

**გივი გავარდაშვილი**

**ტყის სანეკრებისაგან  
დაცვის მეტოღური  
რეკომენდაციები**



**თბილისი  
2017**

# გივი ბავარდაშვილი

## ტყის ხანძრებისაგან დაცვის მეთოდური რეკომენდაციები

დამტკიცებულია მეთოდურ რეკომენდაციად  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცენტრე მირცხულავას სახელობის წყალთა  
მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო  
საბჭოსა (ოქმი №2, 7/06/2017) და სამეცნი-  
ერო-სასწავლო მეთოდური ლიტერატურის  
სარედაქციო საგამომცემლო საბჭოს მიერ  
(ოქმი №19, 01/09/2017)



გამომცემლობა „უნივერსალი“  
თბილისი, 2017

UDC(უაკ) 630x43  
გ-15

**საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების  
სამინისტრო**

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის  
წყალთა მშენებლობის ინსტიტუტი  
ბარემოს დაცვის ეკოცენტრი**

**ავტორი: გივი გავარდაშვილი,  
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი**

**სამეცნიერო რედაქტორი: ოთარ ნათიშვილი,  
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული  
აკადემიის აკადემიკოსი**

© გ.გ. გავარდაშვილი

ISBN 978-9941-26-067-4

თბილისი, 2017

## ანოტაცია

ნაშრომის გარკვეული ნაწილი მომზადებულია საქართველოს ადგილობრივ თვითმმართველობათა ეროვნული ასოციაციის (NALAG) და აშშ-ს საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) დაფინანსებით, სადაც ავტორი პროფესორი გივი გავარდაშვილი პროგრამაში - „კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი“ მუშაობდა, როგორც სოფლის მეურნეობის დამოუკიდებელი ექსპერტი. მის მიერ დამუშავებულ მიმართულებაში - „სოფლის მეურნეობისა და ტყის ეკოსისტემის მგრძობიარობა კლიმატის ცვლილების მიმართ“ წარმოდგენილია ტყის ხანძრების რისკების განსაზღვრის მეთოდოლოგია ეროვნულ და მუნიციპალურ დონეზე, კლიმატის ცვლილების მხედველობაში მიღებით.

დამუშავებულია ტყის ხანძრების რისკების განსაზღვრის მეთოდები, შედეგები დატანილია ფერად რუკებზე, რომელიც დამუშავებულია ფირმა „გეოგრაფიკის“ მიერ.

გ. გავარდაშვილს, როგორც 2008 წლის აგვისტოს თვეში საქართველოში საომარი მოქმედებების შედეგად გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასების სახელმწიფო კომისიის წევრს, წარმოდგენილი აქვს მთის ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიისგან დამცავი ღონისძიებები და მათი დაპროექტებისათვის საჭირო შესაბამისი გაანგარიშების მეთოდოლოგია.

ნაშრომში წარმოდგენილია ტყის ხანძრების რისკების შემცირების რეკომენდაციები ცენტრალური და მუნიციპალური ხელისუფლების დონეზე.

## სარჩევი

ანოტაცია .....	3
შესავალი .....	6
1. კლიმატის ცვლილება საქართველოში .....	13
2. ტყის ეკოსისტემის მგრძობიარობა კლიმატის ცვლილების მიმართ .....	15
2.1. ტყის ეკოსისტემის მგრძობიარობა ხანძრების მიმართ .....	16
2.2. ტყის ეკოსისტემების შეფასების კვლევები.....	19
2.3. მგრძობიარობის ინდიკატორები .....	25
3. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება საქართველოს ტყის ეკოსისტემებზე .....	32
3.1. ტყის ეკოსისტემებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შეფასების მეთოდოლოგია .....	32
3.2. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება ტყის ეკოსისტემაზე .....	33
4. გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასება და მთის ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიისაგან დამცავი ღონისძიებები .....	40
4.1. გადამწვარი ტყის მასივების საერთო შეფასება.....	40
4.2. ბორჯომისა და გორის რაიონებში ტყის მასივების გადაწვისას ტერიტორიის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის კომპლექსური შეფასება .....	46
4.3. ბორჯომის ხეობაში ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება .....	48
4.4. გორის რაიონში ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება .....	49

4.5.	გადამწვარ ტერიტორიებზე ნიადაგის ეროზიული პროცესების პროგნოზირება .....	50
4.6.	ეროზიის საწინააღმდეგო რესურსმზოგი ინოვაციური კონსტრუქციები და მათი დაპროექტების მეთოდები .....	57
4.7.	ბორჯომის მუნიციპალიტეტის დაბა წაღვერის ტერიტორიაზე გადამწვარი ტყის მასივების მთის ფერდობებზე 2010 წლის არსებული მდგომარეობის შეფასება .....	65
5.	კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ტყის ეკოსისტემების რისკების შემცირებაზე მიმართული რეკომენდაციები .....	72
5.1.	სატყეო მეურნეობა და ეკოსისტემების დაცვა .....	72
5.2.	სატყეო მეურნეობისა და ეკოსისტემების დაცვის რეკომენდაციები .....	77
	ლიტერატურა .....	80

## შესავალი

კლიმატის ცვლილება თანამედროვე მსოფლიოს სოციო-ეკონომიკური განვითარებისა და გარემოსათვის ერთ-ერთი უდიდესი პრობლემაა. საქართველოს მსგავსი პატარა ქვეყნისთვის, მისი გეოგრაფიული მდებარეობა და ბუნებრივი პირობები - რთული მთიანი ლანდშაფტი, შავი ზღვის სანაპირო ზონა და ქვეყნის სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე სემი-არიდული ტერიტორიები - მნიშვნელოვნად განაპირობებს ქვეყნის მოწყვლადობას კლიმატის ცვლილებისადმი. ბოლო ათწლეულის მანძილზე გახშირებული ბუნებრივი კატასტორფები და სხვა სახის ცვლილებები, როგორცაა ტემპერატურის მატება, გვალვები, მოხშირებული სეტყვა და სხვა, ნათელს ხდის, რომ კლიმატის ცვლილება საქართველოშიც ვლინდება და მასთან ადაპტაცია ქვეყნის განვითარებადი ეკონომიკისთვის უმნიშვნელოვანეს გამოწვევას წარმოადგენს.

საქართველოს, როგორც მხარე-ქვეყნის, ამოცანაა ატმოსფეროში სათბურის გაზების ემისიის შემცირება და როგორც ქვეყნის ეკოსისტემების, ასევე ეკონომიკური სექტორების კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაცია. მისათვის, რომ ქვეყანამ შეაფასოს კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებით გამოწვეული სოციალ-ეკონომიკური ეფექტი, მას ესაჭიროება კლიმატის ცვლილების სცენარები, მომავლის კლიმატის პროგნოზები, რომელებიც კლიმატური სისტემის მათემა-

ტიკური მოდელირებით მიიღება საზოგადოების სხვადასხვა სოციალ-ეკონომიკური სცენარით განვითარების პირობებში. ასეთი მოდელირებული კვლევები იძლევა მომავალი კლიმატური პარამეტრების ალბათურ ნაკრებს, რომლებზე დაყრდნობითაც ფასდება სხვადასხვა ქვეყნის მდგრადობის ხარისხი კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედებებისადმი და დგინდება მისგან გამომდინარე რისკები, მუშავდება ადაპტაციისა და უარყოფითი შედეგების შემსუბუქების სტრატეგიები ქვეყნის მდგრადი განვითარებისათვის.

ეს ყველაფერი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პატარა ზომის, მაღალმთიანი ქვეყნებისათვის, რომელთა ჯგუფსაც მიეკუთვნება საქართველო, სადაც ამინდი და კლიმატი ხშირად გადამწყვეტ როლს თამაშობს ყოველდღიურ ცხოვრებაში და რიგი ეკონომიკური სექტორების დაგეგმვა-განვითარებაში. ასეთი ქვეყნებისათვის კლიმატის ცვლილების, განსაკუთრებით კი კლიმატის ექსტრემალური მოვლენების სცენარების ცოდნა, საჭიროა თითქმის ყველა ეკონომიკური თუ სოციალური მიმართულების დაგეგმვისათვის.

როდესაც კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის პოლიტიკა მუშავდება სუბ-რეგიონების, ქვეყნების ან რეგიონების დონეზე, მაშინ საადაპტაციო ქმედებების განხორციელება უნდა მოხდეს ადგილობრივ დონეზე. ამგვარად, ადგილობრივ თვითმმართველობას უნდა გააჩნდეს კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის საკუთარი ხედვა, რომელიც მიესადაგება მის განვითარების



გეგმებსა და მიზნებს. გარდა ამისა, მუნიციპალიტეტებს უნდა გააჩნდეთ საკუთარი საშუალებები, რათა მიაღწიონ თავიანთ მიზნებს და განახორციელონ თავიანთი სამოქმედო გეგმები.

კლიმატის ცვლილების სფეროში ძირითადი პრობლემები იდენტიფიცირებულია, როგორც: ბუნებრივ ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე ზემოქმედება, ტყეებისა და მიწის დეგრადაცია, გაუდაბნობა, მყინვარების დნობა; ნიადაგის ნაყოფიერებისა და წყლის რესურსების შემცირება და გახშირებული კატასტროფები. საქართველოში კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული პრობლემებიდან უნდა გამოიკვეთოს რთული მდგომარეობა კლიმატის ცვლილების მიმართ გამოვლენილ განსაკუთრებულად მოწყვლად რეგიონებში და ნათელი სურათის არქონა კლიმატის ცვლილების შესაძლო გავლენის შესახებ საქართველოს სხვა რეგიონებსა თუ სექტორებზე. ეს რეგიონებია: სანაპირო ზონა, სემიარიდული და მაღალმთიანი რეგიონები.

საქართველოს სატყეო კონცეფცია დამტკიცებულ იქნა საქართველოს პარლამენტის 2013 წლის 11 დეკემბრის დადგენილებით. კონცეფციაში განსაკუთრებული ადგილი აქვს დათმობილი კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებასთან ტყეების ადაპტაციის საკითხს. კერძოდ, კონცეფციაში აღნიშნულია, რომ გლობალური დათბობა უკვე ახდენს გავლენას საქართველოს კლიმატზე; კლიმატის ცვლილება მნიშვნელოვან უარყოფით ზემოქმედებას მოახდენს საქართველოს ტყეებზე; უმოქმედობა ან ამ მოვლენებზე დაგვიანებული რეაგირება ტყის დიდ ფართობებს კატასტროფული დეგრადაციის საფრთხეს შეუქმნის და გამოიწვევს ტყის იმ რესურსებისა და სასარგებლო ფუნქციების მკვეთრ რაოდენობ-

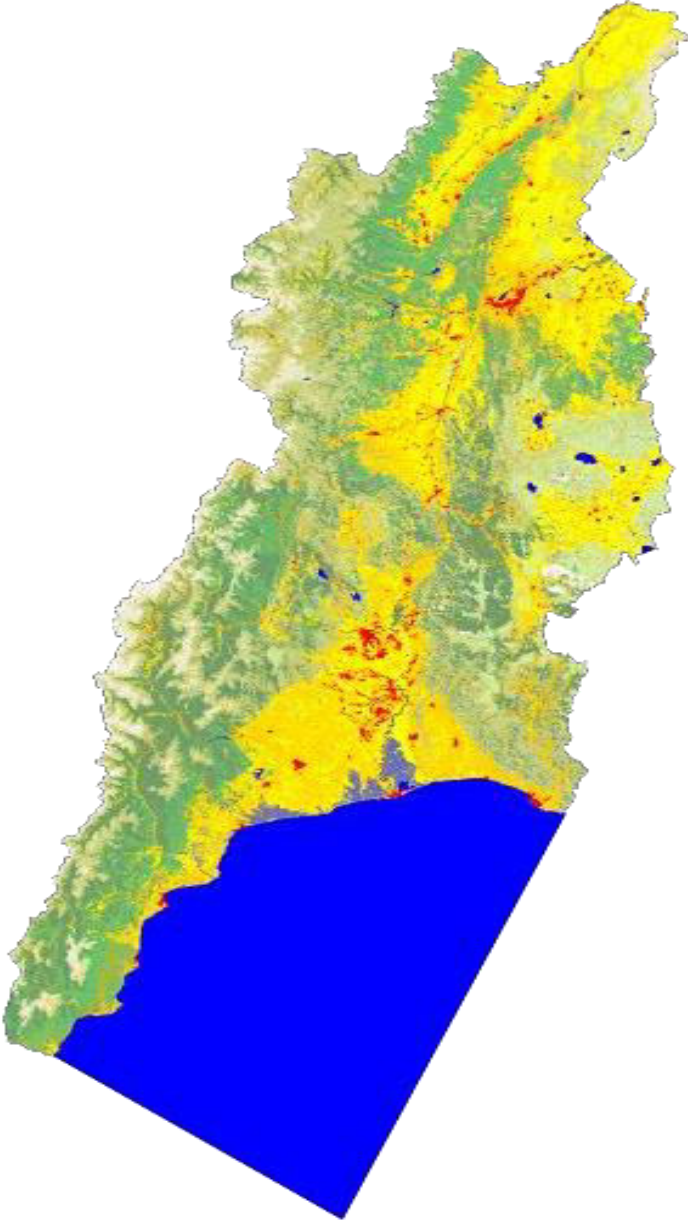
რივ და ხარისხობრივ შემცირებას, რომლებზეც მოსახლეობის დიდი ნაწილია დამოკიდებული.

ქვეყნის მასშტაბით უნიფიცირებული ინდიკატორული მონაცემების არარსებობის გამო, ტყეების ეკოსისტემების კლიმატის ცვლილებისადმი მგრძობიარობა და შესაბამისად კლიმატის ზემოქმედება ამ ეკოსისტემებზე შეფასებულია ტყის ხანძრების რისკის სავარაუდო ზრდით კლიმატის ცვლილების პირობებში. ტყის ეკოსისტემები და კლიმატის ცვლილების სხვა ასპექტები ასევე არის მიმოხილული, თუმცა ეს შედარებითი ანალიზის საშუალებას არ იძლევა და ეყრდნობა სხვა არსებულ კვლევებს ამ სექტორში.

სათბური გაზების ემისია წარმოადგენს კლიმატის ცვლილების ძირითად წყაროს, რომელიც გლობალური გამოწვევაა და ეს პრობლემა საქართველოს წინაშეც დგას. კლიმატის ცვლილება განსხვავებულად ზემოქმედებს საქართველოს ეკონომიკასა და ქვეყნის სხვადასხვა გეოგრაფიულ მხარეებზე. აღნიშნული გამოიხატება სხვადასხვა კლიმატის გამოვლენის ინდიკატორების მეშვეობით, რომლებიც საბოლოო ჯამში ახასიათებენ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების ხარისხს ქვეყანაზე.

თავის მხრივ, საქართველოს მდგომარეობის დახასიათება შესაძლებელია სხვადასხვა ფიზიკური, გარემოსდაცვითი, სოციალური, კულტურული და ეკონომიკური ხასიათის მქონე ძირითადი მაჩვენებლებით, რომლებსაც კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების მიმართ განსხვავებული მგრძობიარობა გააჩნიათ და შესაბამისი ინდი-

კატორებით ხასიათდებიან. ეს ინდიკატორები ახასიათებენ ისეთ კომპლექსურ სექტორებს/ქვესისტემებს, როგორებიცაა სოციალური სექტორი, ინფრასტრუქტურა და ბუნებრივი კატასტროფები, მრეწველობა, ტურიზმი, კულტურული მემკვიდრეობა და დაცული ტერიტორიები, სოფლის მეურნეობა და ტყის ეკოსისტემები. სურათზე 1 ნაჩვენებია მსგავსი თემატური ქვესისტემების გეოგრაფიული გავრცელება.



სურ. 1. ქვესისტემები: ურბანული ტერიტორიები (წითელი), გზები (ნარინჯისფერი), სასოფლო-სამეურნეო მიწები (ყვითელი), ბუნებრივი ეკოსისტემები (მწვანე. სხვა), ზედპირული წყლები (ლურჯი)

მოწყვლადობის შეფასების ანალიზი ჩვეულებრივ მოიცავს ადაპტაციის შესაძლებლობებს და ასევე შერბილების და ადაპტაციის ღონისძიებებსაც, მაგრამ ამ პროექტში კვლევა შემოიფარგლება მხოლოდ ზემოქმედების ანალიზის განხილვით, ხოლო მოწყვლადობის ანალიზი, მათ შორის ადაპტაციის შესაძლებლობების და შერბილების ღონისძიებების შეფასება კლიმატის ცვლილების მიმართ, მათ შორის ადაპტაციის ინდიკატორების გათვალისწინებით, მხოლოდ მომავალ კვლევაში გახდება შესაძლებელი.

ზემოთ აღნიშნულ რისკებს ასევე ემატება ტექნოგენური კატასტროფები, რომელსაც ადგილი ჰქონდა საქართველოში 2008 წლის აგვისტოს ომის დროს საქართველოსა და რუსეთს შორის საომარი მოქმედების დროს.

## 1. კლიმატის ცვლილება საქართველოში

მსოფლიოს ცალკეულმა ქვეყნებმა იმისათვის, რომ შეაფასონ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებით გამოწვეული სოციალ-ეკონომიკური ეფექტი, მათ ესაჭიროებათ კლიმატის ცვლილების სცენარები, მომავლის კლიმატის პროგნოზი, რომელიც კლიმატური სისტემის მათემატიკური მოდელირებით მიიღება საზოგადოების სხვადასხვა სოციალ-ეკონომიკური სცენარით განვითარების პირობებში. ასეთი მოდელირებული კვლევები იძლევა კლიმატის ალბათური პარამეტრების რიგს, რომლებზე დაყრდნობითაც ფასდება სხვადასხვა ქვეყნის მდგრადობა კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედების მიმართ და დგინდება მისგან გამომდინარე რისკები, მუშავდება ადაპტაციისა და უარყოფითი შედეგების შემსუბუქების სტრატეგიები.

ზემოაღნიშნული კვლევები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პატარა ზომის, მაღალმთიანი ქვეყნებისათვის, სადაც ამინდი და კლიმატი გადამწყვეტ როლს თამაშობს ყოველდღიურ ცხოვრებაში. ასეთი ქვეყნებისათვის კლიმატის ცვლილების, განსაკუთრებით კი კლიმატის ექსტრემალური მოვლენების სცენარები საჭიროა ქვეყნის ზოგადი განვითარების დაგეგმვისათვის, მაგალითად, წყლის რესურსების, სოფლის მეურნეობის, ირიგაციის, კოკისპირული წვიმებისას სავარგულების დრენაჟირების, გზების, რკინიგზისა და შენობა-

ნაგებობების დაპროექტების და ტურიზმის განვითარებისათვის.

ასეთი ქვეყნების რიცხვს მიეკუთვნება საქართველო, რომლის ტერიტორიაზე თითქმის ყველა ტიპის კლიმატს ვხვდებით, რაც განპირობებულია ერთი მხრივ, მისი გეოგრაფიული მდებარეობით შავსა და კასპიის ზღვებს შორის, ხოლო, მეორე მხრივ კი - მისი რთული რელიეფით. შავი ზღვა და კავკასიონი საქართველოს ძირითად კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორებს წარმოადგენენ. კავკასიონი ჩრდილოეთიდან ცივი ჰაერის მასების შემოჭრას აკავებს, ხოლო შავი ზღვა ტემპერატურის ზომიერ განაწილებასა და ნალექების დიდი რაოდენობით მოსვლას განაპირობებს. დასავლეთ საქართველო მიეკუთვნება ზღვის სუბტროპიკული კლიმატის ნოტიო ოლქს, სადაც გამოიყოფა 7 კლიმატური ზონა და რამდენიმე ქვეზონა, ზღვიდან დაშორებისა და ოროგრაფიის გათვალისწინებით. აღმოსავლეთ საქართველო კი ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულ კლიმატურ ოლქს ეკუთვნის, სადაც 9 კლიმატური ზონაა. საქართველოს სამხრეთით კი ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულიდან მთიანეთის მშრალ კლიმატზე გარდამავალი კლიმატის ქვეოლქია, სადაც, თავის მხრივ, 5 კლიმატური ზონა გამოიყოფა.

## 2. ტყის ეკოსისტემის მგრძობიარობა კლიმატის ცვლილების მიმართ

სატყეო მეურნეობა ქვეყნისათვის მნიშვნელოვანი დარგია. საქართველოს ტყის ფონდის მიწების საერთო ფართობი 3,007.6 ათასი ჰექტარია, რაც შეადგენს ქვეყნის მთლიანი ტერიტორიის დაახლოებით 40%-ს. აქედან ტყით დაფარულია 2,822.4 ათასი ჰექტარი, მარაგი შეადგენს 454.5 მლნ. მ<sup>3</sup>-ს. მთიანი რელიეფისა და საქართველოს ტყეების დაცვითი ფუნქციებიდან გამომდინარე ამჟამად სამეურნეო საქმიანობისთვის ხელმისაწვდომია 587.5 ათასი ჰა. ტყე წარმოადგენს სახელმწიფო საკუთრებას. ტყეების არსებობა განაპირობებს კლიმატის შერბილებას, წყლის რესურსების რეგულირებას, რეგიონისა და მუნიციპალიტეტის რეკრეაციულ პოტენციალს.

საქართველოს ტყეები რელიეფური პირობების მიხედვით იყოფა მთისა და ბარის ტყეებად. მთის ტყეებს 97% უკავია, ბარის ტყეებს კი - 3%. აქედან კოლხეთის ტყეები შეადგენს 2%-ს, 1% კი ძირითადად ალაზნის და იორის ჭალის ტყეებია. წიწვოვანი სახეობების მიერ დაკავებული ფართობი შეადგენს 15,98%-ს, შერეულ ტყეებს უჭირავთ 14.7%, ხოლო 69.32% - ფოთლოვან ტყეებს. საქართველოს ტყით დაფარული ფართობის თითქმის ნახევარი წიფელს უკავია. მიუხედავად ტყიანობის მაღალი პროცენტისა, საქართველოში ტყით დაფარული ფართობების სივრცობრივი განლაგება არათანაბარია.



## 2.1. ტყის ეკოსისტემის მგრძობიარობა ხანძრების მიმართ

საქართველოს ტყეები ქვეყნის ბუნებრივ მნიშვნელოვან სიმდიდრეს წარმოადგენს. ამჟამად ტყეებს საქართველოს ტერიტორიის დაახლოებით 40% უჭირავს. მათში მერქნის საერთო მარაგი 454.5 მლნ. მ<sup>3</sup>-ია. აქედან, წიწვიანებზე მოდის 129.2 მლნ. მ<sup>3</sup>, და ფოთლოვანებზე - 325.3 მლნ. მ<sup>3</sup>.

საქართველოს ტყეებში აღრიცხულია 800-ზე მეტი სახეობის ხე, ბუჩქი, ლიანები, გვიმრები და სხვა მრავალწლოვანი მცენარეები, რომლებიც კლიმატისა და ნიადაგის შესაბამისად სხვადასხვაგვარადაა განაწილებული ქვეყნის ტერიტორიაზე. ცხრილში 1 მოცემული ინფორმაციის ცოდნა აუცილებელია, ვინაიდან კლიმატის ცვლილებას, დიდი ალბათობით მოყვება ამ სახეობათა ურთიერთჩანაცვლება და შესაბამისად მათი გავრცელების არეალებისა და მარაგების ცვლილება. თუ სად და როგორ მოხდება აღნიშნული ცვლილებები, ეს მომავალი კვლევების საგანი უნდა გახდეს.

ტყე და კლიმატი ძლიერ ურთიერთკავშირშია. ტყეები ქმნიან როგორც მიკროკლიმატს, ასევე დიდია მათი როლი ზოგადად მსოფლიო კლიმატის ჩამოყალიბებაში. ტყე წარმოადგენს ნახშირბადის უდიდეს დამგროვებელს და ჟანგბადის მწარმოებელ ეკოსისტემას. ეს კი ხელს უწყობს ადამიანისთვის სასიცოცხლოდ აუცილებელ კლიმატის ჩამოყალიბებას დედამიწაზე. სათბური აირე-

ბის გაზრდილ ემისიებთან ერთად, კლიმატის ცვლილების მთავარი მიზეზია ბოლო ათწლეულებში მკვეთრად შემცირებული მსოფლიო ტყის საფარი. გაზრდილი ემისიების და შემცირებული საფარის გამო, ტყეების მიერ აკუმულირებული ნახშირბადი აღარ არის საკმარისი ბალანსის დაცვისთვის. ამგვარად, მდგრადი ეკოსისტემების, მათ შორის, ტყეების შენარჩუნებას დიდი მნიშვნელობა აქვს არამარტო ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციის კუთხით, არამედ - როგორც „ინსტრუმენტს“ კლიმატის ცვლილების უარყოფითი შედეგების შერბილებისთვის, ნახშირბადის შეკავებისა და კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზით.

### ცხრილი 1

საქართველოს ტყის ძირითადი მერქნიანი სახეობების მარაგები (მლნ. მ<sup>3</sup>). (წყარო: საქართველოს ანგარიში გლობალური ტყეების შეფასებისთვის /FRA 2015/)

#	სახეობა	მეცნიერული დასახელება	სახეობა (ინგლ.)	2005	2010
1	წიფელა	Fagus orientalis	Beech	225.9	231.3
2	სოჭი	Abies	Fir	76.8	75.9
3	ნაძვი	Picea spp.	Spruce	34.3	33.7
4	რცხილა	Carpinus	Hornbeam	24.9	24.6
5	მუხა	Quercus spp.	Oak	23.8	23.6
6	ფიჭვი	Pinus spp.	Pine	16.4	14.6
7	მურყანი	Alnus barbata	Alder	13.9	13.8
8	წაბლი	Castanea sativa	Chestnut	13.4	12.7
9	არყი	Betula	Birch	3.6	3.5
10	ნეკრჩხალი	Acer campestre	Maple	9.7	9.2
სხვა				13.2	11.6
სულ				455.9	454.5

საქართველოს ტყეებს თავისი წვლილი შეაქვთ კლიმატის ცვლილებასთან გამკლავებაში. აღნიშნული წვლილის გასაზრდელად საჭიროა როგორც ტყით დაფარული ტერიტორიების, ასევე ტყის პროდუქტიულობის ზრდაც, რაც, ძირითადად, ტყის ბიომასის რაოდენობაში გამოიხატება. ამჟამად საქართველოს ტყეების მიწისზედა ბიომასა შეადგენს დაახლოებით 336.8 მლნ. მეტრულ ტონას (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით), ხოლო მიწისქვეშა ბიომასა (ძირითადად ფესვები) - 87.7 მლნ. მეტრულ ტონას (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით). ამ რაოდენობის ბიომასას შეუძლია აკუმულირება გაუკეთოს დაახლოებით 212 მლნ. მეტრულ ტონა ნახშირბადს. აქედან გამომდინარე ნათლად ჩანს საქართველოს ტყეების როლი კლიმატის გაჯანსაღებაში.

ტყის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე, შეიძლება ითქვას, კარგადაა შესწავლილი და გაცნობიერებული. მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში (მაგალითად, ჩრდილო ევროპაში) ბოლო რამდენიმე წელია კლიმატის ცვლილების შედეგად ტყით დაფარული ფართობების ზრდის ტენდენცია ფიქსირდება. საქართველოში ნაკლებად არის შესწავლილი, თუ რა გავლენა ექნება კლიმატის ცვლილებას ტყეებზე, თუმცა ვარაუდის დონეზე შეიძლება ითქვას, რომ მოხდება სახეობების ურთიერთ-ჩანაცვლება და გავრცელების არეალების ცვლილება.

კლიმატის ცვლილების მხრიდან ტყეებისთვის კიდევ ერთ რეალურ საფრთხეს წარმოადგენს ტემპერატურის და, მათ შორის, ექსტრემალურად ცხელი ტემპერატურის

მატება, რამაც ნალექების კლებასა და აორთქლების ზრდასთან ერთად შეიძლება ტყის ხანძრების გაჩენის რისკი გააძლიეროს. ზოგადად ტყის ხანძრები მსოფლიო პრობლემას წარმოადგენს, პრობლემა იგი საქართველოსთვისაც. საკმარისია ითქვას, რომ საქართველოში ბოლო 15 წლის მანძილზე, წელიწადში საშუალოდ 280 ჰექტარზე ვრცელდება ტყის ხანძრები.

გარდა ამისა, კლიმატის ცვლილების შედეგად იზრდება ფიტოპათოლოგიური დაავადებების გავრცელების საშიშროებაც.

## **2.2. ტყის ეკოსისტემების შეფასების კვლევები**

საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში - კლიმატის ცვლილების გავლენა ტყის ეკოსისტემებზე - შეფასდა აჭარის, ზემო სვანეთისა და ბორჯომ-ბაკურიანის ტყის მასივების მაგალითზე. აჭარის ტყეების ეკოსისტემაზე, რომელთაც რეგიონის მთელი ტერიტორიის 66% უკავია, კლიმატის ზემოქმედების მთავარი ფაქტორებია ტემპერატურისა და ნალექების ზრდა, რამაც ბოლო რამდენიმე ათეული წლის მანძილზე გამოიწვია მავნებელ-დაავადებათა გავრცელების არეალის ყოველწლიური მატება.

ამჟამად დაავადებებით მოცული ტყეების საერთო ფართობმა ტყის ფონდის 6%-ს (192.5 ათასი ჰა) მიაღწია. რეგიონის შედარებით დაბალ ზონაში ფიტოპათოლოგი-

ური დაავადებებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებულია წაბლის ენდოტიური კიბო, ხოლო უფრო მაღლა დომინირებს ენტომოლოგიური მავნებლები - ნამვის დიდი ლაფანჭამია, მბეჭდავი ქერქიჭამია და კენწეროს ქერქიჭამია. დაბალ ზონაში, სადაც მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში ტემპერატურის ნაზარდმა  $0.5^{\circ}\text{C}$ , ხოლო წლიური ნალექების ნამატმა 8% შეადგინა, წაბლნარების მთლიანი ფართობის 28% ხმობამ მოიცვა და ეს პროცესი ყოველწლიურად იზრდება. ამავე დროს დადგენილ იქნა, რომ საშუალო წლიური ტემპერატურის მატებასთან ერთად დაავადების არეალი თანდათან მიიწევეს მაღალი მთის წაბლნარებში. გარდა ამისა, 2006-2011 წლებში აჭარის ტყეებში აღმოჩნდა ახალი დაავადებები (წაბლის ჩრჩილი, მუხის ერთფეროვანი ჩრჩილი, ბზის დაავადება), რამაც კლიმატის დათბობის ფონზე მოსალოდნელია კატასტროფული ზიანი მიაყენოს რელიქტურ და ენდემურ მასპინძელ სახეობებს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ბოლო 50 წლის მანძილზე ტყის ზედა საზღვარმა აჭარაში 300-400 მეტრით დაიწია დაბლა, რაც ძირითადად გამოწვეულია ძლიერ წვიმებთან დაკავშირებული მიწის ეროზიული პროცესებითა და ანთროპოგენური ზეწოლით (სადოვრების ჭარბი ექსპლოატაციითა და ტყეების გაჩეხვით).

კლიმატის ცვლილების პროგნოზის თანახმად, მიმდინარე საუკუნის შუა პერიოდისთვის აჭარაში მოსალოდნელია ტემპერატურის მატება  $1.5^{\circ}\text{C}$ -ით, ხოლო საუკუნის დასასრულისთვის -  $4.2^{\circ}\text{C}$ -ით. ამასთან ერთად,

მნიშვნელოვნად გაიზრდება ცხელი დღეებისა და ტროპიკული ღამეების რიცხვი, რაც ხელსაყრელ გარემოს შექმნის აჭარის ტყეებში მავნებელ-დაავადებათა შემდგომი გააქტიურებისათვის. გარდა ამისა, იგივე პერიოდისთვის, ნალექთა მცირე მატების მიუხედავად, საუკუნის ბოლოსთვის მოსალოდნელია მათი კლება დაახლოებით 10 %-ით. მომავლის ამ პროგნოზზე დაყრდნობით, დიდი ალბათობით შეიძლება ითქვას, რომ აჭარის ტყეებში გაიზრდება ხანძარსაშიშროება და მცენარეთა დაავადებები, მაგრამ შემცირდება სუბალპური ტყეების გაქრობის საშიშროება და მათი ზემო საზღვრის ქვემოთ დაწევის პროცესი. განხილულ სექტორში კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებების ჩასატარებლად მომზადდა აჭარის კლიმატის ცვლილების სტრატეგია.

ზემო სვანეთის ტყეებზე გასულ საუკუნეში კლიმატის ცვლილების გავლენის შესწავლამ აჩვენა, რომ ბორეალური ტყის სახეობები (ფიჭვი და არყი) თანდათან იკავებდა მყინვარების უკან დახევის შედეგად გამოთავისუფლებულ ადგილებს. მესტიის კლიმატურ ზონაში ბოლო ნახევარი საუკუნის მანძილზე საკმაოდ დიდ ფართობებზე არყის ხეს ჩაენაცვლა წიწვოვანი, კერძოდ, ნაძვის ხე. ასევე დადგინდა, რომ მთების ჩრდილოეთ ფერდობებზე, სადაც ადრე ნაძვნარ-სოჭნარის ზედა სარტყელი ალპური ტყის ზონის საფარში გადადიოდა, ამჟამად მთლიანად ნაძვნარ-სოჭნარის ტყეებია გავრცელებული. ანალიზმა აჩვენა აგრეთვე, რომ კლიმატის

დათბობამ, რომელმაც ბოლო ნახევარ საუკუნეში  $0.3^{\circ}\text{C}$  შეადგინა, განსაკუთრებული ზემოქმედება იქონია ზემო სვანეთში არყნარის გავრცელებაზე, რაც გამოიხატა მათი საზღვრის ზემოთ აწევაში.

კლიმატის სამომავლო ცვლილების პროგნოზის გათვალისწინებით მიღებულ იქნა დასკვნა, რომ ალპური ზონის იმ მონაკვეთში, სადაც ნაკლებია ანთროპოგენური დატვირთვა, ტყის ფართობი გაიზრდება, ხოლო ალპური საძოვრების გასწვრივ მდებარე ტყის მასივებში დათბობის კვალობაზე წარმადობის ზრდასთან ერთად გაიზრდება ბიომასის მარაგები. აღინიშნა აგრეთვე, რომ სვანეთის ტყის მასივებში არ შეიმჩნევა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ისეთი უარყოფითი გამოვლინებები, როგორიცაა ხანძრების შემთხვევათა გახშირება და მავნებელ-დაავადებათა გამრავლება, რასაც საქართველოს სხვა რეგიონებში გამოხატულად მატებისკენ აქვს ტენდენცია. ხაიმის კლიმატურ ზონაში, მესტიის ზონისგან განსხვავებით, ტყის მასივებზე კლიმატის ცვლილების გავლენის ნიშნები გამოკვეთილად არ იქნა დადგენილი. თუმცა, მესტიის ზონაში გამოვლენილი ცვლილებების გათვალისწინებით მიღებულ იქნა დასკვნა, რომ მიმდინარე საუკუნეში ხაიმის ზონაში შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს წიწვოვანთა ჩანაცვლებას ტყის ფოთლოვანი სახეობებით. რაც შეეხება ბორჯომ-ბაკურიანის ტყის ეკოსისტემას, განვლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე მასში გამოიკვეთა როგორც აბიოტური (ხანძრების შემთხვევათა ზრდა), ისე ბიოტური (მავნებელ-დაავადებათა აფეთქების სის-

ტემპური განმეორადობა) დარღვევები. აღნიშნულ პერიოდში ზაფხულის ტემპერატურამ რეგიონში 1°C-ით მოიმატა, ხოლო ნალექებმა დაიკლო 14 %-ით. გაზრდილია თითქმის ყველა დროითი მასშტაბის გვალვები, ცხელ დღეთა რიცხვმა წელიწადში 11-ით მოიმატა. ამასთან ერთად გაიზარდა უხვნალექიან დღეთა რიცხვიც.

გაანალიზებული მასალების საფუძველზე გაკეთდა დასკვნა, რომ კლიმატის ცვლილებამ ხელი შეუწყო ბორჯომ-ბაკურიანის ტყეებში ხანძარსაშიშროების ზრდასა და მავნებლებისათვის გავრცელების ხელსაყრელი კერების გაფართოებას და ეს ტენდენცია კლიმატის სამომავლო ცვლილების გათვალისწინებით კიდევ უფრო გამძლიერდება.

საერთაშორისო დონეზე ბევრი კვლევაა ჩატარებული, თუ რა გავლენა აქვს კლიმატის ცვლილებას ტყის ეკოსისტემებზე. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ევროპის გარემოს დაცვის სააგენტოს კვლევა (2012), რომელიც ხაზს უსვამს, რომ ჩრდილოეთ ევროპაში ტყის ბიომასა და ტყის ფართობები ბოლო ათი წლის მანძილზე გაიზარდა, ხოლო სამხრეთ რეგიონებში შემცირდა. სავარაუდოა, რომ იგივე რეგიონებისთვის ეს ტენდენცია მომავალშიც უნდა შენარჩუნდეს. საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება ევროპის ჩრდილოეთი რეგიონებისთვის დამახასიათებელ ტენდენციას აფიქსირებს საქართველოს მთიანი რეგიონებისთვის, კერძოდ, მესტიის მუნიციპალიტეტისთვის. აგრეთვე, იგივე ევროპული კვლევა აღნიშნავს, რომ ხმელთაშუა ზღვის რეგიონში



1980-2000 წლებში ხანძრების რაოდენობამ ჯერ მოიმატა, ხოლო შემდგომ დაიკლო და იქვე აღნიშნულია, რომ ევროპის სამხრეთ რეგიონებში დეგრადირებული ტყის ეკოსისტემებზე ხანძრებს გაცილებით მეტი ზემოქმედება აქვს, ვიდრე ჯანსაღზე.

აღსანიშნავია ტყის ხანძრებთან დაკავშირებით კავ-კასიის არასამთავრობო ორგანიზაციათა ქსელის (CENN) მიერ ჩატარებული კვლევა. ნაშრომში წარმოდგენილია საქართველოს რუკები ტყეების არსებული ხანძარსა-შიშროების კლასიფიკაციით, რომელიც აღნიშნავს, რომ ყველაზე ხანძარსაშიში ტერიტორია საქართველოში არის სამხრეთ-აღმოსავლეთი საქართველოს მუნიციპალიტე-ტები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ანალიზის დროს არ არის გამოკვეთილი ცალკე ტყის ხანძრების კატეგორია. დოკუმენტი საინტერესოა იმიტაც, რომ ანალიზის ჩასა-ტარებლად იყენებს გეოინფორმაციულ სისტემებს, თუმცა, აღნიშნული კვლევა არ გვამლევს ინფორმაციას, თუ როგორ შეიცვლება ხანძრის გაჩენის რისკები კლიმატის ცვლილების პირობებში. სწორედ ეს საკითხია განხილული წინამდებარე ნაშრომში, რისთვისაც კლიმა-ტური ცვლილების მოდელირების და შეფასების მეთოდოლოგიის საფუძველზე ტყის ეკოსისტემებისთვის შემუშავებულია აგრეგირებული და ვიზუალიზებულია მგრძობიარობისა და ზემოქმედების სათანადო ინდიკა-ტორები და ინდექსები.

### 2.3. მგრძობიარობის ინდიკატორები

ტყის ეკოსისტემების კლიმატის ცვლილების მიმართ მგრძობიარობის შესაფასებლად როგორც აღინიშნა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემდეგი რაოდენობრივი ინდიკატორები:

- ა) ხანძრების სიხშირისა და რაოდენობის ცვლილება, შედეგად ხანძრებით დაზიანებული ფართობებით;
- ბ) ტყეების გავრცელების ტერიტორიებისა და ფართობების ცვლილებით;
- გ) ფიტოპათოლოგიური დაავადებების სიხშირისა და რაოდენობის ცვლილებით და ასევე დაზიანებული ფართობებით.

დასახული ამოცანებიდან გამომდინარე, რომელიც გულისხმობდა მუნიციპალიტეტების ტყის ეკოსისტემების კვლევას და ამდენად აუცილებელი იყო თითოეული ინდიკატორისთვის რაოდენობრივი მონაცემის შეგროვება, ტყეების მგრძობიარობა კლიმატის მიმართ შეფასდა მუნიციპალიტეტებში ტყის ხანძრების რაოდენობითა (ტყის ხანძრების ინდიკატორი) და ტყით დაფარული ფართობების წილით (ტყის ფართობის ინდიკატორი).

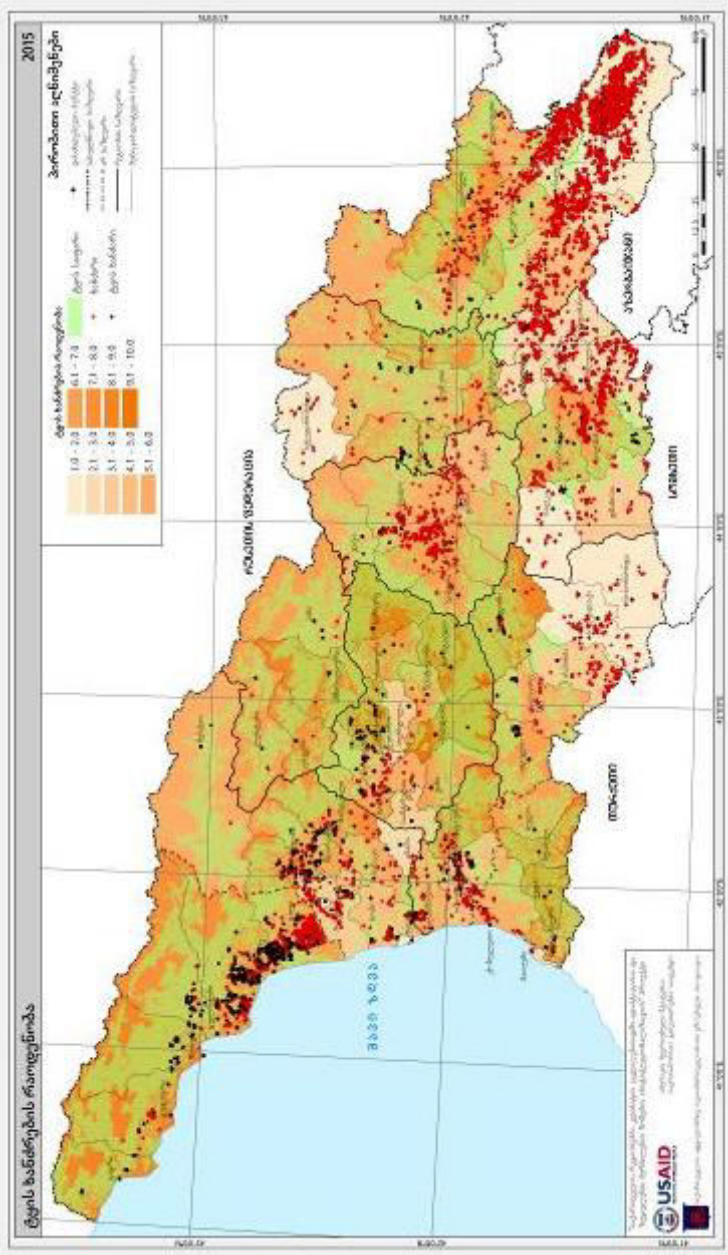
ხელმისაწვდომი ინფორმაციის საფუძველზე გამოყვანილ იქნა შემდეგი რაოდენობრივი მგრძობიარობის ინდიკატორები:

1. ტყის ხანძრების რაოდენობის ინდიკატორი - მუნიციპალიტეტში ტყის ხანძრების რაოდენობა (ნორმალიზაციით 1-დან 10-მდე);

2. ტყის ფართობის ინდიკატორი - მუნიციპალიტეტში ტყეებით დაკავებული ფართობის შეფარდება მუნიციპალიტეტის ფართობთან (ნორმალიზაციით 1-დან 10-მდე).

რამდენადაც საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტროს საგანგებო სიტუაციების მართვის სააგენტოსა და საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს ტყის ეროვნული სააგენტოდან მიღებული მონაცემები მხოლოდ 2010-2015 წლების პერიოდს მოიცავს და მონაცემები რაოდენობრივად მწირია (საბაზო ინფორმაცია ბოლო 5 წლის მონაცემებით მუნიციპალიტეტების მიხედვით ხელმისაწვდომი იყო მხოლოდ 6 მუნიციპალიტეტისთვის), მიღებული იქნა გადაწყვეტილება ტყის ხანძრებისა და გატყიანების ინდიკატორებისათვის გამოყენებული ყოფილიყო სატელიტური დაკვირვების მონაცემები. კერძოდ, ტყის ხანძრების რაოდენობრივი მაჩვენებლების დასადგენად მუნიციპალიტეტების მიხედვით გამოყენებულ იქნა აშშ-ს აერონავტიკისა და კოსმოსური სივრცის კვლევის ეროვნული სამმართველოს (NASA) ხანძრების ინფორმაციული სისტემა რესურსების მართვისათვის (FIRMS). აღნიშნული სისტემა მოიცავს 2000-2015 წლების პერიოდში MODIS-ის თანამგზავრით 1 კმ სიზუსტით დამზერილი ხანძრების/სითბური ანომალიების სატელიტური დაკვირვებების მონაცემებს (მე-5 ვერსია). მონაცემები, ბუნებრივია, შეიცავს როგორც ტყის ფართობებზე, ისე დანარჩენ ტერიტორიებზე დაფიქსირებულ ხანძრებს.

აღნიშნულ პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე საერთო ჯამში 6,000 ხანძარი იქნა რეგისტრირებული. საერთო ბაზიდან ტყის ხანძრების გამოსაყოფად ტყის დაფარულობის სამი სხვადასხვა წყარო იქნა გამოყენებული: მიწის დაფარულობის 350 მ და 30 მ რეზოლუციის გლობალური მონაცემები (შესაბამისად 2009 წლის [http://due.esrin.esa.int/page\\_globcover.php](http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php) და 2010 წლის <http://www.globallandcover.com> მონაცემები), აგრეთვე GIZ-ის მიერ „სამხრეთ კავკასიის ბიომრავალფეროვნების პროგრამის“ ფარგლებში საქართველოსთვის დამუშავებული ტყის დაფარულობის რუკა (2011 წელი, რეზოლუცია 5 მეტრი). ამ სამი ფენის გამოყენებით, ვექტორული ანალიზის საფუძველზე შესაბამისად გამოყოფილ იქნა 1019, 789 და 644 ხანძარი. სამუშაო ვერსიად მიღებული იქნა ხანძრების გამოყოფის უმცირესი მაჩვენებელი, რომელიც იმავდროულად ტყის დაფარულობის საუკეთესო მაჩვენებელს შეესაბამება (GIZ-ის მონაცემები).



სურ. 2. ტყის ხანძრების რაოდენობის გამოყოფა და ინდიკატორის ვიზუალიზაცია  
(წყაროები: NASA, GIZ)

მე-2 სურათზე ნაჩვენებია 2000-2015 წლების პერიოდში რეგისტრირებული ყველა ხანძარი (წითელი წერტილები), მათ შორის გამოყოფილია ტყის ხანძრები (შავი წერტილები), ნაჩვენებია ტყით დაფარულობის გამოყენებული ფენა (წყარო: GIZ) და გათვლილი და ვიზუალიზებულია ტყის ხანძრების რაოდენობის ინდიკატორი (მუნიციპალიტეტების მიხედვით, ნორმალიზებული 1-დან 10-მდე) ტყით დაფარულობის იგივე ფენა იქნა გამოყენებული ტყის ფართობის უგანზომილებო ინდიკატორის გასათვლელად ანუ, მუნიციპალიტეტში ტყეებით დაკავებული ფართობის შეფარდება მუნიციპალიტეტის ფართობთან, ასევე ნორმალიზებული 1-დან 10-მდე, იხ. სურათი 3.

და ბოლოს, ხანძრების მიმართ ტყის ეკოსისტემების მგრძობიარობის შესაფასებლად გამოყვანილ იქნა მგრძობიარობის აგრეგირებული ინდექსი, რისთვისაც გამოთვლილ იქნა ტყის ხანძრების რაოდენობისა და ტყის ფართობის ორი ინდიკატორის გეომეტრიული საშუალო (თანაბარი წონით), იხილეთ სურათი 4.







### 3. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება საქართველოს ტყის ეკოსისტემებზე

#### 3.1. ტყის ეკოსისტემებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შეფასების მეთოდოლოგია

ტყის ეკოსისტემებზე კლიმატის ცვლილების პოტენციური ზემოქმედების შესაფასებლად ორ საპროგნოზო პერიოდში 2021-2050 და 2071-2100 წლების მგრძობიარობის აგრეგირებულ ინდიკატორს (ტყის ხანძრების რაოდენობა და დაზიანებული ფართობები) შეეფარდა კლიმატის გამოვლენის ინდიკატორები:

1. საპროგნოზო პერიოდებში ტემპერატურების სეზონური (ზაფხულის) ცვლილება (ექსპოზიციის ნორმალიზებული მაჩვენებლები ინდიკატორი);
2. საპროგნოზო პერიოდებში ნალექების სეზონური (ზაფხულის) ცვლილება (ექსპოზიციის ნორმალიზებული მაჩვენებლები 1-დან 10-მდე).

ამ ინდიკატორების შეწონვის საფუძველზე მიღებული იქნა კლიმატის გამოვლენის აგრეგირებული (ტემპერატურა - 50%, ნალექები - 50%) ინდექსი (ნორმალიზებით 1-დან 10-მდე), რომელიც დაუკავშირდა ტყის მგრძობიარობის ინდექსს.

ისე, როგორც სოფლის მეურნეობის სექტორში, წინამდებარე მეთოდის საშუალებას იძლევა შეფასდეს ტყის სექტორის მდგომარეობა საპროგნოზო პერიოდის ბოლოსთვის, საბაზისო მდგომარეობის გათვალისწინებით.

### 3.2. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება ტყის ეკოსისტემაზე

მიუხედავად იმისა, რომ კლიმატის ცვლილებას ტყის ლანდშაფტებსა და ეკოსისტემებზე მრავალმხრივი ზემოქმედება აქვს, ამ ანგარიშში განხილულია მხოლოდ სეზონური (ზაფხულის) ტემპერატურისა და ნალექების ცვლილების ზემოქმედება ტყის ხანძრების რისკის ზრდის კონტექსტში (იხ. სურათი 5 და 6).

სურათი 5 ასახავს ზაფხულის ტემპერატურის (50%) და ნალექების ცვლილების (50%) თანაბარშეწონილი გეომეტრიული გასაშუალოებით მიღებული აგრეგირებული ინდექსის ზემოქმედებას ტყის ხანძრებზე 2021–2050 წლებში. რუკას საფუძვლად დაედო საბაზისო პერიოდში ტყის რესურსების მგრძნობიარობა ხანძრების მიმართ. ტყის ხანძრების წარმოშობის ან გაძლიერების რისკის (ზემოქმედების აგრეგირებული ინდექსის) განსაზღვრას საფუძვლად დაედო 2000-2015 წლების საბაზისო პერიოდის მონაცემები – ტყის ხანძრების სატელიტური დაკვირვებით მიღებული რაოდენობა, სივრცულად გამოყოფილი 2011 წლის 5 მ რეზოლუციის ტყის დაფარულობის ვექტორული ფენით. კლიმატის ცვლილებისა და სენსიტიურობის ინდიკატორების აგრეგირების შედეგად მიღებულ იქნა ტყის ხანძრების რაოდენობის ნორმალიზებული ინდექსები ტემპერატურისა და ნალექიანობის ცვლილების

გათვალისწინებით. იგულისხმება, რომ ტემპერატურის ზრდით ტყის ხანძრების რისკი შესაბამისად იზრდება.

ზემოქმედების აგრეგირებული 1-დან 10-მდე ნორმალიზებული ინდექსის ანალიზით (სურ. 6) ვასკვნით, რომ კლიმატის ცვლილების 1-ლ საანგარიშო პერიოდში 2021–2050 წლებისათვის ტყის ხანძრების რისკის უპირატესი ზრდა მოსალოდნელია აღმოსავლეთ საქართველოს ტყით დაფარულ ტერიტორიებზე, ისევე როგორც სურამის ქედის გასწვრივ სამხრეთიდან ჩრდილოეთ მიმართულებით და ქედის მიმდებარე აგრეთვე დასავლეთ საქართველოს ტყეებით დაფარულ მასივებში. ტყის ხანძრების რისკი მომატებული იქნება აგრეთვე აჭარის მთიანეთსა და რაჭა-ლეჩხუმში.

ზემოქმედების აგრეგირებული 1-დან 10-მდე ნორმალიზებული ინდექსის ანალიზით (სურ. 7) ცხადი ხდება, რომ კლიმატის ცვლილების მე-2 საანგარიშო პერიოდში - 2071–2100 წლებისათვის - ტყის ხანძრების მომატებული რისკი აღმოსავლეთ საქართველოსა და სურამის ქედის ტყის მასივებიდან დასავლეთ საქართველოსკენაც გადინაცვლებს, მოიცავს რაჭა-ლეჩხუმის, იმერეთის, სამეგრელოსა და აჭარის მთიანეთის უმეტეს ნაწილს და ზემოქმედებას იქონიებს აფხაზეთისა და სვანეთის კავკასიონის ტყით დაფარულ მასივებზეც.

ყველა მუნიციპალიტეტში აუცილებელია ტყის მასივების გაწმენდა დაგროვილი ხანძარსაშიში ხმელი ნარჩენებისაგან და მათი უტილიზაცია უსაფრთხო ადგილზე; ტყის ხანძრების შემცირების მიზნით ტყის მასივებსა და

მიმდებარე სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს შორის ხანძარსაწინააღმდეგო ბუფერული ზონების მოწყობა; ხანძარსაწინააღმდეგო უსაფრთხოების ნორმების ცოდნის გავრცელება მოსახლეობაში, ტყეების ინვენტარიზაცია და ტყეების მდგომარეობის მონიტორინგი, ხანძრების სრულფასოვანი მონაცემთა ბაზისა და სატელიტურ და საველე დაკვირვებათა ურთიერთჰარმონიზებული გრძელვადიანი დროითი რიგის განვითარება.

საქართველოს ტყეები, როგორც ითქვა, მდიდარია ბიომრავალფეროვნებით. აქ გვხვდება შემორჩენილი ხემცენარეების ენდემური და რელიქტური სახეობები, როგორცაა კოლხური ბზა, ურთხმელი და სხვა არსებული ეკოსისტემა ჩამოყალიბდა სხვადასხვა ბუნებრივი ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებით და წონასწორობაშია სტაბილური კლიმატის წყალობით. კლიმატის ცვლილების შედეგად ამ წონასწორობას საფრთხე ემუქრება. მნიშვნელოვნად იცვლება არამარტო ტყეების კლიმატური რეჟიმი, არამედ ტყის ეკოსისტემის მდგრადი ფუნქციონირებით განმაპირობებელი სხვა ბუნებრივი კომპონენტებიც (რელიეფი, წყლის რესურსების ხელმისაწვდომობა და რაოდენობა, ნიადაგი და სხვა). აქედან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ტყის ეკოსისტემა, დაცული ტერიტორიების მსგავსად, მგრძნობიარეა კლიმატის ცვლილების თითქმის ყველა გამოვლენის მიმართ. როგორც აღინიშნა, ტყეებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესაფასებლად ხანძრების სიხშირისა და რაოდენობის და, შედეგად, დაზიანებული ფართობების გარდა

გამოიყენება სხვა მგრძობიარობის ინდიკატორებიც, როგორებიცაა ტყეების გავრცელების ტერიტორიებისა და ფართობების ცვლილება, ფიტოპათოლოგიური დაავადებების სიხშირისა და რაოდენობის ცვლილება და სხვა.

ამდენად, ტყის ეკოსისტემებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების მოკლევადიანი პირდაპირი ეფექტები შეიძლება იყოს შემდეგი: სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივება, დაავადებების გავრცელება და სიხშირე, ხანძრების სიხშირე და მათ შედეგად დაზიანებული ფართობების ზრდა; ხოლო ტყის ეკოსისტემის დაბალანსებული ფუნქციონირების დარღვევისა და ტყის დეგრადაციის შედეგად: სათბურის გაზების ემისიის ზრდა, ბუნებრივი კატასტროფების რაოდენობის მატება, წყლის რესურსების რაოდენობისა და ხელმისაწვდომობის შემცირება.









## 4. გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ- ეკონომიკური ზარალის შეფასება და მთის ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიისაგან დამცავი ღონისძიებები

### 4.1. გადამწვარი ტყის მასივების საერთო შეფასება

საქართველოში 2008 წლის აგვისტოს თვეში საომარი მოქმედებების შედეგად ბორჯომისა და გორის რაიონებში გამოწვეულმა ხანძრებმა, რომლებმაც მოიცვა თითქმის 1003 ჰა ტყის მასივი, გამოიწვია ბუნებრივი პირობებისა და ნიადაგის წყალ-ფიზიკური თვისებების კატასტროფული გაუარესება, ზოგ შემთხვევაში მისი ჰუმუსოვანი 2-10 სმ ფენის პრაქტიკულად მთლიანი გამოწვა. შეიქმნა ეროზიული პროცესების, ნაღვარელების, ხევების, მეწყრების წარმოშობის საშიშროება, ღვარცოფებისა და წყალდიდობების წარმოქმნის საუკეთესო პირობები, მკვეთრად გაუარესდა გარემოს მდგრადობა.

როგორც ცნობილია, ჩვენს პლანეტაზე ტყე გავრცელებულია ყველა კონტინენტზე და მას უკავია ხმელეთის 30%. რაც შეეხება საქართველოს, იგი ევროპაში ერთ-ერთ ტყიან ქვეყნად ითვლება (საქართველოში ტყე განთავსებულია მთლიანი ტერიტორიის 39,8 %-ზე) და მას მეოთხე ადგილი უკავია ფინეთის (71%), შვედეთის (51%) და ლიტვის (44%) შემდეგ.

მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ ტყის 1 ჰა ფართობს წელიწადში შეუძლია შთანთქმოს 13-17 ტ ნახშირორჟანგი და გამოიმუშავოს 10-15 ტ ჟანგბადი. ამასთან ერთად

აუცილებელია ავღნიშნოთ, რომ 1 ჰა ტყე წელიწადში მოიხმარს 13-18 მ<sup>3</sup> წყალს, ნიადაგში აბრუნებს 40-51 მ<sup>3</sup>-ს და შეიცავს 150 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის მარაგს. საინტერესოა ის ფაქტიც, რომ ერთი თანამედროვე ტიპის თვითმფრინავი 8-10 საათის ფრენის დროს შთანთქავს 35 ტ ჟანგბადს, რასაც გამოყოფს 1 ჰა ტყე მთელი წლის განმავლობაში.

საქართველოში 2008 წ. საომარი მოქმედებების შედეგად და 2017 წელს ტყეში გაჩენილი ხანძრები უახლოეს 2-3 წელიწადში გავლენას იქონიებს არამარტო მინერალური, არამედ იმ წყაროების წყლის დებეტზეც, რომლებიც მონაწილეობენ ადგილობრივი მდინარეების ხარჯის ფორმირებაში.

ყველაფერმა ამან ერთად მკვეთრად გააუარესა რეგიონის რეკრეაციული პირობები, გამოიწვია მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური ზარალი.

სურ. 8-ზე ნაჩვენებია გორის მიმდებარე ტერიტორიაზე გადამწვარ ტყეში ფიჭვის ნარგავები, სურ. 9-ზე - წაღვერის მიმდებარე ტერიტორიაზე, სოფ. დაბას ტყეში დამწვარი ხის ნარჩენები; სურ. 10-ზე - სოფ. დაბაში გადამწვარი ტყის მასივები, ხოლო სურ. 11-ზე - ამავე ტყეში დამწვარი ნიადაგის ნიმუშის აღება.

საქართველოს პრემიერ-მინისტრის 2008 წლის 29 აგვისტოს #252 ბრძანებულების თანახმად წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი აქტიურად იყო ჩართული საქართველოში საომარი მოქმედებების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზარალის დადგენის საქმეში.



**სურ. 8. გორის მიმდებარე ტერიტორია ხარძრის შემდეგ**



**სურ. 9. დამწვარი ხის ნარჩენები სოფელ დაბას ტყეში**



სურ. 10. სოფელ დაბას (წაღვერი) მიმდებარე ტერიტორია ხანძრის  
შემდეგ



სურ. 11.

**დამწვარი ნიადაგის ნიმუშის აღება სოფელ დაბას ტყეში  
(მარჯვნიდან აკად. თ. ურუშაძე, პროფ. გ. გავარდაშვილი)**

საქართველოში ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში დაფიქსირებული ტყის ხანძრების სტატისტიკური მონაცემები მოყვანილია ცხრილში, სადაც 2017 წლის ივლისის თვის მონაცემებით ხანძრის შედეგად ტყის ფართობი განადგურდა - 1300 ჰა-მდე. 2017 წლის მონაცემებში არ არის დაფიქსირებული ავისტოს თვის ბორჯომის ხანძრის შედეგები.

ცხრილში #2 მოცემულია ბოლო 6 წლის განმავლობაში საქართველოში გადამწვარი ტყეების ფართობები შესაბამისი ტყის ხანძრების რაოდენობით, ხოლო სურ. 12-ზე მოცემულია 2017 წლის 20 აგვისტოს ბორჯომის ტყეებში გაჩენილი ხანძრების ამსახველი მასალა.

**ცხრილი 2**

**ტყის ხანძრების სტატისტიკური მონაცემები**

წელი	შემთხვევა	ფართობი (ჰა)
2012	11	198,95
2013	35	87,62
2014	69	705,14
2015	62	169,40
2016	43	212,20
2017	20	769,00



**სურ. 12. 2017 წლის 20 აგვისტოს ტყის ხანძარი  
ბორჯომის ხეობაში**

## 4.2. ბორჯომისა და გორის რაიონებში ტყის მასივების გადაწვისას ტერიტორიის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის კომპლექსური შეფასება

ტყის და ნიადაგის ჰუმუსოვანი ფენის განადგურების შედეგად, ასევე წყლის რესურსების შემცირებით გამოწვეული დანაკარგები განისაზღვრება პირდაპირი გადაანგარიშებით (განადგურებული რესურსების რაოდენობის ნამრავლით მის ღირებულებაზე).

რაც შეეხება ბუნებრივი ტყის ლანდშაფტის რეკრეაციული შესაძლებლობების მკვეთრი გაუარესების შედეგად გამოწვეულ დანაკარგებს, მათი სიდიდე ჯამდება 50-100 წლის განმავლობაში, რაც აუცილებელია ადრე არსებული ტყიანი საფარის ბუნებრივი აღდგენისათვის. აღნიშნული სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულით:

$$Y = \frac{\Pi \cdot S}{E}, \text{ (მლნ. ლარი)} \quad (1)$$

სადაც  $Y$  არის სანიტარულ-საკურორტო მეურნეობის ზარალი;  $\Pi$  - რეკრეაციული ობიექტის ფუნქციონირების შედეგად მიღებული შემოსავალი;  $S$  - შემოსავლების სიდიდეში რეკრეაციული ბუნებრივი ფაქტორების შეტანის მახასიათებელი კოეფიციენტი;  $E$  - დროის ფაქტორის აღწერის ნორმა (დისკონტის ნორმა) - 1/წელიწადი.

$\Pi$  სიდიდე განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$\Pi = I \times P \times Z \times T, \quad (2)$$

სადაც  $I$  რეკრეაციული ობიექტის მომსახურების ფასში მოგების წილია;  $P$  - დამსვენებელთა საშუალო რაოდენობა დღეში;  $Z$  - რეკრეაციული ობიექტის მომსახურების ფასი;  $T$  - რეკრეაციულ ობიექტზე დამსვენებლის ყოფნის დროის პერიოდი.

ეკონომიკურ ზარალთან ერთად, აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს სოციალური ზარალიც, რომელიც გამოწვეულია საჰაერო აუზის ქიმიური დაბინძურებით და ლანდშაფტების ესთეტიკური ფასეულობების გაუარესებით.

მიუხედავად იმისა, რომ სოციალური ზარალის რაოდენობრივ შეფასებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს, დღემდე არ არის მიღებული მისი გამოთვლის მეთოდიკა.

დღესდღეობით, სოციალური დანაკარგი (ზარალი) შეიძლება განისაზღვროს პირდაპირ ჯანმრთელობაზე განხორციელებული ხარჯების ზრდით და გამოითვლება ფორმულით:

$$Y_{\text{სოც}} = \frac{\alpha \cdot N \cdot K}{E} \quad (\text{მლნ. ლარი}), \quad (3)$$

სადაც  $\alpha$  ჯანმრთელობაზე დანახარჯების კოეფიციენტია;  $N$  - ადგილობრივ მცხოვრებთა რაოდენობა;  $K$  - საშუალო დანახარჯი მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე წლის განმავლობაში, ლარი/კაცი;  $E$  - დისკონტის ნორმა.



### 4.3. ბორჯომის ხეობაში ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება

- ბორჯომის ხეობაში ხანძრის შედეგად დაზიანდა ტყის 950 ჰა, მათ შორის მთლიანად დაიწვა 250 ჰა. განადგურდა 290 ათასი მ<sup>3</sup> ხე-ტყე, რამაც განსაზღვრა ზარალი

$$Y_3 = 290,0 \text{ ათასი მ}^3 \times 500 \text{ ლარი/მ}^3 = 145,0 \text{ მლნ. ლარი} \quad (4)$$

სადაც 500 ლარი/მ<sup>3</sup> ხე-ტყის რესურსული ფასია;

- 950 ჰა ფართობზე მთლიანად ან ნაწილობრივ დაიწვა საშუალოდ 0.2 მ სისქის ნიადაგი. ჰუმუსოვანი ფენის დაკარგვით გამოწვეული ზარალი საორიენტაციო მონაცემებით შეადგენს:

$$Y_3 = 9\,500\,000 \text{ მ}^2 \times 0,2 \text{ მ} \times 100 \text{ ლარი/მ}^3 = 190,0 \text{ მლნ. ლარი}; \quad (5)$$

- წყლის რესურსების შემცირებით გამოწვეული ზარალი შეადგენს:

$$Y_3 = 50 \text{ მ}^3 \times 850 \text{ ჰა} \times 4,965 \text{ ლარი/მ}^3 = 0,235 \text{ მლნ. ლარი}; \quad (6)$$

სადაც 4,956 ლარი 1 მ<sup>3</sup> წყლის რესურსული ფასია;

- სანიტარულ-საკურორტო მეურნეობის ზარალი, რომელიც გამოითვლება (1.1) და (1.2) ფორმულებით, შეადგენს:

$$Y_{სკ} = 0,3 \times 5,0 \text{ ათ. ადამ.} \times 50 \text{ ლარი} \times 90 \text{ დღე} \times 1,0 : 0,01 =$$

$$= 675,0 \text{ მლნ.ლარი} \quad (7)$$

- სოციალური ზარალის სიდიდე განისაზღვრება (1) ფორმულით:

$$Y_{სოც} = 0,3 \times 5000 \text{ კაცი} \times 150 \text{ ლარი} : 0,02 =$$

$$= 11.250 \text{ მლნ.ლარი} \quad (8)$$

ამრიგად, ბორჯომის ხეობაში ტყის განადგურების შედეგად გამოწვეული ჯამური ზარალი შეადგენს - 1 021 485 მლნ ლარს.

#### 4.4. გორის რაიონში ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება

- გორის რაიონში ხანძრის შედეგად დაზიანდა დაახლოებით ტყის 53 ჰა (მათ შორის, 50 ჰა ატენის ხეობაში). განადგურდა 16 ათასი მ<sup>3</sup> ხე-ტყე, რამაც განსაზღვრა ზარალი:

$$Y_3 = 16,0 \text{ ათასი მ}^3 \times 500 \text{ ლარი/მ}^3 = 8,0 \text{ მლნ. ლარი}; \quad (9)$$

- 53 ჰა ფართობზე მთლიანად ან ნაწილობრივ დაიწვა საშუალოდ 0,2 მ სისქის ნიადაგი. ჰუმუსოვანი ფენის დაკარგვით გამოწვეული ზარალი საორიენტაციო მონაცემებით შეადგენს:

$$Y_3 = 530\,000 \text{ მ}^2 \times 0,2 \text{ მ} \times 100 \text{ ლარი/მ}^3 = 10,6 \text{ მლნ. ლარი}; \quad (10)$$

- წყლის რესურსების შემცირებით გამოწვეული ზარალი შეადგენს:

$$Y_3 = 50 \text{ მ}^3 \times 53 \text{ ჰა} \times 4,95 \text{ ლარი/მ}^3 = 0,013 \text{ მლნ. ლარი}; \quad (11)$$

- სანიტარულ-საკურორტო მეურნეობის ზარალი, რომელიც გამოითვლება (1) და (2) ფორმულებით, შეადგენს:

$$Y_{სკ} = 0,3 \times 1,0 \text{ ათ. ადამ.} \times 50 \text{ ლარი} \times 90 \text{ დღე} \times 1,0 : 0,01 = 135,0 \text{ მლნ. ლარი}. \quad (12)$$

- სოციალური ზარალის სიდიდე იანგარიშება (3) ფორმულით და შეადგენს:

$$Y = \frac{0,1 \times 50000 \text{ კაცი} \times 150 \text{ ლარი}}{0,02} = 37,5 \text{ მლნ ლარი}. \quad (13)$$

ამგვარად, გორის რაიონში ტყის განადგურების შედეგად გამოწვეული ჯამური ზარალი შეადგენს 191,113 მლნ ლარს.

#### 4.5. გადამწვარ ტერიტორიებზე ნიადაგის ეროზიული პროცესების პროგნოზირება

ბორჯომისა და გორის რაიონებში გადამწვარი ნიადაგის გეოეკოლოგიური შეფასების მიზნით, წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების მიერ განხორციელდა ექსპედიციები 2008 წლის აგვისტო-ნოემბერში. ადგილზე აღებულ იქნა გადამწვარი ნიადაგის სინჯები (სურ. 13-14) და ინსტიტუტში ჩატარებული ლაბორატორიული კვლევის ანალიზის საფუძველზე დად-

გინდა: ბორჯომის ხეობაში (წალვერი-დაბის ტერიტორიაზე) მომხდარი ხანძრის შემდგომ მდგომარეობის შესწავლის მიზნით, განხორციელდა ნიმუშიდან გამოწურვის ქიმიური ანალიზი, რომლის მონაცემებიც ადასტურებს, რომ ნიმუშში ადვილად ხსნადი მარილების საერთო რაოდენობა ნიადაგის ზედა ფენებში შეადგენს 2 %-ს; ჰუმუსის შემცველობა ძალიან მცირეა და 1.25 %-ს აღწევს. ნიადაგი უმეტესად კარბონატულია და ღარიბია საკვები ელემენტებით. შთანთქმული  $Na$ -ის რაოდენობა ტევადობის 2.34%-ს შეადგენს, რაც დასაშვებ ნორმაზე მეტია. ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მცირე რაოდენობით სოდის შემცველობა, საერთო ტუტიანობა საკმაოდ მაღალია და ტოქსიკურ ზღვარს აღწევს; ქლორის შემცველობა სიღრმით მატულობს და მცენარეებისათვის საშიშ ზღვარზე მეტია. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე, შესწავლილ ნიადაგს დაკარგული აქვს სტრუქტურა და ხასიათდება წყლისა და ქარისმიერი ეროზიის მიმართ დიდი სენსიტიურობით.

ეროზიული პროცესების შესწავლის მიზნით გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ წალვერის მიმდებარე ტერიტორიაზე, სოფ. დაბაში მდ. ნიაღვრის ღელეს, ე.წ. მტს-ის ღელეს და რუსის ღელეს წყალშემკრებ აუზებში ნალექების წლიური მაქსიმალური მაჩვენებელი იცვლება 600-800 მმ/წელიწადში, ხოლო ბორჯომის რაიონში ნალექების განაწილება თვეების მიხედვით მოცემულია მე-3 ცხრილში, ნალექების განაწილების ციკლოგრამა კი - მე-15 სურათზე.



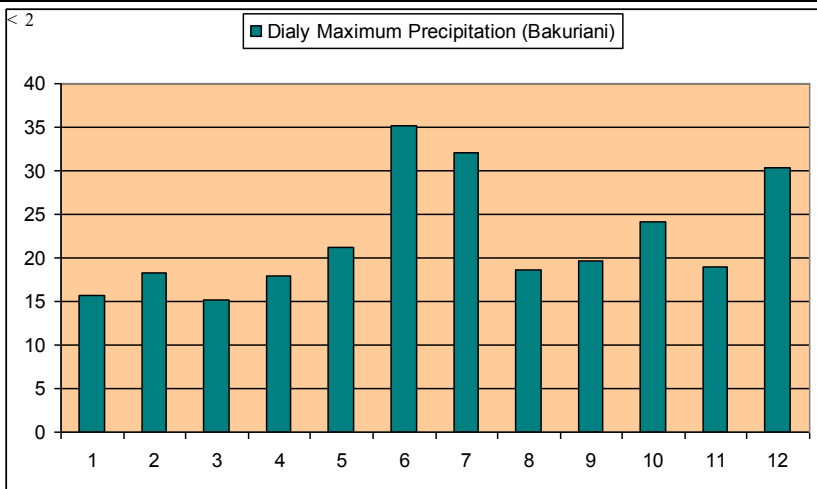
სურ. 13. გორის მიმდებარე ტერიტორიაზე გადამწვარი ნიადაგის ზედაპირი



სურ. 14. სოფელ დაბაში გადამწვარი ნიადაგის ზედაპირი

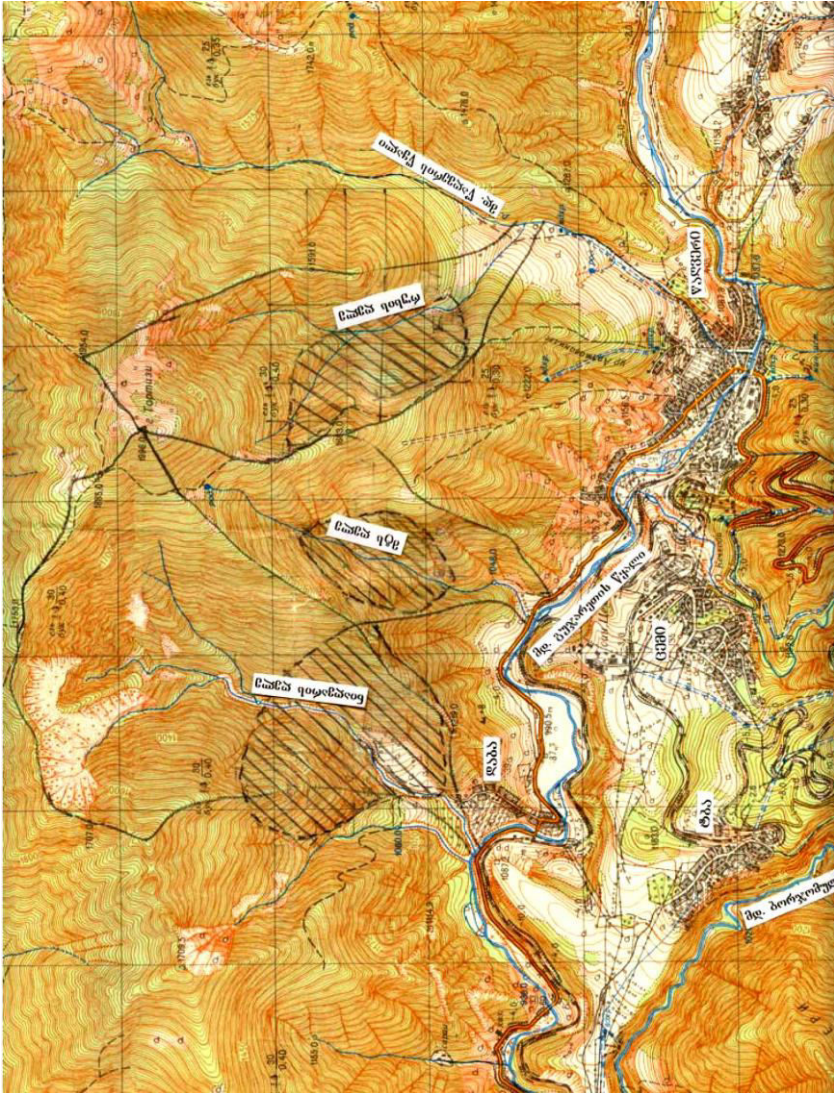
ცხრილი 3  
წლიური მაქსიმალური ნალექების განაწილება  
თვეების მიხედვით

სადგურის დასახელება	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ბაკურიანი	15,7	18,2	15,2	17,9	21,2	35,2	32	18,7	19,7	24,2	18,9	30,3



სურ. 15. ნალექების განაწილების ციკლოგრამა

საველე გამოკვლევებისა და ტოპოგრაფიული რუკის გამოყენებით (სურ. 16) დადგინდა, რომ მდ. ნაღვარევის წყლის წყალშემკრები აუზის მთლიანი ფართობი არის  $F_0 = 4.313$  კმ<sup>2</sup>, გადამწვარი ფართობისა კი -  $F_1 = 1,25$  კმ<sup>2</sup>, ხოლო სენსიტიური ფართობი -  $F_2 = 0,95$  კმ<sup>2</sup>. ანალოგიური მაჩვენებლები ე.წ. მტს-ის ხევისათვის -  $F_0 = 1.656$  კმ<sup>2</sup>,  $F_1 = 0.52$  კმ<sup>2</sup>,  $F_2 = 0,41$  კმ<sup>2</sup>, ხოლო რუსის დელეს შემთხვევაში -  $F_0 = 2.375$  კმ<sup>2</sup>,  $F_1 = 0.66$  კმ<sup>2</sup> და  $F_2 = 0,44$  კმ<sup>2</sup>.



სურ. 16. ტოპოგრაფიული რუკა

ბორჯომის რაიონში 2008-2009 წლებში ჩატარებული საველე-სარეკოგნოსცირებო კვლევების ანალიზის შედეგად შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა: ბორჯომის რაიონში მდ. ნაღვარევის, მდ. მტს-ის ღელესა და მდ. რუსის ღელეს წყალშემკრებ აუზში ხანძრისაგან დაიწვა 950 ჰა ტყის მასივი, აქედან მთლიანად გადამწვარი ტყის 250 ჰა (2,50 კმ<sup>2</sup>) ფართობიდან სენსიტიურ უბნებად დავაფიქსირეთ 191 ჰა (1.91 კმ<sup>2</sup>), ე.ი. მთლიანი გადამწვარი ფართობის 84 % (ცხრ. 4).

**ცხრილი 4**  
**მთის ფერდობის გეომეტრიული მაჩვენებლები**

წყალშემკრების აუზის დასახელება	ფერდობის პროექცია	ფერდობის დაწყებისა და დამთავრების ნიშნული ზღვის დონიდან (მ)		ფერდობის სიგრძე (მ)	ფერდობის კანობი	ფერდობის დახრის კუთხე (გრად)
ნაღვარევის ღელე	მარჯვენა	1475	1105	875	0,423	25 <sup>0</sup> 00'
	მარცხენა	1375	1105	625	0,432	25 <sup>0</sup> 40'
მტს-ის ღელე	მარჯვენა	1375	1125	500	0,500	30 <sup>0</sup> 00'
	მარცხენა	1425	1125	375	0,733	47 <sup>0</sup> 10'
რუსის ღელე	მარჯვენა	1588	1250	575	0,587	36 <sup>0</sup> 00'
	მარცხენა	1450	1250	360	0,555	33 <sup>0</sup> 40'

ეროზიის კოეფიციენტის (E) დასადგენად ვსარგებლობთ შემდეგი დამოკიდებულებით:



$$E = [0,58 + 1,40(F_2 / F_1)](t/T)^{0,21} , \quad (14)$$

სადაც  $F_1$  არის წყალშემკრები აუზის გადამწვარი ფართობი (კმ<sup>2</sup>);  $F_0$  - მთლიანი წყალშემკრები აუზის ფართობი (კმ<sup>2</sup>);  $t$  - საანგარიშო დროის ელემენტარული პერიოდი (წელი);  $T$  - საპროგნოზო დროის მთლიანი პერიოდი (წელი).

(14) დამოკიდებულებისა და ინგლისელი მეცნიერის, პროფ. რ. მორგანის ეროზიული სკალის გამოყენებით მიღებული გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.

ცხრილი 5  
ეროზიის პროგნოზი

ეროზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობა (E)	2009	2010	2011	2012	2013	ეროზიის კლასი რ. მორგანის მიხედვით	ეროზიის ინტენსივობა წელიწადში (ტ/ჰა)
მდ. ნაღვარევის წყლის წყალშემკრები აუზი	0,95	1,11	1,21	1,27	1,34	3	5÷10
მდ. მტს-ის ღელეს წყალშემკრები აუზი	0,56	0,65	0,71	0,75	0,79	2	2÷5
მდ. რუსის ღელეს წყალშემკრები აუზი	0,47	0,56	0,60	0,64	0,67	2	2÷5

ეროზიის კლასი ამჯერად მეორე რიგისაა (პროფ. რ. მორგანის სკალის მიხედვით), რომლის შესაბამისი ერო-

ზიის ინტენსივობა წელიწადში ჯერჯერობით ნაკლებია 2,5 ტ/ჰა-ზე. ამ რეგიონში ინტენსიური წვიმების გათვალისწინებით (პროგნოზით წვიმის მაქსიმალური ინტენსივობა უტოლდება  $K = 0,195$  მმ/წმ), შესაძლებელია უფრო გაძლიერდეს ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიული პროცესები, რაც კიდევ უფრო დაამძიმებს იქ არსებულ ეკოლოგიურ მდგომარეობას.

#### **4.6. ეროზიის საწინააღმდეგო რესურსმზოგი ინოვაციური კონსტრუქციები და მათი დაპროექტების მეთოდები**

ეროზიული პროცესების პროგნოზირებისა და მათი საწინააღმდეგო ღონისძიებების დაპროექტებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავებას ყოფილ საბჭოთა კავშირში, და მათ შორის საქართველოშიც, საფუძველი ჩაუყარა მსოფლიოში ცნობილმა მეცნიერმა, აკადემიკოსმა ცოტნე მირცხულავამ. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, დამოუკიდებელ საქართველოში (1992 წ.) წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში მისი ხელმძღვანელობითა და უშუალო მონაწილეობით „საქართველოს ნიადაგების ეროზიისაგან დაცვის სახელმწიფო მიზნობრივი პროგრამის“ დამუშავება, რომელიც დამტკიცებულია საქართველოს პრეზიდენტის შესაბამისი ბრძანებულებით.

ბორჯომის რაიონში ხანძრის ზონებში ჩატარებულმა ექსპედიციურმა გამოკვლევებმა დაადასტურა, რომ რეგი-

ონი განთავსებულია ტყის ზედა სარტყლის ლანდშაფტში, გარშემორტყმულია საშუალო სიმაღლის მთებით და დაფარულია რცხილნარ-წიფლნარი და ზოგან ფიჭვნარი ტყით. რაც შეეხება ნიადაგებს, აქ ძირითადად გავრცელებულია ღია და გაეწრებული საშუალო და მცირე სისქის ტყის ყომრალი ნიადაგი.

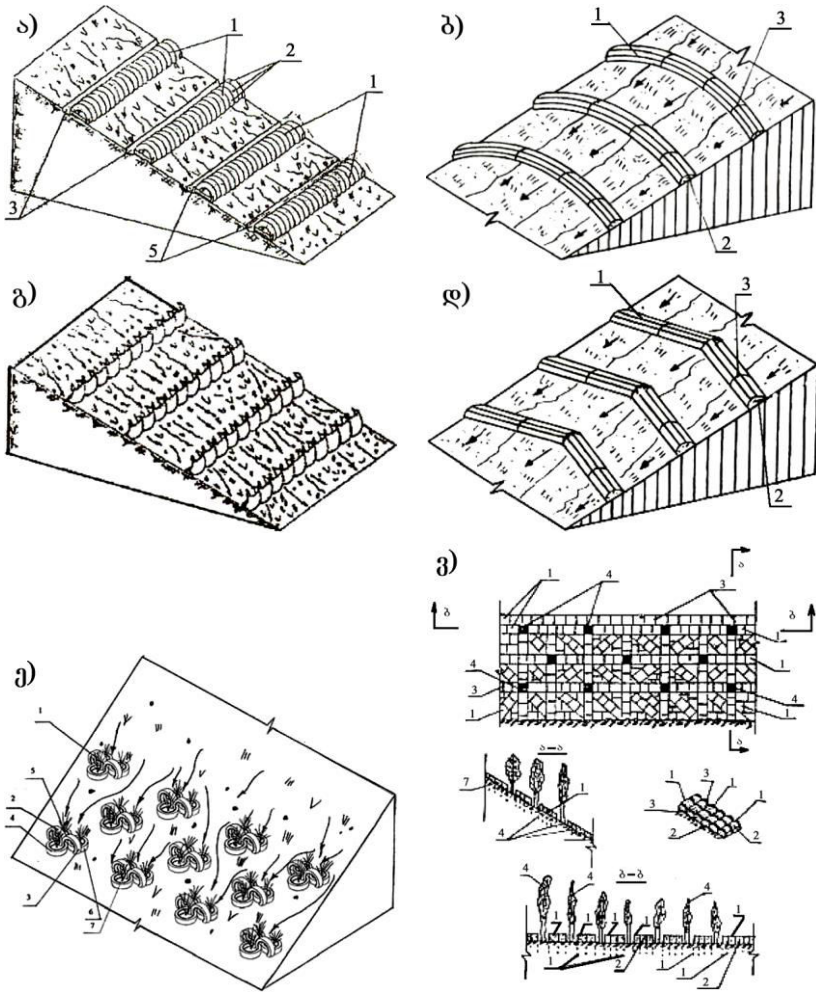
საველე და კარტოგრაფიული მონაცემების ერთობლივი დამუშავებით დადგინდა მდ. ნალვარევის ღელის, მდ. მტს-ის ღელისა და მდ. რუსის ღელის წყალშემკრები აუზის გადამწვარ ფართობებზე განთავსებული მთის ფერდობების დახრის კუთხის მნიშვნელობები, რომელთა მაჩვენებლებიც მოცემულია ცხრილში 5.

წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავებულია მთელი რიგი წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგო რეკონსტრუქციები, რომელთა მეცნიერულ-ტექნიკური სიახლის პრიორიტეტებიც დამოწმებულია საქართველოსა და საზღვარგარეთის საპატენტო მოწმობებით.

მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა (სურ. 17 - ა) წარმოადგენს მთის ფერდობის მთელ სიგანეზე რიგებად დამონტაჟებულ ავტომობილის ამორტიზებული საბურავებისაგან შედგენილ სექციებს; გამოყენებული საბურავები განლაგებულია გვერდითი ზედაპირებით ერთმანეთზე მიჯრით, ჩალაგებულია გრუნტის თხრილში და მჭიდროდაა დაკავშირებული ერთმანეთთან ლითონის ბაგირებით, რომლებიც გატარებულია საბურავებში წინასწარ გაკეთებულ ნახვრეტებში, შემოხვეულია სექციის ერთ

ბოლოზე მიმაგრებულ ლითონის II-სებრ ელემენტზე და ბოლოები ხისტადაა ჩამაგრებული სექციის მეორე ბოლოზე დაყენებულ II-სებრ ელემენტზე ქანჩითა და ჭანჭიკით; ამასთან, ნაგებობიდან წყლის ნაკადის გაყვანის მიზნით, ნაგებობის ზედა ბიეფში მოწყობილია წყალამრიდი არხები (გ. გავარდაშვილი, ლ. წულუკიძე. საქართველოს პატენტი #1080 U).

ეროზიის საწინააღმდეგო ზვინულები (სურ. 17 - ბ და დ), რომლებიც შედგება მიწის ტომრებისაგან, მთის ფერდობზე განლაგებულია სხვადასხვა კონფიგურაციით, რაც უზრუნველყოფს ინტენსიური წვიმების შედეგად წარმოშობილი წყლის ზედაპირული ნაკადების კინეტიკური ენერჯის ჩაქრობას. მიწის (გ. გავარდაშვილი. საქართველოს პატენტი #U925). ზვინულებს შორის მანძილი და მათ შორის მცენარეული საფარის განახლება ხორციელდება ქვემოთ განხილული შესაბამისი მეთოდოლოგიით. მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა (სურ. 17 - გ) შედგება ავტომობილის ამორტიზებული, დიამეტრზე გაკვეთილი საბურავებისაგან, რომლებიც ერთი ბოლოთი გრუნტში ხისტადაა ჩამაგრებული ერთმანეთთან მიჯრით, ხოლო მეორე, ნიადაგის ზემოთ დარჩენილი ნაწილი მიმართულია მთის ფერდობზე მოსული ინტენსიური წვიმების შედეგად წარმოშობილი წყლისმიერი ზედაპირული ეროზიის საწინააღმდეგოდ (გ. გავარდაშვილი, ლ. წულუკიძე. საქართველოს პატენტი #1118 U).



სურ. 17. ეროზიის საწინააღმდეგო ახალი კონსტრუქციები

მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობა (სურ. 17 - ე) შედგება ჭადრაკულად განლაგებული ავტო-

მოხილის ამორტიზებული საბურავებით შედგენილი სექციებისაგან, რომელთაგან ორი ჩამაგრებულია დიამეტრის სიგრძის დაახლოებით 1/3 ნაწილით და მუშა ზედაპირებით ერთმანეთთან მიჯრით დაკავშირებულია ისე, რომ მათი დიაგონალი მართობული იყოს ფერდობის სიბრტყესადმი, ხოლო მესამე განთავსებულია ნიადაგის ზედაპირზე და გაყრილია ნიადაგში ჩამაგრებული საბურავების ღრუ ტანში, დანარჩენი საბურავები კი განლაგებულია გვერდითი ზედაპირების ერთმანეთთან მიჯრით ნიადაგის სიბრტყეზე ისე, რომ მათი მუშა ზედაპირები მოთავსებულია ნიადაგში ჩამონტაჟებული საბურავების შიგა მხარეს. მთის ფერდობის ზედაპირზე განლაგებულ საბურავებში სექციების მდგრადობის გასაძლიერებლად ჩარგულია მცენარეები (გ. გავარდაშვილი, ლ. წულუკიძე, ნ. გავარდაშვილი, ლ. კინგი, მ. შეფერი. საქართველოს პატენტი #P 4554).

მთის ფერდობის ეროზიის საწინააღმდეგო ახალი მოწყობილობა (სურ. 17 - ვ) უზრუნველყოფს გრუნტის ნაწილაკების ადგილზე შეკავებას, ეწინააღმდეგება ეროზიის გავრცელებას მთის ფერდობზე, ქმნის მცენარისათვის ნორმალურ ეკოლოგიურ გარემოს და ხასიათდება დაბალი სამშენებლო და სამონტაჟო ხარჯებით (გ. გავარდაშვილი, რ. შარანგია. საავტორო მოწმობა #1783042). ნაგებობა შედგება პოლიეთილენის ტომრებისაგან, რომლებიც შევსებულია ადგილობრივი გრუნტით. ტომრები გრუნტის ზედაპირზე დამაგრებულია ლითონის სამაგრებით, ხოლო თა-

ვისუფალ ადგილებში - ჭადრაკულადაა დარგული მცენარეები.

წარმოდგენილი ახალი კონსტრუქციები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც წყალამრიდი ზვინულეზის, ისე სხვადასხვა ცალკეული ღონისძიებების სახით; ხოლო ეროზიულ ფართობებზე, სენსიტიური უბნების დადგენის შემდეგ შეირჩევა, თუ რომელ კონსტრუქციას გაეწიოს რეკომენდაცია და შემდეგ ეტაპზე ხორციელდება მისი დაპროექტება.

მთის ფერდობის ტოპოგრაფიული, გეოლოგიური, ნიადაგობრივი, კლიმატური, ჰიდროლოგიური და ფერდობზე ფორმირებული ზედაპირული წყლის ნაკადის ჰიდრაულიკური პარამეტრების მხედველობაში მიღებით, აკად, ც. მირცხულავას მეთოდოლოგიის გამოყენებით წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დადგინდა ზვინულეზს შორის ის კრიტიკული ურთიერთდაშორება (მანძილი)  $X_0$ , რომელიც უზრუნველყოფს ნიადაგის დაცვას წყლისმიერი ეროზიული პროცესებისაგან:

$$X_0 = \frac{V_{\Delta 0}^{5,4} (BH_0 + 1)^{2,7} n^{4,4} \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{2,25 \ln^2(1 - R) dtg^{0,8} sq}, \quad (მ) \quad (15)$$

სადაც  $V_{\Delta 0}$  ნიადაგის ზღვრული (არაგამრეცხი) ფსკერული სიჩქარეა (მ/წმ);  $B$  - ფერდობის სიგანე, რომელიც იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$B = \frac{156250}{wdt}, \quad (16)$$

სადაც  $w$  ნაკადის პულსაციის სიხშირის საშუალო მნიშვნელობაა (1/წმ);  $B$  - ნიადაგის მოწყვეტილი ნაწილაკის ზომა (მ);  $t$  - მოცემული ინტენსივობის წვიმის ხანგრძლივობა, წმ;  $H_0$  - ნაკადულის ფსკერის წარეცხვის დასაშვები სიმაღლე, მ;  $n$  - ფერდობის ხორკლიანობის კოეფიციენტი;  $\alpha, \beta$  - ფერდობის ზედაპირის უსწორობის მახასიათებელი კოეფიციენტები (მოხუნული ნიადაგისათვის  $\alpha=13,4$ ;  $\beta=17,6$ );  $R$  - ეროზიის თვალსაზრისით ფერდობის საიმედოობა;  $s$  - ფერდობის დახრის კუთხე (გრადუსი);  $q$  - ფერდობის ჩამონადენი (მ/წმ).

თუ გავითვალისწინებთ აკად. ც. მირცხულავას მიერ რეკომენდებულ არაგამრეცხი ფსკერული სიჩქარეების მნიშვნელობებს: ქვიშნარი ნიადაგებისათვის - 0,11 მ/წმ, თიხნარებისათვის - 0,115 მ/წმ, ხოლო თიხებისათვის - 0,12, მაშინ (15) დამოკიდებულებით გამოთვლილი ეროზიის საწინააღმდეგო ზვინულებს შორის მანძილის ოპტიმალური მნიშვნელობები მოყვანილია მე-6 ცხრილში. მიღებული მონაცემები შედარებულ იქნა მცენარეული საფარის არმქონე ფერდობებზე ქვიშნარი ნიადაგის პირობებისათვის, მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერების რ. მორგანის, რ. მარშალის და USLE-ის მონაცემებთან. ანალიზით დადგინდა, რომ აკად. ც. მირცხულავას მეთოდოლოგია უფრო მისაღებია, რადგან, გარდა ეროზიის განმსაზღვრელი მი-



რითადი პარამეტრებისა, ანგარიშში გათვალისწინებულია ეროზიული პროცესების ალბათური ხასიათიც.

რაც შეეხება ეროზიის საწინააღმდეგო ნაგებობების სამშენებლო-სამონტაჟო ღირებულებას, იგი წინასწარი გაანგარიშებით, ერთი გრძივი მეტრის მოწყობისას არ აღემატება 12÷25 ლარს.

**ცხრილი 6**

**ეროზიის საწინააღმდეგო ზვინულებს შორის მანძილი (მ)**

ფერდობის ქანობი (გრად.)	ქვიშნარი		თიხნარი		თიხები	
	$V_{\Delta 0}=0,11$ (მ/წმ)		$V_{\Delta 0}=0,115$ (მ/წმ)		$V_{\Delta 0}=0,12$ (მ/წმ)	
	$R=0,95$	$R=0,99$	$R=0,95$	$R=0,99$	$R=0,95$	$R=0,99$
5	39,1	16,6	49,7	21,1	62,6	26,6
10	22,5	9,5	28,6	12,1	35,9	15,3
15	16,2	6,9	20,6	8,8	26,0	11,0
20	12,9	5,5	16,4	7,0	20,6	8,8
30	9,3	4,0	11,9	5,0	14,9	6,3
40	7,4	3,1	9,4	4,0	11,9	5,0
50	6,2	2,6	7,9	3,3	9,9	4,2
60	5,4	2,3	6,8	2,9	8,6	3,6
70	4,7	2,0	6,0	2,6	7,6	3,2

ნახანძრალ მთის ფერდობებზე წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგოდ, ასევე ნიადაგ-გრუნტის ეკოლოგიური წონასწორობის აღდგენის მიზნით შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა ტიპის გეოხალიჩები, მათ შორის „ლუფაერომატის“ ტიპის.

#### 4.7. ბორჯომის მუნიციპალიტეტის დაბა წალვერის ტერიტორიაზე გადამწვარი ტყის მასივების მთის ფერდობებზე 2010 წლის არსებული მდგომარეობის შეფასება

საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის 2010 წლის 20 აგვისტოს ბრძანების (#ი-427) თანახმად, რომელიც დაკავშირებულია 2008 წლის აგვისტოს თვეში რუსეთის სამხედრო აგრესიის შედეგად ბორჯომის მუნიციპალიტეტის დაბა წალვერის ტერიტორიაზე გადამწვარი ტყის მასივების მთის ფერდობებზე არსებული მდგომარეობის შეფასებასთან, 2010 წლის 23 აგვისტოს საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის მიერ შექმნილი კომისიის წევრების მიერ განხორციელდა მივლინება დაბა წალვერში.

ადგილზე ჩატარებული საველე-სარეკოგნოსცირებო კვლევებისა და გადამწვარ ტყის ფერდობებზე 2008-2010 წლებში ნიადაგის ზედაპირიდან აღებული ნიმუშების ლაბორატორიული გამოკვლევების შემდეგ შეიძლება ავღნიშნოთ:

1. ბორჯომის მუნიციპალიტეტის სოფელ დაბასა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე მდ. გუჯარეთის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობებზე ნიადაგ-გრუნტი დამწვარია 0.15-0,50 მ-ის სიღრმეზე (სურ. 18-19).



სურ. 18. 2008 წლის 27 სექტემბერი



სურ. 19. 2010 წლის 23 აგვისტო

2. 2008 წლის სექტემბერსა და 2010 წლის 23 აგვისტოში სოფ. დაბის მიმდებარე ტერიტორიაზე აღებული ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგებიდან შეიძლება დავასკვნათ: ანიონებიდან #1 და #3 ნიმუშში ყველაზე დიდი რაოდენობითაა მოდის  $\text{SO}_4^{2-}$  (67,58÷69,58%), ხოლო #2 ნიმუშში  $\text{Cl}^-$  (69,5%). მომდევნო ადგილი #1 და #3 ნიმუშში  $\text{Cl}^-$ -ს უკავია. ამდენად, ნიადაგის ზედაპირი სულფატურ-ქლორიდული, პრაქტიკულად არადაამლაშებული ხასიათისაა. კათიონებიდან წყლის გამონაწურში წამყვანი ადგილი  $\text{Na}^+$ -ს უკავია, ანუ მთის ფერდობის ნიადაგის ზედაპირის დამლაშება გამოწვეულია ძირითადად გლაუბერის მარილით და ქლორიდებით. ნიადაგი ბიცობებს განეკუთვნება. ბიცობები შთანთქმული  $\text{Na}^+$ -ის გავლენით არამტკიცე სტრუქტურით ხასიათდება და ყოველი წვიმის შემდეგ იკეთებს ქერქს, რაც ცუდად მოქმედებს მცენარეებზე, იწვევს მცენარის მექანიკურ დაზიანებას. გარდა ამისა, ფერდობის ზედაპირზე ქერქის გაჩენა აძლიერებს წყლის ზედაპირულ აორთქლებას, ყოველივე ეს კი ზრდის მთის ფერდობზე ეროზიული პროცესების გააქტიურებას;
3. მთის ფერდობის ეროზიული პროცესების პროგნოზირების მიზნით გამოყენებულია აკადემიკოს ც. მირცხულავას, ინგლისელი პროფ. რ. მორგანისა და წინამდებარე მონოგრაფიის ავტორის მეთოდოლოგია, რომლის რიცხობრივი მაჩვენებლებიც მოცემულია მე-7 ცხრილში.

ცხრილი 7  
ეროზიული პროცესების პროგნოზი

ეროზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობა (E)	2009	2010	2011	2012	2013	ეროზიის კლასი რ. მორგანის მიხედვით	ეროზიის ინტენსივობა წელიწ. (ტ/ჰა)
მდ. ნადვარევის წყლის წყალშემკრები აუზი	0,95	1,11	1,21	1,27	1,34	3	5 - 10
მდ. მტს-ის ღელეს წყალშემკრები აუზი	0,56	0,65	0,71	0,75	0,79	2	2 - 5
მდ. რუსის ღელეს წყალშემკრები აუზი	0,47	0,56	0,60	0,64	0,67	2	2 - 5

ეროზიის კლასი ამჯერად მეორე რიგისაა (პროგ. რ. მორგანის მიხედვით), რომლის შესაბამისი ეროზიის ინტენსივობა წელიწადში ჯერჯერობით ნაკლებია 2-5 ტ/ჰა-ზე. ამ რეგიონში ინტენსიური წვიმების გათვალისწინებით (პროგნოზით წვიმის მაქსიმალური ინტენსივობა უტოლდება 0,195 მმ/წმ-ს), შესაძლებელია უფრო გაძლიერდეს ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიული პროცესები, რაც კიდევ უფრო დაამძიმებს იქ არსებულ ეკოლოგიურ მდგომარეობას.

- სამწუხაროდ, ჩვენ მიერ ჩატარებული 2008 და 2009 წლის მეცნიერული კვლევების საფუძველზე არ განხორციელდა შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები, რის შედეგადაც 2010 წლის გაზაფხულზე, ეროზიული

პროცესების გააქტიურების შედეგად მდ. ნაღვარევის წყლის წყალშემკრებ აუზში განხორციელდა მთის ფერდობების ჩამონგრევა-ჩამოშვავება და ზედაპირული წყლის ნაკადების მიერ ტრანსპორტირებულ იქნა დამწვარი და წაქცეული ხის ნარჩენები (სურ. 20-23), რის შედეგადაც ჩამოყალიბდა სხვადასხვა სიმძლავრის ღვარცოფები. ამჟამად ღვარცოფული მასით მთლიანად არის შევსებული მდ. ნაღვარევის წყლის კალაპოტი და საშიშროების წინაშე დგას მთლიანად სოფელ დაბის მოსახლეობა.

წინასწარი გაანგარიშებით მდ. ნაღვარევის წყლის კალაპოტი ღვარცოფული მასით სიგრძეზე შევსებულია 1,5 კმ მანძილზე, მდინარის საშუალო განივი კვეთის ფართობით 8 მ<sup>2</sup>. შესაბამისად ღვარცოფის მიერ გამოტანილი ინერტული მასის საორიენტაციო მოცულობამ შეადგინა - 12000 მ<sup>3</sup>.

თუ ჩავატარებთ მიღებული მონაცემების ანალიზს, დავრწმუნდებით რომ ეროზიული პროცესების გააქტიურებით უკვე ჩამოყალიბდა მთის ფერდობების ისეთი დესტრუქციული პროცესები, როგორცაა ფერდობის ჩამონგრევა-ჩამოშვავება და, აქედან გამომდინარე, ღვარცოფული პროცესების ფორმირება.



**სურ. 20. მთის ფერდის ჩამონგრევა-ჩამოშვავება.  
2010 წლის 23 აგვისტო**



**სურ. 21. ღვარცოფული მასა მდ. ნაღვარევის წყლის  
კალაპოტში. 2010 წლის 23 აგვისტო**



**სურ. 22. მდინარის კალაპოტში ტრანსპორტირებული ხის ნარჩენები (23.08.2010)**



**სურ. 23. მდ. ნაღვარევის წყლის კალაპოტში (23.08.2010)**

ამრიგად წარმოდგენილი მეთოდოლოგიით შესაძლებელია შეფასდეს ტყის ხანძრების შედეგად მიყენებული ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალი და განხორციელდეს მთის ფერდობებზე გადამწვარი ნიადაგ-გრუნტის წყლისმიერი ეროზიის კონტროლი ინოვაციური ეროზიის საწინააღმდეგო კონსტრუქციების გამოყენებით.



## 5. კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ტყის ეკოსისტემების რისკების შემცირებაზე მიმართული რეკომენდაციები

### 5.1. სატყეო მეურნეობა და ეკოსისტემების დაცვა

საქართველოს ეროვნული სატყეო კონცეფცია და ბიომრავალფეროვნების სტრატეგია არის იშვიათი იმ პოლიტიკის დოკუმენტთაგან, რომლებიც კლიმატის ცვლილების ფორმალური აღიარების გარდა, გვთავაზობენ გარკვეულ კონკრეტულ ქმედებებს ამ გამოწვევის საპასუხოდ. ბიომრავალფეროვნების კონცეფცია ასევე ასახელებს ტყის ეკოსისტემებს, როგორც ყველაზე უფრო მოწყვლადს კლიმატის ცვლილების მიმართ.

სატყეო კონცეფცია ხაზს უსვამს, რომ კლიმატის ცვლილებაზე დაგვიანებული რეაგირება ტყის ფართობებს კატასტროფული დეგრადაციის საფრთხეს შეუქმნის და გამოიწვევს ტყის იმ რესურსებისა და სასარგებლო ფუნქციების მკვეთრ რაოდენობრივ და ხარისხობრივ შემცირებას, რომლებზედაც მოსახლეობის დიდი ნაწილია დამოკიდებული. ამ კონცეფციიდან და ჩატარებული კვლევიდან გამომდინარე შემდეგი მნიშვნელოვანი ქმედებებია განსახორციელებელი:

- საქართველოს ტყეების მდგომარეობის, ტყის რესურსებისა და საქართველოს ტყეებისგან მიღებული სარგებლის შესახებ ეროვნული ანგარიშის მომზადება, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების უარყო-

ფიტი ზემოქმედებისადმი საქართველოს ტყეების ადაპტაციის შესაძლო სტრატეგიის მომზადება ეროვნულ და საერთაშორისო წყაროებში არსებული ინფორმაციის გამოყენებით;

- ტყის კორომებისთვის კატეგორიების მინიჭება ტყის შემადგენლობისა და კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის მიხედვით და მოწყვლადი ტყის კორომებისთვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გეგმების შემუშავება და განხორციელება;
- ტყის სხვადასხვა ტიპისთვის მდგრადი მართვის, მათ შორის, კლიმატის ცვლილებისადმი საქართველოს ტყეების ადაპტაციის, ზომებისა და სახელმძღვანელო პრინციპების შემუშავება და დამტკიცება;
- ტყის აღდგენა-გაშენება, ურბანული გარემოს გამწვანება, სატყეო პლანტაციების და ზოგადად ხეების, მათ შორის ხეხილის ბაღების გაშენება, რაც შეიძლება გაკეთდეს აგრეთვე გამოუყენებელ სასოფლო-სამეურნეო მიწებზეც;
- ტყის მართვის ორგანოებისა და ტყითმოსარგებლების უზრუნველყოფა მოწყვლადობის შეფასების საუკეთესო მეთოდებით, აგრეთვე მათთვის ხის სახეობების გავრცელების გარემოს მახასიათებლებისა და წარმოშობის შესახებ ინფორმაციის მიწოდება; ამასთან დაკავშირებით ტყეებსა და ტყის ფუნქციებზე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების ზემოქმედების შესახებ და, მასთან, ადაპტაციის

გზების თაობაზე კვლევითი პროგრამების განხორციელება.

**სასურველია ასევე შემდეგი ქმედებების განხორციელება:**

- კლიმატგონივრული ტყის რესურსების გამოყენების პრაქტიკის დამკვიდრება სატყეო მეურნეობის განვითარების სტრატეგიისა და სამოქმედო გეგმის მნიშვნელოვანი კომპონენტი უნდა გახდეს;
- კვლევის შედეგად უნდა შეფასდეს კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება სატყეო მეურნეობაზე და ტყის ეკოსისტემებზე. შეიქმნას საინფორმაციო ბაზა კლიმატის ცვლილებისა და სტიქიური მოვლენების შედეგად გამოწვეული ნეგატიური ზეგავლენის შესახებ. პრაქტიკაში დაინერგოს აგროკლიმატური მონიტორინგის, ანალიზის, შედეგების საკომუნიკაციო და სხვა მონაცემების შესახებ ინფორმაციის მიწოდების სისტემა;
- აუცილებელია, შემუშავდეს და დამტკიცდეს ტყის რესურსების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის ინდიკატორები, რომელთა მიხედვითაც შეგროვდება არაკლიმატური მონაცემების ისტორიული რიგები, რომელთა გამოყენებაც შესაძლებელი იქნება ანალიზის დროს, მათ შორის გეოინფორმაციული (GIS) ანალიზის დროს;
- საგანგებო სიტუაციების მართვის და სატყეო სამსახურების მიერ ტყისა და სასოფლო-სამეურნეო

ხანძრების სატელიტური დაკვირვებების IN-SITU ვალიდირების კოორდინირებული და ეფექტური სისტემის ჩამოყალიბება, მათ შორის სატელიტური დაკვირვებების მონაცემების მკაფიოდ შეჯერება ადგილზე წარმოებულ დაკვირვებებთან ხანძრების ინციდენტების მკაფიო კატეგორიზაციით და დროსა და სივრცეში გავრცელების მონაცემების ოპერატიული წარმოებით ხარისხიანი და სანდო დაკვირვებების მონაცემთა ისტორიული რიგების გენერირების უზრუნველსაყოფად;

- გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროსთან კოორდინირებით უნდა შემუშავდეს ტყის ხანძრების წინააღმდეგ მოქმედებათა გეგმა, სადაც გამიჯნული იქნება უწყებათა კომპეტენციები და გაწერილი იქნება ხანძრის დროს საჭირო ქმედებები;
- მთავარ რეკომენდაციად შეიძლება ჩაითვალოს ზემოთ აღნიშნულ საკითხებში შემდგომი ფუნდამენტური სამეცნიერო კვლევების აუცილებლობა. მომავალში ტყეების ადაპტაციისა და შემარბილებელი ქმედებების ერთიანი პაკეტი ხელს შეუწყობს კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული რისკების შემცირებას;
- საქართველოს ტყეებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შერბილებისა და კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებასთან საქართველოს ტყეების ადაპტაციის ზომებისა და სახელმძღვანელო პრინციპების შემუშავება და დამტკიცება;

- დეგრადირებული ტყის ფართობების დაზუსტება, აგრეთვე აღსადგენი და გასაშენებელი ფართობების გამოვლენა, შესაბამისი ღონისძიებების დაგეგმვა და განხორციელება;
- ახალი, თანამედროვე სანერგე მეურნეობების მოწყობა და კლიმატის ცვლილების მიმართ უფრო მდგრად სახეობებზე ორიენტაცია;
- ტყის ფართობისა და პროდუქტიულობის გაზრდა, მათ შორის, ქარსაფარი ზოლების მოწყობა;
- ნახანძრალ მთის ფერდობებზე წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგოდ, ასევე ნიადაგ-გრუნტის ეკოლოგიური წონასწორობის აღდგენის მიზნით ეროზიის საწინააღმდეგო ინოვაციური საინჟინრო ეკოლოგიური ახალი კონსტრუქციების, გეოხალიჩების, მათ შორის, გეოხალიჩა „ლუფაერომატის“ გამოყენება;
- ტყის ხანძრების საწინააღმდეგო მოქმედებათა გეგმის შემუშავება, ხანძრის საწინააღმდეგო ღონისძიებების მონიტორინგისა და პრევენციის გაძლიერება;
- სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიებზე ხანძრების საწინააღმდეგო მოქმედებათა ინტეგრირებული გეგმის შემუშავება სოფლის მეურნეობის, გარემოს დაცვის, სატყეო და სხვა დაინტერესებული სექტორებისა და ადგილობრივი თვითმმართველობების მონაწილეობით; ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებების მონიტორინგისა და პრევენციის გაძლიერება; სასოფლო მეურნეობის წარმოების ალტერნატიული მეთოდოლოგიების დანერგვა; წვის ნაცვლად სახნავ-სათეს

ფართობებსა და სამოვრებზე წარმოქმნილი ბიოლოგიური მასის კომპოსტირება და რეციკლირება;

- რთული რელიეფის პირობებში წარმოშობილ ხანძრებთან ბრძოლის სპეციალური, მობილიზებული ჯგუფების ჩამოყალიბება, მათი აღჭურვა თანამედროვე, მათ შორის საავიაციო და სხვა სპეცტექნიკით;
- ტერორისტული თუ დივერსიული აქტებით ტყის ხანძრებისგან დამცავი ღონისძიებების უზრუნველსაყოფად სენსიტიური სასაზღვრო ზონების სპეციალური სამხედრო ტექნიკით აღჭურვა სხვადასხვა ტიპის საფრენი აპარატებისა და მოწყობილობების ფიქსირებისა და ლიკვიდაციის მიზნით.

## **5.2. სატყეო მეურნეობისა და ეკოსისტემების დაცვის რეკომენდაციები**

მუნიციპალიტეტების დონეზე აუცილებელ განსახორციელებელ ქმედებებად შეიძლება ჩაითვალოს:

- ტყის ფართობების ინვენტარიზაციისა და მის საფუძველზე შემუშავებული ტყის მართვის გეგმების განხორციელების ხელშეწყობა;
- ტყის ფართობების გაზრდის მიზნით სანერგე მეურნეობის მოწყობის ხელშეწყობა;

- ტყეების დაცვის მიზნით, სათბობი შეშისა და სატყეო მიწებზე საქონლის ძოვების ხელმისაწვდომი ალტერნატივების გამოძებნა;
- სატყეო და მუნიციპალური ტერიტორიების საზღვრების გამიჯვნაში თანამშრომლობა ცენტრალური ხელისუფლების ორგანოებთან;
- ეროვნული სატყეო კონცეფციის პრინციპის „ყველა ტყე ადგილობრივია“ განხორციელებაში ხელშეწყობა;
- მუნიციპალიტეტების შესაძლებლობათა გაძლიერება მათთვის კანონით მინიჭებული უფლების, ადგილობრივი ტყეების მართვაში აღების განხორციელებისთვის;
- მუნიციპალიტეტების გამოუყენებელ ფართობებზე სწრაფი ჭრის ბრუნვის მქონე სახეობების პლანტაციების გაშენება ტყეზე დატვირთვის შემცირებისა და მოსახლეობის შეშით უზრუნველყოფის მიზნით;
- ტყის ფართობებზე სენსიტიური და მოწყვლადი უბნების დაფიქსირება, ოპტიმალური შიდა სატყეო-სამეურნეო გზებისა და ბილიკების მოწყობა;
- ტყის ხანძრების მონიტორინგისა და აღრიცხვის სისტემის გაუმჯობესება, პროგნოზირება და მათთან ბრძოლის ინტეგრირებული უწყებათაშორისო თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამის შემუშავება;
- ტყის ხანძრების პრევენციული ღონისძიებების მიზნით რეინჯერებისა და ადგილობრივი სატყეო პერსონალისათვის შესაბამისი ტრენინგების ჩატარება, GIS

პროგრამებისა და თანამედროვე სატელიტური ტექნიკისა და ტექნოლოგიების შესწავლა.

- მთის ფერდობებზე გადამწვარ ტყის მასივებში ფორმირებული ბუნების სტიქიური მოვლენების რეგულირების მიზნით რეკომენდებულია განხორციელდეს გარემოსდამცავი - მეწყრული და ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების საწინააღმდეგო პრევენციული, საინჟინრო-ეკოლოგიური, სატყეო-მელიორაციული, ბიოსაინჟინრო და კომპლექსური ხასიათის ღონისძიებები.



## ლიტერატურა

1. **გავარდაშვილი გ., ვართანოვი მ.** - საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედების შედეგად გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიური ზარალის შეფასება და მთის ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიისაგან დამცავი ღონისძიებები. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული # 64. თბილისი, 2009. გვ. 48 – 59.
2. **გავარდაშვილი გ.** - ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები. თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2011, 237 გვ.
3. **გიგაური გ., სუპატაშვილი ა., გიგაური გ. (უმცროსი)**- საქართველოს ტყეების საკურორტო რეკრეაციულ-ტურისტული მნიშვნელობა და მათში მეურნეობის გაძღოლის საფუძვლები. თბილისი, 2007, 252 გვ.
4. **დარახველიძე ვ., მეტრეველი პ., ჩიხლაძე ლ.** - მეტყევეობა, თბილისი, 1981.
5. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი. საქართველოს ადგილობრივ თვითმმართველობათა ეროვნული ასოციაცია (NALAG). თბილისი, 2016, 266 გვ.
6. კლიმატის ცვლილება და ტექნოლოგიების საჭიროების შეფასება. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2012.
7. კლიმატის ცვლილება და ტექნოლოგიების საჭიროების შეფასება. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2012.
8. **მელქაძე თ.** – საგანგებო სიტუაციებში კრიტიკული ინფრასტრუქტურის დაცვის საფუძვლები. «ტექნიკური უნივერსიტეტი», თბილისი 2012, 175 გვ.
9. **მელქაძე თ.** - საგანგებო სიტუაციების მართვა. «ტექნიკური უნივერსიტეტი», თბილისი. 2017, 279 გვ.

10. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 8 მაისის დადგენილება #343, „2014-2015 წლების საქართველოს ბიომრავალფეროვნების სტრატეგიისა და მოქმედებათა გეგმის დამტკიცების შესახებ“, თბილისი, 2014 წ.
11. საქართველოს მთავრობის განკარგულება #167, „საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების 2015-2020 წლების სტრატეგიის დამტკიცების შესახებ, თბილისი, 2015 წ.
12. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციის მიმართ. თბილისი, 1999.
13. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციის მიმართ. თბილისი, 2009, 127 გვ.
14. საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მიმართ. თბილისი, 2015.
15. საქართველოს კლიმატი და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.
16. საქართველოს ტერიტორიისათვის დამახასიათებელი ბუნებრივი სტიქიური მოვლენების საფრთხეებისა და რისკების ატლასი (CENN), თბილისი, 2012, 110 გვ.
17. ურუშაძე თ. საქართველოს ტყის ნიადაგები - თბილისი, 1972, 101 გვ.
18. **Гавардашвили Г.В.** - Эрозионно-селевые процессы и солнечная активность. //Экологические системы и приборы. № 3, М.:, 2007, с. 50 – 53.
19. **Мелихов Н.С.** – Природа леса и лесные пожары. Архангельск: ОГНЗ, 1947.
20. **Мирцхулава Ц.Е.** – Об одном подходе прогнозирования крупных лесных пожарных опасностей, уязвимости и их повторяемости. //Экологические системы и приборы, №5, М.:, 2006. с. 39-50.
21. **Мирцхулава Ц.Е.** – Экологические нарушения (предска-

- зание риска нарушения, меры по снижению опасности). Тбилиси, 1993, 432 с.
22. **Натишвили О.Г., Урушадзе Т.Ф., Гавардашвили Г.В.** Волновое движение склонового стока и интенсивность эрозии почвогрунтов. ООО Издательство "Научтехлитиздат", М.:, 2014, 163 с.
  23. **Рабинович Б. М.** Экономическая оценка земельных ресурсов и эффективности инвестиций. М., "Филин", 1997.
  24. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report. European environment agency
  25. Fire Information for resource Management system: <http://earthdate.nasa.gov/firms>.
  26. **Gavardashvili G.** The New Mud-Protective Structures and Their Calculation Methodology. Tbilisi, Republic of Georgia, 1995, 58 p.
  27. **Gavardachvili G.** Les Nouvelles Espèces Des Constructions De la Nature. Metsniereba, Tbilisi, 1999, 42 p.
  28. GIZ (2015) Training Manual on the Integrated Vulnerability Assessment Methodology. GIZ, in cooperation with Adelphi/EURAC. United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA). 2015.
  29. [http://ec.europa.eu/agriculture/climate-change/factsheet\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/climate-change/factsheet_en.pdf).
  30. <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>.
  31. IPCC Annex B, Glossary of Terms, <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-en.pdf>.
  32. **Mirtskhulava Ts.E.** – Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment), 2 Books. Tbilisi, "Metsniereba", 2003, 807 p. (in Russian)
  33. **Morgan R.P.C.** – Topics in Application Geography. Soil Erosion, Longmont, London, 1979, 114 p.
  34. Outlook on climate change adaptation in the South Caucasus Mountains. 2015. UNEP.

