდნელი დაკარგვა
მტაცებელი ძუძუმწოვრები	არაპირდაპირი ზემოქმედება (საკვების ხელმისაწვდომობა) საკვებ სახეობებზე, ძირითადად ჩლიქოსნებზე, ზემოთ ჩამოთვლილი ზემოქმედებების შედეგად			
	- საკვებზე შესაძლო გაზრდილი კონკურენცია ტურის გავრცელების შედეგად	- ჯიქისთვის საჭირო პირობების შესაძლო გაუმჯობესება თოვლის საფარის შემცირების შედეგად (Gavashelishvili & Lukarevsky 2008) - მურა დათვი: შეგუებულობის შესაძლო დაქვეითება გამოზამთრების პერიოდის დარღვევის გამო (Albrecht et al. 2017) - საკვებზე შესაძლო გაზრდილი კონკურენცია ტურის გავრცელების შედეგად	- ჯიქისთვის საჭირო პირობების შესაძლო გაუმჯობესება თოვლის საფარის შემცირების შედეგად (Gavashelishvili & Lukarevsky 2008) - მურა დათვი: შეგუებულობის შესაძლო დაქვეითება გამოზამთრების პერიოდის დარღვევის გამო (Albrecht et al. 2017) - საკვებზე შესაძლო გაზრდილი კონკურენცია ტურის გავრცელების შედეგად	- ჯიქისთვის საჭირო პირობების შესაძლო გაუმჯობესება თოვლის საფარის შემცირების შედეგად (Gavashelishvili & Lukarevsky 2008) - საკვებზე შესაძლო გაზრდილი კონკურენცია ტურის გავრცელების შედეგად

კავკასიური როჭო და კავკასიური შურთხი	არაპირდაპირო ზემოქმედება (ჰაბიტატების ხელმისაწვდომობა) (სუბ-)ალპურ მდელოებსა და ნაწილობრივ ტყეებზე ზემოქმედების შედეგად			
		- კლიმატური ნიშისა და გავრცელების დიაპაზონის მკვეთრი შემცირება (Hof & Allen 2018)	- კლიმატური ნიშისა და გავრცელების დიაპაზონის მკვეთრი შემცირება (Hof & Allen 2018)	
სვაფები და მთის არწივი	?			
ჭერპეტოფაუნა	არაპირდაპირო ზემოქმედება (ჰაბიტატების ხელმისაწვდომობა) (სუბ-)ალპურ მდელოებსა და ნაწილობრივ ტყეებზე ზემოქმედების შედეგად და ასევე იმის გამო, რომ ჰაბიტატებსა და სახეობებს არ შეუძლიათ ვერტიკალური მიმართულებით კლიმატის ცვლილების ტემპის შესაბამისად სწრაფად გადაადგილება (Auf der Maur 2021)			
		- ჰაბიტატების აწევა, რომელიც არ არის დამოკიდებული ნალექების რაოდენობაზე (Christy & McCain 2010) - გაზაფხულის აქტივობის ადრე დაწყება (Auf der Maur 2021, Vitasse et al. 2021)	- ჰაბიტატების აწევა, რომელიც არ არის დამოკიდებული ნალექების რაოდენობაზე (Christy & McCain 2010) - გაზაფხულის აქტივობის ადრე დაწყება (Auf der Maur 2021, Vitasse et al. 2021)	

ცხრილი 5-დან ჩანს სამიზნე არეალის ეკოსისტემებსა და სხვა ბიომრავალფეროვნებაზე კლიმატის ცვლილების შემდეგი ზემოქმედებები:

მცენარეები და (სუბ-)ნივალური ეკოსისტემები

სამიზნე არეალის მცენარეები შემცირებას ყველა სცენარის მიხედვით გააგრძელებენ, თუმცა განსხვავებული სიჩქარით. მცენარეების გაქრობა Tielidze et al.-ის (2021) მიერ დადგენილ სიჩქარეზე სწრაფად სავსებით შესაძლებელია, განსაკუთრებით ლუმელისა და ტროპიკანას სცენარებით.

ეს ასევე გამოიწვევს სხვადასხვა უარყოფით ზემოქმედებას უაღრესად სპეციალიზებული პერი-გლაციალური, სუბ-ნივალური ფლორისა და ფაუნის არეალებზე. გრძელვადიან პერსპექტივაში, მაგრამ არა მოკლევადიან პროგნოზირებულ პერიოდში, მოსალოდნელია ამ ფლორისა და ფაუნის ჩანაცვლება უფრო გენერალისტი ალპური სახეობებით და მცენარეთა თანასაზოგადოებებით. იმის გამო, რომ სუბ-ნივალური და ნივალური სარტყლისთვის აღარ დარჩება ადგილი „გადასადგილებლად“, მასთან დაკავშირებული ბიოტა შეიძლება იყოს პირველი, ვინც ჰაბიტატს შეუქცევდა და დაკარგავს.

მცენარული ჩამონადენის შემცირება, განსაკუთრებით ყაზბეგის ეროვნული პარკის მცენარეებიდან, გამოიწვევს მდინარეების ხარჯის შემცირებას და ხარჯის სეზონური მაქსიმუმის უდრო ადრე დადგომას, განსაკუთრებით თერგის წყალშემკრებში.

ვინაიდან არეალის მოსალოდნელ დეგლაციაციას თან დაერთვება ნივალურ ზონაში პერმაფროსტის დნობა და დესტაბილიზაცია, თეორიულად მოსალოდნელია ისეთი მასშტაბური

გეოლოგიური კატასტროფების რისკის ზრდა, როგორებიც იყო 2002 წლის კოლკა-კარმადონისა და 2014 წლის დევდორაკის კატასტროფები.

(სუბ-)ალპური მდელოები

იმის გათვალისწინებით, თუ რა ხდება მაღალმთიან გარემოში, სამიზნე დაცული ტერიტორიების (სუბ-)ალპური მდელოების სარტყელი სავარაუდოდ ზემოთ აიწევს სცენარების უმეტესი ნაწილის შემთხვევაში, განსაკუთრებით ტროპიკანას და ლუმელის პირობებში. ეს მოსალოდნელი აწევა იქნება გავრცელების ზედა საზღვარზე ადრე სუბ-ნივალური და ნივალური არელების კოლონიზაციისა და ამავე დროს გავრცელების ქვედა საზღვარზე ბუჩქნარისა და ტყის ჭარბად ზრდის შედეგი. ამან შეიძლება გამოიწვიოს (სუბ-)ალპური მდელოების სრულად გაქრობა, ვინაიდან გარემო პირობების ვერტიკალურად ზემოთ წანაცვლების შედეგად გავრცელების ქვედა საზღვარზე მდელოების ფართობის შემცირება ზედა საზღვარზე მათი ფართობის ზრდაზე ძლიერი იქნება.

შეიცვლება მდელოების ფენოლოგიაც - გაზაფხული უფრო ადრე დადგება და ვეგეტაციის სეზონი გაიზრდება. მცენარეული საფარი, პროდუქტიულობა და სიხშირე სავარაუდოდ გაიზრდება, ხოლო სახეობების შემადგენლობა შეიცვლება: ხშირ შემთხვევაში იშვიათი და/ან ენდემური, სიცივეს შეგუებული სახეობები უფრო თერმოფილური სახეობებით და, სულ მცირე, ლუმელისა და Crisp სცენარებში - გვალვაგამძლე სახეობებით ჩანაცვლდება. ეს ნიშნავს იმას, რომ სამიზნე არეალში მდელოების ადგილობრივი („ალფა“) მრავალფეროვნება სავარაუდოდ გაიზრდება, ხოლო ლანდშაფტისა და ბიომის მასშტაბის („გამა“) მრავალფეროვნება სავარაუდოდ შემცირდება.

(სუბ-)ალპური ტორფნარები

ნალექების რაოდენობაზე და ტენიანობაზე ძლიერი დამოკიდებულების გამო, სამიზნე არეალის ალპური ტორფნარები სავარაუდოდ გამოშრებიან და დეგრადირდებიან, განსაკუთრებით ლუმელის და ნაკლებად Crisp სცენარის პირობებში. მათთვის დამახასიათებელი *Sphagnum* მცენარეულობა შესაძლოა უფრო გენერალისტი ძარღვოვანი მცენარეების სახეობებით ჩანაცვლდეს, რაც ეკოსისტემის ფუნქციის და ზემოქმედების ქვეშ მოქცეული ტერიტორიის მიერ ნახშირბადის შეკავების უნარის ცვლილებას გამოიწვევს. ტყის გავრცელების საზღვრის აწევამ შესაძლოა (სუბ-) ალპური ტორფნარების ტყეებით ჩანაცვლება გამოიწვიოს.

მთის ტყეები

მოსალოდნელი ცვლილებები ტყეების სახეობრივ შემადგენლობასა და გავრცელებაში სხვადასხვა სცენარებში მნიშვნელოვნად განსხვავდება: სირიმირისა და Crisp სცენარების პირობებში ადგილი ექნება ყველა ტიპის ტყის ზემოთ აწევას, ხოლო იმ სცენარების შემთხვევაში, რომლებშიც დათბობა უფრო მკვეთრად არის გამოხატული (ტროპიკანა და ლუმელი), არსებული ინფორმაცია ალპური ფიჭვნარების შევიწროებასა და ფოთლოვანი ტყის ტიპების შედარებით მაღალ სიმაღლეებზე გავრცელებაზე მიუთითებს.

ტყის ინვაზიური სახეობები უფრო სერიოზული საფრთხე გახდება, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი ექნება ნიადაგის დაზიანებას, მაგ., ინფრასტრუქტურის განვითარების შედეგად, რაც პიონერი სახეობებისათვის ხელსაყრელ ჰაბიტატს შექმნის. ეს რისკი განსაკუთრებით მაღალია ტროპიკანა სცენარის შემთხვევაში.

კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება მავნებელი მწერებისა და ტყის დაავადებების გავრცელების სიხშირესა და სიმძიმეზე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული კონკრეტული მავნებლებისა და დაავადებების სასიცოცხლო ციკლის მახასიათებლებზე და ზოგადი სახით მათი ზუსტად პროგნოზირება შეუძლებელია: „მაგალითად, (...) სცენარის უფრო თბილ და მშრალ პირობებში, ჩვენი პროგნოზით, ის დაავადებები, რომლებზეც კლიმატი პირდაპირ ზემოქმედებას ახდენს (მაგ., წითელი სიდამპლე - *Dothistroma needle blight*) და ზოგადად, კომპლექსური დაავადებები, კლიმატის ცვლილების უფრო თბილი და მშრალი სცენარების პირობებში უფრო ძლიერ ზემოქმედებას მოახდენენ, ხოლო კლიმატის ცვლილების უფრო თბილი და ტენიანი სცენარების“ პირობებში მათი ზემოქმედება უფრო სუსტი ან უცვლელი იქნება“ (Sturrock et al. 2011). გარემო პირობები შეიძლება უფრო ხელსაყრელი გახდეს ზოგიერთი მავნებელი მწერის მეორე თაობის განვითარებისთვის (მაგ., *Ips typographus*) (Bentz et al. 2019). მიუხედავად ამისა, ტყის მერქნიან სახეობებზე აბიოტური სტრესი ზოგადად დაავადებებისადმი მათ მგრძობელობას გაზრდის, და რაც უფრო სწრაფი იქნება აბიოტური სტრესი, მით უფრო ძლიერი იქნება მგრძობელობა.

მდინარეები და ნაკადულები

დეგლაციაციის ზემოქმედებებთან ერთად ოთხი სცენარი სამიზნე არეალში წყლის ბალანსებსაც აღწერს, დაწყებული ტენიანი (სირიმირი) პირობებიდან და მნიშვნელოვნად მშრალი და ცხელი (ღუმელი) პირობებით დამთავრებული. მდინარეების ხარჯზე შესაბამისი ზემოქმედება სირიმირის პირობებში ხარჯის შესაძლო ზრდისა და ხარჯის მკვეთრ შემცირებას შორის დიაპაზონშია. ეს ზემოქმედებებს დაემატება მყინვარული ჩამონადენის შემცირება და ხარჯის სეზონური მაქსიმუმის უფრო ადრე დაფიქსირება, განსაკუთრებით თერგის წყალშემკრებში.

ნაკადულებისა და მდინარეების ბიოტაზე არაპირდაპირი ზემოქმედებების შესახებ ჩვენ ძალიან ცოტა წყარო მოვიპოვეთ. კალმახის გავრცელების არეალი ზემოთ იწევს და ეს სახეობა დაავადების მიმართ უფრო მოწყვლადი გახდება.

ენდემური და საფრთხის წინაშე მყოფი ფლორა

მცენარეული საფარის შესახებ ზემოთ მოყვანილი დასკვნების შესაბამისად, პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილება განსაკუთრებით უარყოფითად იმოქმედებს (სუბ-)ნივალურ და (სუბ-)ალპურ სახეობებზე და განსაკუთრებით სიცივეს შეგუებულ, მაღალმთიან ენდემურ სახეობებზე. ეს განსაკუთრებით მკვეთრად იქნება გამოხატული ტროპიკანისა და ღუმელის სცენარებში.

ჩლიქოსნები

სამიზნე ტერიტორიის ჩლიქოსნები წარმოდგენილია სხვადასხვა სახეობებით და კლიმატის ცვლილება მათზე განსხვავებულად იმოქმედებს. ის სახეობები (მაგ., აღმოსავლეთკავკასიური ჯიხვი *Capra cylindricornis*, არჩვი *Rupicapra rupicapra* და ნაკლებად ნიამორი *Capra aegagrus*), რომლებიც სიცოცხლის დიდ ნაწილს (სუბ-) ალპურ მდელოებზე ატარებენ, ამ ჰაბიტატის მდგომარეობის ნებისმიერი გაუარესების მიმართ განსაკუთრებით მოწყვლადები იქნებიან. საშუალოვადიან პერსპექტივაში მდელოების ხელმისაწვდომობის შემცირება ასევე გაზრდის შინაურ პირუტყვთან საკვებზე კონკურენციას და შინაური პირუტყვიდან დაავადებების გარეულ ჩლიქოსნებზე გადადების რისკებს.

ამის საპირისპიროდ, ტყის ჩლიქოსნებს, როგორცაა კეთილშობილი ირემი, გაეზრდებათ ჰაბიტატებზე ხელმისაწვდომობა და ნაკლებად რთული პირობები ექნებათ, განსაკუთრებით ტროპიკანას სცენარის პირობებში. ფაქტობრივად, მათმა პოპულაციამ კლიმატის ცვლილებისგან შესაძლოა სარგებელიც მიიღოს, თუ გაუმჯობესებული ჰაბიტატის ხელმისაწვდომობას არ გადაწონის უარყოფითი პირდაპირი სითბური ეფექტი (იხ. ქვემოთ) ან შინაურ პირუტყვთან კონკურენცია.

ჰაბიტატებით გამოწვეული ზემოქმედებების გარდა, შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს უშუალოდ დათბობის - და სავარაუდოდ ნალექების რაოდენობის - ზემოქმედებას ჩლიქოსნების შეგუებულობაზე. Gavashelishvili et al. (2018) დააფიქსირა, რომ დიდ კავკასიონზე აღმოსავლეთკავკასიური ჯიხვის პოპულაციები ღამით უფრო ცივ ადგილებს ანიჭებენ უპირატესობას (თანაბარ პირობებში), რაც შეიძლება ასახავდეს პარაზიტების ეკოფიზიოლოგიურ მექანიზმებს ან მათ აქტივობას შორის განსხვავებას. სითბური სტრესის უარყოფითი გავლენა ნაშიერის ზრდის ტემპზე და შეგუებულობაზე შესწავლილ იქნა წითელ ირემზე (Pérez-Barbería et al. 2020). სავსებით შესაძლებელია, რომ მსგავსი ეფექტები არსებობდეს სხვა სახეობებში, მაგრამ ჩვენი ცოდნით ისინი არ არის შესწავლილი.

მტაცებელი ძუძუმწოვრები

ჩლიქოსნების მსგავსად, „მტაცებელი ძუძუმწოვრები“ ზოგადი ცნებაა, რომელიც მოიცავს განსხვავებული ეკოლოგიური მოთხოვნების მქონე რამდენიმე განსხვავებულ სახეობას. სამიზნე არეალის აუტოქტონურ მტაცებლებზე კლიმატის ცვლილების იმ ზემოქმედებების გარდა, რომლებიც განპირობებულია ჰაბიტატების ხელმისაწვდომობისა და საკვებით უზრუნველყოფის ცვლილებით (იხ. ზემოთ), სავარაუდოდ ადგილი ექნება რამდენიმე დამატებით ზემოქმედებას: სავარაუდოდ გაგრძელდება ტერიტორიაზე ტურის (*Canis aureus*) ინტენსიური გავრცელება, განსაკუთრებით ტროპიკანასა და ღუმელის სცენარების პირობებში, რომელიც ფიქსირდება არ მხოლოდ სამიზნე არეალში, არამედ მთელ ჩრდილოეთ ევრაზიაში-და გამოიწვევს სხვა სახეობებთან საკვებზე გაზრდილ კონკურენციას.

მურა დათვი (*Ursus arctos*) საკმაოდ გენერალისტი სახეობაა სიმაღლის მნიშვნელოვანი დიაპაზონით, თუმცა, პანევროპული მოდელირებული კვლევის თანახმად, ის მოწყვლადია ზამთრის ტემპერატურის მატების მიმართ, რაც მის რეპროდუქციულ მაჩვენებელს ამცირებს (Albrecht et al. 2017).

როგორც ჩანს, ცენტრალურ კავკასიონზე ჯიქის (*Panthera pardus saxicolor*) რეპროდუქციული პოპულაცია აღარ არის, თუმცა უკანასკნელ წლებში ჯიქის პერიოდულად გამოჩენა თუშეთის დაცულ ტერიტორიებზე და მიმდებარე უბნებზე მიუთითებს იმაზე, რომ სამიზნე არეალი ამ სახეობის პოტენციურ ხელახალი კოლონიზაციის ზონას წარმოადგენს. მოდელირების გამოაყენებით ჩატარებულმა კვლევებმა ზამთარში თოვლის საფარსა და ჯიქისთვის ჰაბიტატების ვარგისიანობას შორის უარყოფითი კორელაცია გამოავლინეს (მაგ., Gavashelishvili & Lukarevsky 2007). საშუალო-მაღალ სიმაღლეებზე თოვლის საფარის შემცირება, რომელიც მოსალოდნელია ღუმელის სცენარის პირობებში და ნაკლებად Crisp სცენარით, ამ არეალში ჯიქისთვის ჰაბიტატების ვარგისიანობის ხარისხს გაზრდის. ამავე დროს, ამ დადებით ზემოქმედებას ისეთი უარყოფითი ზემოქმედებები გადააჭარბებს, როგორცაა ჰაბიტატებისა და საკვების ხელმისაწვდომობის შემცირება.

ავიფაუნა

სამიზნე არეალის ფრინველების სახეობებს შორის განსაკუთრებული კონსერვაციული ღირებულების ჯგუფებს მიეკუთვნება ქათმისნაირთა ორი სახეობა (კავკასიური როჭო *Lyrurus mlokosiewiczzi* და კავკასიური შურთხი *Tetraogallus caucasicus*) და მობუდარი მტაცებლები (მაგ., ნატკანძერი *Gypaetus barbatus* და მთის არწივი *Aquila chrysaetos*). ლიტერატურა ან რაიმე სხვა მინიშნება კლიმატის ცვლილების მიმართ ამ უკანასკნელის მოწყვლადობის შესახებ ვერ მოვიძიეთ. როჭოსა და შურთხის არეალების მოდელირებული კვლევა ორივე სახეობისათვის ხელსაყრელი კლიმატური ნიშის და, შესაბამისად, კლიმატის ცვლილებაზე საპასუხოდ მათი გავრცელების დიაპაზონის მკვეთრ შევიწროებას პროგნოზირებს (Hof & Allen 2018). კვლევაში გათვალისწინებულია მხოლოდ RCP 8.5, ანუ სათბურის აირების შედარებით პესიმისტური პროგნოზი. ეს ზოგადად ჩვენს ტროპიკანა და ღუმელის სცენარებს შეესაბამება.

ჰერპეტოფაუნა

რაც შეეხება მთის ჰერპეტოფაუნას, სხვა ტერიტორიების შესახებ ლიტერატურაში მითითებულია გავრცელების არეალის ზემოთ აწევა და სეზონურობის ცვლა. ალპებში მათი ჰაბიტატების ზემოთ აწევა არ ხდება საკმარისად სწრაფად იმისათვის, რომ ამ სახეობებმა ტემპერატურების ოპტიმალურ დიაპაზონში ყოფნა შეძლონ (Auf der Maur 2021). ამ სახის დაგვიანებამ და აბიოტურ პირობებსა და ჰაბიტატის ხელმისაწვდომობას შორის მისგან გამოწვეულმა შეუსაბამობამ შესაძლოა კლიმატის ცვლილების მიმართ სხვა ჯგუფების მოწყვლადობაც გაზარდოს.

3.9. კლიმატის ცვლილების მიმართ საკონსერვაციო ღირებულებების მოწყვლადობების პრიორიტეტიზაცია

ცხრილი 6-ში წარმოდგენილია მოსალოდნელი ზემოქმედების (მასშტაბი კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მიხედვით), მგრძობელობის (სიძლიერე კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მიხედვით) და ბიომრავალფეროვნების შესაბამისი ღირებულებების ადაპტაციის უნარის მიხედვით კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობების რანჟირების შედეგები. იქვე მოცემულია კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების რანჟირება ზემოქმედების, მგრძობელობისა და შეუქცევადობის მიხედვით (კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მესამე კრიტერიუმი კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეებისთვის).

სამიზნე არეალის სხვადასხვა კონსერვაციული ღირებულებების საერთო მოწყვლადობასთან შედარებით (როგორც კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების, ასევე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებების მიმართ), ეკოსისტემებს საშუალოდ სახეობებზე (ჯგუფებზე) მაღალი შეფასება აქვთ, რაც მათზე ზემოქმედების მქონე საფრთხეების/ზემოქმედებების რაოდენობასა და ადაპტაციური გადაადგილების უნარის არქონას ასახავს. თუმცა სახეობები/პოპულაციები მათზე არაპირდაპირ არიან დამოკიდებული და შესაბამისად „არაპირდაპირი“ მოწყვლადობის მაღალი შეფასება აქვთ.

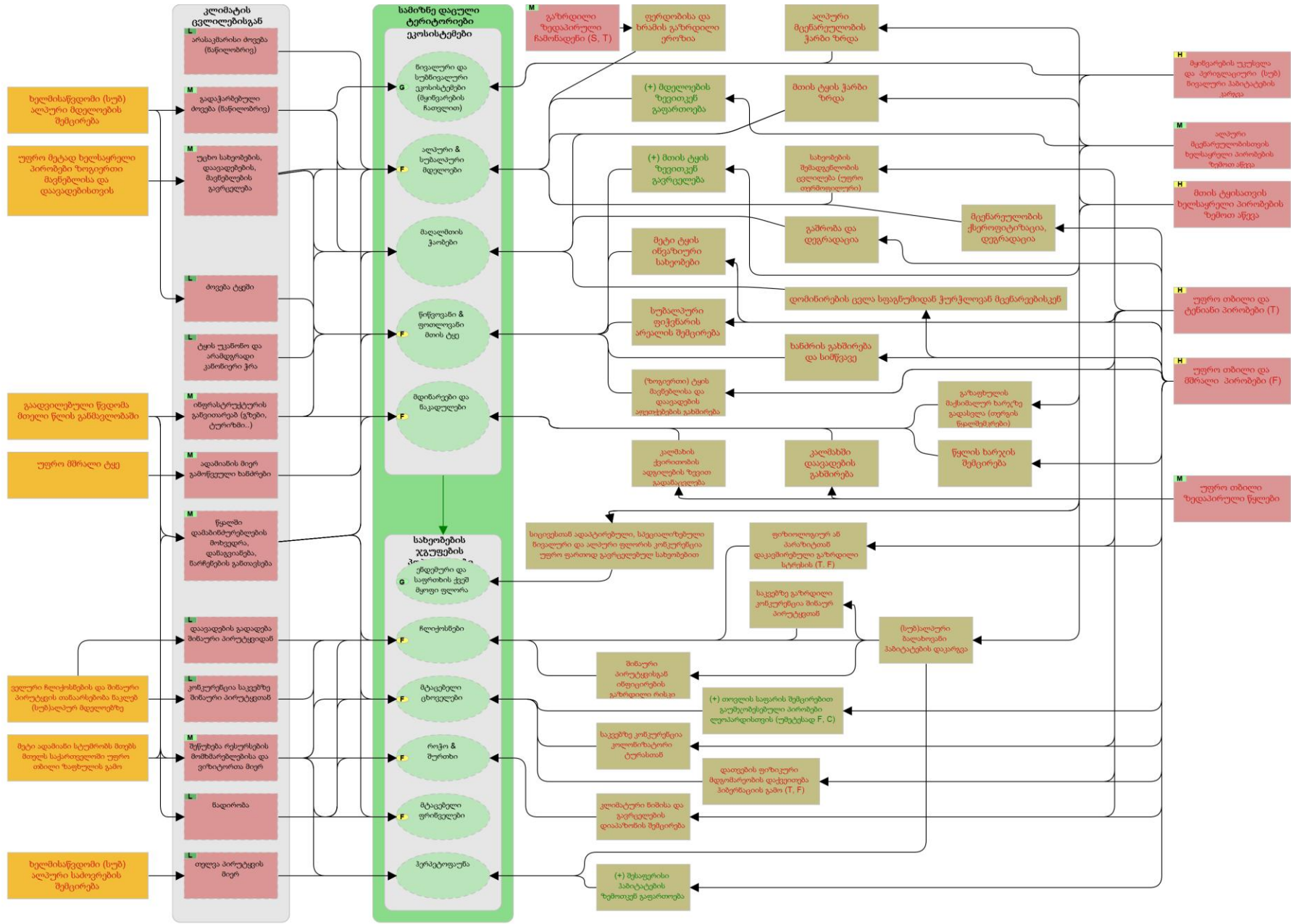
სიმარტივის მიზნით, ცხრილში წარმოდგენილია წიწვოვანი და ფოთლოვანი მთის ტყეები ერთად, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ წიწვოვანი ტყეების საფრთხე უმეტესად მნიშვნელოვნად მაღალია.

მთის ენდემურმა ქათმისნაირებმა (კავკასიური როჭო და კავკასიური შურთხი) სახეობების ყველა ჯგუფს შორის საერთო მოწყვლადობის ყველაზე მაღალი შეფასება მიიღეს. ეს შეესაბამება სხვა ავტორების პროგნოზებს ორივე სახეობის გავრცელების დიაპაზონებში კლიმატური ნიშის მკვეთრი შემცირების შესახებ (Hof & Allen 2018). თუმცა, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ სახეობების ყველა ჯგუფი არის სახეობათა ერთობლიობა, რომლებშიც წარმოდგენილია სხვადასხვა ეკოლოგიის მქონე რამდენიმე სახეობა, რაც აქ გამოყენებული ჯამური შეფასებების უზუსტობის გარკვეულ დონეს განაპირობებს.

კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების და კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებების მიმართ სამიზნე არეალის ბიომრავალფეროვნების ღირებულებების მოწყვლადობების შედარება აჩვენებს, რომ უკანასკნელს უფრო მაღალი შეფასება აქვს, ძირითადად კლიმატის ცვლილების ძალიან მაღალი ზემოქმედების (დიდი გეოგრაფიული არეალი) და ხშირ შემთხვევაში ბიომრავალფეროვნების ღირებულებების დაბალი ადაპტაციური პოტენციალის გამო, სულ მცირე სამიზნე რეგიონის ფარგლებში.

ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვან და ამავდროულად რთულ კითხვას წარმოადგენს დრო: მიუხედავად იმისა, რომ სავარაუდოდ რომ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება შედარებით უფრო ძლიერი გრძელვადიან პერსპექტივაში გახდება, გაურკვეველია, ზუსტად როდის გამოვლინდება სცენარის ანალიზით იდენტიფიცირებული მოწყვლადობები მთელი სიძლიერით და, შესაბამისად, როდის იქნება საჭირო პრიორიტეტული რესურსების მიხედვით მართვის შესაბამისი ზომების მიღება.

უფრო ზოგად დონეზე, მოწყვლადობის რანჟირება ასევე მიუთითებს იმ ფუნდამენტურ და პრაქტიკულად მნიშვნელოვან განსხვავებაზე ერთი მხრივ კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელ იმ საფრთხეებს, რომლებთანაც ჩვეულებრივ საქმე აქვთ დაცული ტერიტორიების თანამშრომლებს, და მეორეს მხრივ, კლიმატის ცვლილების მიმართ იმ მოწყვლადობებს შორის, რომლებთანაც მათ სულ უფრო ხშირად მოუწევთ გამკლავება: მიუხედავად იმისა, რომ პირველი ჩვეულებრივ უფრო ძლიერი, თუმცა ლოკალური ხასიათის და ხანდახან შექცევადი ზემოქმედებაა, მეორე უფრო რბილად გვეჩვენება, მაგრამ ის მოქმედებს უფრო ვრცელ ტერიტორიაზე და, როგორც წესი, შეუქცევადია გლობალური კლიმატის სისტემის ინერტულობის გათვალისწინებით. ეს განსხვავება შეგვიძლია შევადაროთ განსხვავებას ტბაში ქვის ჩაგდებით გამოწვეულ წრეებსა და დიდ ტალღებს შორის.



ნახ. 17. სიტუაციური მოდელი კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობებით. სიტუაციური მოდელიდან ამოვიღეთ ეკოსისტემური სერვისები და ადამიანის კეთილდღეობის ასპექტები და მათ ნაცვლად კლიმატის ცვლილების მიმართ სცენარების საფუძველზე მიღებული მოწყვლადობები შევიტანეთ. ყავისფერი უჯრედები წარმოადგენენ ბიოფიზიკურ ფაქტორებს, ანუ ფაქტორებს მიზეზ-შედეგობრივ ჯაჭვში, რომლებიც კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებებს (ვარდისფერი უჯრედები მარჯვნივ) საკონსერვაციო ღირებულებებს უკავშირებენ. მცირე ზომის მართკუთხედები საფრთხის/ზემოქმედების ფანჯრებში საფრთხეების შეფასების შედეგებს აჩვენებენ (დაბალი, საშუალო ან მაღალი). მცირე ზომის წრეები ოვალებში, რომლებიც კონსერვაციულ ღირებულებებს წარმოადგენენ, თითოეული ღირებულების სიცოცხლისუნარიანობის სწრაფი შეფასების შედეგებს ასახავენ (დამაკმაყოფილებელი ან კარგი - იმ ღირებულებების გამოკლებით, რომელთა შეფასება ვერ მოხერხდა). სიტუაციური მოდელი ასევე აჩვენებს იმას, თუ სად არის შესაძლებელი კლიმატის ცვლილებისა და კლიმატისგან დამოუკიდებელი არსებული საფრთხეების ურთიერთქმედება ან მათი გაძლიერება (ნარინჯისფერი უჯრედები მარცხნივ). მიაქციეთ ყურადღება იმას, რომ სახეობების (ჯგუფების) საფრთხის საერთო შეფასებაში გათვალისწინებულია მათი ჰაბიტატების საფრთხეებიც. სიტუაციური მოდელი, რომელიც ადვილად აღსაქმელად დაყოფილია კონსერვაციული ღირებულებების მიხედვით, იხ. დანართი 1-ში.

ცხრილი 6. კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობების პრიორიტეტიზაცია ისეთი კრიტერიუმების საფუძველზე, როგორცაა მოსალოდნელი ზემოქმედება (მასშტაბი კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მიხედვით), მგრძობელობა (სიძლიერე კონსერვაციის სტანდარტების (CS) მიხედვით) და ბიომრავალფეროვნების შესაბამისი ღირებულებების ადაპტაციის უნარი, Garstecki et al. (2020a)-ში წარმოდგენილი მიდგომის გამოყენებით. კლიმატის ცვლილების კონკრეტულ სცენართან დაკავშირებული ზემოქმედებები მოცემულია დიდი ასოებით ფრჩხილებში (სირიმირი, ტროპიკა, ღუმელი და ქრისპი). კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების რანჟირება ჩატარდა ზემოქმედების, მგრძობელობისა და შეუქცევადობის მიხედვით, კონსერვაციის სტანდარტების (CS) შესაბამისად. ჩვენ გამოვიყენეთ კონსერვაციული მართვის კომპიუტერული პროგრამა Miradi, მისი კრიტერიუმებით, ზღვრული მნიშვნელობებითა და ალგორითმებით ზემოქმედებების/საფრთხეების და საკონსერვაციო ღირებულებების ყველა კომბინაციის შესაფასებლად და ღირებულებების საერთო მოწყვლადობების (საფრთხეების/კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებების მიხედვით) და საფრთხეების/ზემოქმედებების (ღირებულებების მიხედვით) დასადგენად.

საფრთხეები \ მიზნები	მდინარეები და ნაკადულები	ალპური & სუბალპური მდელოები	ჩლიქოსნები	მტაცებლები ცხოველები	როჭო და შურთხი	მტაცებელი ფრინველები	ნივალური და სუბნივალური ეკოსისტემები (მყინვარების ჩათვლით)	ჰერპეტოფაუნა	წიწვოვანი & ფოთლოვანი მთის ტყე	ენდემური და საფრთხის ქვეშ მყოფი ფლორა	მაღალ მთის ჭაობები	საფრთხეების შეფასების ჯამი
ნადირობა	-	-	დაბალი	საშუალო	დაბალი	დაბალი	-	-	-	-	-	დაბალი
ტყის უკანონო და არამდგრადი კანონიერი ჭრა	-	-	დაბალი	დაბალი	დაბალი	-	-	დაბალი	დაბალი	დაბალი	-	დაბალი
ინფრასტრუქტურის განვითარება (გზები, ტურიზმი..)	დაბალი	დაბალი	საშუალო	საშუალო	დაბალი	-	-	დაბალი	საშუალო	დაბალი	საშუალო	საშუალო
შეწუხება რესურსების მომხმარებლებისა და ვიზიტორთა მიერ	-	-	საშუალო	საშუალო	დაბალი	დაბალი	-	დაბალი	-	-	-	საშუალო
ძოვება ტყეში	-	-	დაბალი	დაბალი	საშუალო	-	-	დაბალი	დაბალი	დაბალი	-	დაბალი
წყალში დამაბინძურებლების მოხვედრა, დანაგვიანება, ნარჩენების განთავსება	მაღალი	დაბალი	-	დაბალი	-	დაბალი	-	დაბალი	დაბალი	-	დაბალი	საშუალო
უცხო სახეობების, დაავადებების, მავნებლების გავრცელება	-	დაბალი	-	-	-	-	-	-	საშუალო	-	საშუალო	საშუალო
გადაჭარბებული	-	საშუალო	საშუალო	-	-	-	დაბალი	-	-	-	-	საშუალო

საფრთხეები \ მიზნები	მდინარეები და ნაკადულები	ალპური & სუბალპური მდელოები	ჩლიქოსნები	მტაცებლები ცხოველები	როჭო და შურთხი	მტაცებელი ფრინველები	ნივალური და სუბნივალური ეკოსისტემები (მყინვარების ჩათვლით)	ჰერპეტოფაუნა	წიწვოვანი & ფოთლოვანი მთის ტყე	ენდემური და საფრთხის ქვეშ მყოფი ფლორა	მაღალ მთის ჭაობები	საფრთხეების შეფასების ჯამი
ძოვება (ნაწილობრივ)												
არასაკმარისი ძოვება (ნაწილობრივ)	-	დაბალი	-	-	-	-	-	-	-	-	-	დაბალი
დაავადების გადადება შინაური პირუტყვიდან	-	-	საშუალო	-	-	-	-	-	-	-	-	დაბალი
საკვებზე კონკურენცია შინაურ პირუტყვთან	-	-	დაბალი	-	-	-	-	-	-	-	-	დაბალი
გათელვა პირუტყვის მიერ	-	-	-	-	-	-	-	დაბალი	-	-	-	დაბალი
ადამიანის მიერ გამოწვეული ხანძრები		დაბალი	დაბალი	დაბალი	დაბალი	-	-	დაბალი	საშუალო	დაბალი	დაბალი	საშუალო
მყინვარების უკან დახევა პერიგლაციური (სუბ)ნივალური ჰაბიტატების კარგვა	მაღალი	-	დაბალი	დაბალი	დაბალი	-	მაღალი	-	-	მაღალი	-	მაღალი
ალპური მცენარეულობისთვის ხელსაყრელი პირობების ზემოთ	-	-	-	-	-	-	მაღალი	-	-	საშუალო	-	საშუალო

საფრთხეები \ მიზნები	მდინარეები და ნაკადულები	ალპური & სუბალპური მდელოები	ჩლიქოსნები	მტაცებლები ცხოველები	როჭო და შურთხი	მტაცებელი ფრინველები	ნივალური და სუბნივალური ეკოსისტემები (მყინვარების ჩათვლით)	ჰერპეტოფაუნა	წიწვოვანი & ფოთლოვანი მთის ტყე	ენდემური და საფრთხის ქვეშ მყოფი ფლორა	მაღალ მთის ჭაობები	საფრთხეების შეფასების ჯამი
აწევა												
მთის ტყისათვის ხელსაყრელი პირობების ზემოთ აწევა	-	მაღალი	დაბალი	დაბალი	მაღალი	-	-	-	-	საშუალო	მაღალი	მაღალი
უფრო თბილი და ტენიანი პირობები (T)	-	საშუალო	საშუალო	საშუალო	საშუალო	-	-	-	მაღალი	საშუალო	-	მაღალი
უფრო თბილი და მშრალი პირობები (F)	მაღალი	მაღალი	საშუალო	საშუალო	მაღალი	-	-	-	მაღალი	საშუალო	მაღალი	მაღალი
გაზრდილი ზედაპირული ჩამონადენი (S, T)	-	მაღალი	დაბალი	დაბალი	-	-	-	დაბალი	-	დაბალი	-	საშუალო
უფრო თბილი ზედაპირული წყლები	მაღალი	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	საშუალო
	მაღალი	მაღალი	საშუალო	საშუალო	მაღალი	დაბალი	მაღალი	დაბალი	მაღალი	საშუალო	მაღალი	ძალიან მაღალი

3.10. ეკოსისტემური სერვისების უზრუნველყოფისა და ადამიანების კეთილდღეობის მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ

მოწყვლადობის წინამდებარე შეფასება ყურადღებას ძირითადად სამიზნე დაცული ტერიტორიების ეკოსისტემებისა და სხვა ბიომრავალფეროვნების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობაზე ამახვილებს. ის ასევე განიხილავს კლიმატის ცვლილების მიმართ იმ ადამიანების მოწყვლადობას, რომლებიც ამ ტერიტორიების გარშემო ცხოვრობენ და მათ იყენებენ, მაგრამ მხოლოდ იმ ხარისხით, რამდენითაც ეს მოწყვლადობა განპირობებულია სამიზნე ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე კლიმატის ცვლილების უშუალო ზემოქმედებით. სამიზნე დაცული ტერიტორიების გარშემო მცხოვრები ადგილობრივი მოსახლეობის კლიმატის ცვლილების მიმართ ზოგადი მოწყვლადობის შეფასება ტექნიკურად სავსებით შესაძლებელია, თუმცა ის ამ დავალების ფარგლებს სცილდება.

ადამიანების კეთილდღეობის დაფიქსირებული მოწყვლადობა

ადგილებზე ჩატარებული სემინარებისა და მოწყვლადობის სემინარების მსვლელობისას დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციების წარმომადგენლებმა და სხვა დაინტერესებულმა მხარეებმა ეკოსისტემურ სერვისებზე კლიმატის სავარაუდო ცვლილების ზემოქმედების საკუთარი დაკვირვებები წარმოადგინეს, მათ შორის:

- წყლის გაზრდილი დეფიციტი სამივე დაცულ ტერიტორიაზე
- კატასტროფების რისკი - თუშეთში მიმავალ გზებსა და თუშეთში (აგრეთვე სოფლებთან ახლოს) მეწყრების გაზრდილი რისკი
- სამეურნეო დანიშნულების, მაგ., თუშეთში ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ ჩაის დასამზადებლად გამოსაყენებელი, ადგილობრივი მდელოს მცენარეულობის შემცირება (ადგილობრივების აზრით, ნალექების შემცირებული რაოდენობის გამო)
- კლიმატის ცვლილების მოსალოდნელი ზემოქმედება სამეურნეო დანიშნულებით გამოყენებულ მდელოებსა და საქონელზე:
 - 2021 წელს თუშეთში სათიბების A 50%-ით შემცირება (ძირითადად პირიქითას და შენაქოს ხეობებში, დროის ძალიან მოკლე მონაკვეთი იმისთვის, რომ ეს მოვლენა კლიმატის ცვლილებას დაუკავშიროთ).
 - სამივე ტერიტორიაზე საქონლის/ცხვრის ავადობის შემთხვევების ზრდა. ხევსურეთში (ფშავში არა) საჭიროა იმუნიზაციის პროცესის გააქტიურება (სეზონის განმავლობაში რამდენჯერმე), რაც ადრე საჭირო არ იყო. ყაზბეგში კლიმატთან კავშირში არმყოფ ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს ის, რომ ამჟამად ყაზბეგში საქონელი/ცხვარი სხვადასხვა რაიონებიდან შემოჰყავთ, რაც ადრე ნაკლებად ხდებოდა.
- კლიმატის ცვლილების მოსალოდნელი ზემოქმედება ბაღებზე:
 - შეცვლილი ფენოლოგია: ხევსურეთში ახლა ვაშლი მწიფდება, როცა ადრე მხოლოდ ქლიავი ასწრებდა და მწიფებას (ფშავში არა).
 - ბოლო 5-10 წელია ყაზბეგში ხეხილს მავნებლები და დაავადებები ხშირად უჩნდება.

- ბოლო 7-8 წელია ყაზბეგში პომიდორს მავნებლები უჩნდება; იგივე სურათია შატილსა და მიღმახევში, ხევსურეთში (ფშავში არა).
- ზამთრის პერიოდში ყაზბეგის ეროვნულ პარკზე (სტეფანწმინდა) წვდომის გაუმჯობესება და შესაბამისად ზამთარში ტურისტების რაოდენობის ზრდა. იგივე შეიძლება მოხდეს სხვა სამიზნე დაცულ ტერიტორიებზე, განსაკუთრებით ტროპიკანასა და ლუმელის სცენარების პირობებში.
- ამინდი, რომელიც ზემოქმედებას ახდენს ჯანმრთელობაზე:
 - უსიამოვნოდ ცხელი ზაფხულის დამეები ყაზბეგში, რაც ადრე არ იყო.
 - ფშავ-ხევსურეთში ამინდის არაპროგნოზირებადობა: ადრე ადგილობრივების მიერ ამინდის ტენდენციების მოკლევადიანი პროგნოზები სანდო იყო და შესაძლებელი იყო მათ საფუძველზე სამეურნეო საქმიანობების დაგეგმვა, თუმცა, მათი აზრით ეს ახლა შეუძლებელია.

ადამიანების მოსალოდნელი მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების სხვადასხვა სცენარების პირობებში

სამიზნე დაცული ტერიტორიების ძირითადი ეკოსისტემების კლიმატის ცვლილების მიმართ პროგნოზირებული მოწყვლადობა (ცხრილი 5) ადამიანების იმ საარსებო წყაროების მოწყვლადობის გაძლიერებას გულისხმობს, რომლებიც ეკოსისტემებზეა დამოკიდებული. ადგილობრივი მოსახლეობის მოწყვლადობის კომპლექსური შეფასების გარეშე, მოწყვლადობის გაძლიერების გამომწვევ ძირითად ფაქტორებად შეგვიძლია შემიღვეი ფაქტორები განვიხილოთ:

- დათბობა, დეგლაცია და ნალექების რაოდენობის შემცირება (განსაკუთრებით ლუმელისა და Crisp სცენარებში), რაც გამოწვევს სასმელი, ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად საჭირო, სარწყავი, და სხვ. დანიშნულების წყლის რაოდენობის შემცირებას.
- (სუბ-)ალპური მდელოების შევიწროება, რაც გამოიწვევს ხელმისაწვდომი საძოვრებისა და სათიბების შემცირებას.
- დათბობის, დეგლაციაციისა და ნალექების რაოდენობის ზრდის შედეგად (განსაკუთრებით ტროპიკანასა და სირიმირის სცენარებში) ექსტრემალური ბუნებრივი მოვლენების სიხშირისა და სიძლიერის გაზრდა, რაც დააზიანებს ინფრასტრუქტურას, საფრთხეს შეუქმნის ადამიანების ჯანმრთელობას და ზარალს მიაყენებს ტურიზმის სექტორს.

კლიმატის ცვლილების მიმართ ადამიანების მოწყვლადობა მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ადგილობრივი მოსახლეობისათვის, არამედ დაცული ტერიტორიების მართვისთვისაც, ვინაიდან იმ გზებმა, რომლითაც ადამიანები კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციას შეეცდებიან, შესაძლოა სამიზნე დაცული ტერიტორიების მთავარ კონსერვაციულ ღირებულებებზე დამატებითი ზეწოლა გამოიწვიოს. შესაძლო ზემოქმედებები მომდევნო თავშია აღწერილი.

3.11. კონსერვაციული ღირებულებების მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილებასთან ადამიანების ადაპტაციის არასწორი გზების მიმართ

კლიმატის ცვლილებასთან არასწორი ადაპტაციის ყველაზე მოსალოდნელი და მნიშვნელოვანი შესაძლო მექანიზმები, რომლებსაც სამიზნე დაცული ტერიტორიების მთავარ კონსერვაციულ ღირებულებებზე ზემოქმედების მოხდენა შეძლიათ, დაკავშირებულია წყლის რესურსების და (სუბ-)აპლურ მდელოების გამოყენებასა და წვდომასთან:

- Crisp და ლუმელის სცენარებით პროგნოზირებულია ნალექების რაოდენობის მნიშვნელოვანი შემცირება. ლუმელის სცენარში მაღალი ტემპერატურის გამო აორთქლების მაჩვენებლების ზრდაც ემატება. მცინვარული ჩამონადენის შემცირებასთან ერთად, ამან შესაძლოა სამიზნე არეალის გარკვეულ ნაწილებში წყლის არსებული დეფიციტი კიდევ უფრო გააძლიეროს. საპასუხოდ ადამიანები სავარაუდოდ მდინარეებიდან და ნაკადულებიდან წყლის უფრო ეფექტიანად ამოღებას დაწყებენ, რაც ბუნებრივ ეკოსისტემებზე გვალვის სტრესს გააძლიერებს.
- საქართველოს სოფლის მეურნეობის სექტორისათვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის ეროვნული გეგმის (გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, 2017 წ.) თანახმად, ყაზბეგის რაიონში ბუნებრივი მდელოების პროდუქტიულობა არასტაბილური გახდება, თუ ჰაერის გაზრდილი ტემპერატურა და ნალექების შემცირებული რაოდენობა მთების ალპურ და სუბ-ალპურ ზონებში მცენარეულობის ქსეროფიტიზაციას გამოიწვევს. ეს ჩვენს შეფასებაში განხილულ ლუმელის სცენარს შეესაბამება. თუ მესაქონლეები ამ პირობებში საკუთარი პირუტყვის რაოდენობის შენარჩუნებას შეეცდებიან, ეს გამოიწვევს საძოვრების უფრო ინტენსიურ გამოყენებას, ეროზიის გაძლიერებას, შინაური პირუტყვის გარეულ ჩლიქოსნებთან კონკურენციისა და კონტაქტის გაზრდას და შინაურ და გარეულ ცხოველებს შორის დაავადებების გადაცემის შემთხვევების მატებას.
- თოვლის საფარის შემცირებისა და მთელი წლის განმავლობაში უფრო რბილი ამინდის შედეგად შესაძლოა სამიზნე დაცული ტერიტორიების შორეული ნაწილები ტურისტებისა და გამოყენების სხვა სახეებისთვის უფრო ადვილად ხელმისაწვდომი გახდეს, რაც ველური ბუნების შემფოთებას გააძლიერებს. წვდომის გასაადვილებლად ინფრასტრუქტურის მოწყობამ კი შესაძლოა ისეთი დამატებითი უარყოფითი შედეგები გამოიწვიოს, როგორცაა ჰაბიტატების შეცვლა ან დეგრადაცია, ნიადაგის დაზიანება და ინვაზიური სახეობების კოლონიზაციის შესაძლებლობების შექმნა, აგრეთვე გაზრდილი ზეწოლა ბუნებრივ რესურსებზე.
- თუ საქართველოში ტემპერატურა ტროპიკანას და ლუმელის სცენარების შესაბამისად გაიზრდება, სავარაუდოდ ზაფხულში, მთების სიგრილის ძიებაში, სამიზნე არეალს მეტი ადამიანი ეწვევა. ამან შესაძლოა გამოიწვიოს გაზრდილი ზეწოლა ვიზიტორთა მხრიდან, მათ შორის ველური ბუნების შემფოთება, ნარჩენების და ჩამდინარე წყლების რაოდენობის ზრდა და ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარება.

სავსებით შესაძლებელია, რომ ადაპტაციის იმ სხვა მექანიზმებმა, რომელთა პროგნოზირება დღეს შესაძლებელია, სამიზნე დაცული ტერიტორიების ბუნებრივ ღირებულებებზე დამატებითი ზეწოლა გამოიწვიონ.

3.12. დაცული ტერიტორიების ინფრასტრუქტურისა და მათი ოპერირების მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასება უპირველეს ყოვლისა ყურადღებას ამახვილებს სამიზნე დაცულ ტერიტორიებზე დაცულ ბიომრავალფეროვნების მოწყვლადობაზე კლიმატის ცვლილების მიმართ და ადამიანების არაპირდაპირ მოწყვლადობაზე, რომლებიც დამოკიდებულია ამ ბიომრავალფეროვნებაზე. შეფასება არ არის გამიზნული დაცული ტერიტორიების მიმდებარედ მდებარე ინფრასტრუქტურის კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასებისკენ. ამავდროულად, ექსტრემალური ამინდისა და სხვა ბუნებრივი მოვლენების (წვიმა, წყალდიდობა, მეწყერი და ღვარცოფი და ა.შ.) სიხშირისა და სიმძლავრის სავარაუდო გაზრდამ შეიძლება ასევე დააზიანოს ისეთი ინფრასტრუქტურა, როგორცაა სამიზნე დაცულ ტერიტორიებთან მისასვლელი გზები, თავშესაფრები და საკომუნიკაციო აღჭურვილობა. მიუხედავად იმისა, რომ დაცულ ტერიტორიებამდე მისასვლელი ინფრასტრუქტურის დიდი ნაწილი სხვა ორგანიზაციების მანდატს ექვემდებარება, უშუალოდ დაცულ ტერიტორიებზე სატრანსპორტო, რეინჯერთა და ვიზიტორთა ინფრასტრუქტურა არის დაცული ტერიტორიების სააგენტოს პასუხისმგებლობა.

ამან შეიძლება რისკის ქვეშ დააყენოს დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციების შესაძლებლობა, განახორციელონ არა მხოლოდ კლიმატის ცვლილების ადაპტაციის ინტერვენციები, რომლებიც იდენტიფიცირებულია ამ შეფასებაში აღწერილი მოწყვლადობის საპასუხოდ, არამედ ზოგადი დაცული ტერიტორიების მართვა და ვიზიტორთა ტერიტორიაზე წვდომა.

4 განხილვა

4.1 კლიმატის შესახებ მონაცემებისა და ინფორმაციის ხელმისაწვდომობა

ინფორმაცია სამიზნე ტერიტორიებზე უკანასკნელი 100+ წლის განმავლობაში კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შესახებ არასრული და ფრაგმენტულია. სამიზნე არეალში არსებულ მეტეოროლოგიურ სადგურებში უწყვეტი მეტეოროლოგიური მონაცემები არ მოიპოვება. ცალკეული დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციებს გარკვეული მონაცემები აქვთ, თუმცა ეს ინფორმაცია არ არის საკმარისად სისტემატიზებული და გრძელვადიანი იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს ტენდენციების დადგენა. საჭირო ინფორმაციის შესაგროვებლად შესწავლილ იქნა სხვა ახლოს მდებარე მეტეოროლოგიური მონაცემები. მოწყვლადობის შეფასება ამ მონაცემებისა და კლიმატის ცვლილების პროგნოზების საფუძველზე შესრულდა.

მომავალში ანალიზის ჩასატარებლად უწყვეტი მეტეოროლოგიური მონაცემები სულ უფრო მეტად იქნება საჭირო. ამიტომ სამიზნე არეალში აუცილებელია მეტეოროლოგიური სადგურების მოწყობა. ის, თუ ვინ უზრუნველყოფს ამ სადგურების მართვას - დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციები თუ გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური, ეროვნულ დაინტერესებულ მხარეებს შორის განხილვის საგანი უნდა გახდეს და გათვალისწინებულ იქნეს დაცული ტერიტორიების ადაპტაციის ღონისძიებების გეგმებში.

4.2 კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის ჰიპოთეზის სანდოობა

თავი 3.7-ში შეჯამებული სახით წარმოდგენილია ინფორმაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ სამიზნე არეალის მთავარი კონსერვაციული ღირებულებების დაფიქსირებული მოწყვლადობის შესახებ. ეს აჩვენებს, რომ ეს ინფორმაციაც კი ძალიან მწირია, ვინაიდან უკანასკნელ დრომდე სამიზნე დაცულ ტერიტორიებზე სისტემატური გარემოსდაცვითი მონიტორინგი თითქმის არ ტარდებოდა (და ნაწილობრივ ახლაც ასეა). თუ კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის ძველი ფაქტები კარგად არ გვეცოდინება, კიდევ უფრო გაგვიჭირდება მომავალში მოსალოდნელი მოწყვლადობების გარჩევა.

წინამდებარე შეფასებაში, ჩვენ, თანამონაწილეობრივი მეთოდით, ლოკალური კლიმატის ცვლილების პროგნოზების საფუძველზე კლიმატის ცვლილების სცენარები ავაგეთ; და კლიმატის ცვლილების, ეკოსისტემებსა და მათ ბიოტას შორის არსებული ფუნქციური კავშირების შესახებ საერთაშორისო რეცენზირებული სამეცნიერო ლიტერატურის ინფორმაციის გამოყენებით ცენტრალური კავკასიონის მთავარი კონსერვაციული ღირებულებების კონკრეტული მოწყვლადობების ჰიპოთეზები ჩამოვაყალიბეთ. ხაზგასმით უნდა აღვნიშნოთ, რომ (1) არის ჰიპოთეზები, რომლებსაც სჭირდება სისტემატური შემოწმება მიზნობრივი ეკოლოგიური მონიტორინგისა და სამეცნიერო კვლევების გზით, და ამავე დროს (2) ეს ჰიპოთეზები წარმოადგენენ ინფორმაციის წყაროს მომავალში სამიზნე დაცულ ტერიტორიებზე კონსერვაციული მართვის განსახორციელებლად.

სცენარების და დაინტერესებული მხარეების გამოცდილების ან კლიმატის ცვლილებასა და კონსერვაციული ღირებულებების სიცოცხლისუნარიანობას შორის ფუნქციური კავშირების შესახებ ჩატარებული კვლევების (სამიზნე არეალისთვის ან სხვა ადგილებისთვის) საფუძველზე ჰიპოთეზების აგებისას გაურკვევლობის ორი წყარო იჩენს თავს:

- **კლიმატის ცვლილების პროგნოზების გაურკვევლობა:** ეს გაურკვევლობა მხედველობაში მიიღება სცენარების დაგეგმვის ეტაპზე, ვინაიდან სამიზნე არეალის რეალური კლიმატი დიდი ალბათობით ოთხივე სცენარით განსაზღვრული გარე კონტურის ფარგლებში იქნება.
- **იდენტიფიცირებული ფუნქციების სისრულე, სისწორე და აქტუალობა:** შესაძლებელია, რომ სამიზნე არეალში კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასა და მისი ბიოტის სიცოცხლისუნარიანობას შორის ყველა აქტუალური ფუნქციური კავშირი არ იყოს იდენტიფიცირებული ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეების მიერ ან მითითებული ლიტერატურაში. ამავე დროს, ლიტერატურაში აღწერილი ზოგიერთი, მაგრამ არა ყველა, ფუნქციური კავშირი შესაძლოა იყოს არასწორი ან არ ვრცელდებოდეს ჩვენს სამიზნე არეალზე.

ასეთი გაურკვევლობის პირობებშიც კი, ამ ანალიზის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰიპოთეზები მოწყვლადობის შესახებ სასარგებლოა, ვინაიდან ფუნქციური კავშირების სანდოობის ხარისხის მიხედვით, ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნას პრევენციული მართვის ღონისძიებების დასადგენად და ისეთი მიზნობრივი მონიტორინგის პროგრამების მიმართულების დასადგენად, რომელთა მიზანია ადრეული გაფრთხილების უზრუნველყოფა იმ შემთხვევაში, თუ ტერიტორიის ეკოსისტემები და სხვა ბიომრავალფეროვნება კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების ქვეშ ჰიპოთეზაში განსაზღვრული გზით მოექცევა.

4.3 კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული საფრთხეების ფარდობითი მნიშვნელობა დაცული ტერიტორიების მართვისთვის

ისევე როგორც ბევრ სხვა ქვეყანაში, საქართველოში დაცული ტერიტორიების მართვის ეფექტიანობა რესურსების სიმცირის გამო შეზღუდულია, მაგ., მართვის არსებულზე მაღალი ეფექტიანობის მიღწევა შესაძლებელია, თუ ადამიანურ რესურსებში და მათ სწავლებაში, ინფრასტრუქტურასა და აღჭურვილობაში მეტი ფინანსური რესურსი ჩაიდება. ამ მიზეზის გამო საქართველოს დაცული ტერიტორიების მართვის გეგმების ცალკეული ღონისძიებები ვერ სრულდება. ასეთ შეზღუდულ პირობებში დაცული ტერიტორიების ხელმძღვანელობას უხდება გადაწყვეტილების მიღება იმასთან დაკავშირებით, თუ მართვის რომელ სფეროში მიმართოს საკუთარი მწირი რესურსები.

სამიზნე დაცული ტერიტორიების კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის კონტექსტში ჩნდება კითხვა: რომელი გზით არის შესაძლებელი სამიზნე დაცული ტერიტორიების კონსერვაციული მიზნების უფრო ეფექტიანად მიღწევა - კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციაში, ანუ კლიმატის ცვლილების მიმართ ბიომრავალფეროვნების მთავარი ღირებულებების მოწყვლადობის შემცირების ღონისძიებებში, ინვესტირებით თუ ტრადიციული, კლიმატთან კავშირში არმყოფი საფრთხეების მიმართ მათი მოწყვლადობის შემცირებით. ამ კითხვაზე პასუხის გაცემა ზოგადი

ცნებებით შეუძლებელია, ვინაიდან ის დამოკიდებულია კონკრეტულ ტერიტორიაზე ტრადიციული საფრთხეების ფარდობით სიძლიერეზე კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობასთან შედარებით. ასევე, შესაძლებელია, რომ ამ ცვლილებების ფარდობითი მნიშვნელობა დროთა განმავლობაში შეიცვალოს. მაგალითად, მოკლევადიან პერსპექტივაში შეიძლება უფრო მნიშვნელოვანი იყოს ბრაკონიერობის არსებული მაღალი საფრთხის აღმოფხვრა, ხოლო მოგვიანებით - ინვესტირება კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციაში.

ამ ფაქტორების წონის დასადგენად, აუცილებელია კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებებთან შედარებით კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეების ფარდობითი სიძლიერის შეფასება. სამიზნე არეალისთვის ჩატარებული შეფასებით (ცხრილი 6) შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დაცული ტერიტორიების მართვაში კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებები უფრო პრიორიტეტული უახლოეს მომავალშიც (2021-2040 წწ. საპროგნოზო პერიოდი) გახდება, ხოლო შორეულ მომავალში (2061-2080 წწ.) - დაზუსტებით. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია სამიზნე დაცული ტერიტორიების მართვის სისტემებში კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის ღონისძიებების ინტეგრირების დაწყება. ის, თუ რომელს უნდა მიენიჭოს პრიორიტეტი - კლიმატის ცვლილებისგან დამოუკიდებელი საფრთხეებს თუ კლიმატის ცვლილების მიმართ ბიომრავალფეროვნების კონკრეტული ღირებულებების მოწყვლადობას, შეიძლება უფრო დეტალურად იქნეს განხილული შესაბამისი საფრთხეების რანჟირებისა და მართვის ღონისძიებების ხარჯეფექტიანობის ანალიზის საფუძველზე.

4.4 კომპრომისი კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის ანალიზის ფარგლებსა და სიღრმეს შორის

თუნდაც ერთ სახეობაზე ან ეკოსისტემაზე კლიმატის ცვლილების უკვე დაფიქსირებული და მომავალში მოსალოდნელი ზემოქმედების გარჩევა და შეფასება რთული და შრომატევადი ამოცანაა. ლიტერატურის შესწავლის დროს ჩვენ აღმოვაჩინეთ სამეცნიერო სტატიები და ზოგიერთ შემთხვევაში სტატიების სერიებიც კი, რომლებიც ეხებოდა კლიმატის ცვლილების კონკრეტულ ასპექტებსა და ცალკეულ სახეობებს/ეკოსისტემებს შორის არსებულ ან მოდელირებულ კავშირებს. ასეთი მეცნიერული მიდგომა შეიძლება დახასიათდეს, როგორც „ღრმა“, ვინაიდან კონკრეტული სპეციფიკური კავშირები დეტალურად არის შესწავლილი და შეფასებული.

ამის საპირისპიროდ, ჩვენ ფართოდ შევაფასეთ სამიზნე დაცულ ტერიტორიებზე იდენტიფიცირებული ყველა ძირითადი საკონსერვაციო ღირებულების (ეკოსისტემების და სახეობების) მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების არსებული და მოსალოდნელი ზემოქმედების მიმართ, კლიმატის ცვლილების რამდენიმე სცენარის გათვალისწინებით. შედეგად, ჩვენი შეფასების ფარგლები მნიშვნელოვნად აღემატება ზემოთ ნახსენები მეცნიერული შეფასებების ფარგლებს. ეს ასევე ნიშნავს იმას, რომ ანალიზის სიღრმისთვის არ არის საჭირო იგივე რაოდენობის რესურსები. მიუხედავად იმისა, რომ შედეგი შესაძლოა არ აკმაყოფილებდეს სპეციალური მეცნიერული კვლევის სტანდარტებს, ის დაცული ტერიტორიების მართვისთვის მნიშვნელოვანია და შესაბამისად - გამართლებული.

5 ლიტერატურა

- Abdaladze, O., G. Nakhutsrishvili, K. Batsatsashvili, K. Gigauri (2015). Sensitive Alpine Plant Communities to the Global Environmental Changes (Kazbegi Region, the Central Great Caucasus). *American Journal of Environmental Protection* 4 (3-1): 93-100.
- Advani N.K. (2014). Climate Change Vulnerability Assessment for Species. WWF, Washington, DC.
- Albrecht, J., K.A. Bartoń, N. Selva, R.S. Sommer, J.E. Swenson, R. Bischof (2017). Humans and climate change drove the Holocene decline of the brown bear. *Scientific Reports* 7 (1). Accessed on 24 November 2021 at: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-10772-6>
- Arneth, A., Y.J. Shin, P. Leadley, C. Rondinini, E. Bukvareva, M. Kolb, J.F. Midgley, T. Oberdorff, I. Palomo, O. Saito (2020). Post-2020 biodiversity targets need to embrace climate change. *PNAS* 117(49): 30882–30891. Accessed on 24 November 2021 at: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2009584117#:~:text=The%20Convention%20on%20Biological%20Diversity's,Change%20Paris%20Agreement%20and%20the>
- Auf der Maur, B. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL (2021). *Alps in climate change: Many species adapt too slowly*. Accessed on 18 January 2022 at: <https://www.wsl.ch/en/news/2021/05/alps-in-climate-change-many-species-adapt-too-slowly.html>
- Belokurov A., L. Baskinas, R. Biyo, A. Clausen, N. Dudley, O. Guevara, J. Lumanog, H. Rakotondrazafy, V. Ramahery, C. Salao, S. Stolton, L. Zogib (2016). *Climate Adaptation Methodology for Protected Areas (CAMPA): Coastal and Marine*. WWF, Gland, Switzerland. 160 pp.
- Bentz B.J., A.M. Jonsson, M. Schroeder, A. Weed, R.A.I. Wilcke, K. Larsson K (2019) Ips typographus and Dendroctonus ponderosae Models Project Thermal Suitability for Intra- and Inter-Continental Establishment in a Changing Climate. *Frontiers in Forests and Global Change* 2:1. doi: 10.3389/ffgc.2019.00001
- Borgwardt, F., G. Unfer, S. Auer, K. Waldner, M. El-Matbouli, T. Bechter (2020). Direct and Indirect Climate Change Impacts on Brown Trout in Central Europe: How Thermal Regimes Reinforce Physiological Stress and Support the Emergence of Diseases. *Frontiers in Environmental Science*. Accessed on 18 January 2022 at: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00059>
- Bruneaux, M., M. Visse, R. Gross, L. Pukk, L. Saks, A. Vasemägi (2016). Parasite infection and decreased thermal tolerance: impact of proliferative kidney disease on a wild salmonid fish in the context of climate change. *British Ecological Society* 31(1): 216-226. Accessed on 20 January 2022 at: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12701>
- Cazzolla Gatti, R., T. Callaghan, A. Velichevskaya, A. Dudko, L. Fabbio, G. Battipaglia, J. Liang (2019). Accelerating upward treeline shift in the Altai Mountains under last-century climate change. *Scientific Reports*, 9. Accessed on 20 January 2022 at: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-44188-1>
- CNF (2021). Management Plan of Tusheti Protected Areas (Draft document).
- CNF (2022). Management Plan of Tusheti Protected Landscape (Draft document)
- Elizbarashvili, M., E. Elizbarashvili, M. Tatishvili, S. Elizbarashvili, R. Meskhia, N. Kutaladze, L. King, I. Keggenhoff, T. Khardziani (2017). Georgian Climate Change Under Global Warming Conditions. *Annals of Agrarian Science*, 15(1): 17-25. Accessed on 14 November 2021 at: <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.02.001>
- Garstecki, T., M. Brown, J. Morrison, A. Marvin, N. Boenisch, S. Martin, P. Schumacher, J. Boshoven (2020a). *Guidance for Applying the Conservation Standards to Ecosystem-based Adaptation*. GIZ GmbH, Bonn, Germany. 99 pp.

- Garstecki, T., M. Brown, J. Morrison, A. Marvin, N. Boenisch, V. Suresh, S. Martin, P. Schumacher, J. Boshoven (2020b). *Climate-Smart Conservation Practice: Using the Conservation Standards to Address Climate Change*. GIZ GmbH, Bonn, Germany. 109 pp.
- Gavashelishvili, A., Y.A. Yarovenko, E.A. Babayev, G. Mikeladze, Z. Gurielidze, D. Dekanoidze, N. Kerdikoshvili, L. Ninua, N. Paposhvili (2018). Modeling the distribution and abundance of eastern tur (Capra cylindricornis) in the Caucasus. *Journal of Mammalogy*, 99(4): 885–897. <https://academic.oup.com/jmammal/article/99/4/885/5034804?login=true>
- Gavashelishvili A., V. Lukarevsky (2008). Modelling the habitat requirements of the leopard *Panthera pardus* in West and Central Asia. *Journal of Applied Ecology* 45, 579-588.
- Gebhardt, M. (2019). *Pasture Management Plan for Pshav-Khevsureti Protected Areas*. Tbilisi: SPPA-Georgia. 52 pp.
- Gigauri, Kh., O. Abdaladze, A. Bakhia, Z. Asanidze, A. Mamedova (2021). The first results of the 3rd cycle of Global Monitoring GLORIA Network of the Central Great Caucasus. *Boccone* 29: 103-119.
- Gross, J.E., S. Woodley, L.A. Welling, J.E.M. Watson (eds.) (2016). *Adapting to Climate Change: Guidance for protected area managers and planners*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 24, Gland, Switzerland: IUCN. 129 pp.
- Hock, R., G. Rasul, C. Adler, B. Cáceres, S. Gruber, Y. Hirabayashi, M. Jackson, A. Käab, S. Kang, S. Kutuzov, A. Milner, U. Molau, S. Morin, B. Orlove, and H. Steltzer (2019). High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Accessed on 14 November 2021 at: <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-2/>
- Hof, R., A.M. Allan (2018). An uncertain future for the endemic Galliformes of the Caucasus. *Science of the Total Environment* 651: 725–735.
- Huggel, C., S. Zraggen-Oswald, W. Haeberli, A. Kaab, A. Polkvoj, I. Galushkin, S. G. Evans (2005). The 2002 rock/ice avalanche at Kolka/Karmadon, Russian Caucasus: assessment of extraordinary avalanche formation and mobility, and application of QuickBird satellite imagery. *Natural Hazards and Earth System Science* 5: 173–187.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Keggenhoff, I., M. Elizbarashvili, L. King (2015). Recent changes in Georgia's temperature means and extremes: Annual and seasonal trends between 1961 and 2010. *Weather and Climate Extremes* 8: 34-45. Accessed on 18 November 2021 at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212094714000942>
- Keller, T., G. Gaprindashvili, R. Gobejishvili, I. Keggenhoff, M. Elizbarashvili, B. Kalandadze, N. Lomidze, L. Tielidze, L. King (2013). Natural Hazards in the Great Caucasus range on the background of climate change – risk map for the Kazbegi and Mleta area (Georgia). *Geophysical Research Abstracts* 15.
- Korn, H., J. Stadler, J. Bonn, K. Bockmühl, N. Macgregor (Eds.) (2014). Proceedings of the European Conference „Climate Change and Nature Conservation in Europe – an ecological, policy and economic perspective“. BfN, Bonn, Germany, 25-27 June 2013. Accessed on 18 November 2021 at: http://www.bfn.de/0502_international.html?&no_cache=1
- Mezquida, A.A., S.S. Santos, M.M. de la Guerra (2020). *Protected Areas in the Face of Global Change. Climate Change Adaptation in Planning*

and Management. Manual 13, EUROPARC-Spain series of manuals. English Version English Version. Madrid, 116 pp.

- Lamprecht, A., P.R. Semenchuk, K. Steinbauer, M. Winkler, H. Pauli (2018) Climate change leads to accelerated transformation of high-elevation vegetation in the central Alps. *New Phytologist* 220 (2): 447–459. Accessed on 12 February 2022 at: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.15290>
- M3 (2019). Pshav-Khevsureti National Park Forest Management Plan. Tbilisi: SPPA-Georgia/MEPA/APA. 146 pp.
- McCain, C.M. (2010). Global analysis of reptile elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography* 19 (4): 541-553.
- MEPA (2017). Climate Change National Adaptation Plan for Georgia's Agriculture Sector. Tbilisi: AMMAR/IFAC.
- NACRES (2019). Carbon Sequestration Potential of the Natural Forest Regrowth in Georgia. Tbilisi: Global Forest Watch. 30 pp.
- NACRES (2020). Biodiversity Monitoring in Selected Protected Areas in Georgia in 2020. Tbilisi: CNF. 26 pp.
- Neale, A., M. Morecroft, S. Duffield, J. Lusardi, J. Markwick, O. Watts, M. Ausden, J. Wright, M. Broadmeadow (2014). Climate Change Adaptation Manual. Evidence to support nature conservation in a changing climate. Natural England and RSPB. 222 pp.
- Parish, F., A. Sirin, D. Charman, H. Joosten, T. Minayeva, M. Silvius, L. Stringer, L. (Eds.) (2008). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- Pauli, H., H. Pauli, M. Gottfried, S. Dullinger, O. Abdaladze, M. Akhalkatsi, et al. (2012) Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits. *Science* 336: 353-355.
- Pérez-Barbería, F. J., A. J. García, J. Cappelli, T. Landete-Castillejos, M. P. Serrano, L. Gallego (2020). Heat stress reduces growth rate of red deer calf: Climate warming implications. *PLoS ONE* 15(6). Accessed on 10 July 2022 at e0233809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233809>
- Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., ReyesGarcía, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. (2021). IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change; IPBES and IPCC. Accessed on 10 September 2021 at: https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609_workshop_report_embargo_3pm_CEST_10_june_0.pdf
- Rogora, M., L. Frate, M.L. Carranza, M. Freppaz, A. Stanisci, I. Bertani, R. Bottarin, A. Brambilla, R. Canullo, M. Carbognani, C. Cerrato, S. Chelli, E. Cremonese, M. Cutini, M. Di Musciano, B. Erschbamer, D. Godone, M. Iocchi, M. Isabellon, A. Magnani, L. Mazzola, U. Morra di Cella, H. Pauli, M. Petey, B. Petriccione, F. Porro, R. Psenner, G. Rossetti, A. Scotti, R. Sommaruga, U. Tappeiner, J.P. Theurillat, M. Tomaselli, D. Viglietti, R. Viterbi, P. Vittoz, M. Winkler, G. Matteucci. (2018). Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of The Total Environment* 624: 1429-1442.

- Pureswaran, D.S., A. Roques, A. Battisti (2018). Forest Insects and Climate Change. *Current Forestry Reports* 4(2): 1-16. Accessed on 12 April 2022 at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40725-018-0075-6>
- Rumpf, S.B., K. Hülber, G. Klöner, D. Moser, M. Schütz, J. Wessely, W. Willner, N.E. Zimmermann, S. Dullinger (2018). Range dynamics of mountain plants decrease with elevation. *PNAS* 115(8): 1848–1853. Accessed on 12 April 2022 at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1713936115>
- Shahgedanova, M., G. Nosenko, S. Kutuzov, O. Rototaeva, T. Khromova (2014). Deglaciation of the Caucasus Mountains, Russia/Georgia, in the 21st century observed with ASTER satellite imagery and aerial Photography. *The Cryosphere* 8: 2367–2379.
- Slodowicz, D., P. Descombes, D. Kikodze, O. Broennimann, H. Müller-Schärer (2018). Areas of high conservation value at risk by plant invaders in Georgia under climate change. *Ecology and Evolution* 8: 4431–4442. Accessed on 8 November 2022 at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.4005>
- SPPA-Georgia (2020), Management Plan of Kazbegi National Park (Draft document).
- SPPA-Georgia (2019), Management Plan of Pshav-Khevsureti Protected Areas (Draft document).
- Stein, B.A., P. Glick, N. Edelson, A. Staudt (eds.) (2014). *Climate-Smart Conservation: Putting Adaptation Principles into Practice*. National Wildlife Federation, Washington, D.C. 272 pp.
- Steinbauer, M.J., J.A. Grytnes, G. Jurasinski, A. Kulonen, J. Lenoir, H. Pauli, C. Rixen, M. Winkler, et al (2018). Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature* 556: 231–234.
- Sturrock, R.N., S.J. Frankel, A.V. Brown, P.E. Hennon, J.T. Kleijunas, K.J. Lewis, J.J. Worrall, A.J. Woods (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology* 60: 133–149.
- Taylor, K.E., R.J. Stouffer, G.A. Meehl (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin Of The American Meteorological Society* 93(4): 485-498. Accessed on 2 September 2021 at: https://www.researchgate.net/publication/235793806_An_overview_of_CMIP5_and_the_Experiment_Design
- Tepnadze-Hoernchen, N., Z. Kikvidze, G. Nakhutsrishvili, O. Abdaladze (2021). Subalpine vegetation along the soil moisture gradient under the climate change conditions: re-visitation approach (the Central Great Caucasus). *Boccone* 29: 297-310.
- Thrasher B., E.P. Maurer, C. McKellar, P.B. Duffy (2012). Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9): 3309-3314.
- Tielidze, L.G. (2016). Glacier change over the last century, Caucasus Mountains, Georgia, observed from old topographical maps, Landsat and ASTER satellite imagery. *The Cryosphere* 10: 713–725.
- Tielidze, L.G. R.M. Kumladze, R.D. Wheate, M. Gamkrelidze (2019). The Devdoraki Glacier catastrophes, Georgian Caucasus. *Hungarian Geographical Bulletin* 68: 21-35.
- Tielidze, L.G., D. Svanidze, L. Gadrani, L. Asanidze, R.D. Wheate, G.S. Hamilton (2020). A 54-year record of changes at Chalaati and Zopkhito glaciers, Georgian Caucasus, observed from archival maps, satellite imagery, drone survey, and ground-based investigation. *Hungarian Geographical Bulletin* 69: 175-189.
- Tielidze, L.G., G.A. Nosenko, T.E. Khromova, F. Paul (2021). Strong acceleration of glacier area loss in the Greater Caucasus over the past two decades. *The Cryosphere Discussions*.
- UNDP (1999). Georgia’s Initial National Communication Under the UNFCCC. Tbilisi: UNDP Georgia. 138 pp.
- UNDP (2009). Georgia’s Second National Communication to the UNFCCC. Tbilisi: UNDP Georgia. 240 pp.
- UNDP (2015). Georgia’s Third National Communication to the UNFCCC. Tbilisi: UNDP Georgia. 263 pp.

- UNDP (2021). Fourth National Communication of Georgia Under the UNFCCC. Tbilisi: UNDP Georgia. 426 pp.
- Van Vuuren, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J.-F. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S.J. Smith, S.K. Rose (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(1-2): 5-31.
- Vitasse, Y., S. Ursenbacher, G. Klein, T. Bohnenstengel, Y. Chittaro, A. Delestrade, C. Monnerat, M. Rebetez, C. Rixen, N. Strebel (2021). Phenological and elevational shifts of plants, animals and fungi under climate change in the European Alps. *Biological Review* 96(5): 1816-1835. Accessed on 26 March 2022 at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12727>
- Zazanashvili N., L. Gavashelishvili, C. Montalvo, G. Beruchashvili, A. Heidelberg, J. Neuner, R. Schulzke, M. Garforth. (2011). Strategic Guidelines for Responding to Impacts of Global Climate Change on Forests in the Southern Caucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia). WWF. 151 pp.
- Zhao-Jun, B., H. Joosten, L. Hongkai, Z. Gaolin, Z. Xingxing, M. Jinze, Z. Jing (2011) The response of peatlands to climate warming: A review. *Acta Ecologica Sinica* 31(3): 157-162. Accessed on 26 March 2022 at: <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2011.03.006>
- Woollings, T., D. Barriopedro, J. Methven, S.W. Son, O. Martius, B. Harvey, J. Sillmann, A.R. Lupo, S. Seneviratne (2018). Blocking and its response to climate change. *Current Climate Change Reports* 4: 287–300.

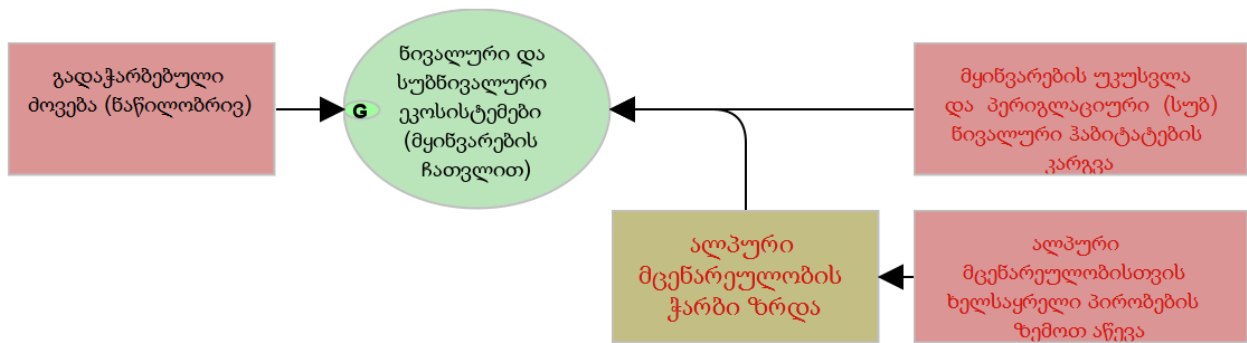
Websites:

- Conservation Standards (2020). *Open Standards For The Practice Of the Conservation*. Version 4.0. Conservation Measures Partnership.
- GLORIA: <https://www.gloria.ac.at/scope/background>
- NOAA (2021). Assessing the Global Climate in 2021. <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202112>

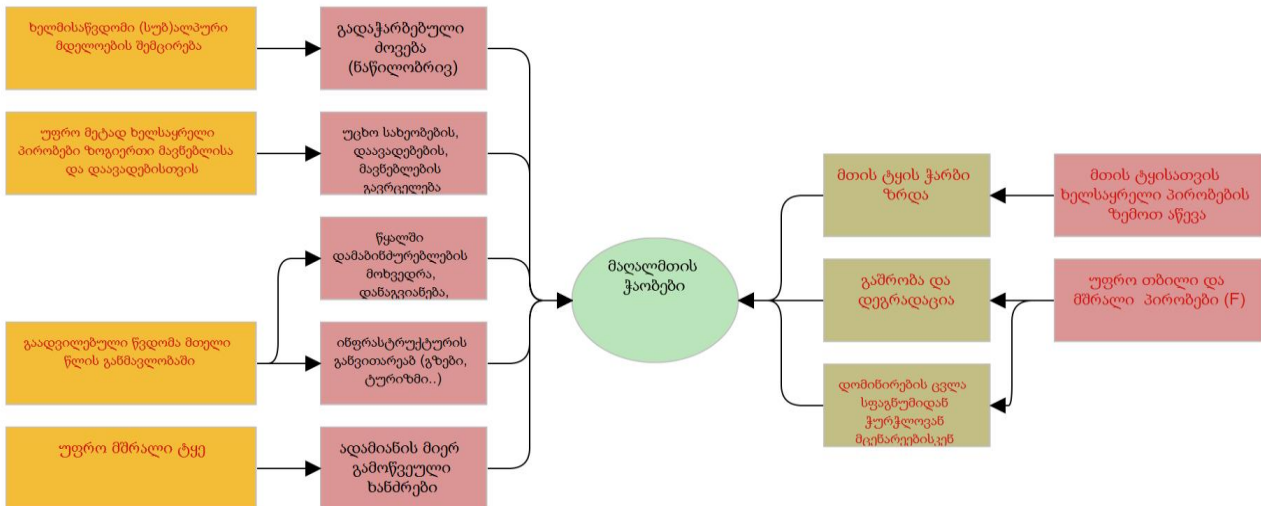
6 დანართი

სიტუაციური მოდელი ცალკეული კონსერვაციული ღირებულებების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობებით (მოწყვლადობების რანჟირება იხ. ცხრილი 6-ში):

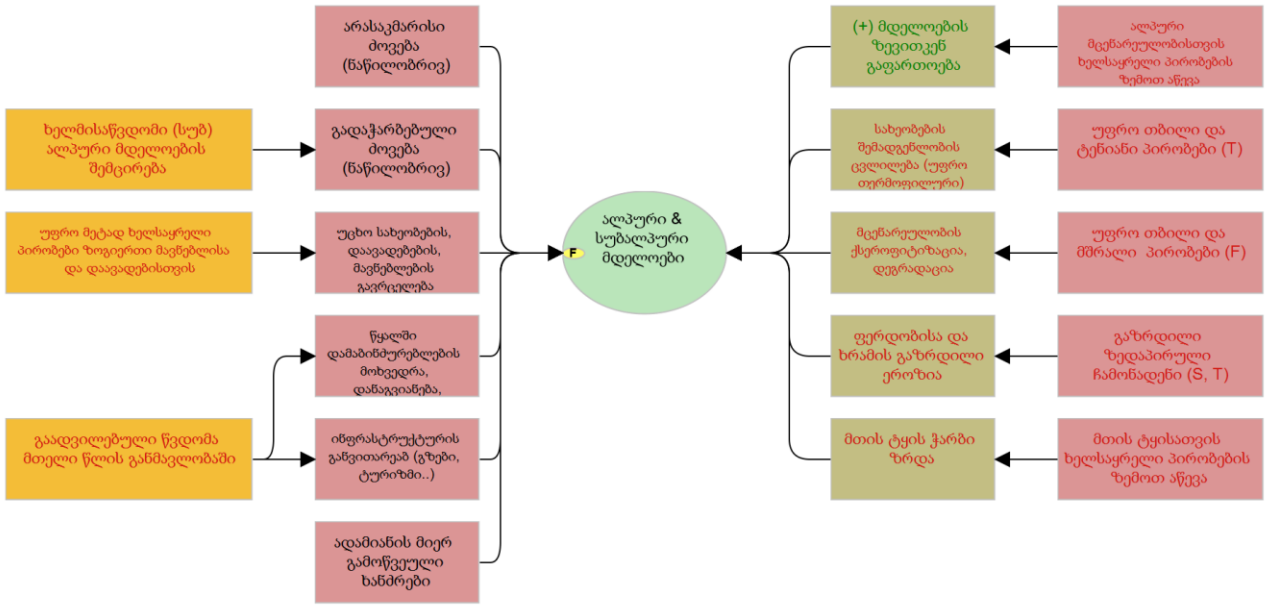
a) ნივალური და სუბ-ნივალური ეკოსისტემების (მყინვარების ჩათვლით) სიტუაციური მოდელი.



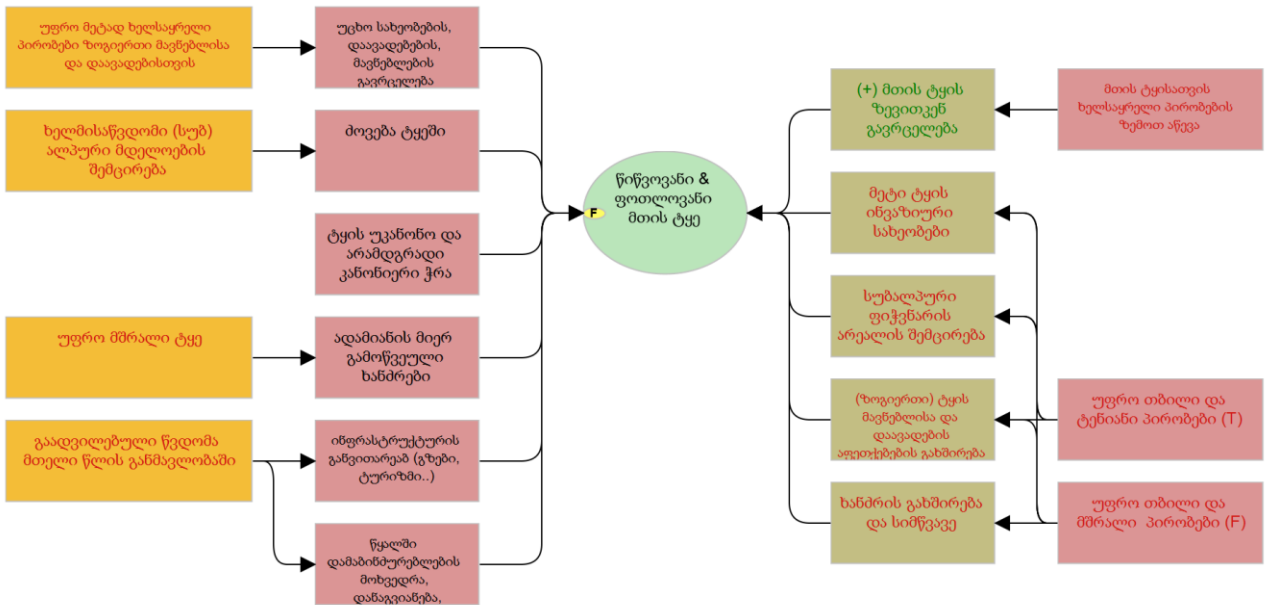
b) მალაღმთის ტორფნარების სიტუაციური მოდელი.



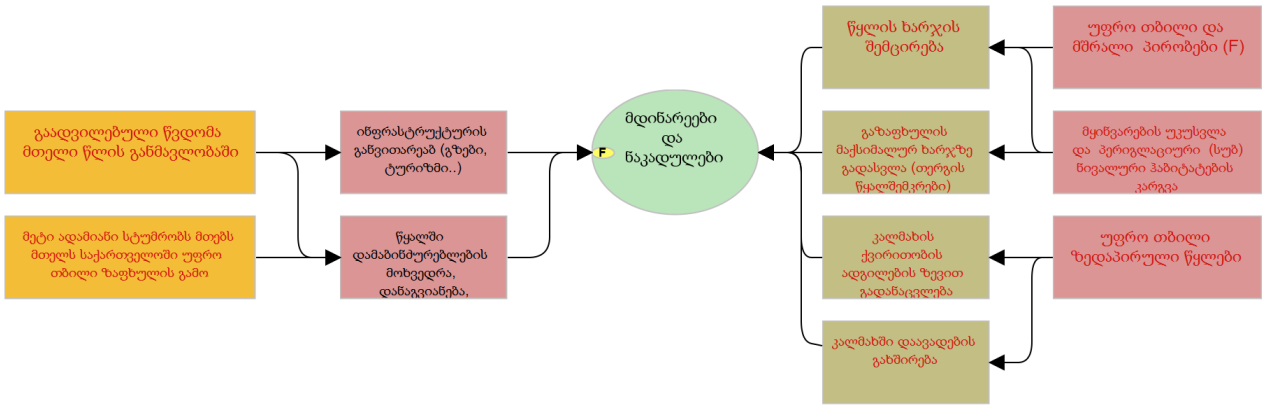
c) ალპური და სუბ-ალპური მდელოების სიტუაციური მოდელი.



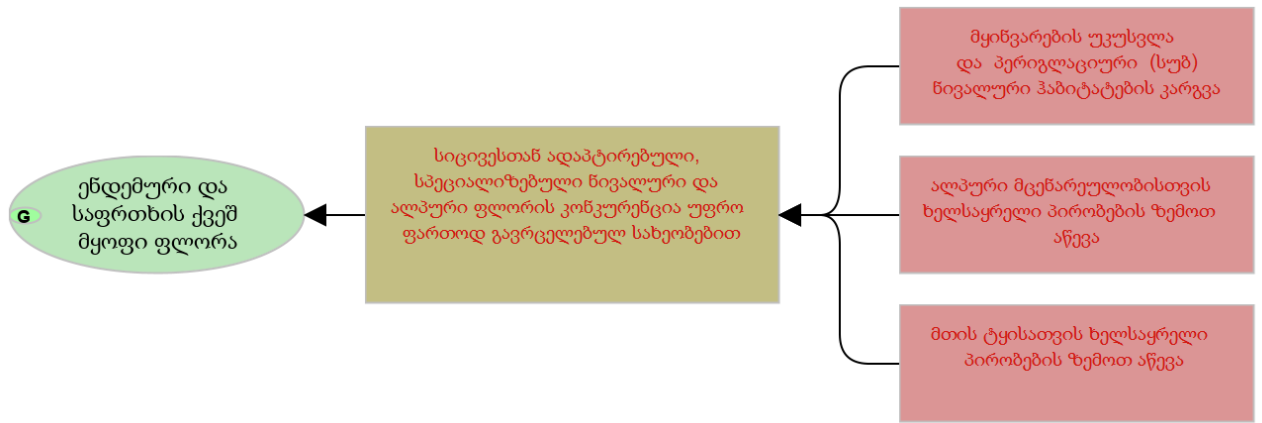
d) წიწვოვანი და ფოთლოვანი ტყეების სიტუაციური მოდელი.



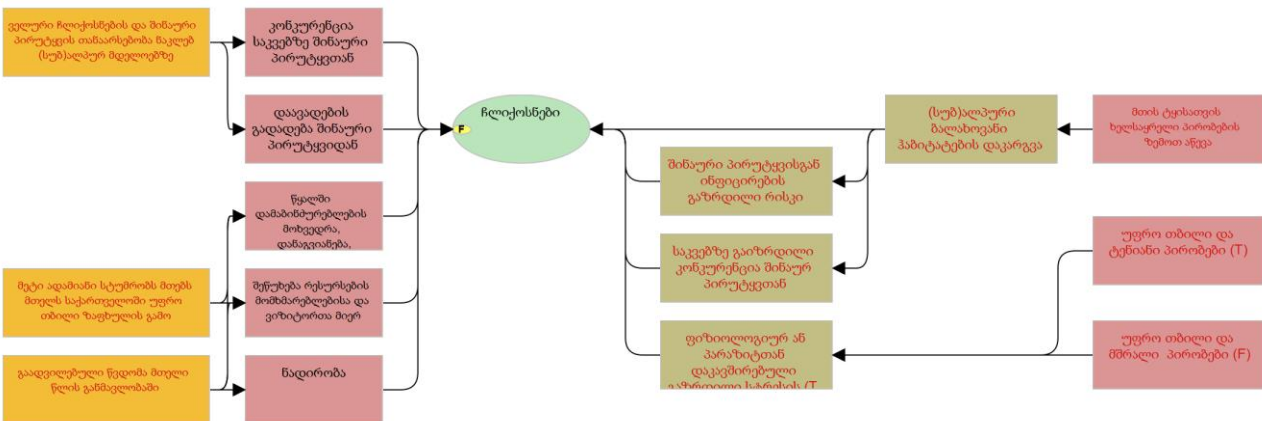
e) მდინარეების და ნაკადულების სიტუაციური მოდელი.



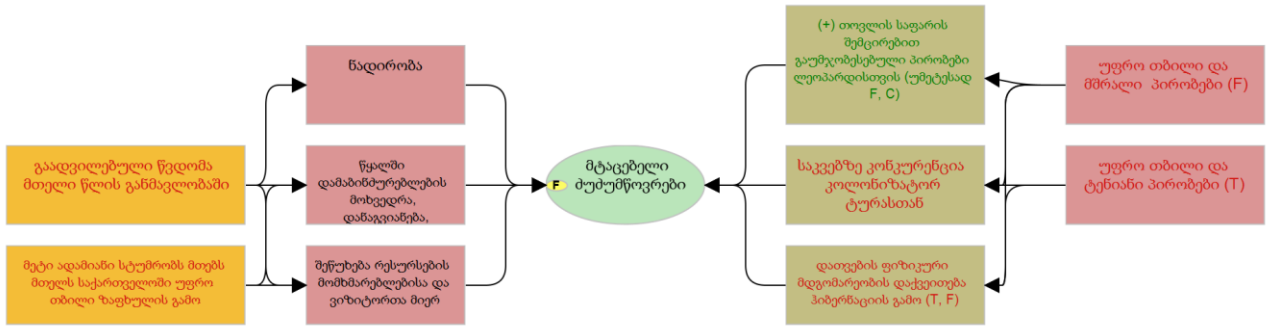
f) ენდემური და საფრთხის წინაშე მყოფი მცენარეების სახეობების სიტუაციური მოდელი.



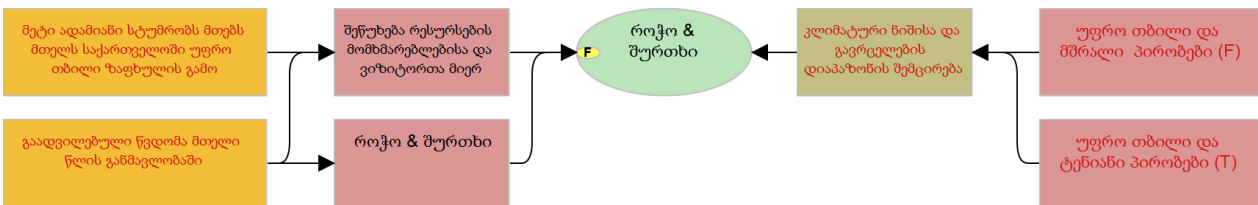
გ) ჩლიქოსნების სიტუაციური მოდელი.



h) მტაცებლების სიტუაციური მოდელი.



i) ქათმისნაირთა სიტუაციური მოდელი.



j) ჰერპეტოფაუნის სიტუაციური მოდელი.

