

ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივი შეფასების მაგალითები საქართველოში დისტანციური ამოცნობის გამოყენებით

გიორგი მიქელაძე

სადისერტაციო ნაშრომი წარდგენილია ილიას სახელმწიფო
უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და საინჟინრო ფაკულტეტზე
სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური
ხარისხის მინიჭების მოთხოვნების შესაბამისად

სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა
სადოქტორო პროგრამა

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ალექსანდრე გავაშელიძვილი,
ბიოლ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი



როგორც წარდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის „ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივი შეფასების მაგალითები საქართველოში დისტანციური ამოცნობის გამოყენებით“ ავტორი, ვაცხადებ, რომ ნაშრომი წარმოადგენს ჩემს ორიგინალ ნამუშევარს და არ შეიცავს სხვა ავტორების მიერ აქამდე გამოქვეყნებულ, გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ან დასაცავად წარდგენილ მასალებს, რომლებიც ნაშრომში არ არის მოხსენიებული ან ციტირებული სათანადო წესების შესაბამისად.

გიორგი მიქელაძე

08.11.2020

აბსტრაქტი

ნაშრომში განხილულია ბუნებრივი რესურსების შესწავლის სფეროში დისტანციური ამოცნობის (RS) და გეო ინფორმაციული სისტემების (GIS) ფუნქციური შესაძლებლობები და ტექნოლოგიური გამოწვევები, მრავალსპექტრალური გამოსახულებების დამუშავების ალგორითმები და მათი გამოყენების მიმართულებები. თეზისი აერთიანებს ბიოტური რესურსების შესწავლასთან დაკავშირებულ სხვადასხვა თემატურ კვლევას, რომლებიც შესრულებულია პასიური დისტანციური ამოცნობის მეთოდების გამოყენებით საქართველოსა და კავკასიაში. თემატურად ნაშრომი სტრუქტურირებულია 5 დამოუკიდებელ კვლევად, რომელიც უკანასკნელი 6 წლის განმავლობაში განხორციელდა დისტანციური ტექნოლოგიების და სივრცული ანალიზის მეთოდით: 1. მიწის საფარის კლასიფიკაცია განსხვავებული კლიმატური ზონების პირობებში; 2. ტყის საფარის ცვლილების და სიმჭიდროვის მონიტორინგი; 3. ჭარბტენიანი ტერიტორიების გამოყოფა და მცენარეული ჰაბიტატების კლასიფიკაცია; 4. საძოვრების პროდუქტიულობის შეფასება მთისა და ბარის მაგალითზე; 5. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის შეფასება კავკასიაში.

Abstract

This paper discusses the functional capabilities and technological issues of remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) in the field of natural resource assessment, algorithms for processing multispectral images and areas of their application. The dissertation brings together various case studies related to the study of biotic resources that have been carried out using remote sensing technologies in Georgia and the Caucasus. Thematically, the thesis is divided into 5 independent studies carried out over the past 6 years using various methods of remote sensing technology and spatial analysis: (1). Land cover classification in different climatic zones; (2). Estimation and monitoring of forest cover change; (3). Identification and classification of wetland habitats; (4). Assessment of highland and lowland pasture productivity; (5). Modelling the distribution and abundance of eastern tur in the Caucasus.

მადლობა

სადისერტაციო ნაშრომში გამოყენებულია 5 სხვადასხვა კვლევის შედეგები, რომლებიც თემატურად გაერთიანებულია ერთ, უფრო ვრცელ თემად. კვლევები შესრულდა უკანასკნელი 6 წლის განმავლობაში სხვადასხვა საერთაშორისო და კვლევითი ორგანიზაციების ფინანსური მხარდაჭერით, ამიტომ პირველ რიგში მადლობა მინდა გადავუხადო ყველა იმ ორგანიზაციას ვინც მხარი დაგვიჭირა ბუნებრივი რესურსების კვლევის და შეფასების საქმეში.

მადლობას ვუხდით გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოებას (GIZ) ჭარბტენიანი ტერიტორიების და საძოვრების მცენარეულობის შესწავლის და UNDP-ის ვაშლოვანის ნახშირბადის მარაგების კვლევის ფინანსური მხარდაჭერისთვის. გვსურს მადლობა გადავუხადოთ მსოფლიო რესურსების ინსტიტუტს, Global Forest Watch და UNEP/GEF-ს ტყის საფარის ცვლილებების და მონიტორინგის კვლევის დაფინანსებისთვის. აერო აღწერებისათვის საქართველოში მადლობას ვუხდით გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს, ხოლო ლოგისტიკური მხარდაჭერისთვის აზერბაიჯანის WWF-ის ფილიალს.

განსაკუთრებული მადლობა ჩემს ხელმძღვანელს ალექსანდრე გავაშელიძევილს იმ ძალისხმევისთვის და გაწეული დახმარებისთვის, რომელიც მან გამიწია თემაზე მუშაობის და სამეცნიერო კვლევის პროცესში.

სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი სამუშაოები ხორციელდებოდა ჯგუფურად, ბევრი სპეციალისტის ჩართულობით, ამიტომ საჭიროდ მიმაჩნია განსაკუთრებული მადლობა გადავუხადო ნუცა მეღვინეთუხუცეს ტექნიკური მხარდაჭერისთვის, ბოტანიკის ინსტიტუტის დირექტორს შალვა სინარულიძეს და ფირან ჩხეიძეს სამხრეთ საქართველოში ექსპედიციის წარმატებით განხორციელებისთვის, გიორგი თედორაძეს, ილია აკობიას, ვასილ მეტრეველს და ზურა ჯანიაშვილს ჭარბტენიანი ტერიტორიების და ცენტრალურ და აღმოსავლეთ საქართველოს ტყეებში საველე სამუშაოების ჩატარებისთვის, ნიკოლოზ ლაჩაშვილს EUNIS ჰაბიტატების ბოტანიკური კლასიფიკაციისთვის და ვაშლოვანის დაცულ ტერიტორიებზე ჩატარებული ექსპედიციის მხარდაჭერისთვის. თუშეთის საძოვრების შეფასებისთვის მადლობას ვუხდით ჰანს კირხმაიერს ავსტრიის ეკოლოგიის ინსტიტუტიდან (E.C.O) და მიწისზედა ბიომასის ველზე აღებისთვის ორგანიზაცია ნაკრესის თანამშრომლებს. აგრეთვე ვუხდით მადლობას რენე გრისბახს კომპანია Planet-იდან სხვადასხვა სახის ტექნიკური კონსულტაციისთვის.

მადლიერებას გამოვხატავ ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის სტუდენტების, იმ პირებისა და ორგანიზაციებისადმი, რომლებიც პირდაპირ თუ ირიბად ჩართულნი იყვნენ კვლევის განხორციელების პროცესში და მეხმარებოდნენ შექმნილი დაბრკოლებებისა და სირთულეების გადალახვაში.

სარჩევი

აბსტრაქტი	ii
მადლობა	iii
გრაფიკების და რუკების ჩამონათვალი	vi
ცხრილების ჩამონათვალი	ix
აბრევიატურის ჩამონათვალი	xi
1. თეზისის ზოგადი შინაარსი და სტრუქტურა	1
2. მიწის საფარის კლასიფიკაცია განსხვავებული კლიმატური ზონების პირობებში	2
2.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა	2
2.2. მეთოდოლოგია	5
2.3. შედეგები	9
2.4. დისკუსია	24
3. ტყის საფარის ცვლილების შეფასება და მონიტორინგი	27
3.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა	27
3.2. მეთოდოლოგია	28
3.3. შედეგები	33
3.4. დისკუსია	35
4. ჭარბტენიანი ტერიტორიების გამოყოფა და მცენარეული ჰაბიტატების კლასიფიკაცია	39
4.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა	39
4.2. მეთოდოლოგია	40
4.2.1. დისტანციური ამოცნობა და სივრცული ანალიზი	40
4.2.2. საველე საშუალები და ფიტოსოციოლოგიური კვლევა	42
4.2.3. ჭარბტენიანი ჰაბიტატების გამოყოფა EUNIS სისტემის მიხედვით.	44
4.3. შედეგები	44
4.4. დისკუსია	48
5. საძოვრების პროდუქტიულობის შეფასება მთისა და ბარის მაგალითზე	50
5.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა	50
5.2. მეთოდოლოგია	52
5.3. შედეგები	55
5.4. დისკუსია	58
6. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის შეფასება კავკასიაში	60
6.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა	60

6.2.	მეთოდოლოგია	61
6.3.	შედეგები.....	65
6.4.	დისკუსია.....	70
7.	დასკვნა	76
8.	ბიბლიოგრაფია	78
9.	დანართები.....	90
9.1.	ტყის საფარის ცვლილების და სიმჭიდროვის მონიტორინგი (დამხმარე მასალა)	90
9.2.	ჭარბტენიანი ტერიტორიების გამოყოფა და მცენარეულობის კლასიფიკაცია (დამხმარე მასალა)	95
9.3.	აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის შეფასება კავკასიაში (დამხმარე მასალა)	188

გრაფიკების და რუკების ჩამონათვალი

სურათი 2.1 საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სიტუაციური რუკა მიწის საფრის ძირითად ტიპებით.

სურათი 2.2 Sentinel 2 არხების სივრცული და სპექტრული რეზოლუცია.

სურათი 2.3 შედეგების საერთო სიზუსტე განსხვავებული ალგორითმების და ცვლადების კრებულის გამოყენების შედეგად.

სურათი 2.4 სურათზე გამოსახულია SVM, RF და ML ალგორითმებით ამოცნობილი უჯარმის სათევზე მუერნობები და მდინარე იორი.

სურათი 2.5 SVM, RF, ML ალგორითმებით შესრულებული მიწის საფრის რუკაზე ნაჩვენებია მთა ცივის ჩრდილო-დასავლეთ ფერდობი ვიწრო ხეობით, სადაც დაჩრდილული ტყის კორომები შეცდომით ამოცნობილია, როგორც წიწვოვანი ხე-მცენარეები.

სურათი 2.6 გრაფიკზე ნაჩვენებია ტყის (მწვანე) და ხე-ნარევი ალბური მაღალბალახულობის (ნარინჯისფერი) კლასების სპექტრული მრუდები, სადაც Y ღერძზე ნაჩვენებია სპექტრული მნიშვნელობები, ხოლო X ღერძი ასახავს სპექტრული ტალღის სიგრძეს და არხების ნომერს.

სურათი 2.7. Sentinel-2 გამოსახულებიდან SVM და RF ალგორითმით გამოთვლილი ტყის საფარი გომბორის მთის მიდამოებში შეფასებული ძალიან მაღალი გარჩევადობის სატელიტურ გამოსახულებით

სურათი 2.8. Sentinel-2 გამოსახულებიდან ML ალგორითმით გამოთვლილი ტყის საფარი გომბორის მთის მიდამოებში შეფასებული ძალიან მაღალი გარჩევადობის სატელიტურ გამოსახულებით

სურათი 2.9 სურათზე გამოსახულია ხეობაში განვითარებული ძეძვარი, რომელიც შეცდომით არის იდენტიფიცირებული, როგორც მდელოს ბალახოვანი მცენარეულობა (ღია მწვანე). შედარებით მუქი პიქსელები აჩვენებს სწორად ამოცნობილ მნიშვნელობებს.

სურათი 2.10 SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი სტუპი. კლდეები, გაშიშვლებული ნიადაგი და სტუპის მცენარეულობა კარგად გაიმიჯნა ერთმანეთისგან, თუმცა შეცდომები გამოიკვეთა სტუპის ძლიერ დეგრადირებული უბნებზე, რომლებიც იდენტიფიცირდნენ, როგორც გაშიშვლებული ნიადაგი.

სურათი 2.11. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი მდელოები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. განსხვავება ძირითადად შეიმჩნევა მდელოს-ტყის და მდელო-კლდეების გარდამავალ უბნებზე.

სურათი 2.12. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი მდელოები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. ML -ით კლასიფიცირებული სუბალპური მაღალბალახულობა ძლიერ უტრირებულია.

სურათი 2.13. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი ლელით დაფარული ჭაობები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. ML კლასიფიცირებული ჭაობები ძლიერ უტრირებულია, როდესაც SVM, RF შედარებით დაბალანსირებულია.

სურათი 2.14 SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი სიმინდის ყანები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები.

სურათი 2.15 გაბნევის გრაფიკზე ასახულია გამიშვლებული გრუნტის სპექტრული კლასტერები (გარეჯის ალესილები, ცივ-გომბორის კლდეები და მცენარეებისგან გამიშვლებული სტეპის ნიადაგი).

სურათი 2.16 SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი გამიშვლებული გრუნტის ფართობები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები.

სურათი 2.17 SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი ღრუბლები და მათი ჩრდილები. განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. თეთრი=ღრუბელს; შავი=ღრუბლის ჩრდილს; მცვანე/ღია მწვანე= მცენარეულობას; ღრუბლების გარშემო ღვინისფერი, ნარინჯისფერი და იასამნისფერი = შეცდომით კლასიფიცირებულ კლასებს.

სურათი 3.1. რუკაზე ასახულია Sentinel-2 ის ექსტენტი ცენტრალურ და აღმოსავლეთ საქართველოსთვის (საკვლევი ტერიტორია) და ტყის პარამეტრების სანიმუშო ფართობების ადგილმდებარეობა (წითელი წერტილები). რუკის გეოგრაფიული პროექცია: UTM WGS 84 z38

სურათი 3.2 რუკებზე წარმოდგენილია ად. საქართველოს (მარცხენა) და ცენტ. საქართველოს (მარჯვენა) საცდელ ტერიტორიებზე დაფიქსირებული ხეების კლება(წითელი) და მატება (იასამნისფერი). რუკის გეოგრაფიული პროექცია: UTM WGS 84 z38

სურათი 3.3 - გამოთვლილი და მორგებული FEYE მნიშვნელობების გაბნევის გრაფიკი, რომელიც აჩვენებს ვარჯის შეკრულობის (FEYE) მნიშვნელობების GAM-მორგებას M-კორექტირებული არხების მნიშვნელობებთან, REML დაგლეუების პარამეტრების შეფასების გამოყენებით (adjusted $R^2=0.882$). გრაფიკის წარწერიანი ნიშნები აჩვენებს სანიმუშო ფართობებს, სადაც ფერი, ზომა და ფორმა მიუთითებს დომინანტურ მცენარეულობას, აბსოლუტურ ნაშთს და გადაღების დროს. ხე-მცენარეები რომელთა ბაზალური ფართობი წარმოადგენს უდიდესს მოცემულ ფართობზე წარმოადგენენ დომინანტურს.

სურათი 3.4 - 2016 – 2017 წლების პერიოდში ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნულ პარკში ხეების შემცირების ამსახველი მოდელის სიზუსტის შეფასება. რუკის პროექცია: UTM WGS 84 z38.

სურათი 4.1 რუკაზე გამოსახულია, საქართველოს ჰიდროლოგიური აუზების კონტურები, Sentinel-2 ბადის კონტურები და ფოტონიტერპრეტაციის საშუალებით მიღებული საწვრთნელი ნიმუშები.

სურათი 4.2 სატელიტურ რუკაზე ასახულია კოლხეთის დაბლობზე და ჯავახეთის ზეგანზე არსებული ბალახოვანი და ტყის ჭარბტენიანი ტერიტორიები.

სურათი 4.3 რუკაზე წარმოდგენილია კოდირებული ჭარბტენიანი ჰაბიტატები და ჰიდროლოგიური აუზები.

სურათი 4.4 რუკაზე ასახულია კოლხეთის დაბლობის EUNIS სისტემის მიერ კლასიფიცირებული და კოდირებული ჭარბტენიანი ჰაბიტატები

სურათი 4.5 გრაფიკზე ასახულია სპექტრული ნიმუშების გადაფარვის (ბალახოვანი მცენარეულობა და ჭარბტენიანი ტერ. ბალახოვანი მცენარეულობა) არე გასწორებამდე და გასწორების შემდეგ. Y დერძი წარმოადგენს პიქსელი მნიშვნელობებს, ხოლო X დერძი ტალღის სიგრძის მნიშვნელობებს და არხის რიგითობას.

სურათი 5.1 რუკაზე ნაჩვენებია სანიმუშო ნაკვეთების ადგილმდებარეობა და საიდენტიფიკაციო ნომერი ვაშლოვანის (მარცხენა) და თუშეთის (მარჯვენა) საძოვრებისთვის.

სურათი 5.2 სანიმუშო ნაკვეთის სქემა ოპტიმიზირებული Sentinel-2 თანამგზავრის სპექტრულ არხებთან დასაკავშირებლად. მსხვილი (20x20), ერთგვაროვანი ნაკვეთიდან ხდებოდა მცენარეების აღრიცხვა-შეფასება, ხოლო კუთხური (მწვანე) ნაკვეთებიდან სრულდებოდა ბიომასის შეფასება.

სურათი 5.3. მარცხენა რუკა ასახავს ბიომასის განაწილებას (ტ/ჰა-ზე) ლეკის წყლის და ჩილოელთ ხევის მიდამოებში (ვაშლოვანი), მარჯვენა გრაფიკი კი აჩვენებს განსხვავებას გაზომილ და მოდელირებულ მნიშვნელობებს შორის ვაშლოვანის მთელი ტერიტორიისთვის.

სურათი 5.4. მარცხენა რუკა ასახავს ბიომასის განაწილებას (ტ/ჰა-ზე) ჰირიქითა ალაზნის გასწვრივ (თუშეთი), მარჯვენა გრაფიკი კი აჩვენებს განსხვავებას გაზომილ და მოდელირებულ მნიშვნელობებს შორის თუშეთის მთელი ტერიტორიისთვის.

სურათი 6.1 აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) გავრცელების და რაოდენობის მოდელირებისთვის გამოყენებული შეხვედრის ადგილები. რუკის პროექცია Equal Area Conic, WGS: 1984.

სურათი 6.2. GAM– ის მოდელების პროგნოზირებული მრუდები, რომლებიც ხსნიან აღმოსავლეთ ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მამრების (მყარი მრუდი) და მდედრების (წყვეტილი მრუდი) გავრცელებას იმ ადგილებს სადაც მათი დაცვა უზრუნველყოფილია. დაკვირვების შედეგად მიღებული მონაცემები აღნიშნულია, როგორც სავსე (ზრდასრულ მამრები) და ცარიელი (ზრდასრულ მდედრები) წერტილები.

სურათი 6.3. GAM– მოდელების პროგნოზირებული მრუდები, რომლებიც ხსნიან აღმოსავლეთ (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მამრი და მდედრი ჯიხვების რაოდენობას დაუცველ ტერიტორიებზე. აღნიშნული მონაცემები ნაჩვენებია წერტილების სახით, სადაც თითოეულ გრაფიკზე 1 დამოუკიდებელი ცვლადი დაკავებულია მისი საშუალო მნიშვნელობით, ხოლო სხვა იცვლება.

სურათი 6.4. აღმოსავლეთ ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) საუკეთესო გავრცელების მოდელები წარმოდგენილი კლასიფიკაციის ხის სახით.

სურათი 6.5. დამოუკიდებელი ცვლადების ჰისტოგრამა, რომელიც შედის ჯიხვების განაწილების მოდელებში 1 და 2, აღმოსავლეთის ჯიხვების მყოფობის ადგილებზე (*Capra cylindricornis*; ცვლადების შემოკლებების განმარტება იხილეთ ცხრილი 6.1-ში)

სურათი 6.6. — აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მამრების მოდელირებული გავრცელება და რაოდენობა სეზონების მიხედვით, ანთროპოგენული ზეწოლის გათვალისწინებით (A) და მის გარეშე (B). მუქი ადგილები მიუთითებს ჯიხვების სიმრავლეს. რუკის პროექცია: UTM WGS: 1984

სურათი 6.7 — აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მდედრების მოდელირებული გავრცელება და რაოდენობა სეზონების მიხედვით, ანთროპოგენული ზეწოლის გათვალისწინებით (A) და მის გარეშე (B). მუქი ადგილები მიუთითებს ჯიხვების სიმრავლეს. რუკის პროექცია: UTM WGS: 1984

სურათი 6.8 (ა) Capra-ს სახეობების შესაძლო რეფუგიუმი უკანასკნელი გამყინვარების მაქსიმუმის დროს (LGM), რომელიც დაკავშირებულია მტაცებლებისგან უსაფრთხო საძოვრებთან: მშრალი ბუჩქნარი, სავანა და მშრალი ტყეები (უსაფრთხო საძოვრები = ტერიტორიებს რომლებიც განლაგებულია კლდეებიდან 1,570 მეტრის მანძილზე; რუკაზე აღნიშნულია შავი ფართობებით). (ბ) LGM პერიოდის ბიომები და ამჟამინდელი სახელმწიფო საზღვრები. რუკების გეოგრაფიული პროექცია: Albers Equal Area Conic; WGS: 1984.

ცხრილების ჩამონათვალი

ცხრილი 2.1 მიწის საფარის შესაქმნელად გამოყენებული საწვრთნელი და საცდელი პიქსელების რაოდენობა პროცენტებში (სულ პიქს. რაოდ. გამოსახულების სვეტებში-6116, რაოდ. გამოსახულების რიგებში - 5260).

ცხრილი 2.3 ცხრილში წარმოდგენილია წყლის ობიექტების კლასიფიკაციის სიზუსტე, გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.3 ცხრილში წარმოდგენილია წიწვოვანი ტყეების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.4 ცხრილში წარმოდგენილია წიწვოვანი ტყეების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.5 ცხრილში წარმოდგენილია ბუჩქნარის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.6 ცხრილში წარმოდგენილია სტეპის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.7 ცხრილში წარმოდგენილია მდელოების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.8 ცხრილში წარმოდგენილია სუბალპური მაღალაბალახულობის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.9 ცხრილში წარმოდგენილია ჭარბტენიანი ტერიტორიების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.10 ცხრილში წარმოდგენილია სასოფლო საძოვრეო მიწების, კერძოდ კი სიმინდის ყანების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.11 ცხრილში წარმოდგენილია გაშიშვლებული გრუნტის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.12 ცხრილში წარმოდგენილია ნახანძრავი ტერიტორიების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 2.13 ცხრილში წარმოდგენილია დრუბლების და მათი ჩრდილების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 3.1 Sentinel-2 ის არხებიდან მიღებული და განსხვავებულად კორექტირებული ვარჯშეკრულობის მოდელების დიაგნოსტიკა. (MSE): საშუალო კვადრატული შეცდომა; (Dev. Expl.): ახსნილი გადახრა; (AIC): აკაიკეს საინფორმაციო კრიტერიუმი; (df): თავისუფლების ხარისხი.

ცხრილი 3.2 შეჯამებული ადიტური მოდელი (GAM) -ის ანალიზით მიღებული ვარჯის შეკრულობის (FEYE) მოდელის სიზუსტე. n = სანიმუშო სინჯების რაოდენობა; $s()$ = სპლაინის დაგლევივის ფუნქცია; $e.d.f.$ = შეფასებული თავისუფლების ხარისხი, P = შემადგენლების მნიშვნელობა (სანდოობა). ცვლადების განმარტებისთვის იხ. დანართი 2.

ცხრილი 4.1 ინდიკატორ მცენარეთა სტატუსის კატეგორიები (წყარო: Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual by Environmental Laboratory 1987)

ცხრილი 5.1 ჰირსონის კორელაციური მატრიცა, რომელიც აჩვენებს წრფივ კორელაციას ცვლადებს შორის ვაშლოვანის ტერიტორიისთვის.

ცხრილი 5.2 ჰერსონის კორელაციური მატრიცა, რომელიც აჩვენებს წრფივ კორელაციას ცვლადებს შორის თუშეთის ტერიტორიისთვის.

ცხრილი 6.1 ცვლადები, რომლებიც გამოიყენებული იყო აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის მოდელირებისთვის (*Capra cylindricornis*) *მიღებულია NASA- სგან: http://www.echo.nasa.gov/reverb/about_reverb.htm.

ცხრილი 6.2 აღმოსავლეთის ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) რიცხოვნობა დათვლილია ჯოგის ცენტროიდიდან 50 მეტრის ფარგლებში. ჯოგი მოიცავს როგორც ზრდასრულ მამრებს და მდედრებს, ასევე მოზარდებს.

ცხრილი 6.3 ცვლადები, რომლებიც მაღალი სანდოობით იყო დაკავშირებული აღმოსავლეთ ჯიხვების სიმრავლესთან (*Capra cylindricornis*).

ცხრილი 6.4 ცვლადების მახასიათებლები (საშუალო + SD), რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა აღმოსავლეთ კავკ. ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) არმყოფობის ან მყოფობის ადგილებებს შორის, დადგენილი t - ტესტების საფუძველზე.

ცხრილი 6.5 GAM ანალიზის შეჯამება აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) სიმრავლის მოდელირებისთვის. n = სანიმუშო სინჯების რაოდენობა; $s()$ = სპლაინის დაგლევივის ფუნქცია; $e.d.f.$ = შეფასებული თავისუფლების ხარისხი, P = შემადგენლების მნიშვნელობა (სანდოობა). ცვლადების განმარტება იხ. ცხრილი 6.1-ში.

ცხრილი 6.6 აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) ხელსაყრელი ჰაბიტატის ფართობი, მისი გავრცელების არეალში გაანგარიშებული მე-2 მოდელის საფუძველზე (იხ. სურ. 5).

აბრევიატურის ჩამონათვალი

CAB	ფოთლის ქლოროფილის რაოდენობა
CW	წყლის შემცველობა მცენარეში
DEM	ციფრულ სასიმაღლო მოდელი
EUNIS	ევროპის ბუნების საინფორმაციო სისტემა
FAC	ფაკულტატური მცენარეები
FACU	ფაკულტატური ხმელეთის მცენარეები
FACW	ფაკულტატური ჭარბტენიანი გარემოს მცენარეები
fAPAR	აბსორბირებული ფოტოსინთეზურად აქტიური გამოსხივების ფრაქციის მოდელი
FCOVER	მცენარეული საფარის წილობრივი მოდელი
FEYE	„ფიში“ ანუ ჰემისფერული გამოსახულებით მიღებული ცვლადი
GAM	შეჯამებული ადიტური მოდელი
GIS	გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა
GFW	ტყეზე დაკვირვების გლობალური პროგრამა
Green (B03)	მწვანე სპექტრული არხი
LAI	ფოთლის ფართობის ინდექსი
LGM	უკანასკნელი გამყინვარების მაქსიმუმი
ML	მაქსიმალური დამაჯერებლობის კლასიფიკატორი
MODIS	საშუალო გარჩევადობის თანამგზავრული სპექტრორადიომეტრი
NDVI	ნორმალიზებული სხვაობის ვეგეტაციური ინდექსი
NFA	ტყის ეროვნული სააგენტო
NIR (B08)	ახლო ინფრაწითელი სპექტრის არხი
OBL	ობლიგატური მცენარეები
RF	შემთხვევითი ტყის კლასიფიკატორი

RS	დისტანციური ამოცნობა (დისტანციური ზონდირება)
SVM	საყრდენი ვექტორების მეთოდი
SB	სპექტრული ცვლადები
SB-DEM	სპექტრული ცვლადები ციფრულ სასიმაღლო მოდელთან ერთად
SB-STR	სპექტრული ცვლადები ლანდშაფტის სტრატებთან ერთად
SWIR (B12)	მოკლე ტალღის ინფრაწითელი სპექტრის არხი
WDW	ჭაობის წყალღრმა ადგილები

1. თეზისის ზოგადი შინაარსი და სტრუქტურა

ბიოტური და აბიოტური ბუნებრივი რესურსები სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია, როგორც ეკოლოგიური, ასევე სოციო-ეკონომიკური თვალსაზრისით. შესაბამისად, ეს უკანასკნელი ადამიანის ცხოველქმედების და მისი ძირითადი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების განმსაზღვრელია (UN, 2016). ბუნებრივი რესურსები პირდაპირ ან ირიბად წარმოადგენენ საშენ მასალას და საკვებს, რომელიც ქმნის ადამიანის უსაფრთხო საარსებო გარემოს და განაპირობებს ეკონომიკურ ზრდას და განვითარებას (UN, 2016). ბიოტური რესურსების თვით განახლების შესაძლებლობა თეორიულად, აღნიშნულ რესურსებს უფრო მომნიშვნელოვან და ხელმისაწვდომს ხდის გამოყენებისთვის, თუმცა რესურსების გადაჭარბებულმა მოპოვებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს ბუნებრივი გარემოს დეგრადაცია და ეკოსისტემების ფუნქციების მოშლა (UN, 2016). აღსანიშნავია, რომ განახლებადი ბიოტური რესურსების მატება არ წარმოადგენს უსასრულო პროცესს და ის შესაძლებელია გაცდეს თვითგანახლების ზღვარს, სწორედ ამიტომ ბუნებრივი რესურსების ეკოლოგიური მდგრადობის შეფასება და მართვა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია (Angermeier & Karr 1994). დისტანციური ამოცნობა და გეო-ინფორმაციული სისტემები წარმოადგენენ ზუსტად ისეთ ტექნოლოგიურ საშუალებას, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია მრავალმხრივად, ეკონომიურად და გეოგრაფიული მუზღუდვების გარეშე განხორციელდეს ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივი შეფასება და მდგრადი, ეფექტური მართვა. დისტანციური ამოცნობა თანამედროვე მეცნიერება და ტექნოლოგიაა, რომლის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება დაკვირვების ობიექტის იდენტიფიცირება, გაზომვა ან გაანალიზება უშუალო კონტაქტის გარეშე (Turner et al 2003). როგორც წესი, ეს ხდება დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილი მზის ენერჯის გაზომვით (პასიური დისტანციური ამოცნობა). თითოეულ მასალას (ასფალტი, წყალი, ქლოროფილი) ან გეოგრაფიულ ობიექტს (ტყე, ჭაობი, ბალახოვანი საფარი, ნიადაგი) გააჩნია უნიკალური სპექტრული ანაბეჭდი ანუ სიგნატურა რომლის საშუალებითაც სრულდება კონკრეტული მასალის ან ობიექტის ამოცნობა და თემატური კლასიფიკაცია.

გეოგრაფიული ობიექტების და ბუნებრივი რესურსების შეფასება და მათი დისტანციური ინტერპრეტაცია უმეტესწილად ხორციელდება თვითმფრინავზე ან თანამგზავრის ბორტზე დამონტაჟებული სენსორების მეშვეობით, რომლებიც ზომავენ დედამიწიდან არეკლილ ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას სპეციფიკურ დიაპაზონებში (არხები) (Wegmann et al 2017). რაოდენობრივი შეფასების შემდგომ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ფიქსირების შედეგად მიღებული ინფორმაცია გარდაიქმნება ციფრულ გამოსახულებად, სადაც თითოეულ გამოსახულების ელემენტს ანუ პიქსელს გააჩნია მნიშვნელობა, რომელიც წარმოდგენილია ე.წ ციფრული რიცხვების (DN-Digital Number) ერთეულებში. სენსორის ტიპიდან გამომდინარე, მიღებულ გამოსახულებებს გააჩნიათ განსხვავებული მახასიათებლები ანუ გარჩევადობა. ცნობილია რამდენიმე სახის გარჩევადობა (რეზოლუცია): სივრცითი, სპექტრული და რადიომეტრული.

დღეს-დღეობით ფუნქციონირებს დისტანციური ამოცნობის მრავალი თანამგზავრი, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისგან სპექტრული და სივრცული გარჩევადობით. მათ შორის არსებობს, როგორც კომერციული, ასევე მომხმარებლისთვის უფასო, სამეცნიერო მიზნებისთვის განკუთვნილი თანამგზავრები და მათი პროდუქტები. უფასო მრავალსპექტრული მონაცემების ჩამოტვირთვა შესაძლებელია სხვადასხვა ინტერნეტ პორტალების და პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით. ციფრული არქივები წარმოდგენილია ბოლო რამდენიმე ათწლეულის მონაცემებით, რომლებიც მუდამ ახლდება და ხელმისაწვდომი ხდება მომხმარებლისთვის. დაბალი ეკონომიკური მაჩვენებლის მქონე ქვეყნებში უფასო მონაცემები მოთხოვნადი და გამოყენებადია, ამიტომ ამ ნაშრომში მოყვანილი იქნება მხოლოდ უფასო მონაცემებით შექმნილი მოდელები და პროდუქტები.

ნაშრომში განხილულია ბუნებრივი რესურსების შესწავლის სფეროში პასიური დისტანციური ამოცნობის (RS) და გეო ინფორმაციული სისტემების (GIS) ფუნქციური შესაძლებლობები და ტექნოლოგიური გამოწვევები, მრავალსპექტრალური გამოსახულებების დამუშავების ალგორითმები და მათი გამოყენების მიმართულებები. თუხისი აერთიანებს ბიოტური რესურსების შესწავლასთან დაკავშირებულ სხვადასხვა თემატურ კვლევას, რომლებიც შესრულებულია პასიური დისტანციური ამოცნობის მეთოდების გამოყენებით საქართველოში. თემატურად ნაშრომი სტრუქტურირებულია 5 დამოუკიდებელ კვლევად, რომელიც უკანასკნელი 6 წლის განმავლობაში განხორციელდა სხვადასხვა დისტანციური ამოცნობის და სივრცული ანალიზის მეთოდით: 1. მიწის საფარის კლასიფიკაცია განსხვავებული კლიმატური ზონების პირობებში; 2. ტყის საფარის ცვლილების და სიმჭიდროვის მონიტორინგი; 3. ჭარბტენიანი ტერიტორიების გამოყოფა და მცენარეული ჰაბიტატების კლასიფიკაცია; 4. საძოვრების პროდუქტიულობის შეფასება მთისა და ბარის მაგალითზე; 5. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის შეფასება კავკასიაში.

2. მიწის საფარის კლასიფიკაცია განსხვავებული კლიმატური ზონების პირობებში

2.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა

მიწის საფარი წარმოადგენს საბაზისო ცვლადს, რომელსაც გააჩნია მრავალმხრივი კავშირები ადამიანის საქმიანობასთან და ამავდროულად აკავშირებს მას ფიზიკურ გარემოსთან (Foody 2002). მიწის საფარის ცვლილება განიხილება, როგორც ეკოლოგიურ სისტემებთან დაკავშირებული გლობალური ცვლილებების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ცვლადი (Vitousek, 1994). ცნობილია, რომ მიწის საფარის ცვლილება მნიშვნელოვნად

ზემოქმედებს გარემოში მიმდინარე პროცესებზე, როგორცაა ბიო-გეოქიმიური ციკლები რომელიც თავისთავად ზეგავლენას ახდენს კლიმატურ ცვლილებაზე (Campbell et al, 2009), ნიადაგის ეროზიაზე და მდგრად მიწათსარგებლობაზე (Douglas, 1999). მოცემულ ცვლადს გააჩნია მნიშვნელოვანი ფუნქცია და დიდი ალბათობით მომავალში კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი გახდება ბიომრავალფეროვნების ცვლილების ანალიზში და შეფასებაში (Chapin et al., 2000). მიუხედავად მიწის საფარის, როგორც ეკოლოგიური ცვლადის მნიშვნელობისა, ჩვენი ცოდნა ამ საკითხთან დაკავშირებით კავკასიაში, კერძოდ კი საქართველოში მწირია. რუკის სახით, ესეთი მონაცემების მოძიება დღესდღეობით შეუძლებელია ან შესაძლებელია მხოლოდ ფრაგმენტულად, კონკრეტული ტერიტორიისთვის. გარდა ამისა, მრავალი გეოგრაფიული ობიექტი, რომელიც აღნიშნულია რუკაზე (მცენარეულობა, ჰიდროგრაფია და ა.შ), სწრაფად ცვალებადია ამიტომ მნიშვნელოვანია ასეთი ობიექტების განახლება და მონიტორინგი (Gutman et al 2005). მიწის საფარის რუკები ამავდროულად წარმოადგენენ საწყის ინფორმაციას მიწათსარგებლობის რუკების შესაქმნელად, რაც ეკონომიკის მდგრადი მართვის და გეგმარების საწინდარია.

არსებობს მიწის საფარის დარუკების არაერთი თანამედროვე მეთოდი, მაგრამ ყველა მათგანი ეფუძნება აეროგადაღების ან თანამგზავრიდან მიღებულ გამოსახულებების სპექტრულ კლასიფიკაციას. ცნობილია სამი ძირითადი კლასიფიკაციის მეთოდი: (1) არამართვადი, (2) მართვადი და (3) ობიექტზე დაფუძნებული (Wegmann et al 2017). არამართვადი და მართვადი კლასიფიკაცია ორი ყველაზე გავრცელებული მიდგომაა, ამასთან, ობიექტზე დაფუძნებულმა კლასიფიკაციამ განსაკუთრებული გამოყენება ჰპოვა, როდესაც ბაზარზე გამოჩნდა ძალიან მაღალი გარჩევადობის გამოსახულებები დიდი ინფორმაციული ტევადობით (Blaschke 2010). ამრიგად, გამოსახულების კლასიფიკაცია წარმოადგენს გამოსახულების სპექტრულად (არამართული და მართული) ან სხვა, დამატებითი მახასიათებლების მიხედვით (ობიექტზე დაფუძნებული) პიქსელების კლასტერიზაციის პროცესს. კლასიფიკაციის მართვად ალგორითმებში ყველაზე ცნობილია „მაქსიმალური დამაჯერებლობის კლასიფიკაცია“ (Jensen, 2005), რომელიც ათწლეულებია გამოიყენება დისტანციური ამოცნობის ინდუსტრიის სფეროში, თუმცა დღეს-დღეობით დასამუშავებელი ინფორმაცია, კერძოდ კი მონაცემები მიღებული თანამგზავრული გამოსახულებებიდან რთულდება და იზრდება ზომაში, ამიტომ შედარებით მარტივ ალგორითმებს დროთა განმავლობაში ჩაენაცვლა უფრო რთული, ე.წ მანქანური სწავლების ალგორითმები (Lary et al 2016). ასეთ კლასიფიკატორებს შორის ყველაზე ხშირად გამოიყენება „ლოგისტიკური რეგრესია“ (Cheng et al 2006), „ნეირონული ქსელები“ (Tong et al 2020), ანსამბლური ტიპის კლასიფიკატორები, როგორცაა „შემთხვევითი ხეები“ (Pal, 2005), და საყრდენი ვექტორები (Oommen et al 2008).

უკანასკნელ წლებში მანქანური სწავლების ალგორითმების წარმატება მნიშვნელოვნად გაიზარდა და თანდათანობით ჩაენაცვლა ტრადიციულ მართვად კლასიფიკატორებს, რადგან გაჩნდა მოთხოვნა დიდ და რთული მონაცემების დამუშავებაზე, მაგალითად კონტინენტის ან პლანეტარული მასშტაბის კარტოგრაფიისთვის (Hansen et al., 1996;

2002; Rogan et al., 2003). აღსანიშნავია, რომ ინფორმაცია, მიღებული დისტანციური ამოცნობის მეთოდით წარმოადგენს გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებისთვის მოცულობით ერთ-ერთ ყველაზე მსხვილ წყაროს (Cheng et al 2017) ამიტომ ამ მონაცემების ხარისხიანად დამუშავება ძლიერ დამოკიდებული გახდა სტატისტიკური ალგორითმების წარმადობაზე. შედეგად განვითარდა მანქანური სწავლების კლასიფიკატორები, რომლებიც ძალზედ ეფექტური აღმოჩნდა, რადგან ისინი არ ეფუძნებიან მონაცემთა „ნორმალური განაწილების“ პრინციპებს და მიუხედავად მონაცემთა კომპლექსურობისა ხშირ შემთხვევაში გამოირჩევიან მაღალი სიზუსტით და სანდოობით (Foody, 1995). მანქანური დასწავლის ზოგიერთი მიდგომა, მაგალითად ნეირონული ქსელები და საყრდენი ვექტორების მეთოდი მრავალპარამეტრულია, რაც ართულებს მათ მართვას და ავტომატიზაციას (Foody, 2004), თუმცა კომპენსირდება შედეგების მაღლის სიზუსტით. ანსამბლური ტიპის კლასიფიკატორები განსაკუთრებით საინტერესოა (Rodriguez-Galiano et al, 2011), რადგან ანსამბლის სწავლების ალგორითმი იყენებს ერთი და იგივე საბაზო კლასიფიკატორს განმეორებადი მრავლობითი კლასიფიკაციის შესაქმნელად ერთი კონკრეტული მონაცემისთვის (Breiman, 2001). ანსამბლის დასწავლის მეთოდი ფუნქციონირებს ბევრ სხვა მანქანური სწავლების ალგორითმებზე უფრო ზუსტად, რადგან კლასიფიკატორთა ჯგუფური წარმადობა მეტია ვიდრე ცალკეული კლასიფიკატორების (Ghimire a., 2010).

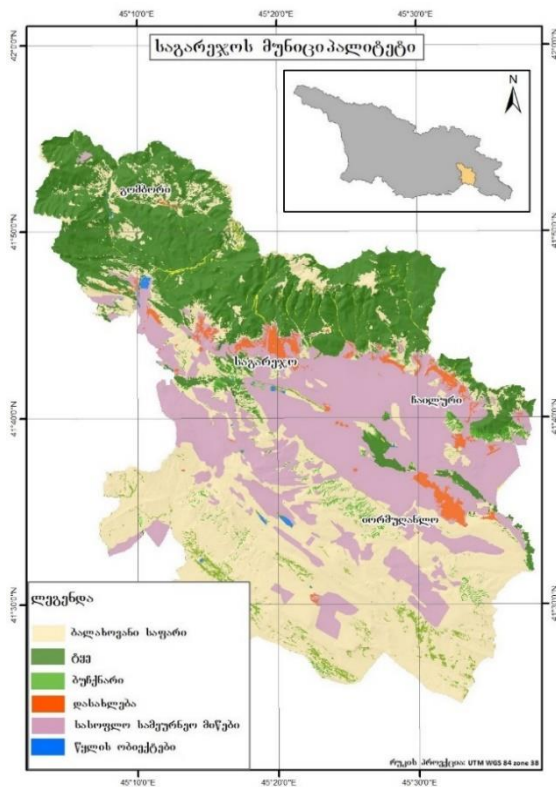
წინამდებარე კვლევის ამოცანას წარმოადგენდა ღია კოდის კლასიფიკატორების: RF-Random Forest „შემთხვევითი ტყე“, SVM- Support Vector Machine “საყრდენი ვექტორების მეთოდი” და ML -Maximum Likelihood “მაქსიმალური დამაჯერებლობის” ალგორითმებით მიღებული კლასიფიკაციის სიზუსტის შედარება საქართველოს განსხვავებული ლანდშაფტის პირობებში. თითოეული ალგორითმის გამოყენებით კლასიფიცირდა ერთი და იგივე თანამგზავრული გამოსახულება განსხვავებული საწვრთნელი მონაცემებით:

1. მხოლოდ სპექტრული არხებით (SB)
2. სპექტრული არხებით და ციფრულ სასიმაღლო მოდელით (SB-DEM)
3. სპექტრული არხებით და ლანდშაფტური სტრატეფიკაციით (SB-STR)

საკვლევ ტერიტორიად აღებული იყო საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის და მისი მიმდებარე ტერიტორიის კომპლექსური ლანდშაფტი, განსხვავებული კლიმატური ზონებით. ტერიტორია მოიცავს როგორც სტეპებს და ნახევრად უდაბნოს ეკოსისტემებს, აგრეთვე მდიდარია ტყეებით და სუბალპური მდელოებით.

2.2. მეთოდოლოგია

საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი მდებარეობს კახეთის რეგიონის დასავლეთ ნაწილში და მოიცავს 158,317 ჰა ფართობს, გავრცელებულია, ერთი მხრივ, ჰემიქსეროფილური და ქსეროფილური და, მეორე მხრივ, მეზოფილური მცენარეულობა. ჰემიქსეროფილური და ქსეროფილური მცენარეულობა ძირითადად მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილში - ივრის ზეგანზეა გავრცელებული. ყველაზე მეტ ფართობებს მოიცავს სტეპები (მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის 39%). მის გარდა არის ნახევრად უდაბნოსა და შიბლიაკის ტიპის ჰემიქსეროფილური ბუჩქნარები, ასევე თიხიანი და თიხაქვიშიანი ბედლენდების ფლოროკომპლექსები (Troitzki 1930); (Lachashvili, Kereselidze, 2020). მეზოფილური მცენარეულობა მეტწილად მუნიციპალიტეტის ჩრდილოეთ ნაწილში - გომბორის ქედზეა გავრცელებული. ძირითადია ტყეები (მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის 26.8%) და სუბალპური მდელოები (კეცხოველი, 1960). მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე გამორჩეული ადგილი უკავია ჭალის ტყეებს. დარჩენილი ტერიტორია წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო და ურბანულ ტერიტორიებს. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი, სიმაღლის, კლიმატის, ვეგეტაციის და სხვა გეოგრაფიული ფაქტორების თვალსაზრისით, შეიძლება დაიყოს ორ ნაწილად: (1) დაბლობი სადაც

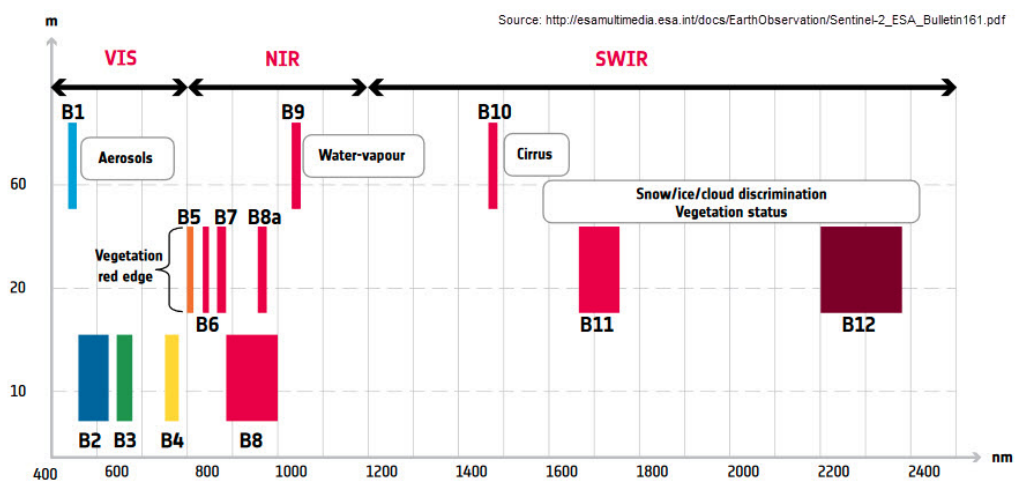


გაბატონებულია სტეპები და (2) მაღალმთიანი (ტყით დაფარული მთები). (იხ. სურ 2.1) სტეპის მცენარეულობა წარმოადგენილია უროიანი (*Bothriochloeta ischaemum*), ვაციწვერიანი (*Stipeta spp.*), წივანიანი (*Festuceta valesiaci*) და ჭანგიანი (*Elyrigieta repens*) ფორმაციებით. ბუჩქნარები ფრაგმენტულადაა გავრცელებული როგორც ფერდობებზე, ისე ხევებში. ძირითადია ძეძვიანი (*Paliuretum spinachristi*), გრაკლიანი (*Spiraetum hypericifoliae*) და პოლიდომინანტური (*Mixtofruticetum*) თანასაზოგადოებები. ბუჩქნარში გამორჩეული ადგილი ჯაგრცხილნარებს უკავია (*Carpineta orientalis*). მცირე და ფრაგმენტული გავრცელება აქვს ჭარბტენიანი ჰაბიტატებს, რომლებიც მეტწილად სტეპის არეალშია ჩართული (Troitzki, 1930, Lachashvili, Kereselidze, 2020). საკვლევი

სურ. 2.1 საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სიტუაციური რუკა მიწის საფრის ძირითად ტიპებით.

ტერიტორიის მთიან ნაწილში ზ.დ. 1200-1500 მ სიმაღლეზე გავრცელებულია მუხნარი (*Querceta petraea* subsp. *iberici*) და რცხილნარი (*Carpineta betulus*) ტყეები, ხოლო უფრო მაღლა - წიფლნარები (*Fageta orientalis*). გამორჩეული ადგილი უკავია ფიჭვნარებს (*Pineta sylvestris* subsp. *hamatae*), რომელიც ძირითადად მარიამჯვრის ღვარცოფზეა განვითარებული, გვხვდება ტყის არეალის ზედა ნაწილშიც. მთის ზედა სარტყელი წარმოდგენილია სუბალპური მდელოებით სადაც განვითარებულია მესაქონლეობა და ტერიტორიის უმეტესი ფართობი საძოვრებით არის დაკავებული (კეცხოველი, 1960).

როგორც უკვე ვახსენეთ, ამ კვლევის მიზანს წარმოადგენდა Sentinel-2A მრავალსპექტრული გამოსახულების კლასიფიკაციის გამოცდა ძლიერ განსხვავებული ლანდშაფტის პირობებში. საგამოცდოდ შეირჩა 3 ხშირად გამოყენებადი კლასიფიკაციის ალგორითმი, კერძოდ RF-Random Forest „შემთხვევითი ტყე“, SVM- Support Vector Machine “საყრდენი ვექტორების მეთოდი” და ML-Maximum Likelihood მაქსიმალური დამაჯერებლობის კლასიფიკატორი. ალგორითმის გამოცდა განხორციელდა საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის და მისი მიმდებარე ტერიტორიის გამოსახულებებზე, რადგან ლანდშაფტურად და მცენარეულობის მხრივ მოცემული ტერიტორია არაერთგვაროვანია. თითოეული ალგორითმის გამოყენებით 3 ჯერ კლასიფიცირდა ერთი და იგივე გამოსახულება, განსხვავებული ცვლადების კრებულით: 1. მხოლოდ სპექტრული არხებით (SB), 2. სპექტრული არხებით და ციფრულ სასიმაღლო მოდელით (SB_DEM) და 3. სპექტრული არხებით და ლანდშაფტური სტრატეფიკაციით (SB_STR). საკვლევი ტერიტორიის შესაფასებლად გამოყენებული იყო Sentinel-2A ორთორექტიფიცირებული მრავალსპექტრული გამოსახულებები 10, 20 და 60 მეტრის გარჩევადობის სპექტრული არხებით. (იხ. სურ.2.2) მონაცემთა ჩამოტვირთვა განხორციელდა (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) ინტერნეტ პორტალიდან. საველე გასვლების დროს ღრუბლიანი ამინდის გამო შეირჩა ორი, 27 მაისს 2019 გადაღებული გამოსახულება, რომელმაც დაფარა დაბლობის ტერიტორია და ორი



სურ 2.2. Sentinel 2 არხების სივრცული და სპექტრული რეზოლუცია. წყარო: <http://esamultimedia.esa.int>

გამოსახულება გადაღებული 2019 წლის 16 ივლისს, მთიანი ტერიტორიისთვის. საველე სამუშაოებსა და თანამგზავრის მიერ გადაღების შორის დრო წარმოადგენდა 6 და 32 დღეს. სანიმუშო და სპექტრული მონაცემები დამუშავდა და მოწესრიგდა QGIS Desktop 3.8.2-Zanzibar (QGIS Development Team 2019) და System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4 (Conrad et al, 2015). ჩრდილოეთის მთიანი და სამხრეთის დაბლობის გამოსახულებების მოზაიკური შერწყმისთვის ისე, რომ არ დარღვეულიყო გამოსახულებების სპექტრული და სივრცული მახასიათებლები, გამოყენებული იყო Sentinel Application Platform (SNAP 7.0.0). საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი, მათ შორის საგარეჯოს რაიონი, მთაგორიანია და რელიეფურად დანაოჭებული, რაც დიდ გავლენას ახდენს სატელიტური გამოსახულების ინტერპრეტაციის ხარისხზე, ამიტომ, ატმოსფერული კორექციის გარდა, ჩვენ აგრეთვე გამოვიყენეთ ტოპოგრაფიული ნორმალიზაციის მეთოდი. შედეგად მივიღეთ, ატმოსფერულად კორექტული და ტოპოგრაფიულად გასწორებული გამოსახულებები. სპექტრული არხების ტოპოგრაფიული კორექტირებისთვის გამოყენებული იყო ციფრულ სასიმაღლო მოდელი SRTM30, რომელიც ჩამოტვირთული იყო ინტერნეტ მონაცემთა პორტალიდან <https://earthexplorer.usgs.gov>. დაუმუშავებელ SRTM30 გააჩნია რადიომეტრიული ხარვეზები (მცდარი მწვერვალები და ჩავარდნები), რაც იწვევს გამოსახულებაზე პიქსელების მნიშვნელობების მცდარ ცვლილებებს. შესწორების მიზნით, ჩვენ გამოვიყენეთ 3x3 მედიანური ფილტრი SAGA ინსტრუმენტების გამოყენებით. იგივე ციფრულ სასიმაღლო მოდელი გამოყენებული იყო კლასიფიკაციისთვის, როგორც დამატებითი ცვლადი.

#	მიწის საფარის დასახელება	საწვრთნელი პიქსელების რაოდ. % ში	საცდელი პიქსელების რაოდ. % ში
1	წყლის ობიექტები	0.03	0.014
2	ფართოფოთლოვანი ტყე	0.78	0.621
3	წიწვოვანი ტყე	0.08	0.037
4	ბუჩქნარი	0.01	0.003
5	ჭარბტენიანი ტერიტორიები	0.01	0.004
6	მდელოები	0.13	0.089
7	მდელოები მაღალბალახეულობით	0.03	0.013
8	სტეპი	0.49	0.304
9	სავარგულები (სიმიინდის ყანები)	0.04	0.017
10	გამიშვლებული გრუნტი	0.02	0.013
11	ნახანძრალი მინდვრები	0.03	0.025
12	ღრუბლები	0.12	0.067
13	ჩრდილები	0.01	0.012

ცხრილი 2.1 მიწის საფარის შესაქმნელად გამოყენებული საწვრთნელი და საცდელი პიქსელების რაოდენობა პროცენტებში (სულ პიქს. რაოდ. გამოსახულების სვეტებში-6116, რაოდ. გამოსახულების რიგებში - 5260).

საწვრთნელი და საცდელი მონაცემების შექმნა განხორციელდა ძალიან მაღალი 2016 წლის აერო ორთოფოტოების (20სმ) <http://maps.napr.gov.ge/> ფოტოინტერპრეტაციის გზით, სადაც პიქსელების დაჯგუფება სრულდებოდა სპექტრული ჰომოგენურობის პრინციპით Semiautomatic Classification Plugin (SCP)-ის გამოყენებით. სულ გამოიყო მიწის საფარის 13 კლასი: გაშიშვლებული გრუნტი (კლდეები და რიყეები), წიწვოვანი ტყე, ფოთლოვანი ტყე, ბუჩქნარი, მდელოები, ნახანძრალი მინდვრები, სტეპი, წყლის ობიექტები (ტბები და მდინარეები), ჭარბტენიანი ტერიტორიები, ღრუბლები და ჩრდილები). სასოფლო-სამეურნეო მიწები და საკარმიდამო ნაკვეთები ძლიერ შეზავებული და კომპლექსური სისტემებია, ამიტომ მათი ფოტოინტერპრეტაცია და საწვრთნელი მონაცემების მომზადება კვლევაში არ განხორციელდებულა. გამონაკლისი გახდა მხოლოდ სიმინდის ყანები, რადგან მათი ფოტოინტერპრეტაცია შესაძლებელი იყო საველე გადამოწმების გარეშე. საწვრთნელი და საცდელი მონაცემების რაოდენობრივი შეფასებისთვის იხ. ცხრილი 2.1.

Maximum likelihood classification (MLC) ანუ მაქსიმალური დამაჯერებლობის კლასიფიკაციის დროს ხდება დაშვება, რომ თითოეული კლასის სტატისტიკური მონაცემები ხასიათდებიან ნორმალური გავრცელებით და ითვლიან მოცემული პიქსელის კუთვნილების ალბათობას კონკრეტული კლასის მიმართ (Strahler 1980). იმ შემთხვევაში თუ ალბათობის ზღურბლის მნიშვნელობა 0-ია, მაშინ ყველა პიქსელი კლასიფიცირდება, სხვა შემთხვევაში პიქსელების მიკუთვნება კონკრეტულ კლასთან ხორციელდება მაქსიმალური ალბათობით, რომელიც იზღუდება ალბათობის ზღურბლის მნიშვნელობით (L3Harris Geospatial 2020) ჩვენი კვლევის ფარგლებში პიქსელების კლასიფიკაცია არ შეზღუდულა ამიტომ გამოსახულებაზე განხორციელდა პიქსელების სრული კლასიფიკაცია.

Random Forest (RF) შემთხვევითი ტყე, როგორც ეს გამომდინარეობს მისი სახელიდან შედგება გადაწყვეტილებების ხეებისგან, რომლებიც მოქმედებენ როგორც ანსამბლი. თითოეული ხე შემთხვევით ტყეში პროგნოზირებს კონკრეტულ კლასს, ამასობაში კლასი რომელიც ხასიათდება მაქსიმალური შეფასებით ხდება მოდელის განმსაზღვრელი (Breiman 2001). შემთხვევითი ტყის პარამეტრიზირება ეფუძნება ორ მიდგომას: მოდელის პროგნოზირების სიმძლავრის გაზრდას ან მოდელირების პროცესის აჩქარებას. მოდელის პროგნოზირების სიმძლავრის გაზრდა ხორციელდება ხეების რაოდენობის გაზრდით Max. Tree Depth, რომელსაც ალგორითმი ზრდის, სანამ ის არ მიიღებს შეფასების მაქსიმალურ მნიშვნელობას (Breiman 2001). ჯამში, ხეების რაოდენობა აუმჯობესებს წარმადობას და ხდის პროგნოზირებას უფრო სტაბილურს, თუმცა მნიშვნელოვნად ანელებს გამოთვლის პროცესს. რეგულირების მნიშვნელოვანი პარამეტრს წარმოადგენს Maximum categories რომელიც აჩვენებს კატეგორიების მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა კვანძის (node) გასახლეჩად. ასევე ალგორითმის რეგულირება ხდება min_sample_leaf ფუნქციით, რომელიც ადგენს ფოთლების ან სინჯების (Leaves) საჭირო მინიმალურ რაოდენობას შიდა კვანძების გასახლეჩად (Donges 2020). მოდელირების სიჩქარის რეგულირება ამ კვლევის ფარგლებში არ განხორციელდებულა.

Support Vector Machine (SVM) ანუ საყრდენი ვექტორების მეთოდი წარმოადგენს სტატისტიკური დასწავლის თეორიაზე აგებულ მართულ (ზედამხედველობით) კლასიფიკაციის მეთოდს, რომელიც ხშირად იძლევა შერეული და „ხმაურიანი“ მონაცემების კლასიფიკაციისას კარგ შედეგებს (Oommen et al 2008). ეს მეთოდი ერთმანეთისგან აცალკევებს კლასებს “განსაზღვრის ზედაპირის” მეშვეობით, რაც მაქსიმალურად ზრდის ზღვრულ ინტერვალს კლასებს შორის. “განსაზღვრის ზედაპირის” ხშირად ოპტიმალურ ჰიპერსიბრტყეს უწოდებენ, ხოლო ჰიპერსიბრტყესთან ყველაზე ახლოს მდებარე მონაცემთა წერტილებს კი - საყრდენ ვექტორებს (L3Harris Geospatial 2020). არსებული კვლევების თანახმად საწვრთნელი ნაკრების ძირითად ელემენტებს საყრდენი ვექტორები შეადგენენ (Knorn et al. 2009),(Ballanti et al 2016) და (Shi & Yang 2015) ალგორითმის რეგულირებისას RBF (რადიალური ბაზისის ბირთვის) და PF (პოლინომური ფუნქციები) ხშირად აჩვენებენ საუკეთესო შედეგებს და გამოირჩევიან მაღალი წარმადობით, ამიტომ ჩვენ კვლევაშიც პარამეტრიზირება განხორციელდა ამ ორი ფუნქციის მიხედვით.

სიზუსტის შეფასება განხორციელდა შეცდომათა მატრიცის საშუალებით (Confusion matrix) რომლის მიხედვითაც შეფასდა კლასიფიკატორის მუშაობის შედეგები. მატრიცის საშუალებით განხორციელდა ალგორითმის მიერ წარმოებული მონაცემების დახარისხება სწორ და არასწორად კლასიფიცირებულ მნიშვნელობებად, სადაც სვეტებში განლაგდა პროგნოზირებული ანუ გამოთვლილი კლასები, ხოლო რიგებში აისახა ფაქტიური მნიშვნელობები. შედეგად, მივიღეთ „შეცდომათა მატრიცა“ სხვა შეცდომის მაჩვენებლებით, როგორცაა ზოგადი კლასიფიკაციის სიზუსტე და კაპა კოეფიციენტი.

2.3. შედეგები

პარამეტრების შერჩევა შესრულდა სამივე, ML, RF და SVM ალგორითმისთვის დამოუკიდებლად სადაც გამოიცადა 3 სხვადასხვა ვარიანტი (SVM_SB, SVM_SB_DEM, SVM_SB_STR). (იხ. სურ. 2.3)

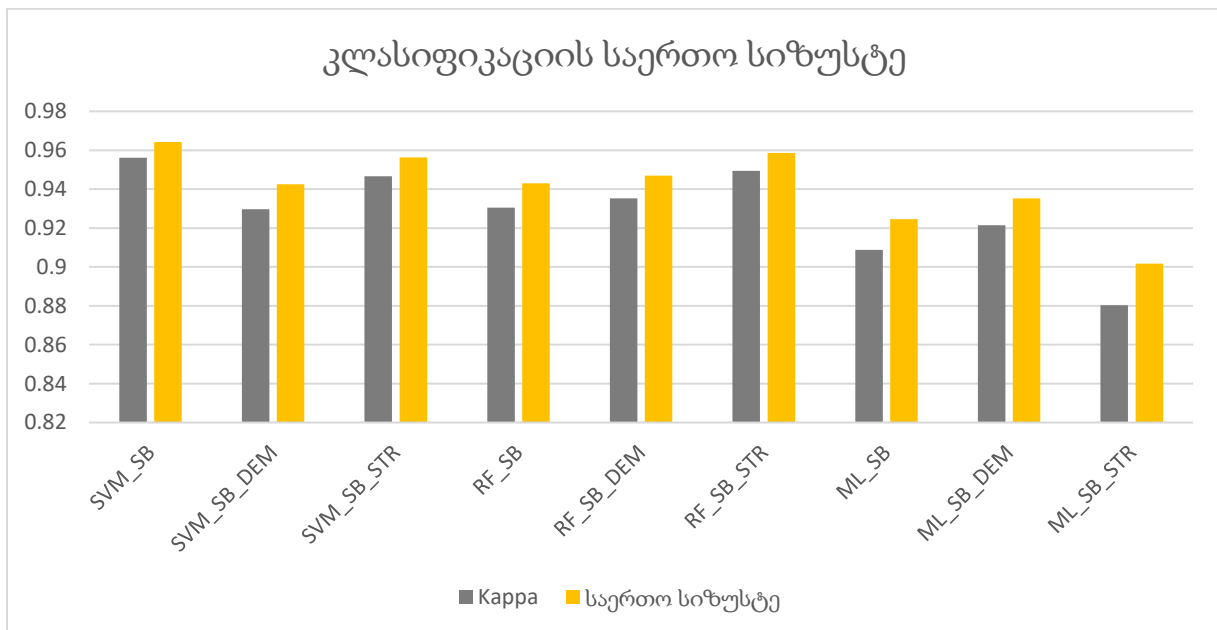
ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევა განხორციელდა ცდების საფუძველზე და მხოლოდ სპექტრული მნიშვნელობის ცვლადებზე. საუკეთესო სიზუსტის და წარმადობის მქონე პარამეტრები შემდგომში გამოყენებული იყო მიწის საფარის კლასიფიკაციისთვის.

1. MLC პარამეტრები: Probability Threshold - 0, Probability reference – relative
2. RF პარამეტრები: Maximum Tree depth -10, Minimum sample count -2, maximum categories – 10.
3. SVM პარამეტრები: SVM type – c-support vector classification, Kernel type – radial basis function, C-1, Gamma – 1

ციფრულ-სასიმალო მოდელების და სტრატეგიკაციის გამოყენებამ კლასიფიკაციის საერთო სიზუსტე არ გააუმჯობესა, ამიტომ ამ ცვლადებისგან შემდგარი კრებული კვლევაში აღარ განხილულა (იხ. სურ. 2.3).

გამოსახულება კლასიფიცირდა 13 კლასად: წყლის ობიექტები (ტბები, წყალსაცავები, ტბორები, მსხვილი მდინარეები), ფართოფოთლოვანი ტყე (მთის და ჭალის ტყეები), წიწვოვანი ტყე (ხელოვნური და ბუნებრივი კორომები), ბუჩქნარი, ჭარბტენიანი ტერიტორიები (ლელიანი), მდელოები (ტყის და სუბალპური საძოვრები), მდელოები მაღალბალახულობით, სტეპი, სავარგულები (სიმინდის ყანები), გაშიშვლებული გრუნტი (კლდეები, რიყეები), ნახანძრალი მინდვრები, ღრუბლები და მათი ჩრდილები.

სიზუსტის გაანგარიშება განხორციელდა შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით, როგორც მთლიანი კლასიფიკაციისთვის, აგრეთვე თითოეული კლასისთვის. (იხ. სურ. 2.3 და 2.3-2.13 ცხრილები)



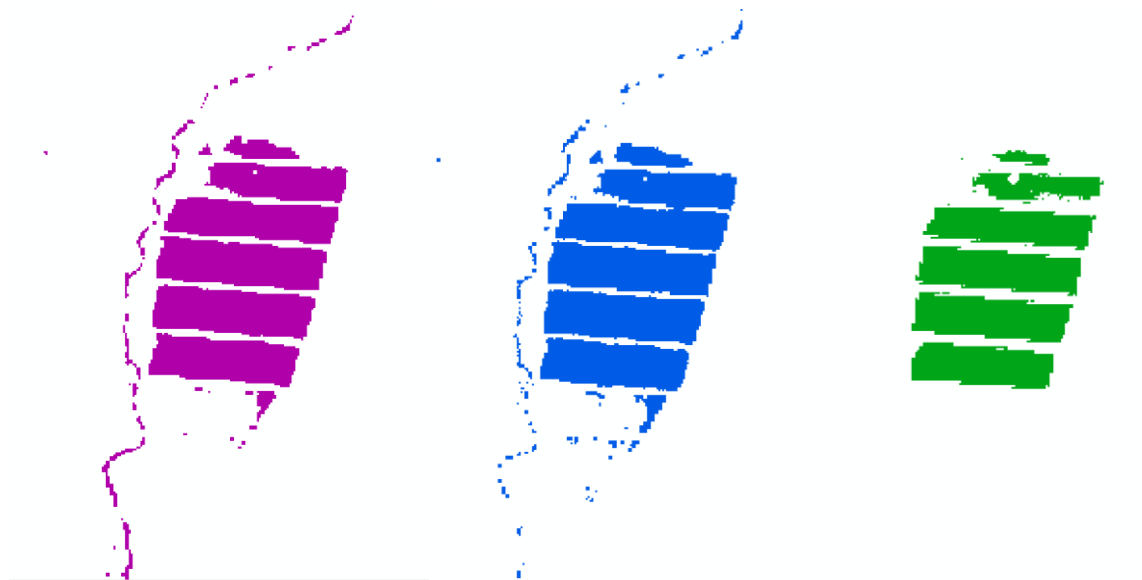
სურ. 2.3 შედეგების საერთო სიზუსტე განსხვავებული ალგორითმების და ცვლადების კრებულის გამოყენების შედეგად.

მიწის საფარის კლასების სიზუსტე და განსხვავებული ალგორითმების მიხედვით

სხვადასხვა კლასიფიკაციის ალგორითმები ხშირად გვაძლევენ განსხვავებულ შედეგებს შერეული ან გარდამავალი მიწის ტიპების კლასიფიკაციისას, რადგან ალგორითმების მუშაობა განსხვავებულად მგრძნობიარეა საწვრთნელი მონაცემების რაოდენობასა და ხარისხზე. (Olofsson et al 2014) მიუხედავად იმისა, რომ კლასიფიკაციის საერთო სიზუსტე მეტნაკლებად იდენტურია, ის განსხვავდება კლასების მიხედვით და ზოგ შემთხვევაში განსხვავება მნიშვნელოვანია.

წყლის ობიექტები

საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის და მისი მიმდებარე ტერიტორიები უმეტესწილად სტეპით ან ტყით დაფარული მთა-გორიანი ლანდშაფტია, სადაც წყლის ობიექტები საშუალოდ მიწის საფარის მხოლოდ 0.4%-ს წარმოადგენენ. წყლის ობიექტებიდან აღსანიშნავია ტბები, მლაშე ტბები, წყალსაცავები, თევზსაშენი ტბორები, მდინარეები და დელეები. მიუხედავად წყლის ობიექტების ვიზუალური ერთგვაროვნებისა ისინი ხშირად განსხვავდებიან ქიმიური ან ფიზიკური შემადგენლობით რაც ძლიერ მოქმედებს მათ სპექტრულ მახასიათებლებზე. სუფთა, გამჭვირვალე წყლის პირობებში ყურადსაღებია წყლის სიღრმე, რადგან გამოსახულებაზე წყლის გარდა შესამჩნევი ხდება ფსკერიც, რომელიც იწვევს ობიექტის სპექტრული სიგნატურის გამრუდებას და შესაბამის ცდომილებას წყლის სხეულების ინტერპრეტირებისას. სამი საცდელი ალგორითმიდან „საყრდენი ვექტორების მეთოდი“ საუკეთესო აღმოჩნდა რადგან ტბების, წყალსაცავების და სხვა დიდი ფართობის მქონე წყლის ობიექტების ამოცნობა ამ ალგორითმის საშუალებით უკეთესად განხორციელდა. აღსანიშნავია, რომ შემთხვევითი ტყის კლასიფიკატორი ვიწრო ობიექტების, კერძოდ კი მდინარეების ამოცნობაში უფრო წარმატებული აღმოჩნდა. მაქსიმალური დამაჯერებლობის ალგორითმი კი ჩამორჩა ყველა ტიპის წყლის ობიექტის ამოცნობაში. იხ. სურ. 2.4



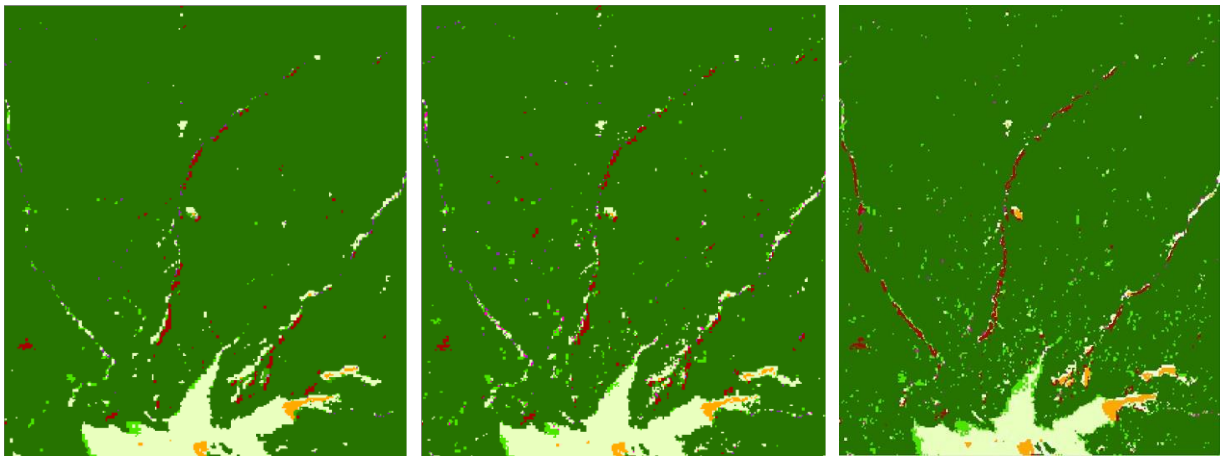
სურ. 2.4. სურათზე გამოსახულია SVM, RF და ML ალგორითმებით ამოცნობილი უჯარმის სათევზე მუერნეობები და მდინარე იორი.

მიწის საფარის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
წყლის ობიექტები	SVM	0.995213	0.99488	0.9950465
	RF	0.984191	0.963593	0.973892
	ML	0.863616	0.995764	0.92969

ცხრილი. 2.3. ცხრილში წარმოდგენილია წყლის ობიექტების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

წიწვოვანი ტყე

საკვლევ ტერიტორიაზე ტყე ძირითადად ფართოფოთლოვანია, თუმცა მარიამჯვარის დაცული ტერიტორიის ფარგლებში ნამეწყრალზე და კლდეების ძირში გვხვდება ბუნებრივი წიწვოვანი ტყე. წიწვოვანი ხეები გვხვდება აგრეთვე ხელოვნურად გაშენებულ პლანტაციებზე მცირე კორომების სახით მთელ საკვლევ ტერიტორიაზე. წიწვოვანების სპექტრული მახასიათებლები ძლიერ განსხვავდება სხვა ტყის მცენარეულობისგან ამიტომ მათი სპექტრული გამიჯვნა სხვა მცენარეებისგან შესრულდა მაღალი სიზუსტით, თუმცა გამონაკლისების შემთხვევაში, როდესაც ფართოფოთლოვანი მცენარეულობა დაჩრდილულია ვიწრო ხეებით ან ღრუბლებით, მათი ამოცნობა ძალიან გართულებულია (სურ. 2.5). ასეთ შემთხვევაში წიწვოვანების კლასიფიკაცია მიმდინარეობდა განსხვავებული სიზუსტით (იხ. ცხრილი. 2.3)



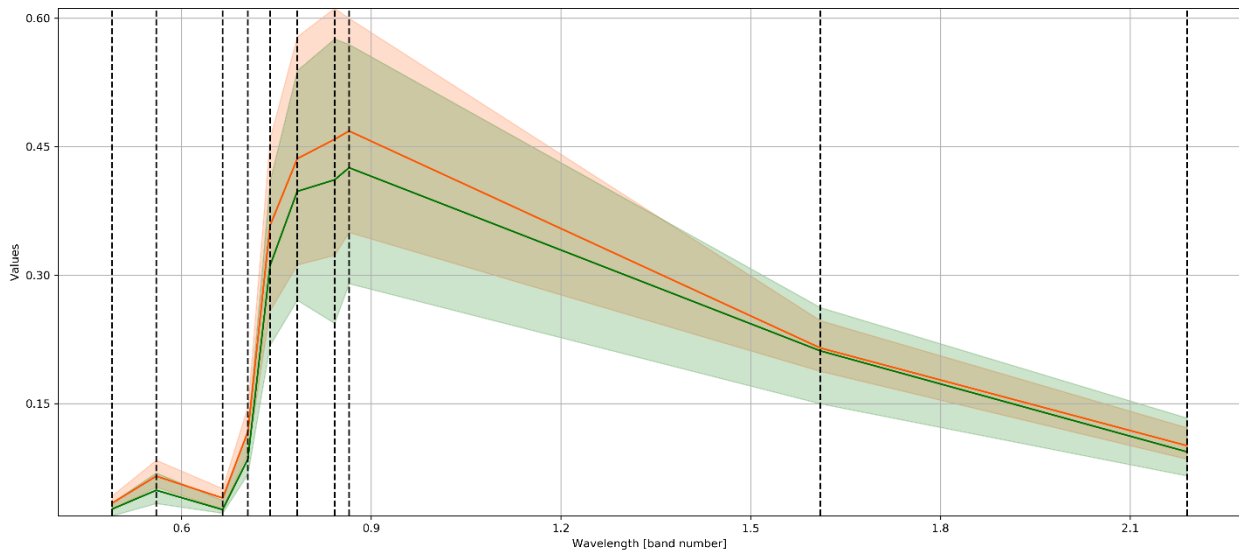
სურ. 2.5 SVM, RF, ML ალგორითმებით შესრულებული მიწის საფარის რუკაზე ნაჩვენებია მთა ცივის ჩრდილო-დასავლეთ ფერდობი ვიწრო ხეებით, სადაც დაჩრდილული ტყის კორომები შეცდომით ამოცნობილია, როგორც წიწვოვანი ხე-მცენარეები.

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
წიწვოვანი ტყე	SVM	0.973792	0.816533	0.8951625
	RF	0.971659	0.859898	0.9157785
	ML	0.979125	0.699619	0.839372

ცხრილი. 2.3. ცხრილში წარმოდგენილია წიწვოვანი ტყეების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

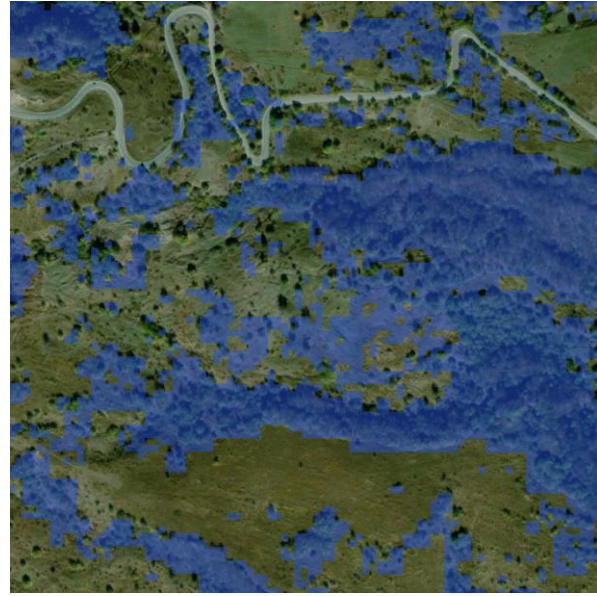
ფართოფოთლოვანი ტყე

ფართოფოთლოვანი ტყე საკვლევი ტერიტორიის ფართობის სიდიდით მეორე კლასს წარმოადგენს და როგორც სპექტრულად, ისევე სტრუქტურულად ძლიერ ჰეტეროგენიულია. სპექტრული განსხვავება ძირითადად ტყის ტიპებით, სახეობრივი განსხვავებით არის გამოწვეული, ხოლო განსხვავებას სტრუქტურაში იძლევა ხეების სიმჭიდროვე და ვარჯის ფორმა. ჯამში კლასიფიკაციის შედეგად ტყე კარგად კლასიფიცირდა, თუმცა კლასიფიკაციის სიზუსტე განსხვავებული აღმოჩნდა გარდამავალ ობიექტებზე, (სურ. 2.7 - 2.8) სადაც კლასების გამიჯვნა გარკვეული შეცდომებით წარიმართა. სპექტრული მახასიათებლების მიხედვით ტყე და სუბალპური მაღალბალახულობა შერეული ცალკე მდგომი ხეებით ჰომოგენურია, რაც ართულებს კლასიფიკატორების მუშაობას (იხ. სურ 2.6)

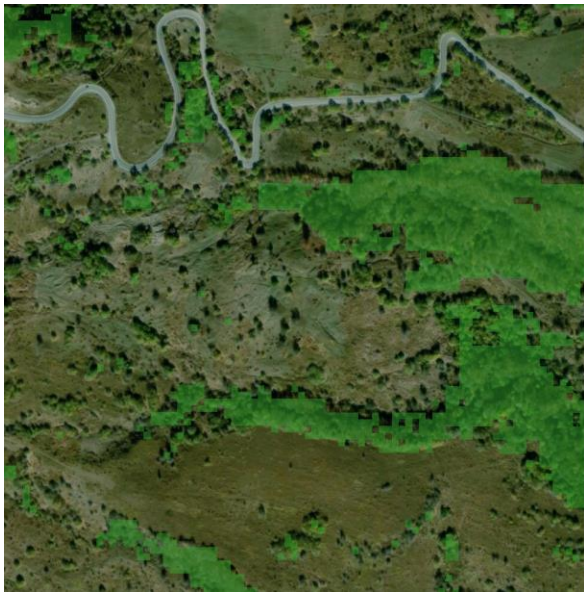


სურ. 2.6 გრაფიკზე ნაჩვენებია ტყის (მწვანე) და ხე-ნარევი ალპური მაღალბალახულობის (ნარინჯისფერი) კლასების სპექტრული მრუდები, სადაც Y ღერძზე ნაჩვენებია სპექტრული მნიშვნელობები, ხოლო X ღერძი ასახავს სპექტრული ტალღის სიგრძეს და არხების ნომერს.

ჯამში, სამივე ალგორითმმა აჩვენა კარგი შედეგები მცირედი განსხვავებებით. (იხ. ცხრილი 2.4)



სურ 2.7. Sentinel-2 გამოსახულებიდან SVM და RF ალგორითმით გამოთვლილი ტყის საფარი გომბორის მთის მიდამოებში შეფასებული ძალიან მაღალი გარჩევადობის სატელიტურ გამოსახულებით



სურ 2.8. Sentinel-2 გამოსახულებიდან ML ალგორითმით გამოთვლილი ტყის საფარი გომბორის მთის მიდამოებში შეფასებული ძალიან მაღალი გარჩევადობის სატელიტურ გამოსახულებით

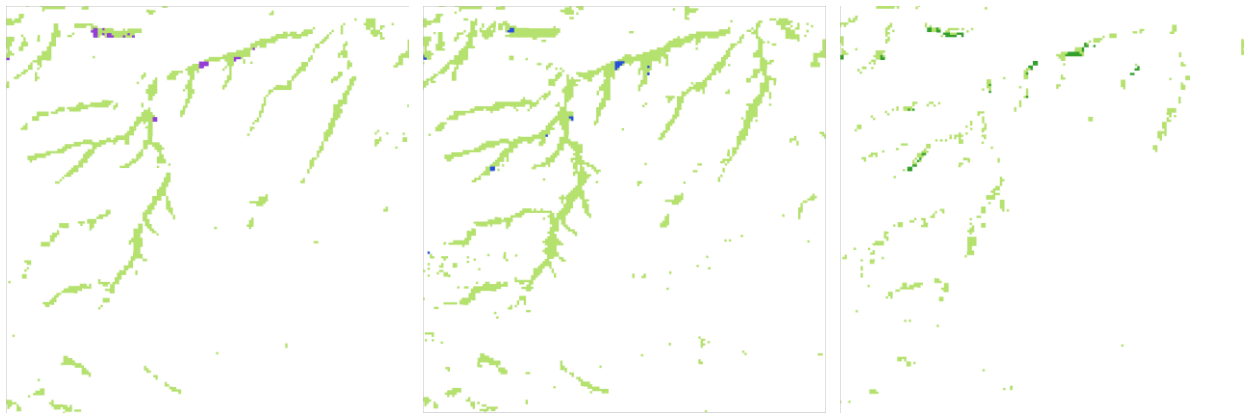
მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
ფართოფოთლოვანი ტყე	SVM	0.982644	0.969028	0.975836
	RF	0.965626	0.962099	0.9638625
	ML	0.915566	0.975491	0.9455285

ცხრილი. 2.4. ცხრილში წარმოდგენილია წიწვოვანი ტყეების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ბუჩქნარი

ბუჩქნარი საკვლევ ტერიტორიის ფართობით მცირე კლასია და ძირითადად ტყისპირა ან ნატყევარ ტერიტორიებს მოიცავს. დაბლობში, სადაც ძირითადად სტეპის მცენარეულობა ჭარბობს, ბუჩქნარი განვითარებულია ხევებში და ჩრდილო ფერდობებზე. ბუჩქნარი შერეული კლასია და აერთიანებს, როგორც ძეძვიანს, ისე ჯაგრცხილნარებს. გარდა მერქნიანი მცენარეებისა, აღნიშნული კლასი მოიცავს ბალახოვან მცენარეებსაც, რომლებიც ბუჩქნარში და მის გარშემო განვითარებული.

საკვლევ ტერიტორიაზე ბუჩქნარი უმეტესწილად იზოლირებულ ეკოსისტემებს წარმოადგენს, და არ გააჩნია გადაფარვები, ანუ გარდამავალი ფართობები სხვა კლასებთან, ამიტომ ის შედარებით კარგად კლასიფიცირდება. გამონაკლისია ძალიან ვიწრო ხევები სადაც ბუჩქნარი ამოიცილობა, როგორც მდელოს მცენარეულობა, რადგან სპექტრული გამოსახულების სივრცული გარჩევადობა არ იძლევა მკვეთრ სიგნალს და შესაბამისად ბუჩქნარისთვის დამახასიათებელი სპექტრული სიგნატურის ამოცნობის საშუალებას. საცდელი 3 ალგორითმიდან ვერცერთის გამოყენებით ვერ მოხერხდა კლასიფიკაციის კარგი შედეგების მიღწევა იქ სადაც ბუჩქნარის გრძივი ფორმა 40 მეტრზე ვიწრო აღმოჩნდა. (იხ. სურ 2.9)



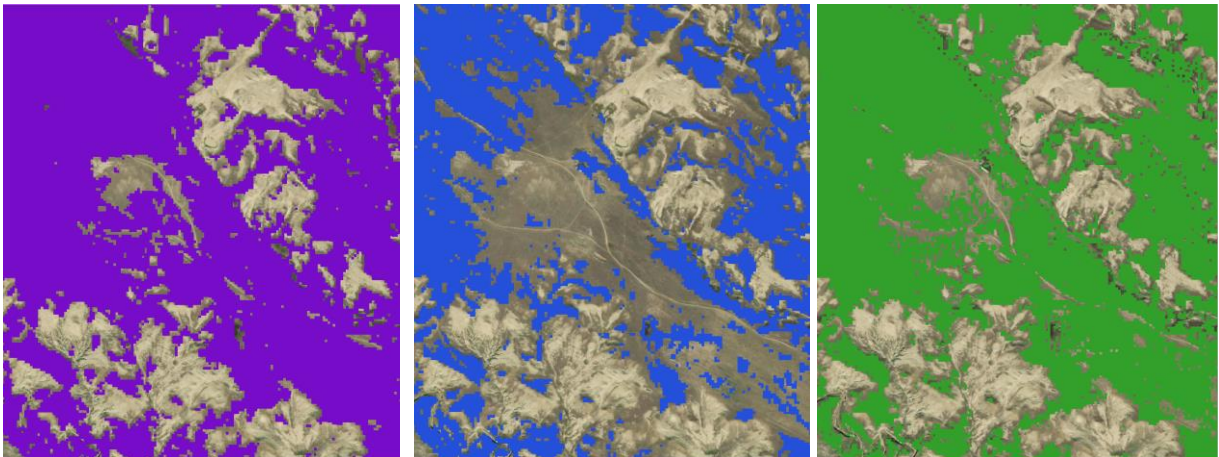
სურ. 2.9 სურათზე გამოსახულია ხევებში განვითარებული ძეძვიანი, რომელიც შეცდომით არის იდენტიფიცირებული, როგორც მდელოს ბალახოვანი მცენარეულობა (ღია მწვანე). შედარებით მუქი პიქსელები აჩვენებს სწორად ამოცნობილ მნიშვნელობებს.

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
ბუჩქნარი	SVM	0.894691	0.958282	0.9264865
	RF	0.845355	0.978951	0.912153
	ML	0.719273	0.907866	0.8135695

ცხრილი. 2.5. ცხრილში წარმოდგენილია ბუჩქნარის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

სტეპი

სტეპი ყველაზე დიდი ფართობის მქონე კლასია საკვლევ ტერიტორიაზე. ის აგრეთვე ერთ-ერთი ყველაზე ჰეტეროგენულია, რადგან სტეპის მცენარეულობის ფიზიოლოგია და ვიზუალური სტრუქტურა ძლიერ დამოკიდებულია სავეგეტაციო პერიოდზე, გაბატონებულ სახეობებზე და დეგრადაციის ხარისხზე. გაზაფხულზე მცენარეულობა გაჯერებულია ქლოროფილით და წყლით, რომელიც ივლისის პირველი ნახევრისთვის კლებულობს, ხოლო აგვისტოსთვის მცენარეულობა გაუფერულებული და მშრალია. ასეთი ვიზუალური ცვლილებები რა თქმა უნდა აისახება მცენარეების სპექტრულ მახასიათებლებზეც. აღსანიშნავია, რომ ბალახოვანი საფარი კარგავს სიმწვანეს თანდათანობით, სიმაღლის და ფერდობის ექსპოზიციის მიხედვით, ამიტომ ხშირად ერთი და იგივე მცენარეული თანასაზოგადოება შესაძლოა განსხვავებულად ინტერპრეტირდეს თანამგზავრულ გამოსახულებებზე. აღსანიშნავია, რომ საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სტეპი ძირითადად გამოიყენება, როგორც საძოვარი, ამიტომ გარკვეულ ადგილებში ხშირად ვხვდებით ძოვებით გამოწვეულ დეგრადაციას. ასეთ ადგილებში მცენარეული ბიომასა მცირეა. შიშველი ნიადაგის არეკვლის კოეფიციენტი ძალიან მაღალია, ამიტომ დეგრადირებული ბალახოვანი საფარი ხშირად შეცდომით ამოიცნობა, როგორც კლდეები, რიყეები ან ფლატეები. საცდელი სამი ალგორითმიდან ამ შემთხვევაშიც SVM კლასიფიკატორმა აჩვენა საუკეთესო მაჩვენებელი. RF კლასიფიკატორით მიღებულმა მოდელმა ჯამში კარგი შედეგები აჩვენა, თუმცა ძლიერ დეგრადირებული ბალახოვანი საფარის ამოცნობა გარკვეულ ადგილებში შეცდომით განახორციელდა. (იხ. სურ 2.10)



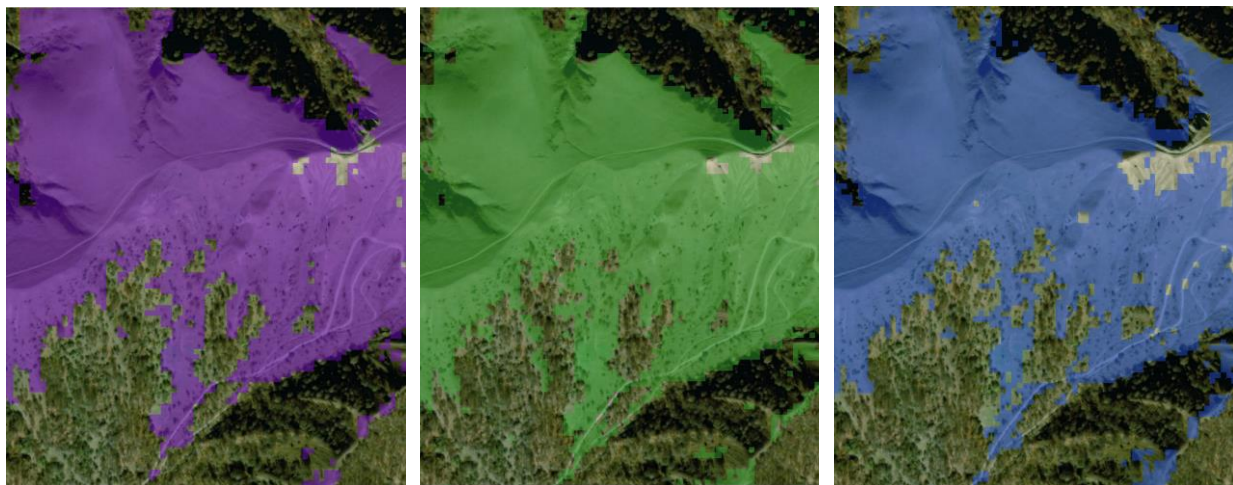
სურ. 2.10 SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი სტეპი. კლდეები, გაშიშვლებული ნიადაგი და სტეპის მცენარეულობა კარგად გაიმიჯნა ერთმანეთისგან, თუმცა შეცდომები გამოიკვეთა სტეპის ძლიერ დეგრადირებული უბნებზე, რომლებიც იდენტიფიცირდნენ, როგორც გაშიშვლებული ნიადაგი.

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
სტეპი	SVM	0.997449	0.966332	0.9818905
	RF	0.89281	0.974831	0.9338205
	ML	0.918348	0.923235	0.9207915

ცხრილი. 2.6. ცხრილში წარმოდგენილია სტეპის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

მდელო

საკვლევ ტერიტორიაზე მდელო შერეული კლასია და აერთიანებს ბალახოვან ეკოსისტემებს სტეპისა და სუბალპური მადალბალახულობის გამოკვევით. კლასი „მდელოები“ ძირითადად შედგება სუბალპური მდელოებისა და ტყის ველობებისგან, სადაც სიმწვანე ანუ ქლოროფილის შემცველობა მცენარეში მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდება. მდელოები ხშირად ტყესთან ან ბუჩქნართან ერთად ქმნიან გარდამავალ კლასტერებს სადაც ტყის, ბუჩქნარის და ბალახოვანი საფარის რაოდენობრივი წილი თანაბარია. (იხ. სურ. 2.11)



სურ. 2.11. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი მდელოები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. განსხვავება ძირითადად შეიმჩნევა მდელოს-ტყის და მდელო-კლდეების გარდამავალ უბნებზე.

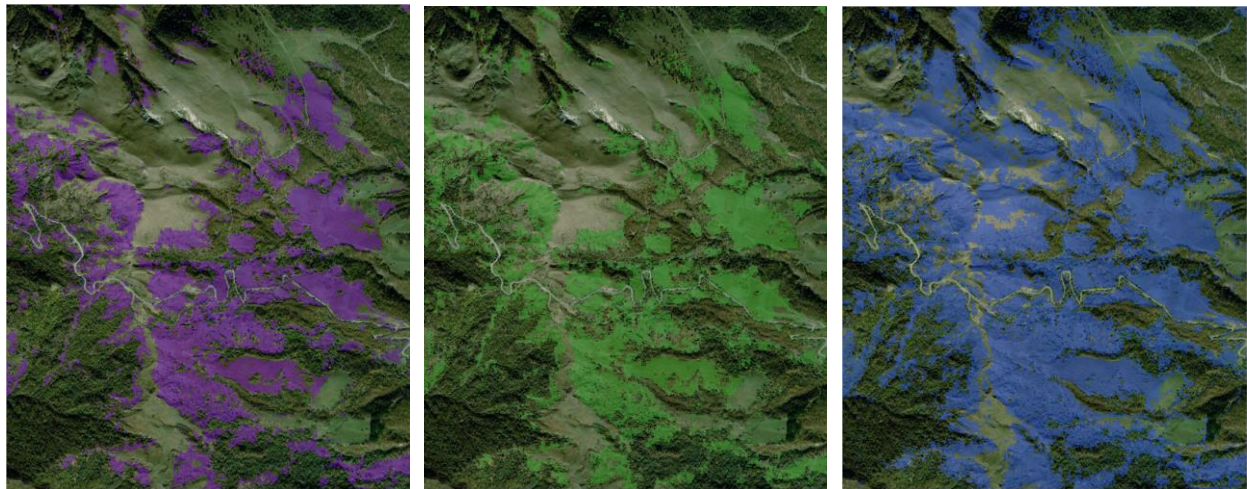
აღსანიშნავია, რომ მდელოების შემთხვევაში SVM ალგორითმმა აჩვენა ყველაზე ოპტიმალური კლასიფიკაცია, RF თან ML შედარებით, თუმცა ჯამში კლასიფიკაციის სიზუსტე უმნიშვნელოდ განსხვავდება და ფაქტიურად იდენტურია.

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
მდელო	SVM	0.882353	0.962385	0.922369
	RF	0.895634	0.950583	0.9231085
	ML	0.847376	0.968059	0.9077175

ცხრილი. 2.7. ცხრილში წარმოდგენილია მდელოების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

სუბალპური მაღალბალახეულობა

მსგავსად მდელოებისა, სუბალპური მაღალბალახეულობა წარმოდგენილია მხოლოდ ბალახოვანი საფრით. აღსანიშნავია, რომ ტერმინი სუბალპური მაღალბალახეულობა გარკვეულწილად პირობითია და წინამდებარე კვლევაში აღნიშნავს მხოლოდ გარკვეული 1-2 მეტრის სიმაღლის ბალახოვან მცენარეულობას, რომელიც განვითარებულია ტყეებსა და ალპურ მდელოებს შორის. ბუნებრივად, მაღალბალახეულობის კლასი ტყეების და ალპური მდელოების მომიჯნავეა და ხშირად ამ კლასებს შორის მკვეთრი საზღვარი არ არის გამოკვეთილი, ამიტომ კლასიფიკაციისას ხშირია თემატური გადაფარვები. აღსანიშნავია აგრეთვე სხვა კლასებთან მსგავსებაც, მაგალითად ჭაობის მცენარეულობასთან (*Phragmitetum australis*, *Typhetum* spp) და სიმინდის ყანებთან. ეს კლასები როგორც სპექტრულად ასევე სტრუქტურულად მსგავსია, ამიტომ საკვლევ ტერიტორიაზე იყო მცდარი კლასიფიკაციის შემთხვევები, რომლის სიდიდე განსხვავდებოდა შედეგების მიხედვით.(იხ. სურ. 2.12)



სურ. 2.12. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი მდელოები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. ML-ით კლასიფიცირებული სუბალპური მაღალბალახეულობა ძლიერ უტრირებულია.

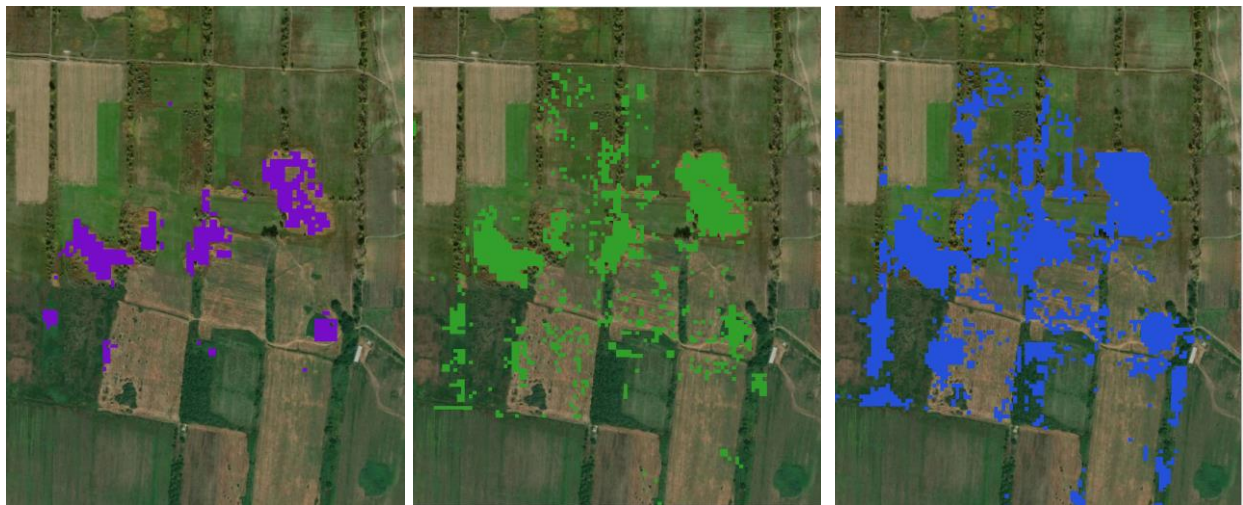
სამ კლასიფიკაციას შორის SVM ალგორითმმა აჩვენა ყველაზე კარგი შედეგი, ხოლო ყველაზე ცუდი კი ML-მა.

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
სუბალპური მაღალბალახეულობა	SVM	0.961396	0.783644	0.87252
	RF	0.883751	0.74705	0.8154005
	ML	0.886587	0.633869	0.760228

ცხრილი. 2.8. ცხრილში წარმოდგენილია სუბალპური მაღალბალახეულობის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ჭარბტენიანი ტერიტორიები

მიწის საფარის კლასებს შორის ჭარბტენიანი ტერიტორიები ყველაზე მცირე კლასია და ძირითადად ლელიანი (*Phragmites australis*) და ლაქაშიანი (*Typhetum ssp.*) მცენარეული თანასაზოგადოებებით არის წარმოდგენილი, თუმცა მაღალმთიან ზონაში გვხვდება ისლიანი (*Caricetum spp.*) ჭაობებიც. როგორც წინა თავში აღვნიშნეთ ლელიანი და ლაქაშიანი ჭაობები სტრუქტურულად და სპექტრალურად ძლიერ წააგავს სიმინდის ყანებს, რის გამოც ამ ტიპის მცენარეების გამიჯვნა ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. სამი ალგორითმიდან SVM უკეთესად ამოიცნობს ლელიანს და ლაქაშიანს, და შესაბამისად ნაკლებად უშვებს შეცდომას სიმინდის ყანების ინტერპრეტირებისას ვიდრე RF და ML (სურ. 2.13). აღსანიშნავია აგრეთვე, ის ფაქტი, რომ ვერც ერთი ალგორითმის საშუალებით ვერ მოხდა ისლიანი ან სხვა ტიპის ჭაობის ამოცნობა.



სურ. 2.13. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი ლელით დაფარული ჭაობები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. ML კლასიფიცირებული ჭაობები ძლიერ უტრირებულია, როდესაც SVM, RF შედარებით დაბალანსირებულია.

მიწის საფარის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საშუალო სიზუსტე
ჭარბტენიანი ტერიტორიები	SVM	0.645189	0.578454	0.6118215
	RF	0.862865	0.371231	0.617048
	ML	0.989552	0.270081	0.6298165

ცხრილი. 2.9. ცხრილში წარმოდგენილია ჭარბტენიანი ტერიტორიების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ეს პრობლემა აიხსნება იმ გარემოებით, რომ საწვრთნელი მონაცემები შეგროვებული ფოტოინტერპრეტაციის გზით, შესრულდა მხოლოდ ლელიანისთვის, რომლის სპექტრული სიგნატურები ძლიერ განსხვავდება სხვა ტიპის ჭარბტენიანი ტერიტორიების მცენარეებისგან.

სიმინდის ყანები

სასოფლო-სამეურნეო მიწებიდან კვლევის ფარგლებში საწვრთნელი მონაცემები შექმნილი იყო მხოლოდ სიმინდის ყანებისთვის (ნაკვეთების სპეციფიკური ფორმა საშუალებას იძლევა მათი უტყუარი ფოტოინტერპრეტაციისთვის), სხვა მიწები, მათ შორის კენკროვანი ბაღები, ბოსტნები და სხვა მარცვლელი სავარგულები გათვლებში არ მონაწილეობდნენ მათი მრავალფეროვნების და ფოტოინტერპრეტაციის სირთულის გამო. სიმინდის ყანები ერთგვაროვანია როგორც სპექტრულად ასევე სტრუქტურულად, ამიტომ მათი ამოცნობა სამივე ალგორითმით თითქმის ერთნაირად წარიმართა, თუმცა განსხვავება სიზუსტეში განპირობებული იყო მათი სპექტრული მსგავსებით ჭარბტენიან ტერიტორიებთან (იხ. სურ. 2.14).



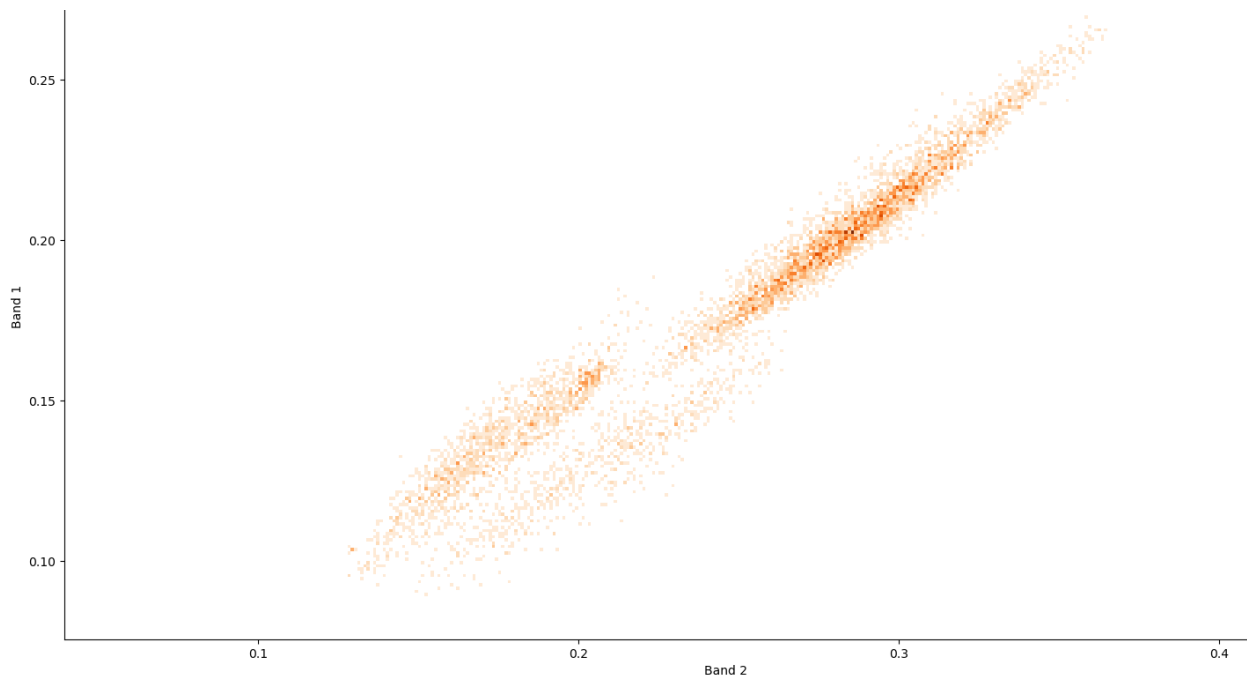
სურ. 2.14. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი სიმინდის ყანები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები.

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
სიმინდის ყანები	SVM	0.88227	0.963176	0.922723
	RF	0.801969	0.957208	0.8795885
	ML	0.865677	0.99768	0.9316785

ცხრილი. 2.10. ცხრილში წარმოდგენილია სასოფლო სამეურნეო მიწების, კერძოდ კი სიმინდის ყანების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

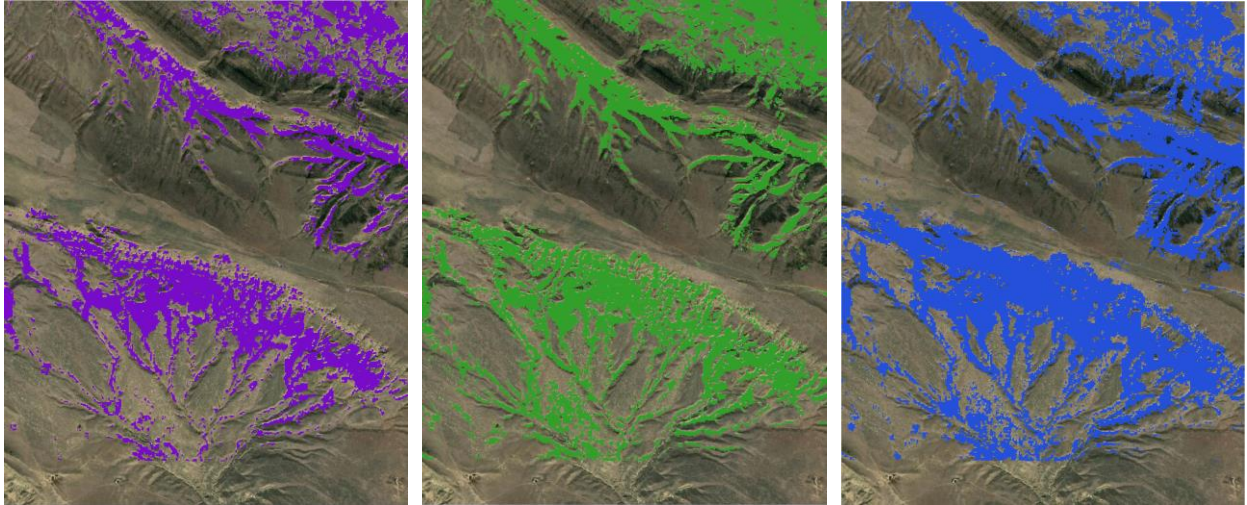
გამიშვლებული გრუნტი, კლდეები და რიყეები

გამიშვლებული გრუნტი კომპლექსური კლასია და მოიცავს არა მხოლოდ მცენარეებისგან გამიშვლებულ ნიადაგს, არამედ გამიშვლებულ ქანებს, ქვა-ღორღიან რიყეებს, კლდე-ნაშალებს და ა.შ. აღსანიშნავია, რომ თითოეულ ზემოთ ჩამოთვლილ მიწის ტიპს გააჩნია უნიკალური სპექტრული სიგნატურა, ხშირად ძალიან განსხვავებული. მაგალითად, გარეჯის უდაბნოს ალესილები შედგენილია თიხა-ქვიშებით, რაც მათ ღია ფერს ანიჭებს, ამიტომ მისი არეკვლის კოეფიციენტი შესაბამისად მაღალია, მთა ცივის მიდამოები კი შედგენილია უფრო მუქი ამგები ქანებისგან, რომლის სპექტრული მახასიათებლები შესამჩნევად განსხვავებულია სხვა ქანებისგან. (იხ. სურ. 2.15) ჯამში მივიღეთ 3 ქვეკატეგორიისგან კომბინირებული კლასი, რომლის ამოცნობა განსხვავებული სიზუსტით წარიმართა.



სურ. 2.15 გაბნევის გრაფიკზე ასახულია გამიშვლებული გრუნტის სპექტრული კლასტერები (გარეჯის ალესილები, ცივ-გომბორის კლდეები და მცენარეებისგან გამიშვლებული სტეპის ნიადაგი).

კლასიფიკაციის სამი ვარიანტიდან SVM ით შექმნილი რუკები კვლავ საუკეთესოა, ხოლო RF და ML ძლიერ ჩამორჩება. SVM აჩვენებს კარგ შედეგებს როგორც მაღალმთიანი ტერიტორიებისთვის, ასევე დაბლობისათვის. RF მსგავსად SVM-ის კლასიფიკაცია კარგად მუშაობს მაღალმთიანეთის კლდეებზე და რიყეებზე, თუმცა დაბლობის გამიშვლებები, სადაც მცენარეულობა უმნიშვნელოდ შენარჩუნებულია შეცდომათა რაოდენობა მატულობს. ML ის კლასიფიკაცია გადამეტებულია, როგორც მთის, ასევე დაბლობის ტერიტორიებისთვის. (იხ. სურ. 2.16)



სურ. 2.16. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი გამიშვლებული გრუნტის ფართობები და განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები.

მიწის საფარის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
გამიშვლებული გრუნტი	SVM	0.991486	0.992014	0.99175
	RF	0.983682	0.61787	0.800776
	ML	1	0.558494	0.779247

ცხრილი. 2.11. ცხრილში წარმოდგენილია გამიშვლებული გრუნტის კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ნახანძრალი ტერიტორიები

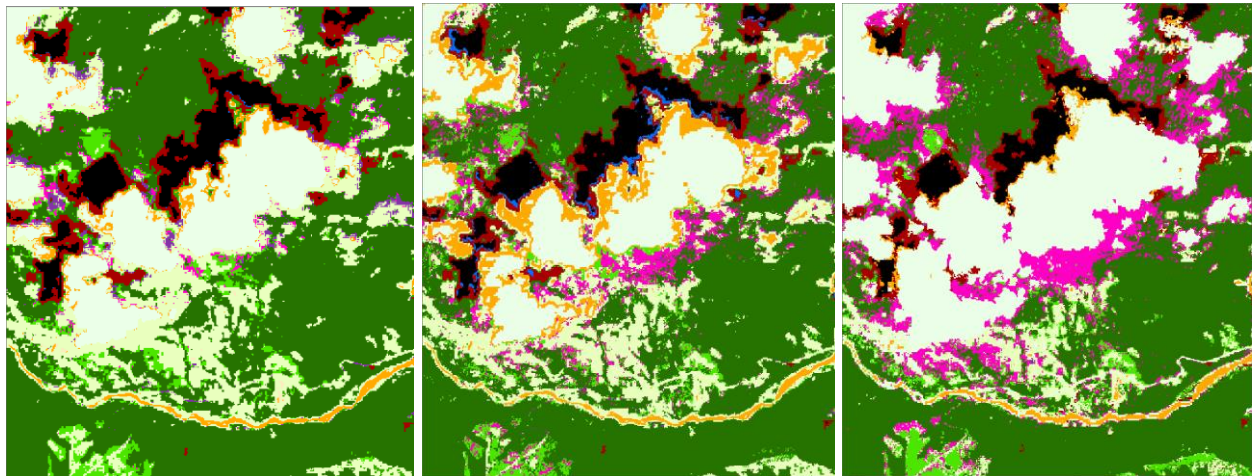
ნახანძრალი ტერიტორიის კლასი ასახავს ტყის ან მინდვრების ხანძრების შედეგად დაზარალებულ ფართობებს. საგარეჯოს ტერიტორიის სავარგულები და მათი მიმდებარე მინდვრები ხშირად იწვება არალეგალური სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის საფუძველზე. მიუხედავად იმისა, რომ თემატურად კლასი გამიშვლებულ გრუნტს უფრო წარმოადგენს ვიდრე დამოუკიდებელ მიწის საფარს, კვლევის ფარგლებში მაინც შესრულდა ამ ფართობების ამოცნობა, რადგან ამ ტიპის მიწები საკვლევ ტერიტორიაზე სიდიდით მესამე ადგილზეა. დანახშირებული მცენარეების ალბედო ძალიან დაბალია, ამიტომ ნახანძრალი მინდვრების ფართობები ძლიერ კონტრასტირებს მომიჯნავე მიწებთან, შესაბამისად SVM და RF კლასიფიკატორებმა მაღალი სიზუსტით შეასრულეს ამ კატეგორიის მიწების ამოცნობა, განსხვავებით ML-გან რომლის სიზუსტე ოდნავ ჩამორჩებოდა. (იხ. ცხრილი 2.12)

მიწის საფრის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
ნახანძრალი ტერიტორიები	SVM	0.996797	0.999767	0.998282
	RF	0.99884	0.999907	0.9993735
	ML	0.950891	1	0.9754455

ცხრილი. 2.12. ცხრილში წარმოდგენილია ნახანძრალი ტერიტორიების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

ღრუბლები და ჩრდილები

ოპტიკურ თანამგზავრულ გამოსახულებებზე ღრუბლები და მათი ჩრდილები ან ღრმა ხევეების დაჩრდილული ფერდობები ფაქტიურად მონაცემებში თეთრ ლაქებს წარმოადგენენ, რადგან წარმოდგენილ ფართობებზე პიქსელები არ ასახავენ მიწის საფრის ობიექტებისთვის დამახასიათებელ სპექტრულ მნიშვნელობებს. თანამგზავრულ გამოსახულებაზე, მიწის საფრის შეფასებისას ღრუბლები ფაქტიურად (No data) დაკარგული ინფორმაციაა, ამიტომ მათი ავტომატური ამოცნობა ხდება მხოლოდ მათი მოცილების მიზნით. მიუხედავად ამისა, ალგორითმების გამოსაცდელად საინტერესოა ღრუბლების მიერ დაჩრდილული ტერიტორიების ამოცნობის შესაძლებლობის დადგენა და შესაბამისი სიზუსტის გაზომვა, რადგან დაჩრდილული პიქსელები, მიუხედავად მათი მნიშვნელობების ძლიერი გამრუდებისა მაინც გარკვეული ინფორმაციის მატარებლები არიან.



სურ. 2.17. SVM, RF და ML ალგორითმით ამოცნობილი ღრუბლები და მათი ჩრდილები. განსხვავებული კლასიფიკაციის შედეგები. თეთრი=ღრუბელს; შავი=ღრუბლის ჩრდილს; მცვანე/დიამწვანე=მცენარეულობას; ღრუბლების გარშემო დვინისფერი, ნარინჯისფერი და იასამნისფერი = შეცდომით კლასიფიცირებულ კლასებს.

შედეგები გვაჩვენებს, რომ დაჩრდილული და გამჭვირვალე ღრუბლების ქვეშ არსებული ფართობები ცუდად ინტერპრეტირდება და კლასიფიცირდება როგორც წიწვოვანი ტყე

(ღვინისფერი), ჭარბტენიანი ტერიტორიები (იასამნიშფერი), გამიშვლებული გრუნტი (ნარინჯისფერი) იხ. სურ 2.17. მიუხედავად ამისა SVM ალგორითმით კლასიფიცირებული გამოსახულება უფრო ზუსტია, განსაკუთრებით ვიზუალური შეფასებით, ვიდრე RF და ML ით გამოთვლილი შედეგები (იხ. ცხრილი. 2.13).

მიწის საფარის კლასი	კლასიფიკატორი	მწარ.სიზუსტე	მომხმ.სიზუსტე	საერთო სიზუსტე
ღრუბლები	SVM	1	0.99907	0.999535
	RF	0.971902	0.996375	0.9841385
	ML	0.994231	0.954619	0.974425
ჩრდილები	SVM	0.938725	0.999709	0.969217
	RF	0.92906	1	0.96453
	ML	0.867785	1	0.9338925

ცხრილი. 2.13. ცხრილში წარმოდგენილია ღრუბლების და მათი ჩრდილების კლასიფიკაციის სიზუსტე გამოთვლილი შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით.

2.4. დისკუსია

კლასიფიკაციის სიზუსტე განსხვავებულია კლასების მიხედვით და მერყეობს 45% დან 99%-მდე. მიწის საფარის კატეგორიები, რომლებიც გამოირჩეოდნენ მაღალი კონტრასტულობით მიმდებარე მიწების მიმართ კლასიფიცირდნენ მეტი სიზუსტით, ვიდრე ის მიწის საფარის კატეგორიები, რომელთა საზღვრები არ იყო მკაფიო. მაგალითად, წყლის ობიექტების და ნახანძრალი ტერიტორიების კლასები კლასიფიცირდნენ მაღალი სიზუსტით სამივე კლასიფიკატორის გამოყენების შემთხვევაში. ღრუბლები და მათი ჩრდილები აგრეთვე კლასიფიცირდნენ მაღალი სიზუსტით, თუმცა ღრუბლების მიერ მსუბუქად დაჩრდილული ფართობების (ღრუბლების და მათი ჩრდილების კიდები) ამოცნობა შეცდომით შესრულდა სამივე კლასიფიკატორით. ძლიერ დაჩრდილული პიქსელების მნიშვნელობების აღდგენა წარმოდგენილი კლასიფიკატორებით ვერ შესრულდა, ამიტომ ღრუბლების და მათი ჩრდილების მოშორება სამომავლოდ უმჯობესია წინასწარი კლასიფიკაციის პროცესში, სპეციალურად შემუშავებული ინსტრუმენტების გამოყენებით (Sanchez et al 2020).

აღსანიშნავია სიმინდის ყანები რომელთა სიზუსტე ასევე მაღალია. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტში, მიწის ეს კატეგორია დაბლობზეა წარმოდგენილი და კარგად ინტერპრეტირდება სასოფლო-სამეურნეო მიწებს შორის. ფოთლოვან ტყეებსა და მდელოებს შორის საზღვარი ხშირად არამკაფიოა და გარდამავალი მცენარეულობით ხასიათდება. ასეთი გარდამავალი კლასები ნაკლები სიზუსტით ინტერპრეტირდება სამივე კლასიფიკატორის შემთხვევაში. ამ კატეგორიაში, სწორად ამოცნობილი პიქსელების მიხედვით SVM და RF კლასიფიკატორები წინ უსწრებენ ML.

ბუჩქნარი კომბინირებული კლასია, საკვლევ რეგიონში ის ძირითადად ძეძვიანი და ჯაგრცხილნარი თანასაზოგადოებებისგან შედგება. შესაბამისად სიზუსტეც კლასების მიხედვით ცვალებადია, თუმცა ეს ცვლილება არ არის განპირობებული მცენარეთა განსხვავებით. ჯაგრცხილები კარგად ინტერპრეტირდება როგორც დიდ, ასევე მცირე კორომებში. რეგიონის სამხრეთ ნაწილში - სტეპების ზონაში ბუჩქნარი ძირითადად განვითარებულია ვიწრო ხეებში, რაც ძნელად ამოსაცნობია დისტანციური ამოცნობის მეთოდებით, რადგან ვიწრო ობიექტები განიცდიან მეზობელი პიქსელების (სტეპი) ზემოქმედებას რაც იწვევს სპექტრულ დისონანს ასეთ ობიექტებში.

დისტანციური ტექნოლოგიების თვალსაზრისით, სტეპის მცენარეულობა მნიშვნელოვნად გამოირჩევა მთის ბალახოვანი მცენარეულობისაგან პიგმენტების რაოდენობის მიხედვით, რაც დაკავშირებულია მის სავეგეტაციო პერიოდთან. მსგავსი სიტუაცია არ ვრცელდება მთელ ტერიტორიაზე, რადგან დაჩრდილულ ან დატენიანებულ ფართობებზე სტეპის მცენარეულობა დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებს ქლოროფილს და მწვანე შეფერილობას.

სუბალპური მაღალბალახეულობა კიდევ ერთი ბალახოვანი კლასია, რომლის ამოცნობის სირთულე ძირითადად ფართოფოთლოვან ტყესთან შერევით გამოიხატება. სიმაღლის ცვლილებასთან ერთად ტყე მეჩხერდება რაც იწვევს ამ ორი კლასის შერევას. ასეთი გარდამავალი კლასები ძლიერ მოქმედებს კლასიფიკაციის სიზუსტეზე. აღსანიშნავია აგრეთვე სუბალპური მაღალბალახეულობის სტრუქტურული მსგავსება ჭარბტენიან მცენარეულობასთან, რაც აგრეთვე ისახება სპექტრული ამოცნობის ხარისხზე. ჭარბტენიანი ტერიტორიების სიზუსტე ყველაზე მცირეა, სამივე კლასიფიკატორის შემთხვევაში, რაც აიხსნება ჭაობის მცენარეულობის განსხვავებული ფიზიოლოგიით და სტრუქტურით, აგრეთვე მათი ჰეტეროგენული მცენარეულობით. ჭარბტენიანი ტერიტორიები ხშირად დაფარულია არა მხოლოდ ბალახოვანი საფარით, არამედ ტყის და ბუჩქნარის ფრაგმენტებით.

როგორც აღინიშნა, კლასიფიკაციის გასაუმჯობესებლად, კერძოდ კი რთული და შერეული კლასების ერთმანეთისგან გასამიჯნად, კვლევის ფარგლებში გამოცდილი იყო დამატებითი მონაცემები ციფრულ-სასიმაღლო მოდელის და წინასწარ მომზადებული ლანდშაფტური სტრატების გამოყენებით. აღსანიშნავია, რომ კლასიფიკაციის საერთო სიზუსტე ამ მონაცემების გამოყენების შედეგად არ გაზრდილა, ამიტომ ამ დამატებითი ცვლადებით შესრულებული საცდელი კლასიფიკაცია კვლევაში აღარ განხილულა.

სამი გამოცდილი კლასიფიკატორიდან SVM-ით შესრულებული კლასიფიკაცია საუკეთესო აღმოჩნდა არა მხოლოდ საერთო სიზუსტის მხრივ, არამედ ცალკეული კლასების ამოცნობის კუთხითაც. გარდა ამისა, აღსანიშნავია კლასიფიკაციის კარტოგრაფიული ხარისხიც, რაც გულისხმობს ნაკლებ ხმაურიანი მონაცემების შექმნას. SVM-ით შესრულებული კლასიფიკაცია ფაქტურით მეტად ერთგვაროვანია, ვიდრე დანარჩენი კლასიფიკატორების შედეგები და მას ჭირდება ნაკლები პოსტ-კლასიფიკაციის დამუშავება. RF-ის მიერ შექმნილი კლასიფიკაცია საერთო სიზუსტით ჩამორჩება SVM-ს თუმცა ზოგიერთი კლასის ამოცნობა განხორციელდა მეტი სიზუსტით

ან თითქმის ერთნაირად (წიწვოვანი ტყე, ნახანძრალი ტერიტორიები). ML-ალგორითმით შექმნილი კლასიფიკაცია ნაკლებად ზუსტია და თითქმის ყველა შეფასების პარამეტრით ჩამორჩება SVM-ს და RF-ს, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ დამუშავების დრო გაცილებით მცირეა ამიტომ მისი საერთო წარმადობა შესაძლოა მაინც კარგად ჩაითვალოს.

სადღეისოდ დისტანციური ტექნოლოგიები სწრაფად განვითარებადი ინდუსტრიაა, ამიტომ ალგორითმების და ახალი თანამგზავრული გამოსახულებების გამოცდა და ერთმანეთთან შედარება ფართოდ გავრცელებული პრაქტიკაა, ხოლო მსგავსი კვლევები დიდი ინტერესით სარგებლობს (Holloway & Mengersen 2018). განსხვავებული კლიმატი, მცენარეულობა, ნიადაგი და სხვა ლოკალური გეოგრაფიული თავისებურებები ხშირად განაპირობებენ კლასიფიკაციის ხარისხს და სიზუსტეს (Holloway & Mengersen 2018); (Li et al 2014). საქართველო ამ მხრივ საინტერესო ქვეყანაა, რადგან ლანდშაფტების მრავალფეროვნება მცირე ფართობებზე ძლიერ გამოკვეთილია და შესაბამისად ალგორითმების გამოცდა სრულდება ახალ და მრავალფეროვან გარემოში, რაც გამოყენებითი მეცნიერებისთვის წარმოადგენს სიახლეს და შესაბამისი ტექნოლოგიის დახვეწის წინაპირობას.

ჩვენი კვლევის შემთხვევაში, ალგორითმების გამოცდამ და შედეგების შეფასებამ, გვაჩვენა, რომ სამივე კლასიფიკატორი შეიძლება წარმატებულად გამოყენებული იყოს Sentinel-2 სპექტრული გამოსახულებების კლასიფიკაციისთვის საქართველოში. მიუხედავად ამისა, უნდა ვახსენოთ, რომ ტერიტორიებზე, სადაც რელიეფი მთიანია და ძლიერ დანაოჭებული, ხოლო მცენარეულობა გამოირჩევა მაღალი მრავალფეროვნებით და გარდამავალი ფორმებით, იქ ჩვენი აზრით, გამოცდილ კლასიფიკატორებს შორის SVM ყველაზე ზუსტი და მოხერხებულია. სამეცნიერო ლიტერატურიდან ცნობილია განსხვავებული დასკვნები, რომლებიც მოწმობენ, რომ ჰიმალაის მთიანეთში სასოფლო სამეურნეო კულტურების კლასიფიკაციის შედარებისას RF კლასიფიკატორით მიღებულმა შედეგებმა სიზუსტის მიხედვით გაუსწრეს SVM-ს (Saini&Ghosh 2018), თუმცა იგივე კვლევაში აღნიშნავენ, რომ კლასიფიკაცია განახორციელეს მხოლოდ Sentinel-2-ის, ოთხი 10 მეტრის გარჩევადობის არხით (B2-Green; B3-Blue; B4-Red და B8-NIR). სხვა მსგავსი კვლევები ადასტურებენ SVM-ით მიღებული კლასიფიკაციის უპირატესობას (Wessel et al 2018) (Topaloglu et al 2016) (Noi & Kappas 2017). თუმცა არც ერთ მათგანს არ გამოუცდია კლასიფიკატორები განსხვავებული ლანდშაფტის პირობებში. ვფიქრობთ, რომ ჩვენი კვლევა აჩვენებს კლასიფიკატორების იმ შესაძლებლობებს, რომელიც განპირობებულია ლანდშაფტების უნიკალური კომბინაციით და მრავალფეროვნებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ კლასიფიკატორების შეფასება მხოლოდ კლასიფიკაციის სიზუსტის მიხედვით არ არის მიზანშეწონილი, რადგან ალგორითმის გამოყენების სიმარტივე და სისწრაფე ხშირად უფრო მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. მაგალითად ML ყველაზე მარტივი კლასიფიკატორია და არ საჭიროებს რთულ პარამეტრიზაციას, ხოლო გამოთვლების სიჩქარე მნიშვნელოვნად მეტია ვიდრე SVM-ს და RF-ს.

3. ტყის საფარის ცვლილების შეფასება და მონიტორინგი

3.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა

ტყეების დეგრადაცია, რომელიც გამოწვეულია უკანონო ტყეკაფით, ტყის ხანძრებით და დაავადებებით წარმოადგენს ფართოდ გავრცელებულ პრობლემას. მასშტაბური ტყეკაფები აძლიერებს მიწის ეროზიას, რომელმაც შესაძლოა თავად იქონიოს ზეგავლენა ტყის სახეობრივ შემადგენლობის და სტრუქტურის ცვლილებაზე. ტყეების შემცირება შესაძლებელია განპირობებული იყოს არაერთი ფაქტორით, მაგალითად სატყეო-სამეურნეო ღონისძიებებით, სასოფლო-სამეურნეო მიწათსარგებლობის ცვლილებით, ტყის ხანძრებით და ურბანიზაციით (Curtis et al. 2018). ტყის მდგომარეობის გაუარესება კავკასიაში გამოწვეულია მეტწილად გამომხიროვითი, ვიდრე პირწმინდა ჭრებით ან სხვა ანთროპოგენული ფაქტორებით. გამომხიროვითი ჭრები უარყოფითად მოქმედებს ტყის ეკოსისტემაზე, ზარალი ადგება დარჩენილ ხეებს, ნიადაგს, წყლის ბალანსს, ნახშირბადის დაგროვებას და ბიომრავალფეროვნებას (Asner et al. 2009a).

ტყის მდგომარეობის შეფასება დიდ ტერიტორიებზე წარმოადგენს მნიშვნელოვან ამოცანას არამხოლოდ ტყის ეკოსისტემების შესწავლისთვის, არამედ ანთროპოგენული ზეგავლენის მონიტორინგისთვისაც. დღეს-დღეობით ტყეში მიმდინარე ცვლილებების დასადგენად რეგიონალურ დონეზე დისტანციური ამოცნობა წარმოადგენს განსაკუთრებით პრაქტიკულ და ზუსტ ინსტრუმენტს (Asner et al. 2009b). თანამგზავრული ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად კი, ტყის საფარის და ტყეკაფების კარტოგრაფირების და მისი აღმოჩენის ხარისხი მნიშვნელოვნად გაიზარდა (Achard, et al. 2007). მომხმარებლისთვის უფასო დისტანციური ამოცნობის მონაცემები გვაძლევს საშუალებას შევქმნათ რეგიონალური ან პლანეტარული მასშტაბის სამონიტორინგო სისტემები. ჯერჯერობით ტყის მონიტორინგის სისტემები ძირითადად დაფუძნებულია Landsat თანამგზავრების 30 მეტრის გარჩევადობის მონაცემებზე (Hansen et al. 2010; Hansen et al. 2013; Asner, et al. 2009b).

დისტანციურ ამოცნობაზე დაფუძნებულ, თანამედროვე სამონიტორინგო სისტემების გამოყენებით ტყის საფარში მიმდინარე ცვლილებების დადგენა ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. საქმე იმაში მდგომარეობს, რომ ტყის დეგრადაციის გამოვლენა გლობალურ მოდელებში ყოველთვის არ არის შესაძლებელი, რადგან ტყის სიმჭიდროვე და ვარჯის სტრუქტურა ძნელად ინტერპრეტირებადია საშუალო და მაღალი რეზოლუციის გამოსახულებებში (Köhl et al. 2009). გართულებულია აგრეთვე გამოსახულების ტოპოგრაფიული კორექციის გამოყენება ძლიერ დახრამული და რთული რელიეფის ადგილებში, ფერდობებზე ილუმინაციური ეფექტის გამო (Tan et al. 2013). გარდა ამისა, მნიშვნელოვან შეზღუდვას წარმოადგენს ტყის ვერტიკალური სტრუქტურა, სადაც ოპტიკური თანამგზავრების გამოყენებით დეგრადაციის აღმოჩენა ტყის საფარის ქვეშ ძალიან რთულია (Köhl et al 2009). მოდელების სიზუსტე აგრეთვე

დამოკიდებულია თანამგზავრულ მონაცემებზე. მაგალითად, Sentinel-2 უზრუნველყოფს ტყის საფარის, ეფექტური საფარის და ფოთლის ფართობის ინდექსის მეტად დახვეწილ მოდელებს ვაკის ბორეალური ტყეებისთვის ვიდრე Landsat 8 (Korhonen et al., 2017).

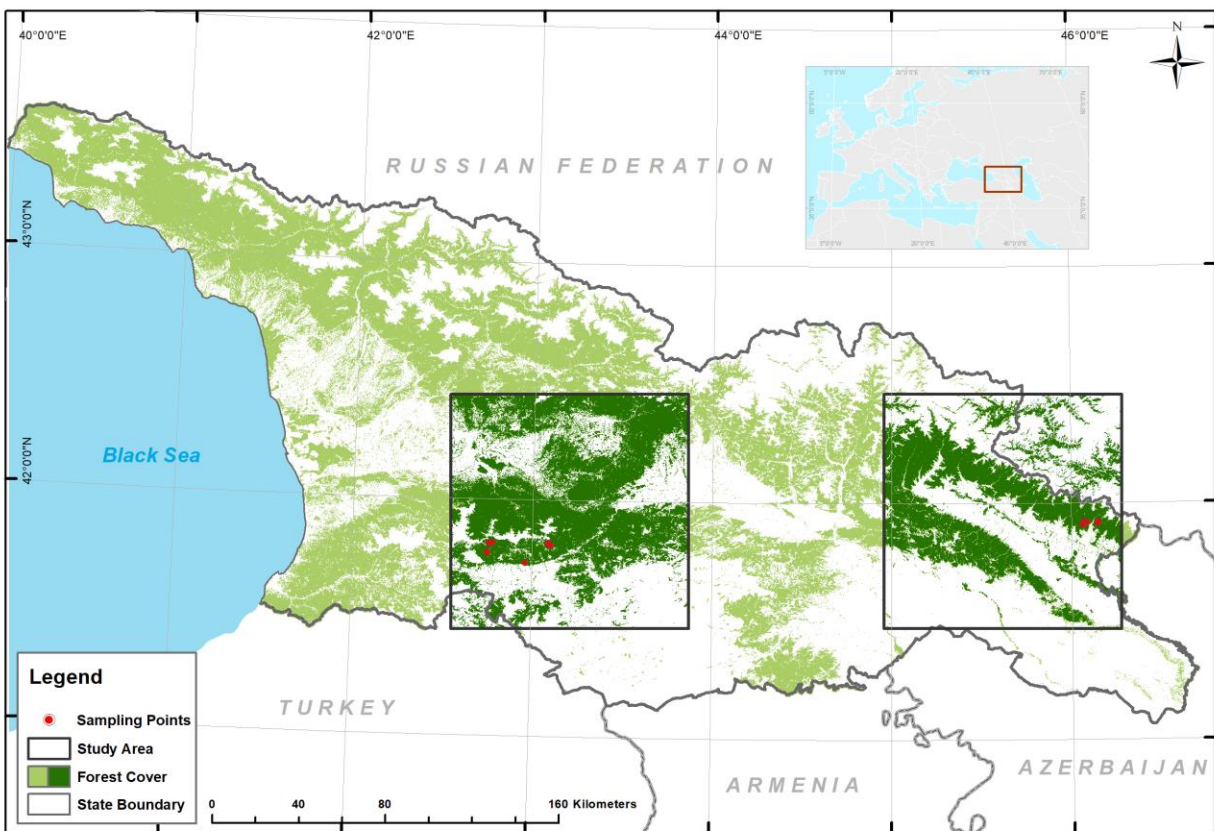
დისტანციური ამოცნობის გამოყენებით ტყის საფარის დარუკება უმეტეს შემთხვევაში ხორციელდება კლასიფიკაციის გზით, და იყოფა ტყიან და უტყეო კლასებად. მიუხედავად ამისა, თანამგზავრული გამოსახულებებიდან მიღებული მონაცემები დამოკიდებულია ტყის განსაზღვრებაზე, ძირითადად იმ ზღვარზე, რომლის იქიდან ტერიტორია ითვლება ტყედ (Sexton et al. 2015). ალტერნატიული მიდგომა, რომელიც წარმოადგენს უწყვეტ ზედაპირს, უკეთესად ასახავს არაერთგვაროვანი ტყის ფართობებს, ვიდრე მოდელები რომლებიც დაფუძნებულია დისკრეტულ ინტერპრეტაციაზე (Hansen et al. 2002). ტყის საფარის ეკოლოგიური მახასიათებლების შეფასებისთვის ვარჯის შეკრულობა წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ფაქტორს, რადგან ის ახასიათებს ტყის სტრუქტურას და მის ბიოფიზიკურ ატრიბუტებს, როგორცაა ხეების სიმჭიდროვე და ტყის სიჯანსაღე (Chopping et al. 2012). ტყის ვარჯის შეკრულობა წარმოადგენს გლობალურ მასშტაბში ხეების გავრცელების მნიშვნელოვან საზომს (Crowther et al. 2015).

ამ კვლევის ძირითადი მიზანი იყო, შეგვეფასებინა ტყის სამონიტორინგო სისტემის შექმნის შესაძლებლობა მომხმარებლისთვის უფასო მრავალსპექტრული გამოსახულების, კერძოდ Sentinel-2 და ღია კოდის აპლიკაციების გამოყენებით საქართველოს და კავკასიის არაერთგვაროვანი და რთული რელიეფის პირობებისთვის. უფრო კონკრეტულად კი ჩვენ ვცდილობთ ვიპოვოთ ისეთი რაოდენობრივი მაჩვენებელი, რომელიც დროში და სივრცეში ყველაზე კარგად იქნება ახსნილი სპექტრული არხებით და გამოსახულების სხვადასხვა გზით გამოცდილი ტოპოგრაფიული კორექციით. მოდელირების შედეგად მიღებული რუკები ხელს შეუწყობს ტყის საფარში მიმდინარე ცვლილების ეფექტურ მონიტორინგს და მართვას.

3.2. მეთოდოლოგია

ამ კვლევაში ჩვენი მიზანი იყო გამოგვეყენებინა Sentinel-2A მრავალსპექტრული გამოსახულებები ტყის საფარში მიმდინარე ცვლილებების დასადგენად. ნიმუშების სტატისტიკური რეპრეზენტაციულობის მაქსიმირებისთვის ჩვენს მიერ შერჩეული იყო როგორც ბუნებრივი, ასევე ტყეკაფით ან სხვა დაზიანებით სახეცვლილი ტყეები. სავსე სამუშაოები ჩატარებული იყო 2018 წლის 7 ივლისიდან 15 აგვისტომდე საქართველოს ორი რეგიონისთვის: ცენტრალური საქართველოსთვის, სადაც ძირითადად გაბატონებულია წიწვოვანი და შერეული ტყეები და აღმოსავლეთ საქართველო, სადაც უმეტეს წილად გავრცელებულია ფართოფოთლოვანი ტყეები (იხ. სურ.3.1). ტყის საფარის პარამეტრები იზომებოდა 20X20 მ-ზე, რომელიც ორიენტირებული იყო სამხრეთ-ჩრდილოეთის ღერძის პარალელურად. სანიმუშო ნაკვეთები განაწილებული

იყო 4, პროცენტულად თანაბარ კატეგორიად: 0-25%, 25-50%, 50-75% და 75-100%. ტყის ვარჯის შეკრულობის პროცენტულობა იზომებოდა თვალზომიერად ორი მეტყევის მიერ. ტყის ვარჯის შეფარდება ცის ხილვად ფართობთან იზომებოდა მობილური ტელეფონით და მასზე დამონტაჟებული ჰემისფერული გამოსახულებების AMIR photo 180° ლინზით. მიღებული გამოსახულებების დამუშავება განხორციელდა სპეციალური Gap Light Analyzer 2.0 (GLA, Frazer et al., 1999) პროგრამული უზრუნველყოფით. გადაღება ხდებოდა სანიმუშო ფართობის ცენტრიდან, მიწის ზედაპირიდან 30 სმ სიმაღლეზე ფერდობის პერპენდიკულარულად, დილის ან საღამოს ნათების პირობებში. ყველა გამოსახულება რომელიც შეიცავდა გათვლებისთვის ხელშემშლელ ობიექტებს, მაგ. წაქეცილი ხეები, ბორცვები, ფერდობები შემდგომი დამუშავებისას პროგრამულად იყო მოცილებული.



სურ.3.1. რუკაზე ასახულია Sentinel-2 ის ექსტენტი ცენტრალურ და აღმოსავლეთ საქართველოსთვის (საკვლევი ტერიტორია) და ტყის პარამეტრების სანიმუშო ფართობების ადგილმდებარეობა (წითელი წერტილები). რუკის გეოგრაფიული პროექცია: UTM WGS 84 z38

ჰემისფერული გამოსახულება კლასიფიცირდა და გარდაიქმნა ბინარულ გამოსახულებად, სადაც თეთრსა და შავ პიქსელებს შორის ზღვარმა გაიარა ცასა და არა ცის მნიშვნელობებზე. ხეების ბაზალური ფართობი გაიზომა (Nestle forestry caliper waldmeister, Dornstetten, Germany), ხის დიამეტრი იზომებოდა ნიადაგის დონიდან 1.3

მეტრის სიმაღლეზე. ხეების სიმაღლე იზომებოდა Suunto PM5/SPC Clinometer (Vantaa, Finland) ხელსაწყოთა საშუალებით.

საველე სამუშაოები განხორციელდა სტაბილურ სავეგეტაციო პერიოდში. ივლისიდან სექტემბრის დასაწყისამდე მოესწრო 80 ნაკვეთის აღწერა: 45 ნაკვეთი მდებარეობდა ცენტრალურ საქართველოში, ხოლო 35 აღმოსავლეთში. საკვლევ ტერიტორიაზე გაბატონებული იყო შემდეგის სახეობები: *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis*, *Pinus kochiana*, *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis*, *Quercus iberica*, *Dryopteris filix mas*, *Festuca sp.*, *Rubus caucasicus*. ტყის გარდა გავრცელებული იყო სუბალპური და ალპური მდელოები და ბუჩქნარები (*Rhododendron caucasicum*, *Betula spp.*). სახეობების დომინანტურობა ისაზღვრებოდა ბაზალური ფართობის მიხედვით, ან მცენარეების პროცენტული განაწილებით: ხე-მცენარეები, რომლის ბაზალური ფართობი აღემატებოდა სხვა სახეობებს, ენიჭებოდა ედიფიკატორის სტატუსი, ხოლო ნაკვეთებზე სადაც განვითარებული იყო მხოლოდ ბალახოვანი და ბუჩქოვანი მცენარეები სახეობების დომინანტურობა ისაზღვრებოდა მათი დაფარულობის პროცენტულობით.

ტყის ცვლილებების შესაფასებლად გამოყენებული იყო Sentinel-2A ორთორექტიფიცირებული მრავალსპექტრული გამოსახულებები 13 სპექტრული არხით და 10, 20, 60 მეტრის სივრცული გარჩევადობით. გამოსახულებები ხელმისაწვდომი იყო (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) მონაცემთა პორტალზე. ძლიერი ღრუბლიანობის გამო ვერ მოხერხდა სატელიტური გადაღების და საველე სამუშაოების ჩატარების თარიღების დამთხვევა, ამიტომ აღმოსავლეთ საქართველოსთვის შეირჩა 2018 წლის 1 ივლისს გადაღებული გამოსახულება, ხოლო ცენტრალური საქართველოსთვის კი 2018 წლის 28 აგვისტოს. საველე სამუშაოებს და სატელიტურ გადაღებას შორის დროის განსხვავება იყო 6 და 45 დღე (საშუალო \pm SD = 25.225 \pm 13.153) (ცხრილი დ1 იხ. დანართი 9.1 ში). სპექტრული გამოსახულებები და საველე ცვლაები დამუშავებული იყო QGIS Desktop 3.4.5-Madeira software package (QGIS Development Team 2019) ის გამოყენებით.

საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი მთაგორიანი და დანაოჭებულია, რაც მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს სატელიტური გამოსახულების ინტერპრეტირების ხარისხზე. ამ მიზეზით, ატმოსფერულ და ცირიუს კორექციასთან ერთად განხორციელდა ტოპოგრაფიული კორექციაც. გამოსახულების ატმოსფერული კორექციისთვის გამოყენებული იყო Sen2Cor ინსტრუმენტი, რომელიც წარმოადგენს Sentinel-2 Level 2A გენერაციის და ფორმატირების პროცესორს. ატმოსფეროს ქვედა 2A დონის რეფლექტანს გამოსახულება შემუშავდა შემდეგი პარამეტრების გათვალისწინებით: მზის ზენიტის კუთხე, სენსორის ხედვის კუთხე, ფარდობითი აზიმუტური კუთხე, ზედაპირის სიმაღლე, მხედველობა და აეროზოლების რაოდენობა. ყველა პარამეტრი მიღებული იყო გამოსახულების მეტა-მონაცემიდან.

კვლევის ფარგლებში ოთხი ტოპოგრაფიული კორექციის მეთოდი იყო გამოცდილი: Sen2Cor პროცესორი (შემდეგში Sen2Cor გაკორექტირებული Sentinel-2 არხები), Cosine

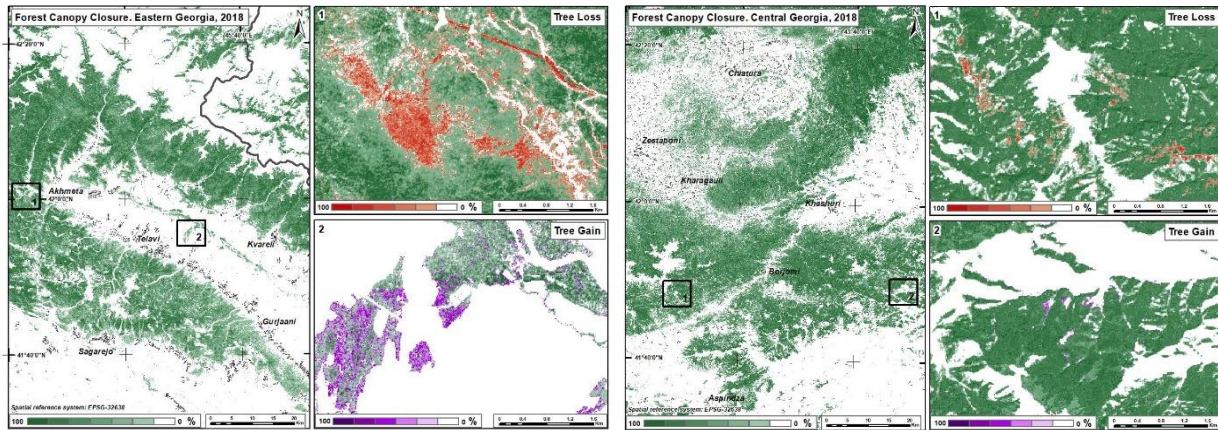
Correction (Teillet et al., 1982, შემდეგში C-კორექტირებული არხები), Minnaert Correction (Smith et al. 1980; Gao and Zhang 2009; შემდეგში M-კორექტირებული Sentinel არხები) და Normalization მეთოდი (Civco 1989, შემდეგში N-კორექტირებული Sentinel არხები). მონაცემების დასამუშავებლად გამოყენებული იყო SAGA-System for Automated Geoscientific Analyses პროგრამული უზრუნველყოფა. რელიეფის დარჩილული ფერდობების ილუმინაციისთვის გამოყენებული იყო 30მ ციფრულ სასიმაღლო მოდელი SRTM 30 (United States Geological Surveys; <https://earthexplorer.usgs.gov>).

მოდელირება

ტყის საფარის პარამეტრების და Sentinel-2A სპექტრული არხების მნიშვნელობების მორგება განხორციელდა შეჯამებული ადიტური მოდელი (GAMs) კერძოდ კი mgcv package (Wood 2011) in R version 3.5.2. (R Core Team 2016) გამოყენებით. GAM ალგორითმის გამოყენებული იყო მისი არაწრფივი და არამონოტონური კავშირების დადგენის შესაძლებლობის გამო, რომელიც წარმატებით გამოიყენება თანამგზავრიდან დისტანციურად მცენარეული საფარის შეფასებისთვის (Halperin et al. 2016).

GAM მორგებული იყო გამმა ოჯახის ლოგარითმული კავშირის ფუნქციის, გაუსის ოჯახის დამაჯერებლობის კავშირის ფუნქციის და ბინომიალური ოჯახის ლოგიტ კავშირის ფუნქციის გამოყენებით. შეზღუდული მაქსიმალური დამაჯერებლობის შეფასების (REML) მეთოდი რეალიზირებული იყო შეფასების პარამეტრის გასათანაბრებლად (Wood 2011). მოდელების და ცვლადების გამოყოფა სრულდებოდა ყველა შესაძლო განმსაზღვრელი ცვლადების გამოყენებით, სადაც წყვილი კორელაცია ცვლადებს შორის იყო არანაკლებ 0.9. იმისთვის, რომ მიგველო განმსაზღვრელი ცვლადების ქვესიმრავლე, ცვლადების ათასობით კომბინაცია იყო დაგენერირებული, რომელიც შესრულდა gtools package for R (Warnes et al. 2015) გამოყენებით. მოდელის პროგნოზული სიმძლავრე ფასდებოდა Leave-one-out ჯვარედინი დამოწმების მეთოდით. ათასობით მოდელის ჯვარედინი დამოწმება სრულდებოდა R-ის პარალელიზირების შესაძლებლობებით (Microsoft Corporation & Weston 2017, 2018). საუკეთესო მოდელების გადარჩევა ხდებოდა საშუალო კვადრატული შეცდომის მიხედვით. ჩვენ ასევე შევამოწმეთ მოდელის წევრების თანხვედრა mgcv პაკეტის გამოყენებით. ყველა რასტრული განმსაზღვრელი შრე დაყვანილი იყო 10მ გარჩევადობამდე უახლოესი მეზობლის დანიშნვის მეთოდის გამოყენებით, რომელიც შესრულდა QGIS Desktop 3.4.5-Madeira გამოყენებით. საუკეთესო ტყის ვარჯის შეკრულობის მოდელი პროგნოზირებული იყო რასტრული პაკეტის (Hijmans 2016) R version 3.5.2 გამოყენებით. საბოლოო რასტრული რუკების შესაქმნელად და სტანდარტული შეცდომების შენიღბვისთვის გამოყენებული იყო ტყის ეროვნული სააგენტოსთვის (NFA) მომზადებული ტყის საფარის კონტური 2015-2016. NFA ტყის საფარი წარმოადგენს 10 მეტრიანი უჯრების ბადეს, სადაც რუკის მინიმალური ერთეული არის 0.5 ჰა, ხოლო ტყის დაფარულობა შეადგენს >20%-ს. რასტრული შედეგების და სტანდარტული შეცდომების საფუძველზე ჩვენ მივიღეთ სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავებები ტყის საფარში (p -სიდიდე < 0.05) 01.07.2018 და 05.08.2016

(აღმოსავლეთ საქართველო) და 28.08.2018 და 14.08.2015 (ცენტრალური საქართველო) პერიოდებს შორის (იხ. სურ.3.2).



სურ.3.2. რუკებზე წარმოდგენილია აღ. საქართველოს (მარცხენა) და ცენტ. საქართველოს (მარჯვენა) საცდელ ტერიტორიებზე დაფიქსირებული ხეების კლება(წითელი) და მატება (იასამნისფერი). რუკის გეოგრაფიული პროექცია: UTM WGS 84 z38

მოღელის გამოცდა

საბოლოო ჯამში ჩვენ შევაფასეთ ხეების შემცირების დადგენის სიზუსტე ჩვენ მოდელებში და შევადარეთ Global Forest Watch (GFW, <http://www.globalforestwatch.org/map>) რუკებთან. ამისთვის ჩვენ შევქმენით რუკა 1,38x2,44 კმ ფართობით და 10 მ იანი პიქსელებით, რომელიც კლასიფიცირებული იყო კლასებად, სადაც ხეების დანაკარგი 2016-2017 წლებში შეადგენდა >=5%-ს ჩვენი მოღელის მიხედვით და სადაც ხეების დანაკარგი იყო გაზომილი სავსე პირობებში და ძალიან მაღალი ანუ გადაღებით და შემდეგ დარუკებული ეროვნული სატყეო სააგენტოს მიერ. რუკაზე აგრეთვე დატანილი იყო GFW-ის ხეების შემცირების მონაცემები. სანიმუშო ტერიტორია განლაგებული იყო ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნული პარკის ტერიტორიაზე, სადაც ტყეში ხეების შემცირება მოხდა ძლიერი ქარბორბალას ზეგავლენით. იხ.სურ.3.2.

საცდელი ნაკვეთების სასიმალო დიაპაზონი მერყეობდა 1256 დან 2113 მეტრამდე (საშუალო +/-სგ = 1613+/-162).ფერდობის დახრილობა გრადუსებში ვარირებდა 0 დან 67,1 (mean+/-sd = 0.44+/-0.32). მცენარეული საფარის სტრუქტურა, ტიპები და მრავალფეროვნება იყო თითქმის ისეთივე როგორც საწვრთნელ ფართობებზე.

3.3. შედეგები

ამომწურავი ჯვარედინი დამოწმების პროცედურის საფუძველზე GAM ბევრად უკეთესად აღწერს ვარჯის შეკრულობას, ვიდრე ტყის საფარის სხვა პარამეტრებს (მაგ. მეტყევეების მიერ ველზე განსაზღვრული ვარჯის დაფარულობის პროცენტი, მთლიანი ბაზალური ფართობი და ხის საშუალო სიმაღლე). ტყის საფარის სხვა პარამეტრების ვარიაციის ახსნა GAM-ის საშუალებით შესაძლებელია არაუმეტეს 70%- ის სიზუსტით (ცხრილი დ2 იხ. დანართი 9.1-ში). ვარჯის შეკრულობის საუკეთესო მოდელი წარმოადგენდა იმ მოდელს, რომელიც ყველაზე კარგად ერგებოდა M-კორექტირებულ სამ სპექტრულ არხს სადაც მონაცემთა პროპორციისთვის გამოყენებული იყო ბინომიალური ოჯახის ლოგიტ-კავშირის ფუნქცია. (ცხრილი 3.1 და 3.2, სურ 3.3, 3.4, S1).

Topographic correction	Cross-validation MSE	100% range limits of residuals	95% range limits of residuals	R ² _{adj}	Deviance explained (%)	AIC	df
Sen2cor correction	279.332	-53.514	-33.606	0.86	88.6	4119.89	26.08
Cosine Correction	258.328	-71.699	-37.971	0.82	84.7	5366.46	26.13
Minnaert Correction	178.62	-39.846	-31.331	0.88	89.8	3736.26	25.35
Normalization Method	232.788	-71.146	-40.07	0.82	83.5	5734.85	25.94

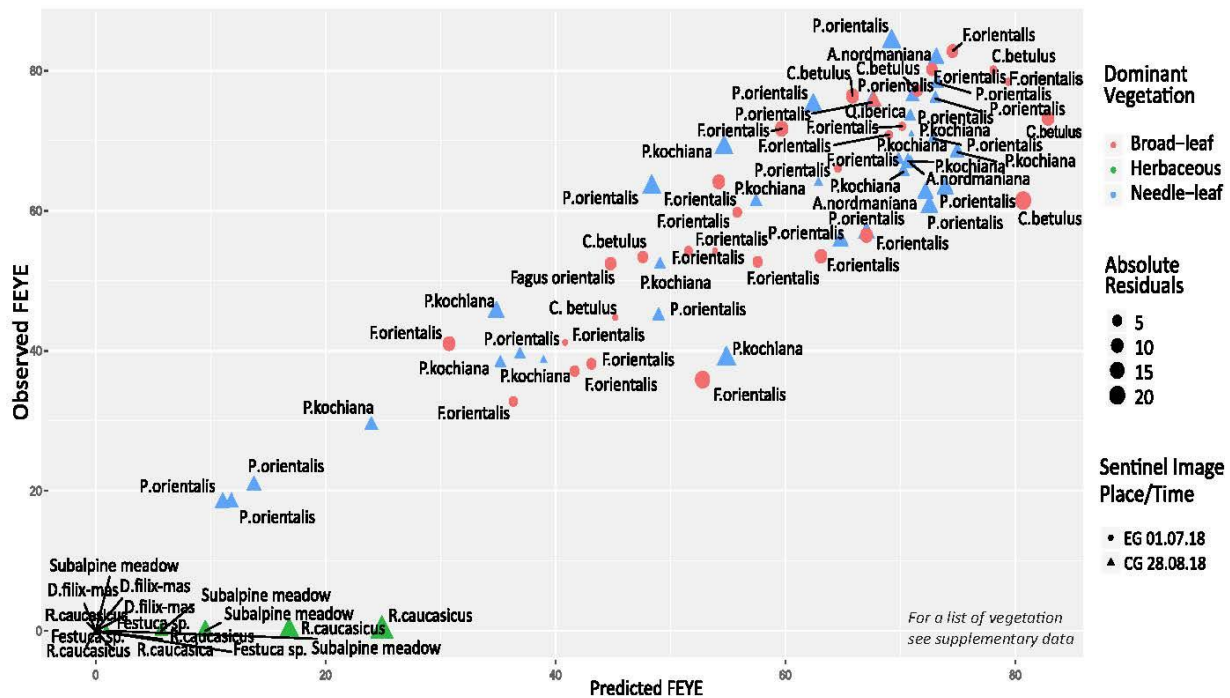
ცხრილი.3.1 Sentinel-2 ის არხებიდან მიღებული და განსხვავებულად კორექტირებული ვარჯშეკრულობის მოდელების დიაგნოსტიკა. (MSE): საშუალო კვადრატული შეცდომა; (Dev. Expl.): ახსნილი გადახრა; (AIC): აკაიკეს საინფორმაციო კრიტერიუმი; (df): თავისუფლების ხარისხი.

ჯვარედინი დამოწმების უმცირესი შეცდომის გარდა, ვარჯის შეკრულობის და M-კორექტირებულ სამ სპექტრულ არხს შორის კავშირი შეფასდა აგრეთვე მორგების ადეკვატურობით (goodness of fit), ნაკლები სირთულით და ნაშთის დიაპაზონის სიმოკლით. ტოპოგრაფიული კორექციის ოთხი განსხვავებული მეთოდით დამუშავდა ერთი და იგივე სპექტრული არხების შეკვრა, რომლებმაც საუკეთესოდ ასახეს ვარჯის შეკრულობა. ესენი არიან არხი 3 (Green), არხი 8 (NIR) და არხი 12 (SWIR). არხი 8 გამოირჩევა ვარჯის შეკრულობასთან დადებითი კორელაციით, ხოლო არხი 3 და 12 ძირითადად უარყოფითად კორელირებენ (სურ. 2). ტოპოგრაფიული კორექციისთვის მორგების სიდიდე დაღმავალი წესით შემდეგია, იხ ცხრილი3.2.

n	Variable term	e.d.f.	P	Goodness of fit (R ² _{adj})	Deviance explained
80	s(B03)	8.106	<2e-16	0.882	89.80%
	s(B08)	7.845	<2e-16		
	s(B12)	8.033	<2e-16		
	Intercept= -16.477		0.00106		

ცხრილი.3.2 შეჯამებული ადიტური მოდელი (GAM) -ის ანალიზით მიღებული ვარჯის შეკრულობის (FEYE) მოდელის სიზუსტე. n = სანიმუშო სინჯების რაოდენობა; $s()$ = სპლაინის დაგლეუვის ფუნქცია; $e.d.f.$ = შეფასებული თავისუფლების ხარისხი, P = შემადგენლების მნიშვნელობა (სანდოობა). ცვლადების განმარტებისთვის იხ. დანართი 2.

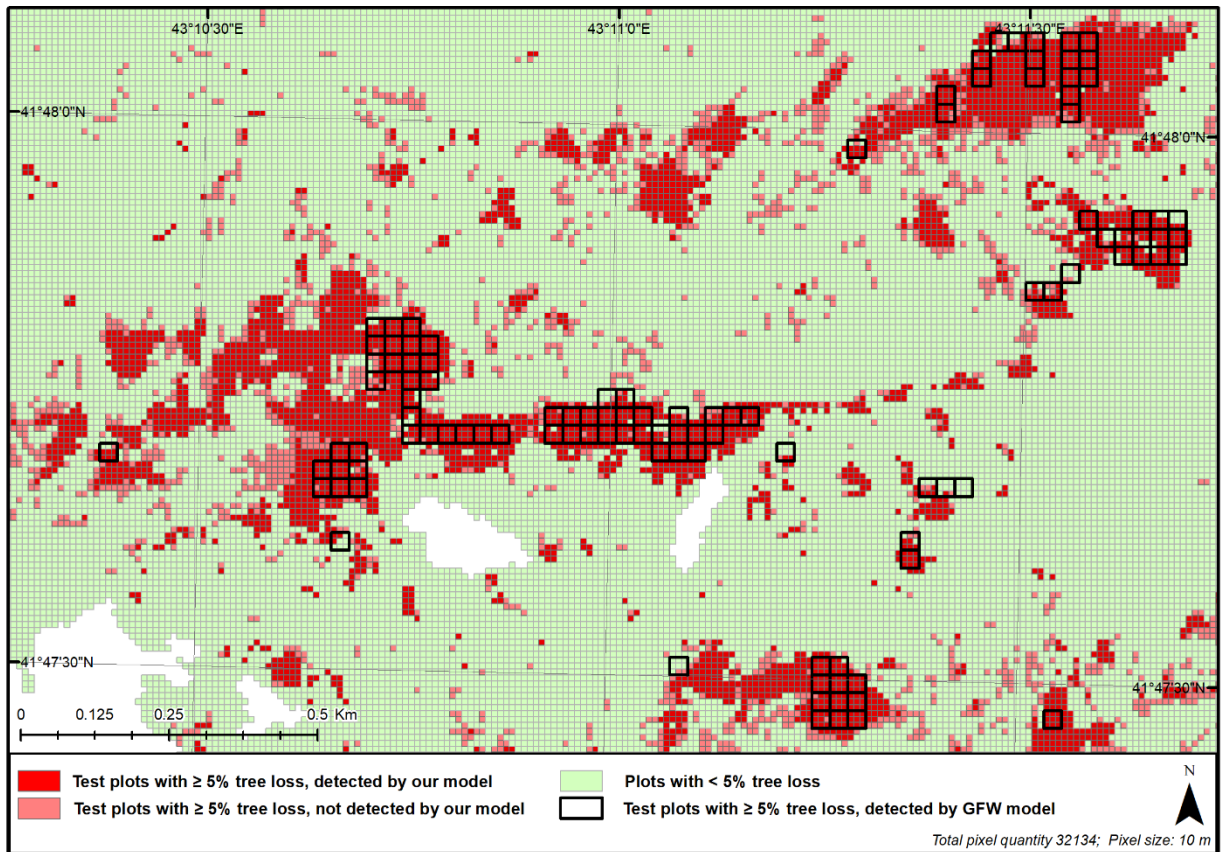
ტყეში სანიმუშო ფართობების შერჩევის და Sentinel-2 ის გამოსახულების გადაღებას შორის დრომ არ იქონია მნიშვნელოვანი გავლენა ნაშთის აბსოლუტურ მნიშვნელობებზე ($R^2 = 0.0022$, adjusted $R^2 = -0.01061$, p -value=0.68). ორ სცენას შორის მდებარეობასა და დროში განსხვავებას აგრეთვე არ ჰქონდა გავლენა მოდელზე. მიწის საფარის ზოგიერთი ობიექტი, როგორცაა: მაღალი სიმინდის ყანები, ტბები/წყალსაცავები/გუბურები, ჭარბტენიანი ტერიტორიები და ხეხილის ბაღები, აჩვენებდა "FEYE" ისეთივე მაღალ მაჩვენებელს, როგორც ამას აჩვენებდა ტყე (80% -მდე). შემდგომში, ამ ობიექტების გამორიცხვა შესრულდა NFA-ს მონაცემებზე დაყრდნობით შექმნილი ტყის საფარის ნიღბით ანუ ყველა ობიექტი, რომელიც არ მიეკუთვნებოდა ტყის საფარს გამოირიცხა ანალიზიდან. (სურ. 3.3)



სურ. 3.3 - გამოთვლილი და მორგებული FEYE მნიშვნელობების გაბნევის გრაფიკი, რომელიც აჩვენებს ვარჯის შეკრულობის (FEYE) მნიშვნელობების GAM-მორგებას M-კორექტირებული არხების მნიშვნელობებთან, REML დაგლეუვის პარამეტრების შეფასების გამოყენებით (adjusted $R^2=0.882$). გრაფიკის წარწერიანი ნიშნები აჩვენებს სანიმუშო ფართობებს, სადაც ფერი, ზომა და ფორმა მიუთითებს დომინანტურ მცენარეულობას, აბსოლუტურ ნაშთს და გადაღების დროს. ხე-მცენარეები რომელთა ბაზალური ფართობი წარმოადგენს უდიდესს მოცემულ ფართობზე წარმოადგენენ დომინანტურს.

ჩვენმა მოდელმა გამოავლინა მნიშვნელოვანი ცვლილებები, იმ ფართობებზე სადაც ტყის დაზიანება გამოწვეული იყო შერჩევითი ჭრების, პირწმინდა ჭრების, მავნებლებისა და ტყის ხანძრების შედეგად, ხოლო ვარჯის დაფარულობის ზრდა გამოწვეული იყო

ისეთი სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის შედეგად, როგორცაა თხილისა და ხეხილის ბაღების გაშენება (Figs S3 and S4) ჩვენმა მოდელმა გამოავლინა საცდელი ფართობების 61,3%, ხოლო GFW-ს მოდელმა მხოლოდ 14,8%. (სურ. 3.4)



სურ. 3.4 - 2016 – 2017 წლების პერიოდში ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნულ პარკში ხეების შემცირების ამსახველი მოდელის სიზუსტის შეფასება. რუკის პროექცია: UTM WGS 84 z38.

3.4. დისკუსია

აღნიშნულ კვლევაში, ტყის საფარის მდგომარეობის შეფასების საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს ვარჯის შეკრულობის სიდიდე, რომლის განსაზღვრა შესაძლებელია Sentinel-2 სპექტრული მონაცემებით, რომლებიც ტოპოგრაფიულად კორექტირებულია Minnaert Correction-ის გამოყენებით. ამასთანვე, გამოიკვეთა სპექტრული არხები, რომლებიც საუკეთესოდ ასახავენ ვარჯის შეკრულობას: არხი 3 (მწვანე), არხი 8 (NIR) და არხი 12 (SWIR).

ვარჯის შეკრულობის ეფექტური კავშირი თანამგზავრის სპექტრული მონაცემების მიმართ მოსალოდნელი იყო, იმიტომ რომ სწორედ ჰემისფერული გამოსახულებები და

არა სხვა „ხეების ღგომის/განლაგების“ პარამეტრები გვიჩვენებს, თუ რამდენ სინათლეს ირეკლავს და შთანთქავს მცენარეული საფარი მოცემულ ფართობზე.

ჩვენ გამოვცადეთ 67 სპექტრული განმსაზღვრელი (10 Sentinel-2 ის არხი და 57 ვეგეტაციური ინდექსი მიღებული ზემოთხსენებული არხების დამუშავებით, იხ. ცხრილი დ1 დანართი 9.1). აღნიშნული 67 განმსაზღვრელიდან, ჯვარედინი დამოწმების პროცედურამ გამოავლინა მხოლოდ 3 სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ცვლადი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა ცვლილებების აღრიცხვა მაღალი სიზუსტით.

NIR- ისა და SWIR- ის მნიშვნელოვნობა არ იყო გასაკვირი, რადგან NIR და SWIR ფართოდ გამოიყენება მწვანე ბიომასის და მცენარეულობის სიმჭიდროვის ცვლილების შესაფასებლად. ჩვენი დასკვნები დასტურდება იმ ფაქტით, რომ SWIR-სგან განსხვავებით NIR-ი აჩვენებს უფრო მცირე მნიშვნელობებს ვარჯის მაღალი შეკრულობის და მცენარეულობის მაღალი სიმჭიდროვის პირობებში (Gao 1996, Kennedy et al. 2010, Lehmann et al. 2013, Pickell et al. 2016). რაც შეეხება ვარჯის შეკრულობის ნეგატიურ კორელაციას არხი 3-თან (მწვანე), სხვა კვლევებიც ადასტურებენ, რომ ყველა ტალღის ხილულ დიაპაზონში მწვანე ბიომასას გააჩნია განსაკუთრებით ძლიერი უარყოფითი კორელაცია სწორედ მწვანე არხის არეკვლის შესაძლებლობასთან. (e.g. Lorenzen & Jensen 1988). Umarhadi et al. (2018) აგრეთვე დაადგინეს უარყოფითი კორელაცია Sentinel-2 ის არხი 3-თან (მწვანე) და ვარჯის შეკრულობას შორის, რომელიც გამოთვლილი იყო ჰემისფერული გამოსახულებების გამოყენებით. მწვანე არხი შესაძლოა მოქმედებდეს, როგორც ცვლადი, რომელიც მნიშვნელოვნად ამცირებს SWIR და NIR -ის დიაპაზონში დაჩრდილვის ან გაჯერებულობის წილობრივ ეფექტს. ვეგეტაციური ინდექსები, განსაკუთრებით კი NDVI არაეფექტური აღმოჩნდა, ალბათ იმიტომ, რომ ისინი ასიმპტომურად ახლოვდებიან სატურაციასთან მაღალი სიმჭიდროვის მცენარეებში ან მაღალი ვარჯშეკრულობის რეგიონებში (Tucker 1977, Gitelson et al. 2003). Sentinel-2 ის გამოსახულებებმა რომლებიც კორექტირებული იყო Minnaert ის მიხედვით საშუალება მოგვცა შეგვექმნა უფრო ზუსტი მოდელები ვიდრე ეს შესაძლებელი იყო Cosine Correction, Normalization Method ან Sen2cor-correction გამოყენებით, რაც თანხმობაში მოდის სხვა არსებულ კვლევებთან (Fan et al. 2018).

ალგორითმი GAM-ით აღწერილი ვარჯის შეკრულობის მოდელი, ადგილებში, სადაც ხეების რაოდენობა მცირეა ან საერთოდ არ არის წარმოდგენილი, პროგნოზირებს ბევრად მაღალ მნიშვნელობებს. ეს ალბათ განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ჩვენს მიერ არასათანადოდ იყო შეფასებული ზოგიერთი დაბალტანიანი ბუჩქნარის (*Rubus caucasicus*) და სუბალპურ მდელოებზე განვითარებული ტანბრეცილი არყის ხეების სინათლის შთანთქმის უნარი.

ჩვენს მიერ მომზადებულ მოდელში შეცდომების უმეტესობა სავარაუდოდ გამოწვეული იყო უხეში ციფრულ სასიმალო მოდელის (DEM) გამოყენებით, რომელიც გამოყენებული იყო Sentinel-2-ის გამოსახულებების ტოპოგრაფიული ნორმალიზაციისთვის.

მიწის საფარის ზოგიერთმა კატეგორიამ (მაგ. სიმინდის ყანები, ღრმაწყლოვანი ტბები/წყალსაცავები/გუბურები, ზოგიერთი ჭაობი სადაც დომინირებს Carex და ხეხილის ბაღები) აჩვენა "FEYE"-ის ისეთივე მაღალი მნიშვნელობები, როგორც ტყეებმა (80% -მდე). ეს შეცდომა განსაკუთრებით შესამჩნევი აღმოჩნდა ალპური მდელოების ჩრდილოეთ კალთებზე, სადაც გავრცელებულია Rhododendron caucasicum და ტანბრეცილი არყის ხეები.

სავარაუდოდ მიზეზი დაკავშირებულია (1) ზოგიერთი აღნიშნული მიწის საფარის ტიპთან, რომელიც შესაძლოა გამოირჩეოდეს ძალიან ხშირი ან მაღალი მცენარეულობით, რომელსაც გააჩნია ჩრდილების წარმოქმნის უნარი ან (2) მათი სპექტრული სიგნატურები ნიმუშებში არ იყო წარმოდგენილი. აღსანიშნავია, რომ პრობლემური ობიექტები შეინიღბა და შესაბამისად გამოირიცხა NFA ტყის საფარის გამოყენებით.

ჩვენ ასევე შევამჩნიეთ, რომ ჩვენს მიერ გამოცდილი ტოპოგრაფიულად კორექტირებული მოდელები განსხვავებულად რეაგირებენ ტყის ტიპებზე, მაგალითად ძლიერ დანაოჭებული რელიეფის პირობებში ფართო-ფოთლოვანი ხეების ვარჯის შეკრულობის აღწერა უკეთესად სრულდება ვიდრე წიწვოვანი ხეების შემთხვევაში. შესაძლებელია, ციცაბო ფერდობები დაფარული წიწვოვანი ხეებით ამუქებენ გამოსახულებას, რაც თავის მხრივ ამახინჯებს ტოპოგრაფიული ნორმალიზაციის პროცესს. Sentinel-2 გამოსახულებების გადაღების თარიღს და ადგილმდებარეობას, როგორც დროის სხვაობას ვარჯის პარამეტრების გაზომვასა და თანამგზავრული გამოსახულების მიღებას შორის მნიშვნელოვნად არ უმოქმედია მოდელის სიზუსტეზე. აქედან გამომდინარე ვფიქრობთ, რომ სწორედ ეს გარემოება ხდის ჩვენს მოდელს საიმედოს. გარდა იმისა, რომ მოდელს გააჩნია ხეების ვარჯის შემცირება/მატების გონივრული პროგნოზირების უნარი, ეს კვლევა აგრეთვე წარმოაჩენს საკითხებს, რომელიც დაკავშირებულია მცენარეული საფარის კლასიფიკაციისა, რაოდენობრივი მაჩვენებლების და რთული რელიეფის შემთხვევაში ტოპოგრაფიული კორექტირების მეთოდების გაუმჯობესებასთან დაკავშირებით.

წინამდებარე კვლევა წარმოაჩენს საკითხებს ძლიერ დანაოჭებული რელიეფის ტოპოგრაფიული კორექციის მეთოდების გაუმჯობესებასთან დაკავშირებით მცენარეული საფარის კლასიფიკაციისა და რაოდენობრივი შეფასების მხრივ.

ჩვენს მიერ შემუშავებულმა მოდელმა აჩვენა ბევრად უკეთესი შედეგები საცდელ მონაკვეთზე, ვიდრე GFW-მა. ჯამში მოდელმა გამოავლინა საცდელი ნაკვეთების 61.3%, რაც არ წარმოადგენს ძალიან მაღალ მაჩვენებელს, თუმცა, ეს უკანასკნელი შეიძლება იმით აიხსნას, რომ საცდელი ნაკვეთები იდენტიფიცირებული იყო ხეების რაოდენობის გათვალისწინებით, მაშინ როდესაც ჩვენი მოდელი სინამდვილეში შექმნილია ვარჯის შეკრულობის გასაზომად, რაც დამოკიდებულია არა მხოლოდ ხეების რაოდენობაზე, არამედ მათ ზომასა და ტაქსონომიურ მახასიათებლებზე.

GFW-არის რეალურ დროში მოქმედი მონიტორინგისა და განგაშის სისტემა, რომელიც იყენებს Landsat- ის გამოსახულებებს და მძლავრ გამოთვლით რესურსებს ტყის საფარში წლიური ცვლილებების გამოსავლენად პლანეტარული მასშტაბით. ამასთან, ტყეების წლიური ცვლილებების დადგენის შთამბეჭდავი შედეგების მიუხედავად, GFW-ს აქვს შეზღუდვა, რომელიც დაკავშირებულია Landsat-ის გამოსახულების სივრცულ რეზოლუციასთან. GFW რუკებზე ტყის საფარის შემცირება დაკავშირებულია ვარჯის სრულ დანაკარგთან 30x30 მ ფართობის ერთეულზე. (GFW, Hansen et al. 2013), რაც არ არის საკმარისი ისეთი ტყეების მონიტორინგისთვის, სადაც დეგრადაცია ძირითადად გამოწვეულია შერჩევითი ჭრის ან სხვა მცირე მასშტაბის ცვლილებებით. რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, ეს არის ხეების შემცირება/მატების ერთადერთი მოდელი, რომელიც მიიღება არეკვლის შესაძლებლობის და სხვა მრავალი ინდიკატორის ამომწურავი ანალიზით და შესრულებულია ხარჯ-ეფექტური მიდგომების გზით. მომავალში, ხარჯ-ეფექტურმა მიდგომებმა მნიშვნელოვანი როლი უნდა შეასრულოს დაბალი ეკონომიკური მაჩვენებლების მქონე სახელმწიფოების ტყეების მონიტორინგში. არსებობს საკმაოდ ბევრი მოდელი, რომლებიც სპეციალურად შექმნილია ტყეებში ხეების შემცირების და ტყის დეგრადაციის შესაფასებლად, აგრეთვე არსებობს მრავალი ინსტრუმენტი და მეთოდოლოგია ტყის სტრუქტურის და პარამეტრების გასაზომად, მაგრამ მსგავსი მიდგომები არ არის ყოველთვის ეფექტური, რადგან მონიტორინგის სისტემის შემუშავება შესაძლოა ძვირადღირებული აღმოჩნდეს რიგი ქვეყნებისთვის. ჩვენ მთავარ მიზანს წარმოადგენდა ტყის საფარში ხეების შემცირების გამოვლენის სისტემის შექმნის შესაძლებლობის შემოწმება. მნიშვნელოვან პირობას აგრეთვე წარმოადგენდა კავკასიის მრავალფეროვანი მცენარეული საფარის და რთული რელიეფის პირობებში Sentinel-2 უფასო სატელიტური მონაცემების და ღია კოდის პროგრამული უზრუნველყოფის გამოცდა და გამოყენება. სავლეთ სამუშაოებისთვის გამოვიყენეთ ყველაზე მარტივი მოწყობილობები, მათ შორის, არაპროფესიონალური 'fisheye' ლინზები მობილური ტელეფონებისთვის. სანიმუშო ფართობების რაოდენობა ასევე მინიმალური იყო. ჩვენ მიგვაჩნია, რომ მომავალში უფასო პროგრამების გამოყენებით, დაბალფასიან გაჯეტებთან ერთად, შეიცვლება არსებული მიდგომები და მეთოდები (თამაშის წესები) და შესაბამისად მნიშვნელოვნად გამარტივდება ბუნებრივი რესურსების შეფასება და მართვა.

ვფიქრობთ, რომ ჩვენს მოდელს შეუძლია გამოავლინოს ტყის საფარში სივრცითი და დროში მიმდინარე ცვლილებები, აგრეთვე შესაძლებელია გაუმჯობესდეს იმ დონემდე, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელი გახდეს არამხოლოდ ბუნებრივი რესურსების მენეჯერებისთვის, არამედ ყველა დაინტერესებული პირისთვის ვისაც ექნება რუკების ინტერნეტ სერვისთან წვდომა.

4. ჭარბტენიანი ტერიტორიების გამოყოფა და მცენარეული ჰაბიტატების კლასიფიკაცია

4.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა

ადგილი, სადაც წყალი წარმოადგენს მთვარ ფაქტორს, რომელიც არეგულირებს გარემოს და მასთან დაკავშირებულ მცენარეებს და ცხოველებს და სადაც ნიადაგი წლების განმავლობაში სეზონურად ან წლიურად დაფარულია წყლით ეწოდება ჭარბტენიანი ტერიტორია. (Ramsar 2016). ეს ტერიტორიები გამორჩეულია წყალ მარეგულირებელი და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების ფუნქციებით (Ramsar 2016). ჭარბტენიანი ტერიტორიები უმნიშვნელოვანესი რესურსია დედამიწაზე, ისინი წარმოადგენენ ეკოსისტემის მნიშვნელოვან ნაწილს, რომლებიც არეგულირებენ წყალმოვარდნებს, ინარჩუნებენ ადგილობრივ წყლის ბალანსს და კვებავენ მცენარეებს და ცხოველებს, რაც უზრუნველყოფს ბიომრავალფეროვნების მაღალ კონცენტრაციას (Mitsch et al. 1993). ადამიანის და გარკვეულწილად ბუნებრივი ფაქტორების ზეგავლენით ჭარბტენიანი ტერიტორიების დიდი ნაწილი დეგრადირდა. შესაბამისად გაჩნდა პრობლემა, რომლის მოგვარება შესაძლებელია ჭარბტენიანი და მის გარშემო არსებული ტერიტორიების სისტემატური მონიტორინგის წარმოებით (Lein 2003) აღსანიშნავია, რომ ჰიდროფილური მცენარეულობა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ჭარბტენიანი გარემოს ეკოლოგიურ ფუნქციებში და წარმოადგენს ამ გარემოში მიმდინარე ფიზიკური ან ქიმიური ფაქტორებით გამოწვეულ დეგრადაციის მაჩვენებელს (Dennison et al. 1993). მიუხედავად ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ ჭაობის მცენარეულობა ძირითადად წარმოადგენს ბალახოვან მცენარეულობას და ის დისტანციურად ძნელი გასარჩევია სხვა მცენარეული თანასაზოგადოებებისგან. აგრეთვე აღსანიშნავია ჰიდროლოგიურად ან ფლორისტულად დეგრადირებული ჭარბტენიანი ტერიტორიებიც, რომლებიც ეკოლოგიური მახასიათებლებით ემსგავსებიან გარშემომყოფ ტერიტორიებს. მაღალი სივრცული და დროითი გარჩევადობის დისტანციური ამოცნობის მონაცემების გამოყენება იძლევა ჭარბტენიანი ტერიტორიების შესწავლის შესანიშნავ შესაძლებლობას, თუმცა ამ ობიექტების კომპლექსურობის გამო მიზანშეწონილია შერეული მეთოდების გამოყენება. ჭარბტენიანი ტერიტორიების შემთხვევაში სანიმუშო მონაცემები ხშირად არ არის წარმოდგენილი ნორმალური განაწილებით, ამიტომ მარტივი და მოხმარებაში იოლი მეთოდები ჭარბტენიანი ეკოსისტემების კლასიფიკაციისთვის გამოუყენებელია (Köhl et al 2006; Xiao-ping et al. 2007) აქედან გამომდინარეობს, რომ სანიმუშო მონაცემების ხარისხი განაპირობებს კლასიფიკაციის სიზუსტეს და ხარისხს (Olofsson et al 2014) . მიუხედავად ამისა, სუფთა ანუ მინარევების გარეშე სანიმუშო მონაცემები ძნელად მისაღებია ბევრი ფაქტორის გამო, სპექტრულ მონაცემებში შესაძლოა აღმოჩნდეს „ხმაური“ რაც თავისთავად შეიძლება გამოწვეული იყოს GPS კოორდინატით ან ორთორექტიფიცირებულ გამოსახულებაში არსებული ცდომილების შედეგად (Wang, et al. 2010). აღნიშნულმა

ნარევმა სპექტრულმა მახასიათებლებმა შესაძლებელია გამოიწვიოს გარკვეული ცდომილებები კლასიკური ტიპის კლასიფიკაციაში. სეზონური ან ძლიერ დეგრადირებული ჭარბტენიანი ტერიტორიები, მცენარეულობის მხრივ ხშირად მომიჯნავე ტერიტორიების იდენტიფიკაცია, რის გამოც მათი იდენტიფიცირება ან კლასიფიკაცია შესაძლებელი ხდება არამხოლოდ სპექტრული, არამედ ტექსტურული განსხვავებით. გამოსახულების ტექსტურით კლასიფიკაცია შესაძლებელი ხდება მისი სეგმენტაციით, რომელიც დაფუძნებულია არამხოლოდ პიქსელების სპექტრულ ჰომოგენურობაზე, არამედ ობიექტის ტექსტურა და მორფოლოგიაზეც. ჯამში, ასეთ კლასიფიკაციას ეწოდება ობიექტზე ორიენტირებული კლასიფიკაცია და ის წარმოადგენს სატელიტური გამოსახულებების კლასიფიკაციის კომპლექსურ მიდგომას (Halabisky 2011) გამოსახულების სეგმენტაცია მანქანური დამუშავების და გამოსახულების ამოცნობის (Pekkarinen 2002, Hossain et al 2019) სფეროში წარმოადგენს ფართოდ გავრცელებულ მეთოდს, მათ შორის დისტანციური ამოცნობის სფეროში. გამოსახულების დამუშავებისას, ობიექტზე ორიენტირებული კლასიფიკაციის ძირითად ერთეულებს წარმოადგენენ ობიექტები და არა დამოუკიდებელი პიქსელები (Blaschke 2010). გამოსახულების სეგმენტაციის დროს, კლასიფიკაციის ალგორითმი იყენებს დაბალი ინფორმაციული დონის ერთეულებს ანუ პიქსელებს, უწყვეტი ინფორმაციულად უფრო მაღალი დონის ობიექტების შესაქმნელად (Lang 2008). ამ ობიექტებს გააჩნია სპექტრული, ტექსტურული და სხვა კონტექსტუალური მახასიათებლები, რომლებიც შესაძლებელია გამოსახულების კლასიფიკაციაში გამოვიყენოთ. ამრიგად, ჭარბტენიანი ტერიტორიების და მათი ჰაბიტატების გამოყოფის ხარისხის გასაუმჯობესებლად, კვლევის ამ ნაწილში გამოყენებული იყო ორმაგი, როგორც პიქსელზე, ესევე ობიექტზე დაფუძნებული კლასიფიკაცია. ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჭარბტენიანი ტერიტორიების დადგენა, კლასიფიკაცია და დარუკება საქართველოს მასშტაბით სავლელ სამუშაოების და დისტანციური ამოცნობის ტექნოლოგიის გამოყენებით.

4.2. მეთოდოლოგია

ჭარბტენიანი ტერიტორიების შესწავლა განხორციელდა 3 ეტაპად: 1. დისტანციური ამოცნობა და სივრცული ანალიზი, 2. სავლელ სამუშაოები და ფიტოსოციოლოგიური კვლევა, 3. ჭარბტენიანი ჰაბიტატების გამოყოფა EUNIS სისტემის მიხედვით.

4.2.1. დისტანციური ამოცნობა და სივრცული ანალიზი

ჭარბტენიანი ჰაბიტატების საქართველოს მასშტაბით შეფასება დისტანციური ტექნოლოგიების გამოყენებით განხორციელდა პირველად, ამიტომ კვლევის საწყის ეტაპზე განხორციელდა სივრცული და ისტორიული შეფასება ზოგადი სურათის წარმოსადგენად. პირველ რიგში განისაზღვრა ჭარბტენიანი ტერიტორიების

ადგილმდებარეობა ისტორიული 1:25,000 ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით, რომლებიც შეიქმნა 1950-60 წლების საბჭოთა საქართველოში. რუკებზე საკმაოდ დეტალურად დატანილი იყო ჭაობები, 5-10 მ კარტოგრაფიული სიზუსტით (East View Cartographic 2002). სამხედრო ტოპოგრაფიული რუკების სპეციფიკიდან გამომდინარე, რუკებზე ხდებოდა მხოლოდ ისეთი ჭაობების დატანა, რომლებიც აფერხებდნენ ტექნიკის გადაადგილებას ან წარმოადგენდნენ მნიშვნელოვან საველე ორიენტირს. ჭარბტენიანი ტერიტორიები ძლიერ მოწყვლადია კლიმატური და სოფლის მეურნეობის ზეგავლენის მიმართ, ამიტომ უკანასკნელი ნახევარი საუკუნის განმავლობაში ეს ჰაბიტატები მნიშვნელოვნად უნდა შეცვლილიყო როგორც მორფოლოგიურად, ასევე მცენარეული საფარის შემადგენლობის მხრივ. შესაბამისად, ძველი ტოპოგრაფიული რუკები ვერ ასახავდა ჭარბტენიანი ტერიტორიების ადგილმდებარეობის და ფართობების რეალურ სურათს, ამიტომ პირველადი შეფასებისას შესრულდა ჭარბტენიანი ტერიტორიების მხოლოდ ზოგადი სიტუაციური შეფასება და ძირითადი, მსხვილი ობიექტების იდენტიფიცირება და დიგიტალიზაცია ვექტორულ ფორმატში. ვექტორული შრეები გადატანილი იყო QGIS სივრცეში სადაც შესაძლებელი გახდა (Google satellite maps- <http://www.google.cn/maps/vt?lrs=s@189&gl=cn&x={x}&y={y}&z={z}>) და (ESRI imagery https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}) ძალიან მაღალი რეზოლუციის გამოსახულებებთან შედარება. ისტორიული კონტურების და თანამედროვე RGB ორთოფოტოების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა ფოტოინტერპრეტაციის გზით უახლესი სპექტრული გამოსახულებების კლასიფიკაციისთვის საწვრთნელი მონაცემების მომზადება.

საკვლევი ტერიტორიის სპექტრული კლასიფიკაციისთვის გამოყენებული იყო Sentinel-2A ორთორექტიფიცირებული მრავალსპექტრული გამოსახულებები 10, 20 და 60 მეტრის გარჩევადობის სპექტრული არხებით (სურ.2.2). მონაცემთა ჩამოტვირთვა განხორციელდა (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) ინტერნეტ პორტალიდან. ატმოსფეროს ზეგავლენით გამრუდებული სპექტრული მნიშვნელობების კორექცია შესრულებული იყო Sen2Cor ინსტრუმენტით, რომელიც წარმოადგენს Sentinel-2 Level 2A გენერაციის და ფორმატირების პროცესორს. ატმოსფეროს ქვედა 2A დონის რეფლექტანს გამოსახულება დამუშავდა შემდეგი პარამეტრების გათვალისწინებით: მზის ზენიტის კუთხე, სენსორის ხედვის კუთხე, ფარდობითი აზიმუტური კუთხე, ზედაპირის სიმაღლე, მხედველობა და ორთქლის რაოდენობა. ყველა პარამეტრი მიღებული იყო გამოსახულების მეტა-მონაცემიდან. ამ კვლევაში გამოსახულების ტოპოგრაფიული კორექცია არ განხორციელებულა, რადგან საქართველოში ჭარბტენიანი ობიექტები განვითარებულია მხოლოდ ვაკე ტერიტორიებზე. წინასწარი დამუშავების შედეგად, გამოსახულებიდან მოცილებული იყო ღრუბლები და ჩრდილები, რომელთა „შენიღბვა“ შესრულდა SNAP 5.0 Idepix პროცესორის საშუალებით. ფოტოინტერპრეტაციის გზით შექმნილი საწვრთნელი მონაცემები გამოყენებული იყო გამოსახულების მართული კლასიფიკაციისთვის, რომელიც განხორციელდა QGIS სივრცეში, Semiautomatic Classification Plugin (SCP)-ის და მაქსიმალური დამაჯერებლობის კლასიფიკატორის (Maximum Likelihood) გამოყენებით. ჭარბტენიანი ტერიტორიების

მორფოლოგიური და მცენარეული ჰეტერეგენულობის გამო, კვლევის ბოლო ეტაპზე შედეგები დაზუსტდა ობიექტზე დაფუძნებული კლასიფიკაციის მეშვეობით, რომლის დროს გათვალისწინებული იყო არამხოლოდ სპექტრული არამედ სხვა, სტრუქტურული პარამეტრებიც (ტექსტურა, მორფოლოგია და ა.შ.) ამრიგად შესრულდა ორი სპექტრული კლასიფიკაცია, პროექტის დასაწყისში, რომლის კარტოგრაფიული შედეგების მიხედვითაც განხორციელდა სავლე სამუშაოები და ბოლოს, როდესაც განხორციელდა EUNIS ჰაბიტატების დარუკება. სავლე სამუშაოების დროს, აგრეთვე შესრულდა შემოწმების მონაცემების მომზადება, რომლის საშუალებითაც განხორციელდა კლასიფიკაციის სიზუსტის დადგენა. შემოწმების მონაცემების აღება ხდებოდა ჭარბტენიანი ტერიტორიის ცენტრალურ და პერიფერიულ მონაკვეთებზე.

4.2.2. სავლე სამუშაოები და ფიტოსოციოლოგიური კვლევა

ველზე ორიენტაციისთვის, სამუშაოები წარიმართა კლასიფიკაციის შედეგად მიღებული რუკების გამოყენებით. ჭარბტენიანი ტერიტორიის შეფასება ხდებოდა წინასწარ შემუშავებული სავლე მეთოდოლოგიის მიხედვით, რომლის საშუალებითაც დგინდებოდა ჭარბტენიანი ტერიტორიის ჰიდროლოგიური მდგომარეობა და მცენარეულობის შემადგენლობა.

ინდიკატორ მცენარეთა სტატუსის კატეგორიები		
ინდიკატორის კატეგორია	ინდიკატორის აბრევიატურა	განსაზღვრება
ჭარბტენიანი გარემოსთვის დამახასიათებელი მცენარეები (Obligate Wetland Plants)	OBW	მცენარეები, რომლებიც ყოველთვის გვხვდება ჭარბტენიან გარემოში (>99% ალბათობით), თუმცა ძალიან იშვიათად (< 1%ში) არადაჭაობებულ ადგილებშიც.
ჭარბტენიანი გარემოსთვის არადამახასიათებელი მცენარეები (Facultative Wetland Plants)	FACW	მცენარეები, რომლებიც უმთავრესად გვხვდება ჭარბტენიან გარემოში (>67% - 99% მდე), თუმცა შეიძლება შეგვხვდეს არადაჭაობებულ ადგილებშიც (1-33% ალბათობით)
არადამახასიათებელი მცენარეები (Facultative Plants)	FAC	მცენარეები, რომლებიც ერთნაირი ალბათობით გვხვდება როგორც ჭარბტენიან გარემოში, ასევე არადაჭაობებულ ტერიტორიებზე (33-67 % ალბათობით)
არადამახასიათებელი მაღლობის მცენარეები (Facultative upland plants)	FACU	მცენარეები, რომლებიც იშვითად გვხვდება ჭაობებში (1-33%-ში) და უფრო ხშირად გვხვდება არადაჭაობებულ ტერიტორიებზე (67-99%ში)

ცხრილი.4.1 ინდიკატორ მცენარეთა სტატუსის კატეგორიები (წყარო: Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual by Environmental Laboratory 1987)

ინდიკაციური სტატუსის მიხედვით გამოიყო 5 კატეგორია: WDW - წყალღრმა ადგილები (ადგილები სადაც წყლის ზედაპირი დომინირებს მცურავ მცენარეულობის ფართობზე), OBL- ობლიგატური ქარბტენიანი გარემოსთვის დამახასიათებელი მცენარეები), FACW - ფაკულტატური ქარბტენიანი მცენარეები (მეტწილად ქარბტენიანი გარემოსთვის დამახასიათებელი მცენარეები), FAC-ფაკულტატური მცენარეები (მცენარეები, რომლებიც ერთნაირი ალბათობით გვხვდება როგორც დაჭაობებულ, ასევე არადაჭაობებულ ტერიტორიებზე), FACU - ფაკულტატური ხმელეთის მცენარეები (მცენარეები რომლებიც გვხვდება მეტწილად მშრალ და ამაღლებულ ტერიტორიებზე. იხ. ცხრილი 4.1)

როგორც უკვე აღინიშნა საცდელი მონაცემების აღება ხორციელდებოდა ქარბტენიანი ტერიტორიის ცენტრალურ და პერიფერიულ მონაკვეთებზე. საცდელი მონაცემების რაოდენობა მერყეობდა 1-დან 3-მდე, ყველგან სადაც ქარბტენიანი ტერიტორიის ფართობი არ აღემატებოდა 200 ჰა-ს. უფრო დიდი ფართობის მქონე ტერიტორიებზე, მაგალითად კოლხეთში, სანიმუშო ფართობების რაოდენობა ქარბტენიანი ობიექტებზე მერყეობდა 20-დან 40-მდე. ჯამში კოლხეთის ეროვნული პარკის ტერიტორიის ქარბტენიანი ტერიტორიებზე აღებული იყო 98 საცდელი სინჯი.

საველე ექსპედიციების დროს განხორციელდა მცენარეულობის ტრადიციული მეთოდებით აღწერა (საჭერბარიუმე მასალის შეგროვება, დახარისხება და გარკვევა). სანავიგაციო ხელსაწყოს GPS-ისა და მიღებული რუკების გამოყენებით, ხდებოდა წინასწარ შერჩეულ სანიმუშო ფართობებზე მისვლა. სახეობრივი მრავალფეროვნების და დაფარულობის განსასაზღვრად გამოყენებული იყო ბრაუნ-ბლანკეს (Westhoff & Van Der Maarel 1978) გამარტივებული მეთოდოლოგია, როდესაც დომინანტური მცენარეული სახეობების აღრიცხვა წარმოებდა დასაკვირვებელი პუნქტიდან უშუალო ხედვის არეში. თვალზომიერად, სიმრავლე/სიმჭიდროვის მიხედვით განისაზღვრა დომინანტი სახეობები და მათი დაფარულობა. საკვლევ ფართობებზე აღრიცხულ თითოეულ სახეობას ენიჭებოდა ინდიკაციური სტატუსი (OBL, FAC, FACU, FACW). სანიმუშო ნაკვეთებზე, ფიტოსოციოლოგიურ აღწერებთან ერთად მიმდინარეობდა დომინანტი მცენარეების აღრიცხვა/გამოვლენა. აღწერილი იქნა მერქნიანების, ბალახოვნების, გვიმრების, ლიანების, Sphagnum-ის და სხვა ხავსების სახეობრივი მრავალფეროვნება, დაფარულობა, შემადგენლობა და სხვა ეკოლოგიური მახასიათებლები. იზომებოდა როგორც სტანდარტული ცვლადები, ასევე დამატებითი ფიზიკური პარამეტრები: წყლის მცენარეულობის ტიპი, წყლის სიღრმე, ჰაბიტატის ფართობი, მდგომარეობა (მშრალი და ტენიანი), ბუნებრიობა (სახეცვლილი და ბუნებრივი), ანთროპოგენული ზემოქმედება (ძოვება, თიბვა, გადაწვა), ტორფის გამოვლენა (ტორფიანი ან უტორფო), ნიადაგის დატენიანება (წყლით გაჯერებული, მშრალი) და სხვა. აღებული საჭერბარიუმო მასალის რკვევა და დაზუსტება განხორციელდა ილიას უნივერსიტეტის ბოტანიკის ინსტიტუტში არსებულ ისტორიულ საჭერბარიუმო მასალებთან.

4.2.3. ჭარბტენიანი ჰაბიტატების გამოყოფა EUNIS სისტემის მიხედვით.

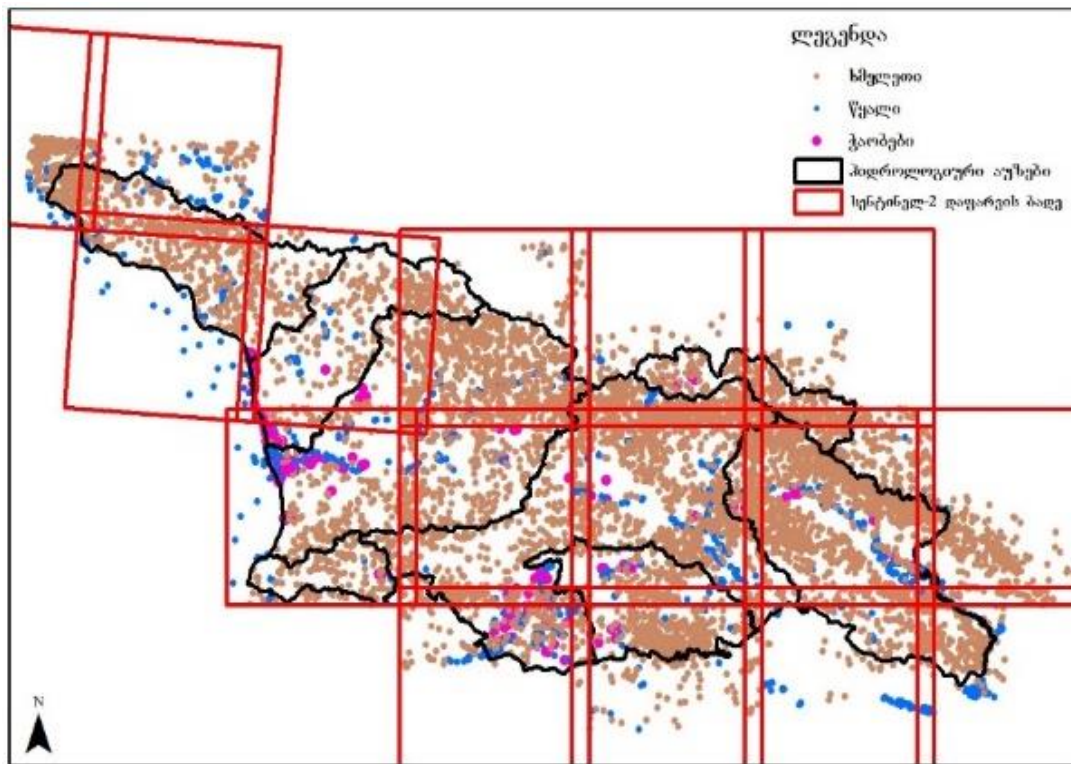
EUNIS (European Nature Information System) ჰაბიტატების კლასიფიკაციის სისტემა მოიცავს ევროპაში წარმოდგენილი ყველა ტიპის ბუნებრივ და ხელოვნურ ჰაბიტატს, ასევე მათ ამსახველ მონაცემთა ელექტრონულ ბაზას და ახსნა-განმარტებით დოკუმენტაციას. ძველი კლასიფიკაციის სისტემებისგან განსხვავებით, რომლებიც ტრადიციულად მხოლოდ ფიტოსოციოლოგიურ ასპექტებს ითვალისწინებდა, EUNIS კლასიფიკაციის სისტემა გარემოს ფიზიკურ ფაქტორებსაც ითვალისწინებს და ჰაბიტატებს ყოფს სამ ჯგუფად: ხმელეთის, მტკნარი წყლებისა და ზღვის ჰაბიტატები. აღნიშნული ჰაბიტატები იერარქიული სახითაა წარმოდგენილი და გეოგრაფიულად ფარავს მთელ ევროპას, ატლანტიკიდან ურალის მთებისა და კავკასიის ჩათვლით. გარდა ამისა, EUNIS -ის კლასიფიკაციის სისტემა იძლევა ახალი, მათ შორის კავკასიისა და საქართველოსთვის დამახასიათებელი სპეციფიკური ჰაბიტატების დამატების საშუალებასაც.

გასათვალისწინებელია, რომ EUNIS-ის ჰაბიტატების კლასიფიკაცია, ძირითადად, იქმნებოდა ევროპული მცენარეულობისთვის. შესაბამისად, კონტინენტის მიჯნაზე მყოფი კავკასიისთვის, რომელიც ხასიათდება სპეციფიკური მცენარეულობითა და პალეოფლორისტიკით, გარკვეულ სირთულეს წარმოადგენდა შესატყვისი მნიშვნელობის მინიჭება EUNIS-ის ჰაბიტატების სისტემაში. ასეთ გამონაკლის წარმოადგენს კოლხეთის დაბლობის და მთის ჭარბტენიანი ტერიტორიების ფლორა, რომელიც უკანასკნელი გამყინვარების პერიოდში წარმოადგენდა რეგიონალურ რეფუგიუმს (Kikvidze & Ohsawa 2001). ასეთ ადგილებში შემორჩენილია რელიქტური მცენარეები და ენდემები. გარდა ფლორისტული თავისებურებებისა, კოლხეთის ისპანისა და იმნათის ჭაობები ხასიათდებიან ჰიდროლოგიური უნიკალურობითაც, რაც გამოიხატება მათ პერკოლაციურ თავისებურებებში (Krebs et al. 2009). EUNIS ჰაბიტატების გამოყოფა ხორციელდებოდა სპეციალურად შემუშავებული EUNIS habitat classification 2004 კრიტერიუმების მიხედვით, სადაც ჰაბიტატების საზღვრები დადგინდა დისტანციური ამოცნობის მეთოდებით მიღებული კონტურების საფუძველზე, ხოლო თემატური კლასიფიკაცია კი დაეფუძნა ველზე აღებულ ბოტანიკურ და ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მონაცემებს.

4.3. შედეგები

ძალიან მაღალი გარჩევადობის გამოსახულებების და 1:25,000-ი მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკების ფოტოინტერპრეტაციის შედეგად მომზადდა საწვრთვინელი მონაცემების ბაზა, სადაც განთავსდა 247 ჭარბტენიანი, 2057 წყალღრმა (ტბები, მდინარეები, წყალსაცავები, ზღვა) და 8465 მიწის (ტყე, ბუჩქნარი, სასოფლო-სამეურნეო

მიწები, ბალახოვანი საფარი, მყინვარები, გამიშვლებული გრუნტი) ობიექტის ნიმუში (იხ. სურ 4.1.).



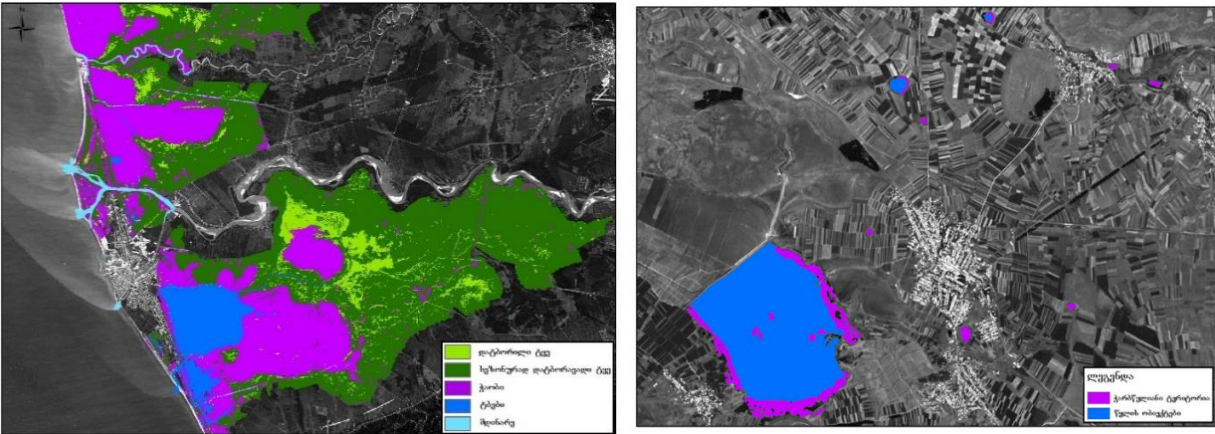
სურ. 4.1 რუკაზე გამოსახულია, საქართველოს ჰიდროლოგიური აუზების კონტურები, Sentinel-2 ბადის კონტურები და ფოტონეტრპრეტაციის საშუალებით მიღებული საწვრთნელი ნიმუშები.

მართული კლასიფიკაციის შედეგად მივიღეთ 16 კლასიფიცირებული სცენა, რომელმაც დაფარა საქართველოს სრული ტერიტორია. კლასიფიკაციის შედეგად გამოიყო 2 კლასი, ჭარბტენიანი ტერიტორიები და ტბები. ტერიტორია, რომელიც მიეკუთვნებოდა სხვა მიწის კატეგორიას გამოირიცხა რუკებიდან. აღსანიშნავია კოლხეთის ტერიტორია, სადაც ჭარბტენიან ტერიტორიებზე გარდა ბალახოვან და ხავსოვან მცენარეებისა წარმოდგენილია აგრეთვე დაჭაობებული ტყეებით, ამიტომ კლასიფიკაციის დროს განხორციელდა ამ კლასის გათვალისწინებაც. (იხ. სურ 4.2.) კლასიფიკაციის სიზუსტის გამოთვლა შესრულდა შეცდომათა მატრიცის გამოყენებით. შემოწმების მონაცემების რაოდენობა განისაზღვრა მიღებული კლასების ფართობის პროპორციულად (Congalton and Green, 2009) მეთოდოლოგიის მიხედვით.

კლასიფიკაციის საერთო სიზუსტე წარმოადგენდა:

საერთო სიზუსტე [%] = 98.7399;

კაპა კლასიფიკაცია = 0.8929



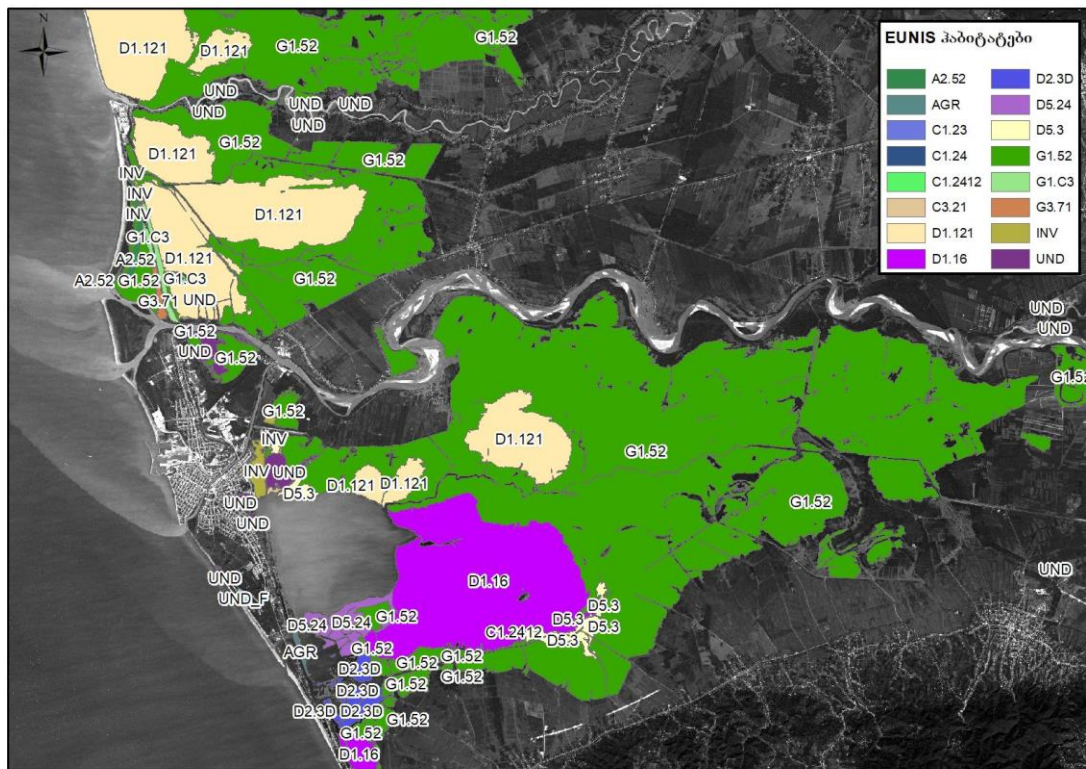
სურ 4.2. სატელიტურ რუკაზე ასახულია კოლხეთის დაბლობზე და ჯავახეთის ზეგანზე არსებული ბალახოვანი და ტყის ჭარბტენიანი ტერიტორიები.

საველე სამუშაოების დროს აღრიცხული იყო მცენარეთა 258 სახეობა. სახეობათა რაოდენობის მიხედვით ექვსი წამყვანი ოჯახია: Cyperaceae (40 სახეობა) Poaceae (29 სახეობა) Rosaceae (20 სახეობა) Asteraceae (16 სახეობა) Fabaceae (10 სახეობა) Juncaceae (10 სახეობა). ექვს წამყვან ოჯახში გვარების რაოდენობა შემდეგნაირად გამოიყურება: Cyperaceae (10 გვარი) Poaceae (24 გვარი) Rosaceae (14 გვარი) Asteraceae (15 გვარი) Fabaceae (7 გვარი) Juncaceae (2 გვარი). გვარებში სახეობრივი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა გვარი Carex-25 სახეობა, Juncus – 8 სახეობა, Sphagnum – 6 სახეობა, Rubus – 4 სახეობა, Trifolium - 4 სახეობა. ენდემების რაოდენობა შეადგენს 14 სახეობას მათგან 4 საქართველოს (*Hibiscus ponticus*, *Rhynchospora caucasica*, *Rubus caucasigenus*, *Trapa colchica*) 10 სახეობა კი კავკასიის (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Carex transcaucasica*, *Swertia iberica*, *Thymus collinus*, *Ranunculus caucasicus*, *Alchemilla sericata*, *Rubus caucasicus*, *Ruscus colchicus*, *Euphrasia caucasica*, *Valeriana tiliifolia*) ენდემია. ინდიკაციური სტატუსის მიხედვით სახეობათა საერთო რაოდენობიდან FAC-ს მიეკუთვნება 114 სახეობა, OBW -ს 75, FACW-ს 55, ხოლო FACU-ს 16 სახეობა. ამ ინფორმაციის საფუძველზე განხორციელდა EUNIS კლასიფიკაცია და ჭარბტენიანი ჰაბიტატების დარუკება.

ჭარბტენიანი ტერიტორიების EUNIS-ჰაბიტატების გამოყოფა და კოდირება განხორციელდა თანამგზავრული გამოსახულებების კლასიფიკაციის და ველზე აღებული მონაცემების ანალიზზე დაყრდნობით. საერთო ჯამში გამოიყო 986 ჭარბტენიანი ჰაბიტატი, საიდანაც 214 კლასიფიცირდა EUNIS ჰაბიტატების სისტემის მიხედვით (იხ. სურ 4.3-4.4). ჰაბიტატების სრული სია და დახასიათება იხ. დანართში 9.2.



სურ. 4.3 რუკაზე წარმოდგენილია კოდირებული ქარბტენიანი ჰაბიტატები და ჰიდროლოგიური აუზები.

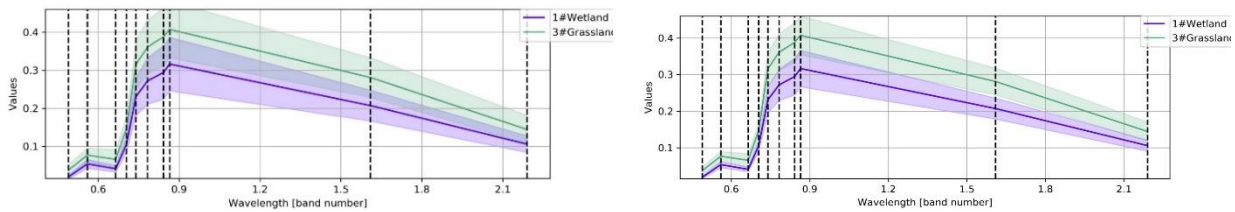


სურ. 4.4 რუკაზე ასახულია კოლხეთის დაბლობის EUNIS სისტემის მიერ კლასიფიცირებული და კოდირებული ქარბტენიანი ჰაბიტატები

4.4. დისკუსია

სოფლის მეურნეობის განვითარებამ მნიშვნელოვნად შეამცირა ჭარბტენიანი ტერიტორიების ფართობები მთელი საქართველოს მასშტაბით. ჭარბტენიანი ტერიტორიები ხშირად გამოიყენება სათიბებად, ამიტომ ზოგიერთი ჭაობი, განსაკუთრებით ზაფხულში მოკლებულია ჭაობისთვის დამახასიათებელ მცენარეულობას და ის ძნელი გასამიჯნია მიმდებარე სასოფლო-სამეურნეო მიწებისგან. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ რიგი ჭაობებისა კლიმატის ცვლილების ზეგავლენით მდიდრდება ფაკულტატიური ანუ ჭაობებისთვის არადამახასიათებელი მცენარეულობით. ამრიგად ჭარბტენიანი ჰაბიტატები დინამიური ობიექტებია, რომელიც ერთის მხრივ განიცდის ზეგავლენას სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისგან, ხოლო მეორეს მხრივ მოწყვლადია კლიმატურ ცვლილებების მიმართ. ორივე შემთხვევაში ჭარბტენიანი ჰაბიტატები დროში ცვალებადია იმდენად, რომ მათი ამოცნობა დისტანციური ტექნოლოგიების საშუალებით რთულდება და საჭიროებს არაორდინალურ მიდგომებს.

ჭარბტენიანი ტერიტორიების კომპლექსურობიდან გამომდინარე პირველ რიგში აქცენტი გაკეთდა საწვრთნელი მონაცემების ხარისხზე, ამიტომ მნიშვნელოვანი გახდა კორექტული საწვრთნელი ნიმუშების მოძიება. ფოტონტერპრეტაციის საშუალებით შექმნილი საწვრთნელი მონაცემები გარკვეული ცდომილების მატარებელია და სპექტრომეტრიულად ხმაურიანია, რადგან შესაძლოა მოიცავდეს სპექტრულ მინარევებს, რაც წარმოადგენს კლასიფიკაციის სიზუსტის შემცირების მიზეზს. გამოსავალს წარმოადგენდა საწვრთნელი მონაცემების სტატისტიკური გაწმენდა, რის შედეგადაც კლასიფიკაციის ცდომილება შემცირდა (Gongedo 2020);(Wang, & Li. 2010) (იხ. სურ 4.5).



სურ. 4.5 გრაფიკზე ასახულია სპექტრული ნიმუშების გადაფარვის (ბალახოვანი მცენარეულობა და ჭარბტენიანი ტერ. ბალახოვანი მცენარეულობა) არე გასწორებამდე და გასწორების შემდეგ. Y ღერძი წარმოადგენს პიქსელი მნიშვნელობებს, ხოლო X ღერძი ტალღის სიგრძის მნიშვნელობებს და არხის რიგითობას.

როგორც აღინიშნა, კვლევის ფარგლებში განხორციელდა ორი დონის კლასიფიკაცია. პირველი კლასიფიკაცია დაფუძნებული იყო მხოლოდ სპექტრული მახასიათებლების ანალიზზე, ხოლო მომდევნო, მეორე კლასიფიკაცია შესრულდა ტექსტურის და ობიექტების მორფოლოგიის გათვალისწინების საფუძველზე. კლასიფიკაციების გაერთიანება შესრულდა ურთიერთგადაფარვის და მნიშვნელობების გადატანის პრინციპზე. პიქსელზე და ობიექტზე დაფუძნებული კლასიფიკაციების გაერთიანება, ზოგ შემთხვევაში სრულდება კლასიფიკაციის გაუმჯობესების მიზნით (Shackelford, A.K &

Davis, C.H 2003) ან ღია კოდის კლასიფიკაციის პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენების შემთხვევაში. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით ქარბტენიანი ტერიტორიების კლასიფიცირება უფრო მართებულია, როდესაც გამოიყენება ობიექტზე დაფუძნებული მიდგომა რადგან ქაობებს გააჩნიათ გამოკვეთილი მორფოლოგია (Halabisky 2011),(Whiteside et al 2010), თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ პიქსელზე დაფუძნებული კლასიფიკაცია მნიშვნელოვანია იმ დროს, როდესაც საჭიროა გარდამავალი კლასების ჩვენება, მაგალითად რთული ბალახოვანი ფორმაციების შემთხვევაში.

EUNIS (European Nature Information System) ჰაბიტატების კლასიფიკაციის სისტემა წარმოადგენს ევროპაში არსებული ჰაბიტატების საინფორმაციო სისტემას, რომელიც იერარქიული სახითაა წარმოდგენილი და დაყოფილია სამ ჯგუფად: ხმელეთის, მტკნარი წყლებისა და ზღვის ჰაბიტატები. ეს უკანასკნელი გეოგრაფიულად ფარავს ევროპას, ატლანტიკიდან ურალის მთებისა და კავკასიის ჩათვლით. სისტემა მეტად დახვეწილია ევროპულ ნაწილში, სადაც ჰაბიტატების შესწავლა მეტი ინტენსივობით ხორციელდებოდა, ხოლო კონტინენტის მიჯნაზე მყოფი კავკასიის ნაწილი, რომელიც ხასიათდება სპეციფიკური მცენარეულობითა და პალეოფლორისტიკით ნაკლებად არის წარმოდგენილი. აღსანიშნავია, რომ ჩვენი კვლევის შედეგად მოხდა ამ სისტემის გამდიდრება და ზოგ შემთხვევაში ახალი ჰაბიტატების ჩამატება. ასეთი გამონაკლისი იყო კოლხეთის დაბლობის და მთის ქარბტენიანი ტერიტორიების ნაწილი, რომელიც უკანასკნელი გამყინვარების პერიოდში წარმოადგენდა რეგიონალურ რეფუგიუმს, რელიქტური მცენარეებით და ენდემური სახეობებით (Kikvidze & Ohsawa 2001). ჰიდროლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე EUNIS-ის ლოკალურ მონაცემთა ბაზას, ახალი კოდით დაემატა ისპანისა და იმნათის ქაობები კოლხეთში, რომლებიც გამოირჩევიან უნიკალური პერკოლაციური თავისებურებებით (Kaffke et al. 2000; Matchutadze & Joosten 2003; Matchutadze & Krebs 2003; Haberl et al. 2006).

რთული, ორსაფეხურიანი კლასიფიკაციის მიუხედავად ჩვენ ვფიქრობთ, რომ მივიღეთ კარგი შედეგები მთელი ქვეყნის მასშტაბით და პირველად საქართველოში განვახორციელეთ ქარბტენიანი ჰაბიტატების დარუკება და კლასიფიკაცია საერთაშორისო სისტემის მიხედვით. ჩვენი კვლევის შედეგად შეიქმნა მონაცემთა ბაზები, რომელიც მოიცავს არამხოლოდ ინფორმაციას მცენარეულობის შესახებ, არამედ ასახავს ქარბტენიანი ტერიტორიების მდგომარეობის და ლეგრადაციის ხარისხს საქართველოში. სამომავლოდ, ეს ინფორმაცია შესაძლოა საფუძვლად დაედოს დაზიანებული ქარბტენიანი ტერიტორიების აღდგენას და მდგრად მართვას.

5. საძოვრების პროდუქტიულობის შეფასება მთისა და ბარის მაგალითზე

5.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა

ბალახოვანი მცენარეულობა წარმოადგენს დედამიწის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან, ფართოდ გავრცელებულ ეკოსისტემას (Lewandowski et al 2003). ბალახოვანი მცენარეულობა ფარავს დედამიწის ზედაპირის 40,5% (FAO 2014), ხოლო ტყეების შემდეგ ის წარმოადგენს ნახშირბადის შთანთქმის სიდიდით მეორე წყაროს (Anderson 1991), შესაბამისად ეს ეკოსისტემა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მსოფლიო ნახშირბადის ციკლში (Scurlock et al 1998, O'Mara 2012). მოსახლეობის მატებასთან ერთად, მოთხოვნა ხორცზე და რძის პროდუქტებზე იზრდება მთელ მსოფლიოში, ამიტომ ამ მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად მნიშვნელოვანია პირუტყვის რიცხოვნობის ადეკვატური კონტროლი (Delgado 2003), რადგან ბალახოვანი მცენარეულობა წარმოადგენს პირუტყვის კვების მთავარ წყაროს. საძოვრის პროდუქტიულობის ერთ-ერთი მახასიათებელი მიწისზედა ბიომასაა, რომელიც გამოითვლება მცენარეების მშრალი მასიდან და განსაზღვრავს მინდვრების და ველების ტევადობას ანუ პირუტყვის მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელსაც შეუძლია ძოვდეს კონკრეტულ საძოვარზე დროის განსაზღვრულ პერიოდში მისი დაზიანების გარეშე (Petersen 1965). საძოვრის ბალახეულობა პირუტყვისთვის წარმოადგენს ყველაზე იაფ საკვებს, ამიტომ სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია საძოვრების მდგრადი და გააზრებული მართვა (Rook & Tallwin 2003). საძოვრების შეფასების კლასიკური, სავსე მეთოდები წარმოადგენენ სუბიექტურ და შრომატევად მეთოდს, რომლის განხორციელება მიზანშეწონილია მხოლოდ მცირე ზომის ტერიტორიების შეფასებისთვის და მონიტორინგისთვის, ხოლო უფრო მოწინავე მეთოდები, მაგალითად როგორცაა დისტანციური ამოცნობა, შესაძლებლობას იძლევა უფრო ზუსტი და ფართომასშტაბიანი კვლევების და მონიტორინგის წარმოების (Pickup et al 1994).

უკანასკნელი წლების განმავლობაში დისტანციური ამოცნობის მონაცემების გამოყენებით შემუშავდა საძოვრების ბიომასის შეფასების არაერთი მეთოდი. დღესდღეობით, ეს ტექნოლოგია საკმარისად არის შემუშავებული საძოვრების მართვისთვის და მონიტორინგისთვის (Ali et al 2017). უნდა აღინიშნოს, რომ საძოვრები ძალიან მრავალფეროვანია და მათ ახასიათებთ გავრცელების ფართო არეალი, ზღვისპირა დაბლობებიდან, მაღალი მთის საძოვრებამდე, რომელთა სიმაღლე შესაძლოა უახლოვდებოდეს 4700 მეტრთან ნიშნულს (Barsila et al 2014). საძოვრების ნაწილი გავრცელებულია მშრალ და ხირხატ ნიადაგებზე, ნაწილი განლაგებულია რელიეფურ დეპრესიებში რის გამოც ხასიათდება მაღალი ტენიანობით. ბალახოვანი საფარის ასეთი მრავალფეროვნება და მისადგომად რთული რელიეფი საჭიროებს განსაკუთრებულ მიდგომას.

საძოვრების ბალახოვანი საფარის მდგომარეობის და პროდუქტიულობის დარუკება ხშირად დაკავშირებულია სავლე მონაცემების და თანამგზავრული გამოსახულებების სპექტრული მახასიათებლების სტატისტიკურად დაკავშირებასთან. სავლე მონაცემთან კორელაცია შესაძლებელია გამოსახულების სპექტრულ არხებთან და სხვა სავლე მონაცემებთან ან მცენარულ ინდექსებთან და ბიოფიზიკურ პარამეტრებთან. მაგალითად, ფართოდ გამოიყენება ცნობილი სავლეგეტაციო ინდექსი NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ან მისი უფრო მგრძნობიარე ანალოგი Red Edge NDVI (rNDVI) (Fernando & Victor 2020). ამ ინდექსების გამოთვლა მარტივია, ის კარგად ასახავს მწვანე მცენარეულობის რაოდენობას, თუმცა გააჩნია გარკვეული შეზღუდვებიც, რადგან ის შეცდომით აფასებს მცენარეულობას დეგრადირებულ ფართობებზე (Yengoh et al 2016). NDVI მგრძნობიარეა განათების პირობებზე, დაკვირვების კუთხეზე და სენსორებზე (Airbus 2020), რამაც შესაძლოა დამატებით ხარვეზები გამოიწვიოს. მეორე, უფრო თანამედროვე და გაუმჯობესებული მეთოდი დაკავშირებულია კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებასთან, რამაც შესაძლებელი გახადა უფრო კომპლექსური მოდელების გამოთვლა, რომელიც დაკავშირებულია მცენარეში მიმდინარე ბიოფიზიკურ პროცესებთან. ამ მოდელის გამოსათვლელად საჭიროა რთული ალგორითმები, თუმცა ეს მეთოდი იძლევა ბიომასის და აზოტური კვების აბსოლუტურ რაოდენობრივ შეფასების შესაძლებლობას (Vescovo & Gianelle 2008). ეს მოდელები უფრო მდგრადია და არ არის დამოკიდებული გადაღების კუთხეზე და განათებაზე (Airbus 2020). ბიოფიზიკურ პარამეტრებს შორის აღსანიშნავია LAI (Leaf Area Index), FAPAR (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation, CAB (Leaf chlorophyll content) FCOVER (Fraction of vegetation cover) და CW (Canopy Water Content), რომელთა გამოთვლა შესაძლებელია Sentinel-2 გამოსახულებების დამუშავებით. LAI წარმოადგენს ცოცხალი მწვანე ფოთლების რაოდენობრივ საზომს და განისაზღვრება როგორც საერთო მწვანე ელემენტების ფართობის ნახევარი შეფარდებული მიწის ჰორიზონტალური ფართობის ერთეულზე, რომელიც შთანთქვას ან აბნევს მზის რადიაციას (Chen and Black, 1992), FAPAR ითვალისწინებს მზის აქტიურ გამოსხივებას, რომელიც შთანთქმება მცენარეული საფარით 400–700 ნმ დიაპაზონში და შესაბამისად წარმოადგენს მცენარის სიჯანსაღის და პროდუქტიულობის ინდიკატორს (Asner et al. 1998). FVC წარმოადგენს მწვანე მცენარეულობის საფარის წილს შეფარდებულს ზედხედიდან დანახულ ნიადაგის წილთან მოცემული ჰორიზონტალური ზედაპირის ერთეულზე (Song, 2017) LAI, FAPAR და FVC საშუალებით ხდება მცენარეულობის სტრუქტურის და ფუნქციონირების შეფასება ამიტომ ისინი ფართოდ გამოიყენება ეკოლოგიურ და მიწათსარგებლობის სფეროში (García-Haro et al. 2018). CAB განიხილება როგორც მცენარეთა სიჯანსაღის ფაქტორივი მდგომარეობის ბიოლოგიური მაჩვენებელი (Sampson et al., 2003), და მცენარეულობის მთლიანი ძირითადი/პირველადი პროდუქტიულობა (Gitelson et al., 2006). CW წყლის რაოდენობის შემცველობა მცენარეულობის საფარში ხასიათდება, როგორც წყლის რაოდენობა მოცემული მიწის ერთეულზე და წარმოადგენს ძირითად ბიოფიზიკურ პარამეტრს, რომელიც გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში (Cernicharo et al 2013). 5-ვე ჩამოთვლილი პარამეტრი დაკავშირებულია მცენარის ბიოფიზიკურ და ზრდის

მაჩვენებლებთან და შესაბამისად წარმოადგენს ბიომასის ინდიკატორს, რომელსაც ბუნებრივი რესურსების შეფასებასთან დაკავშირებულ პროექტებში ცენტრალური როლი უკავია. აღსანიშნავია, რომ სტეპების და ალპური მდელოების თანამგზავრული შეფასების ტექნოლოგიური მიდგომები განსხვავებულია, რადგან ქლოროფილის და წყლის შემცველობა მცენარეში გადამწყვეტ როლს თამაშობს სპექტრული ანალიზის პროცესში. ამიტომ, წინამდებარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვემუშავებინა ისეთი შეფასების მეთოდოლოგია რომელიც სრულფასოვნად აღწერდა ორივე ტიპის საძოვარს.

5.2. მეთოდოლოგია

არიდული და ნახევრად არიდული ეკოსისტემების მცენარეულობა ძლიერ განსხვავდება ალპური მცენარეულობისაგან არა მხოლოდ სახეობრივი შემადგენლობით, არამედ ფიზიკური მახასიათებლებით, განსაკუთრებით კი პიგმენტაციით და წყლის შემცველობით, რაც ართულებს სპექტრული ანალიზის უნიფიცირებას. წინამდებარე პრობლემიდან გამომდინარე, ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ისეთი მეთოდოლოგიის შემუშავება, რომელიც მოერგებოდა, როგორც არიდულ, ასევე ალპური ტიპის ეკოსისტემებს და შესაძლებელს გახდიდა მათ რაოდენობრივ შეფასებას ერთიანი მიდგომით.

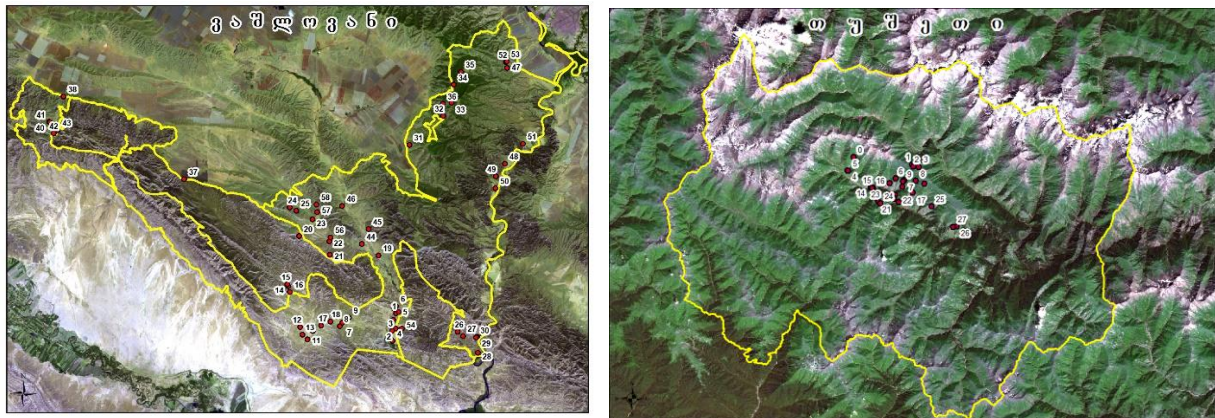
არიდული და ალპური საძოვრების შეფასება

სტეპის საძოვრების შეფასება განხორციელდა დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში, კერძოდ კი ვაშლოვანის დაცულ ტერიტორიებზე, ელდარის დაბლობზე, ტარიბანაში და სხვ. ტერიტორია ხასიათდება მშრალი კლიმატით. ძირითადია ნახევრად უდაბნოს (უდაბნოს), არიდული მეჩხერი ტყეებისა და სტეპის მცენარეულობა. აზონალურად გავრცელებულია შეცემენტებული კონგლომერატების, თიხიანი, თიხნარი, თიხა-ქვიშიანი და ქვიშაქვიანი ბედლენდების მცენარეულობა (Lachashvili & Khachidze 2010). მიუხედავად რთული ლანდშაფტისა და კლიმატური პირობებისა ქიზიყის ამ მხარეში განვითარებულია მეცხვარეობა და მესაქონლეობა. სამწუხაროდ, ზოგიერთ უბნებზე სადაც ძოვება გადამეტებულია, ხოლო წყლის და ქარისმიერი ეროზია კიდევ უფრო აძლიერებს ამ ეფექტს, აღინიშნება ნიადაგის და მცენარეულობის ძლიერი დეგრადაცია.

ალპური საძოვრები აგრეთვე შეფასდა თუშეთში, რომელსაც უჭირავს კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის საკმაოდ ვრცელი მალაღმთიანი ქვაბული, რომელიც შემოფარგლულია კავკასიონის მთავრი წყალგამყოფით, პირიქითა და აწუნტის ქედებით (მარუაშვილი 1964). თუშეთის მცენარეულ საფარში მეტწილად სუბალპური და ალპური მდელოები დომინირებს, რომლებიც ტრადიციულად საძოვრებად და სათიბებად

გამოიყენება. ქედები ნაწილობრივ წიწვოვანი (ფიჭვნარი) ტყით არის შემოსილი, თუმცა სიმაღლის მატებასთან ერთად ტყე ფოთლოვანი სახეობებით (არყი) მდიდრდება. ქვაბულის ჩრდილო-დასავლურ, შედარებით უფრო მაღალ ნაწილში ხემცენარეულობა ჯუჯა არყით და ღვიძიანი ბუჩქნარებით არის წარმოდგენილი (მარუაშვილი 1964). თუშეთის კლიმატი კონტინენტურია, მაგრამ ხეობების მიხედვით განსხვავებული, რაც რელიეფის თავისებურებით არის განპირობებული. სამხრეთ ნაწილი უფრო ნოტიოა, ვიდრე ჩრდილოეთ ხეობები ამიტომ მცენარეულობა სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთში მეტად არის განვითარებული. თუშეთში ვერტიკალური სარტყლიანობა ძლიერ არის გამოხატული, რაც მკვეთრად განაპირობებს მცენარეული სახეობების გავრცელებას და შესაბამისად ზღუდავს საძოვრებისთვის განკუთვნილ ფართობებს. მიუხედავად მკაცრი კლიმატური პირობებისა თუშეთში ტრადიციულად განვითარებულია მეცხვარეობა და მეცხოველეობა. დაუბალანსირებული ძოვება, დამრეცი ფერდობები და წყლისმიერი ეროზია სამწუხაროდ იწვევს ალპური მდელოების ძლიერ დეგრადაციას, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში ატარებს შეუქცევად ხასიათს.

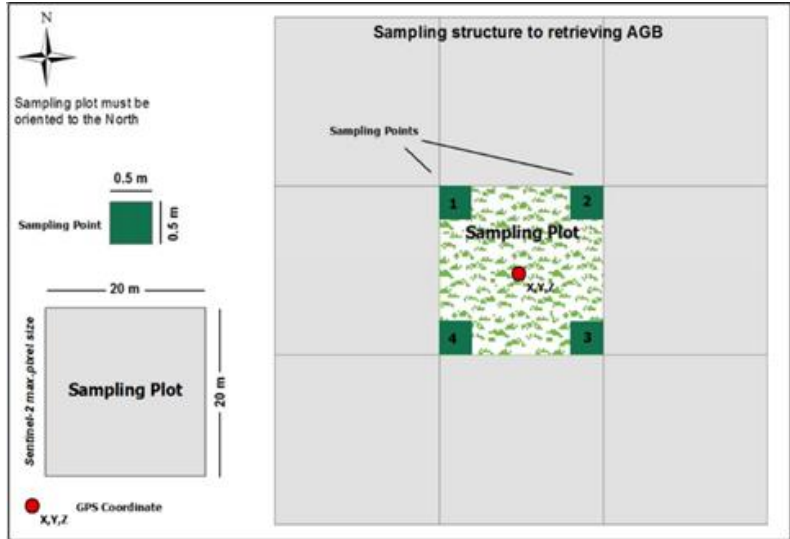
საძოვრების მდგომარეობის შეფასება განხორციელდა 2 საფეხურად: სავლე სამუშაოებად, როდესაც შესრულდა სანიმუშო სინჯების აღება/დამუშავება და კამერალურად, როდესაც მოხდა ველზე აღებული მიწისზედა ბიომასის დაკავშირება თანამგზავრული გამოსახულებების სპექტრულ მნიშვნელობებთან. ვაშლოვანის საძოვრებისთვის შეირჩა 68 სანიმუშო ფართობი (იხ. სურ. 5.1), რომელიც თანაბრად იყო გადანაწილებული მთელ ტერიტორიაზე და ითვალისწინებდა მცენარეულობის გავრცელების განსხვავებულობას.



სურ. 5.1 რუკაზე ნაჩვენებია სანიმუშო ნაკვეთების ადგილმდებარეობა და საიდენტიფიკაციო ნომერი ვაშლოვანის (მარცხენა) და თუშეთის (მარჯვენა) საძოვრებისთვის.

თუშეთის საზაფხულო საძოვრების სანიმუშო ფართობების რაოდენობა განისაზღვრა 28 წერტილით (იხ. სურ. 5.0), რომელიც ძირითადად აღებული იყო გომეწრის ხეობაში და მის გარშემო. სავლე სამუშაოები, მცენარეების აღწერა, ბიომასის მომზადება-გაშრობა, თანამგზავრული გამოსახულებების დამუშავება და სტატისტიკური ანალიზი ვაშლოვანისა და თუშეთისთვის შესრულდა ერთნაირი მეთოდოლოგიით.

საველე სამუშაოების დროს აღიწერა და შეფასდა ბალახოვანი მცენარეულობა 20x20 მ სანიმუშო ფართობზე საიდანაც შემდგომში აიჭრა 1მ² მიწისზედა ბიომასა (იხ. სურ. 5.2). მცენარეული ბიომასა შემდგომში თერმულად დამუშავდა სპეციალური ღუმელის საშუალებით 48 საათის განმავლობაში 85° C-ის პირობებში, რის შედეგადაც ჩვენ მივიღეთ დეჰიდრირებული მცენარეული ბიომასა ანუ ორგანული ნახშირბადი. კამერალური სამუშაოების განმავლობაში, ისევე როგორც ტყეების შემთხვევაში საძოვრების და ბალახოვანი მცენარეების შესაფასებლად გამოყენებული იყო Sentinel-2A ორთორექტიფიცირებული მრავალსპექტრული გამოსახულებები 13-ი სპექტრული არხით,



სურ. 5.2 სანიმუშო ნაკვეთის სქემა ოპტიმიზირებული Sentinel-2 თანამგზავრის სპექტრულ არხებთან დასაკავშირებლად. მსხვილი (20x20), ერთგვაროვანი ნაკვეთიდან ხდებოდა მცენარეების აღრიცხვა-შეფასება, ხოლო კუთხური (მწვანე) ნაკვეთებიდან სრულდებოდა ბიომასის შეფასება.

რომლის სივრცული გარჩევადობა წარმოადგენდა 10, 20, 60 მეტრს. გამოსახულებების გადმოტვირთვა განხორციელდა ევროპის კოსმოსური სააგენტოს კოპერნიკუსის მონაცემთა პორტალიდან (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). თანამგზავრული გამოსახულებების შერჩევა განხორციელდა საექსპედიციო დროსთან მიახლოებით და განისაზღვრა 26.06.2016-ით. სპექტრალური გამოსახულებები და საველე ცვლადები დამუშავებული იყო QGIS Desktop QGIS Desktop 3.8.2-Zanzibar (QGIS Development Team 2019) ის გამოყენებით. ვაშლოვანის რაიონის ძირითადი ნაწილი კლდე-ბორცვიანია რაც უარყოფითად ზემოქმედებს თანამგზავრული გამოსახულების ინტერპრეტაციის ხარისხზე. ამ მიზეზით, ატმოსფერულ და ცირიუს კორექციასთან ერთად განხორციელდა ტოპოგრაფიული კორექციაც. გამოსახულების ატმოსფერული კორექციისთვის გამოყენებული იყო Sen2Cor ინსტრუმენტი, რომელიც წარმოადგენს Sentinel-2 Level 2A გენერაციის და ფორმატირების პროცესორს. ატმოსფეროს ქვედა 2A დონის რეფლექტანს გამოსახულება შემუშავდა შემდეგი პარამეტრების გათვალისწინებით: მზის ზენიტის კუთხე, სენსორის ხედვის კუთხე, ფარდობითი აზიმუტური კუთხე, ზედაპირის სიმაღლე, მხედველობა და ორთქლის რაოდენობა. ყველა პარამეტრი მიღებული იყო გამოსახულების მეტა-მონაცემიდან.

ტყეების დამუშავების გამოცდილებიდან გამომდინარე კვლევის ამ ნაწილშიც გამოყენებული იყო Minnaert Correction (Smith et al. 1980; Gao and Zhang 2009;) რადგან ეს

მეთოდი ყველაზე კარგად ახდენს დაჩრდილული ფერდობების ნორმალიზაციას. მონაცემების დასამუშავებლად გამოყენებული იყო SAGA-System for Automated Geoscientific Analyses პროგრამული უზრუნველყოფა. რელიეფის დაჩრდილული ფერდობების ილუმინაციისთვის გამოყენებული იყო 30მ ციფრულ სასიმაღლო მოდელი SRTM 30 (United States Geological Surveys; <https://earthexplorer.usgs.gov>).

ანალიზი ტარდებოდა მხოლოდ ბალახოვან მცენარეულობაზე, ამიტომ სამუშაო პროცესს წინ უძღვოდა მიწის საფარის შექმნა სადაც გამოიყო 10 კლასი: სახნავი-სათესი მიწები, გამიშვლებული გრუნტი (კლდეები, რიყეები, ნაშალები), ტყეები, ბალახოვანი მცენარეულობა, ბუჩქნარი, წყლის სხეულები და ჭარბტენიანი ტერიტორიები (ლელიანები). მიწის საფარის საფუძველზე შეიქმნა ბალახოვანი საფარის კონტური, რომლის საშუალებით მოხდა საკვლევ ტერიტორიის გამიჯვნა, შენიღბვა სხვა მიწებისგან და შესაბამისად გაუმჯობესებული საანალიზო არეს შექმნა.

წინასწარ დამუშავებული თანამგზავრული გამოსახულებებიდან ESA SNAP Sentinel Application Platform ის გამოყენებით გენერირდა ბიოფიზიკური ცვლადები (LAI, FAPAR, CAB, FCOVER და CW, რომლებიც ჩვენი აზრით ყველაზე კარგად აღწერენ ორივე ტიპის საძოვრის ბიომასას. SNAP ბიოფიზიკური პროცესორი აღჭურვილია ხელოვნური ნეირონული ქსელებით (ANN-Artificial Neural Networks), რომლის საშუალებითაც შესრულდა ბიოფიზიკური ცვლადების გამოთვლა. გამოთვლების შესრულებისთვის და პარამეტრიზირებისთვის გამოყენებული იყო არამხოლოდ სპექტრული არხები, არამედ თანამგზავრის სენსორის მონაცემები და სხვა თანმდევი ინფორმაცია. სავსე მონაცემების და ბიოფიზიკური ცვლადების დაკავშირება განხორციელდა მრავალცვლადიანი წრფივი რეგრესიის ალგორითმის საშუალებით (SAGA-System for Automated Geoscientific Analyses). სადაც განმსაზღვრელი ცვლადები წარმოდგენილები იყვნენ LAI, FAPAR, CAB, FCOVER და CW-ით, ხოლო დამოკიდებული ცვლადი წარმოადგენდა მშრალ მიწისზედა ბიომასას (ნახშირბადი). მოდელში აგრეთვე გათვალისწინებული იყო X და Y კოორდინატები.

5.3. შედეგები

არიდული საძოვრების შეფასება

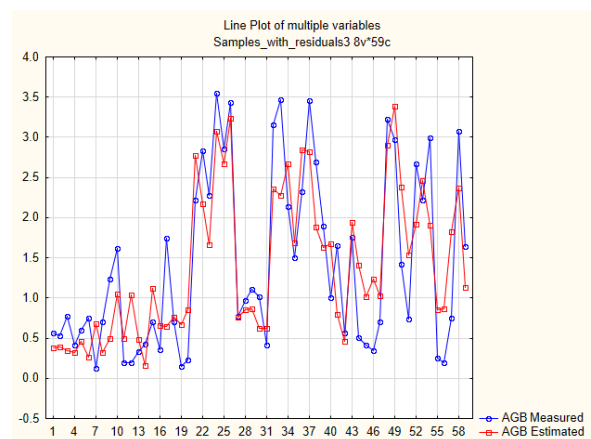
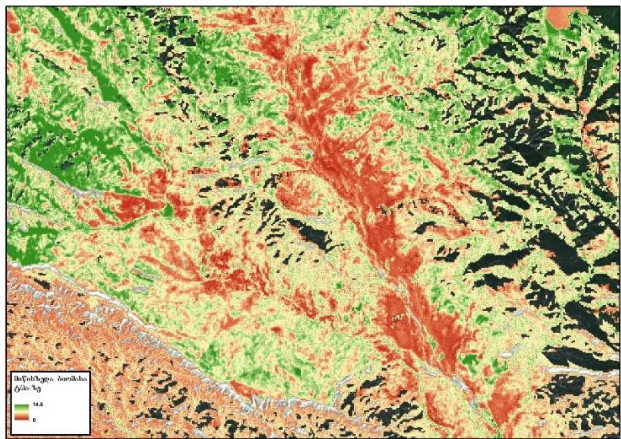
ალპური საძოვრების მცენარეულობის შესაფასებლად დაგენერირდა 5 ბიოფიზიკური პარამეტრი LAI, FAPAR, CAB, FCOVER და CW, რომლებიც დაკავშირდა ბალახოვანი მცენარეულობის მიწისზედა გამომშრალ ბიომასასთან. შედეგად მივიღეთ ნახშირბადის რაოდენობის ამსახველი რუკა, სადაც მნიშვნელობები წარმოდგენილია ტონებში ჰექტარზე. მიწისზედა ბიომასა გადანაწილებულია საძოვრებზე არათანაბრად და მერყეობს 0-დან 15 ტონამდე ჰექტარზე. 5-ვე ცვლადი დადებითად კორელირებს ბიომასის მნიშვნელობებთან, FCOVER-მცენარეული საფარის წილი აჩვენებს ყველაზე

მაღალ მნიშვნელობებს, როდესაც ქლოროფილის შემცველობა მცენარეში-CAB ყველაზე დაბალს. აღსანიშნავია, რომ 5-ვე ცვლადი იღებს მონაწილეობას მოდელირებაში და რომელიმე ერთის გამოკლება იწვევს მოდელის სიზუსტის შემცირებას (იხ. ცხრილი 5.1)

	AGB	CW	CAB	LAI	FVC	FAPAR
AGB	1.00000					
CW	0.71632	1.00000				
CAB	0.65679	0.95198	1.00000			
LAI	0.66857	0.98111	0.97391	1.00000		
FVC	0.72710	0.98420	0.97047	0.97969	1.00000	
FAPAR	0.72212	0.97920	0.96885	0.97092	0.99796	1.00000

ცხრ. 5.1 ჰირსონის კორელაციური მატრიცა, რომელიც აჩვენებს წრფივ კორელაციას ცვლადებს შორის ვაშლოვანის ტერიტორიისთვის.

გამოთვლილი რუკა კარგად აჩვენებს საძოვრების მდგომარეობას და ბიომასის გადანაწილებას, თუმცა სიზუსტე გაზომილ და მოდელირებულ მნიშვნელობებს შორის დიაპაზონი მერყევია და უმეტესწილად დამოკიდებულია ადგილის დეგრადაციის ხარისხზე, რაც მეტად არის დეგრადირებული საძოვარი მით მცირდება გამოთვლის სიზუსტეც. ცდომილებები ძირითადად შეიმჩნევა ვაშლოვანის სამხრეთით, ყუმუროს მიდამოებში (წერტ. 11,12). (იხ. სურ. 5.3) საერთო ჯამში მოდელის სიზუსტე ფასდება დეტერმინაციის კოეფიციენტით რომლის მნიშვნელობებია $R^2 = 0.71$, $R^2_{Adj} = 0.67$.



სურ. 5.3. მარცხენა რუკა ასახავს ბიომასის განაწილებას (ტ/ჰა-ზე) ლეკის წყლის და ჩილოელთ ხევის მიდამოებში (ვაშლოვანი), მარჯვენა გრაფიკი კი აჩვენებს განსხვავებას გაზომილ და მოდელირებულ მნიშვნელობებს შორის ვაშლოვანის მთელი ტერიტორიისთვის.

ალპური საძოვრების შეფასება

როგორც არიდული საძოვრებისთვის, ასევე ალპური საძოვრებისთვის შეიქმნა 5 ბიოფიზიკური პარამეტრი LAI, FAPAR, CAB, FVC და CW. მიწისზედა ბიომასა გადანაწილებულია საძოვრებზე არათანაბრად და მერყეობს 0-დან 15 ტონამდე. 5-ვე ცვლადი დადებითად კორელირებს ბიომასის მნიშვნელობებთან, თუმცა განსხვავებით ვაშლოვანისგან, თუშეთში მიწისზედა ბიომასა ყველაზე კარგად კორელირებს CW-სთან

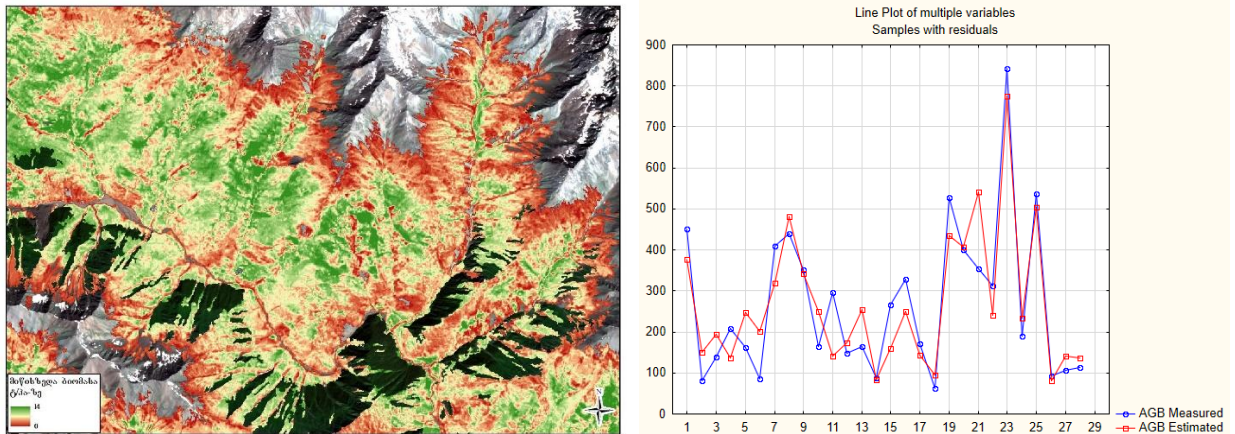
(წყლის შემცველობა მცენარეში), ხოლო ყველაზე ცუდად FAPAR თან (ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციის წილთან). 5-ვე ცვლადი მონაწილეობს მოდელის შექმნაში და რომელიმეს გამორიცხვა იწვევს მოდელის სიზუსტის შემცირებას (იხ. ცხრილი 5.2).

	AGB	FAPAR	FVC	LAI	CAB	CW
AGB	1.00000					
FAPAR	0.68694	1.00000				
FVC	0.66139	0.99652	1.00000			
LAI	0.77834	0.96140	0.94665	1.00000		
CAB	0.80414	0.95728	0.93947	0.98519	1.00000	
CW	0.85974	0.82991	0.79824	0.90757	0.90940	1.00000

ცხრ. 5.2 ჰერსონის კორელაციური მატრიცა, რომელიც აჩვენებს წრფივ კორელაციას ცვლადებს შორის თუშეთის ტერიტორიისთვის.

ისევე როგორც სტეპის მცენარეულობის შემთხვევაში გათვლებიდან გამორიცხული იყო ყველა მიწის კატეგორია გარდა ბალახოვანი საფარისა. შენიღბული ანალიზის დროს განხორციელდა სხვა ძლიერ განსხვავებული მნიშვნელობების (კლდეები, ნიადაგი, ტყე და ა.შ) გამორიცხვა, რამაც გააუმჯობესა მოდელირების შედეგები.

საბოლოო ჯამში, ჩვენ მივიღეთ საძოვრების ბიომასის მოდელი, სადაც სივრცული გარჩევადობა წარმოადგენს 10მ/პიქსელზე. პიქსელების მნიშვნელობები აჩვენებს ნახშირბადის რაოდენობას ტონებში ჰექტარზე (იხ. სურ.5.4).



სურ. 5.4. მარცხენა რუკა ასახავს ბიომასის განაწილებას (ტ/ჰა-ზე) ჰირიქითა ალაზნის გასწვრივ (თუშეთი), მარჯვენა გრაფიკი კი აჩვენებს განსხვავებას გაზომილ და მოდელირებულ მნიშვნელობებს შორის თუშეთის მთელი ტერიტორიისთვის.

თუშეთის ბიომასის რუკა კარგად აჩვენებს უბნებს მაღალი და დაბალი პროდუქტიულობით, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი ხდება საძოვრების მდგომარეობის განსაზღვრა და პროდუქტიულობის დადგენა (იხ. სურ. 5.3). გაზომილ და მოდელირებულ მნიშვნელობებს შორის დიაპაზონი მერყევია და დამოკიდებულია ადგილმდებარეობაზე, რაც მეტია სიმაღლე და შესაბამისად ნაკლებია მცენარეულობა, მით მცირდება სიზუსტეც. იქ სადაც ბალახოვანი მცენარეულობა აღწევს თავის გავრცელების შესაძლებლობებს და იზღუდება დაბალი ტემპერატურებით (იხ. სურ. 5.3)

გამოთვლების ცდომილება მატულობს. საერთო ჯამში მოდელის სიზუსტე შეფასდა დეტერმინაციის კოეფიციენტით რომლის მნიშვნელობებია $R^2 = 0.81$, $R^2_{Adj} = 0.74$

5.4. დისკუსია

აღმოსავლეთ საქართველოში მომთაბარე-საძოვრული სისტემაა განვითარებული, რაც გარკვეულწილად უნიკალურია და ითვალისწინებს მთელი წლის განმავლობაში ბუნებრივი საძოვრების გამოყენებას. მსგავსი სისტემა ჩამოყალიბდა სპეციფიკური ლანდშაფტის და კლიმატური პირობების ზეგავლენით და სადღეისოდ ქვეყნის სოციო-კულტურულ ღირშესანიშნაობას წარმოადგენს. საძოვრების სისტემა აღმოსავლეთ საქართველოში ორ ნაწილად არის წარმოდგენილი: (1) ზამთრის საძოვრები, რომლებიც ძირითადად მოიცავს ნახევრად უდაბნოებსა და სტეპებს ქიზიყში, გარე კახეთსა და ქვემო ქართლში და გარე კახეთში და (2) სუბალპური და ალპური მდელოები დიდი კავკასიონის სამხრეთ და ჩრდილოეთ კალთებზე (საზაფხულო საძოვრები). მთის და ბარის საძოვრები ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისგან, როგორც ფლორისტულად, ასე ნიადაგების და კლიმატის თვალსაზრისით. ასეთი კომპლექსური საძოვრული სისტემის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი შეფასება თანამგზავრული გამოსახულებების გამოყენებით სირთულეს წარმოადგენს, რადგან სტეპის მცენარეულობა სავეგეტაციო პერიოდის გარკვეულ მონაკვეთებში მშრალია და დეპიგმენტირებული, რაც ართულებს ბალახოვანი მცენარეების ინტერპრეტაციას (Tucker & Sellers 1986). ძოვებისგან დეგრადირებული სტეპის ნიადაგები მოწყვლადია ქარისმიერი ეროზიის მიმართ, ეროზია ძირითადად გადამეტებული ძოვების ადგილებსა და გადასარეკ ბილექებზეა განვითარებული. ამასობაში, სიტუაცია რადიკალურად განსხვავებულია ალპურ საძოვრებზე, სადაც მცენარეულობა უზრუნველყოფილია ნალექით, ხოლო მდელოები თითქმის მთელ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში მწვანე და წყლიანია. გადამეტებული ძოვებისგან დეგრადირებული ალპური საძოვრების ნიადაგი უმეტესწილად განიცდის წყლისმიერ ეროზიას, რაც იწვევს ქანების ნიადაგისგან გამიშვლებას და ტერიტორიების დახრამვას.

მიუხედავად იმისა, რომ საზაფხულო და საზამთრო საძოვრები მეცხოველეობის მხრივ ერთიან სისტემას წარმოადგენენ მათი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შეფასება დისტანციური ამოცნობის გამოყენებით მოიცავს გარკვეულ სირთულეებს, რომელიც დაკავშირებულია მცენარეულობის ნაირსახეობასთან. განსხვავება კარგად ჩანს კორელაციურ მატრიცებში (ცხრ. 5.0 - ცხრ. 5.1) სადაც სტეპის მცენარეულობის ბიომასას ყველაზე კარგად ხსნის FVC და FAPAR-ი, რა დროსაც ალპური მდელოები უკეთესად კორელირებენ წყლის და ქლოროფილის მიმართ მგრძობიარე პარამეტრებთან, კერძოდ კი CW და CAB. სტეპში სადაც გააძოვილ და დეგრადირებულ საძოვრებზე ნიადაგის წილი ბალახოვან საფართან შედარებით დიდია ის განაპირობებს ბიომასის კარგ თანხვედრას FVC-თან. მცენარეებისგან განსხვავებით, ნიადაგი ირეკლავს გაცილებით მეტ სინათლეს, რაც უარყოფითად ვლინდება თანამგზავრული

გამოსახულების სპექტრულ გარჩევადობაზე. ეს ეფექტი განსაკუთრებით ძლიერია ადგილებში, სადაც ნიადაგს მაღალი ალბედო ახასიათებს. ვაშლოვანის არიდული სტეპი ზუსტად ასეთი ადგილია, რადგან თიხა-ქვიშნარები გამოირჩევა ღია შეფერილობით და მეჩხერი მცენარეულობით. FVC ნაკლებად მგრძობიარეა ნიადაგის სიკაშკაშით გამოწვეულ გამრუდებებთან, შესაბამისად მისი მაღალი კორელაცია შესაძლოა ამ პროცესით აიხსნას. როგორც ჩანს, FAPAR-ი რომელიც იცვლება მცენარეული საფარის სტრუქტურის მიხედვით (Field et al. 1995), კარგად აღწერს სტეპის და სავანას ტიპის მშრალი ბალახოვანი ბიომასის რაოდენობას, ამიტომ მისი როლი მოდელის სიზუსტეში აგრეთვე მნიშვნელოვანია. FAPAR-ის კორელაცია ნახშირბადის დაგროვების მიმართ, დასტურდება არაერთი კვლევით (Zhou et al. 2017). ალპური საძოვრების შემთხვევაში FVC წილი მოდელირების პროცესში სხვა ცვლადებთან შედარებით მცირეა, რაც თუშეთის მუქი ნიადაგით და შედარებით მჭიდრო ბალახოვანი საფარით აიხსნება. თუშეთის საძოვრები ქიზიყის სტეპებისგან განსხვავებით ციცაბო ფერდობებზეა განლაგებული, სადაც მზის განათება და ტოპოგრაფიული ეფექტი ფერდობების მიხედვით განსხვავებულია. ვფიქრობთ, რომ ეს ეფექტი ამცირებს FAPAR-ის კორელაციურ შესაძლებლობას ალპური მდელოების ბიომასასთან შედარებით. პირსონის კორელაციური მატრიცის მიხედვით, LAI პარამეტრი სხვა ცვლადებთან შედარებით, შუალედური მნიშვნელობისაა, როგორც თუშეთისთვის ასევე ვაშლოვანისთვის. CAB ცვლადი მნიშვნელოვანია ალპური საძოვრების შეფასებაში, რადგან ის ქლოროფილის მიმართ მგრძობიარეა და ის CW სთან ერთად აჩვენებს ალპური საძოვრების ბიომასის დარუკების კარგ შესაძლებლობებს.

ზოგიერთი ბიოფიზიკური პარამეტრი ბიომასის მიმართ არ ხასიათდება წრფივი კორელაციით (Asner & Wessman 1997) ამიტომ მომავალში შესაძლოა დაიხვეწოს მოდელირების პროცესი და ნაცვლად წრფივი რეგრესიისა, გაანგარიშება განხორციელდეს არაწრფივი ალგორითმებით. მიუხედავად ამისა წრფივი მოდელები ადვილად მოხმარებადია და არ საჭიროებს რთულ პროგრამულ უზრუნველყოფას, რაც აადვილებს ბიომასის შეფასებას სოფლის მეურნეობაში და გარემოსდაცვით პროექტებში. ალპურ-არიდული კომპლექსის შეფასება დისტანციური ამოცნობის გამოყენებით გარკვეულწილად რეგიონისთვის უნიკალურია და კავკასიაში სრულდება პირველად. კვლევის პროცესში, ჩვენ შევარჩიეთ ცვლადები და შევიმუშავეთ ისეთი მეთოდოლოგია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია სრულად განსხვავებული ეკოსისტემების ერთიანი მეთოდით აღწერა.

აღსანიშნავია, რომ მოდელის პრაქტიკული გამოყენება უკვე განხორციელდა თუშეთის დაცულ ტერიტორიების საძოვრების პროდუქტიულობის შესაფასებლად, საქონლის რაოდენობის განსასაზღვრად და მიწათსარგებლობის გეგმარებისთვის.

6. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის შეფასება კავკასიაში

გარდა მცენარეულობისა, ბუნებრივ რესურსებს მიეკუთვნება ფაუნა და მისი წარმომადგენლები. ამიტომ აღნიშნულ თავში, ჩვენ დავაკავშირეთ აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელება და რაოდენობა ფიზიკურ გარემოში მიმდინარე პროცესებთან. აგრეთვე შევეცადეთ დაგვედგინა რა ეკოლოგიური შეზღუდვები განაპირობებს აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის სეგრეგაციას დასავლეთ კავკასიურ ჯიხვთან.

6.1. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა

საფრთხესთან ახლოს მყოფი აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) ამჟამინდელი გავრცელება დაკავშირებულია მთა შხარას აღმოსავლეთით მდებარე დიდი კავკასიონის ძლიერ დანაოჭებულ და რთულ რელიეფთან (Weinberg et al. 2010). აღსანიშნავია, რომ ნიამორი (*Capra aegagrus*), გვხვდება უფრო მცირე ტერიტორიებზე გადაშენების პირას მყოფი დასავლეთ ჯიხვის გავრცელების არეალში. მიუხედავად ამისა ძირითადად ნიამორი გავრცელებულია დიდი კავკასიონის გარეთ (IUCN 2016). აღმოსავლეთ და დასავლეთ კავკასიური ჯიხვები, მიუხედავად მათი გეოგრაფიული სეგრეგაციისა გვხვდებიან მსგავს ჰაბიტატებში, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია უსაფრთხო კლდეების სიახლოვეს მყოფი მდელოებით, მაშინ როდესაც ნიამორი ამჟობინებს უფრო მშრალ და ტყიან კლდისპირა ადგილებს (Gavashelishvili 2009; Weinberg et al. 2010). ნიამორის არარსებობა აღმოსავლეთ კავკასიონზე ანთროპოგენული ზემოქმედების გარდა, შესაძლოა სახეობებს შორის მაღალი კონკურენციით და შესაბამისად რესურსებისთვის ბრძოლით იყოს განპირობებული. (Gavashelishvili 2009).

აღნიშნულ ნაშრომში, ვიკვლევთ აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელებას და ვაფასებთ მის რაოდენობას დროითი და სივრცული ცვლადების გამოყენებით, რომლებიც მიღებული იყო დისტანციური ამოცნობის ტექნოლოგიის გამოყენებით. ცვლადები მოიცავენ მონაცემებს ადგილმდებარეობის, კლიმატის, მიწის საფარის, საკვების არსებობის, ბუნებრივი თავშესაფარის, ადამიანების ზეგავლენის და დაცვითი სტატუსის შესახებ. ჩვენ აგრეთვე ვცდილობთ გამოვავლინოთ გეოგრაფიული დიფერენციაციის მიზეზები, რომელიც როგორც ჩანს ზღუდავს აღმოსავლეთ და დასავლეთ ჯიხვების პოპულაციების ასიმილაციას. ამ კვლევის შედეგები გვაძლევს შესაძლებლობას განვსაზღვროთ სახეობის ეკოლოგიური ნიშა, (გამოვავლინოთ ამ უკანასკნელის არსებობა და რაოდენობა, რაც წარმოადგენს მნიშვნელოვან ინფორმაციას შემდგომში ეკოლოგიური ღერუფნების დასაგეგმად უფრო ფართო

სივრცულ და დროით მასშტაბებში. კვლევის შედეგი აგრეთვე გვაძლევს წარმოდგენას Capra სახეობების წარმოქმნაზე და განვითარებაზე.

6.2. მეთოდოლოგია

ჩვენ ვიკვლევდით აღმოსავლური კავკასიური ჯიხვის რაოდენობას და გავრცელებას როგორც სხვადასხვა ეკოლოგიური ცვლადების ფუნქციას (ცხრილი 6.1). ცვლადების შერჩევა დაფუძნებული იყო დოკუმენტირებული სახეობების-ჰაბიტატების ასოციაციაზე (Magomedov et al. 2001; Weinberg 2002; Gavashelishvili 2004; Gavashelishvili 2009) , ჩვენ სავლელ გამოცდილებაზე და მიდწევის შესაძლებლობაზე.

რაოდენობის დადგენა სრულდებოდა ძოვის პროცესში და დაუმფრთხალი ჯიხვების ფოტოსურათების გამოყენებით, 1999 დან 2017 წლების პერიოდში კავკასიის მთიან რეგიონებში. კვლევა განხორციელდა აზერბაიჯანის ჩრდილოეთით, დაღესტანის რესპუბლიკაში (რუსეთი) და საქართველოს ჩრდილო-აღმოსავლეთით (სურ. 6.1).

ფოტოსურათების გადაღება ხორციელდებოდა , როგორც სავლელ გასვლებისას, ასევე ვერტიკალურიდან საქართველოს ველური ბუნების აერო-აღწერის დროს. ჩვენ ვიყენებდით იმ ფოტოსურათებს, რომლებსაც გააჩნდათ ზრდასრული ჯიხვების და მათი სქესის (მამრები >3 წლის; მდედრები >2 წლის) გარჩევისთვის საკმარისი გარჩევადობა. ფოტოსურათები იმპორტირებული იყო ArcGIS Desktop 9.3 software package (ESRI Inc., Redlands, California) და გეო-რეფერენცირებული მაღალი გარჩევადობის QuickBird (DIGITALGLOBE, Inc., Westminster, Colorado) და Google Earth (Google Inc. Googleplex, Mountain View, California) ორთოფოტოებზე. ფოტოსურათების მიბმა ხორციელდებოდა გეოგრაფიული ორიენტირების ფოტოინტერპრეტაციის გზით.

ყოველ რეფერენცირებულ ფოტოსურათზე ჩვენ პირველ რიგში ვადგენდით ჯიხვების ჯგუფის ცენტროიდებს, შემდეგ ვითვლიდით მათ რაოდენობას 50 მეტრის დიამეტრში (შემდგომში ჯოგი). მანძილი განისაზღვრა იმ გათვლით, რომ არ დაკარგულიყო ეკოლოგიური ცვლადების მნიშვნელობები ანალიზის პროცესში, რომელთა გარჩევადობა წარმოადგენდა 100x100 მ (ცხრილი 6.1). ჩვენ განვსაზღვრეთ ადგილმდებარეობა (ჯოგის ცენტრი) ისე, რომ ის დაშორებული ყოფილიყო არანაკლებ 1415 მეტრის მეზობელი ჯოგიდან, რადგან საანალიზო ბადის ყველაზე მცირე უჯრა წარმოადგენდა 1000 მეტრს (ცხრილი 6.1). ესეთი მიდგომით ჩვენ ავირიდეთ სანიმუშო სინჯების გამეორება დამოუკიდებელი ცვლადების 1,000 × 1,000 მ ბადაზე. მოცემული ინტერვალი აგრეთვე ამცირებს სივრცული აუტოკორელაციის ეფექტს.

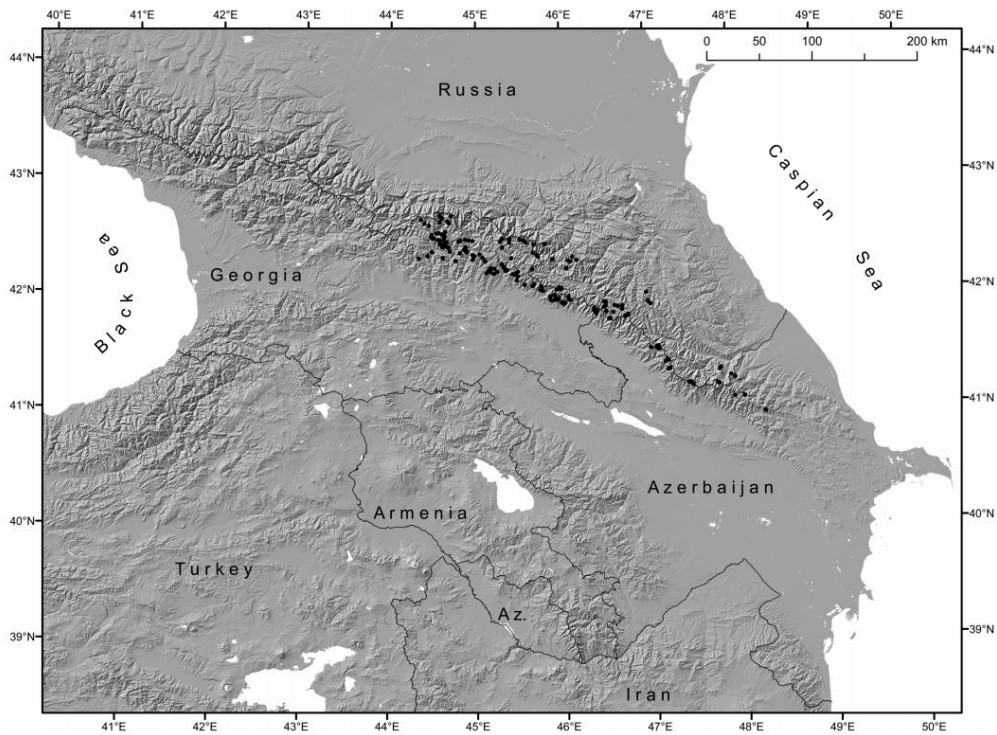
ამრიგად ჩვენ მივიღეთ ჯიხვების 79 ადგილმდებარეობა. სახეობის გავრცელების გამოსათვლელად, ჩვენ გამოვიყენეთ მყოფობა და არმყოფობის სანიმუშე მონაცემები. მყოფობის დასადგენად გამოყენებული იყო 79 ფოტოგრაფირებული ადგილმდებარეობა, ხოლო არმყოფობის 11 ნიმუში აღებული იყო სხვა კვლევებიდან

(Gavashelishvili 2004; Gavashelishvili 2009; სურ. 6.1). ეს რაოდენობრივი და მყოფობა-არმყოფობის მონაცემები შემდგომში გამოყენებული იყო ჯიხვების გავრცელების და რაოდენობის მოდელირებისას. ჩვენ შევიმუშავეთ ჯიხვების რაოდენობის განმსაზღვრელი 2 მოდელი, ზრდასრული მამრებისთვის და შესაბამისად ზრდასრული მდედრებისთვის. ჩვენს მიერ გამოირიცხა არაზრდასრული ინდივიდები მოდელირებიდან, რადგან ისინი ყოველთვის აგრეგირებულნი იყვნენ ზრდასრულ მდედრებთან თითქმის თანაბარი რაოდენობით.

ცვლადები	აღწერა
MALE	სქეს. ზრდასრული მამრების რიცხ. (> 3 წელზე) 50 მ რადიუსში
FEMALE	სქეს. ზრდასრული მდედრების რიცხ. (> 2 წელზე) 50 მ რადიუსში
JUL_DAY	დღეები იულიუსისეული პერიოდის მიხედვით
ELEV	SRTM 90 მ ციფრულ სასიმაღლო მოდელი (Jarvis et al. 2008)
SLOPE	ფერდობის დახრილობა (°) წარმოებული SRTM-90 იდან (Jarvis et al. 2008)
CLIFF40DST	მანძილი (მ) უახლოვეს უსაფრთხო და უმყინვარო კლდეებთან, რომლის ფერდობის დახრილობა > 40°
ASPECT	ფერდობის ექსპოზიცია წარმოებული SRTM-90 იდან (Jarvis et al. 2008)
LST_D	მიწის ზედაპირის დღის საშუალო ტემპერატურა (°C) მიღებული 8 დღიანი ინტერვალით, ამოღებული 1-კმ MODIS მონაც. 'MYD11A2'*
LST_N	მიწის ზედაპირის ღამის საშუალო ტემპერატურა (°C) მიღებული 8 დღიანი ინტერვალით, ამოღებული 1-კმ MODIS მონაც. 'MYD11A2'*
SNOW	თოვლის საფარის მყოფობა-არმყოფობა, ამოღებული 500-მ MODIS, მონაცემებიდან 'MOD10A2'*
CLOUD	ღრუბლის საფარის მყოფობა-არმყოფობა, ამოღებული 500-მ MODIS, 'MOD10A2'*
NDVI	ნორმალიზებული სხვაობის ვეგეტაციური ინდექსი, მიღებული 8 დღიანი ინტერვალით. საკვების ხელმისაწვდომობის მაჩვენებელი, ამოღებული 250-მ MODIS მონაცემებიდან 'MOD13Q1'*
CANOPY	% ხეების ვარჯის შეკრულობა, ამოღებული 250-მ MODIS მონაცემებიდან 'MOD44B'*
LAND COVER	17 კლასიანი მიწის საფარი ამოღებული 500-მ MODIS მონაცემებიდან 'MCD12Q1'*
PROTECT	ჯიხვების დაცულობა
H_D	ეკვლიდური მანძილი (მ) გზებიდან და დასახ. პუნქტებიდან
H_CD	ფერდობის დახრილობით შეწონილი მანძილი (მ) გზებიდან და დასახ. პუნქტებიდან (მათ შორის ცხვრის ბინები, სასაზ. პუნქტ და ა.შ) როგორც ადამიანის ზეგავლენის მაჩვენებელი. მონაცემები ამოღებული იყო Data 1:200,000 საბჭ. სამხედრო ტოპოგრაფიული რუკებიდან და OpenStreetMap ღია გავრცელების მონაცემებიდან. http://download.geofabrik.de (სურ დ5. იხ. დანართი 10.3).
H_CD_1	ფერდობის დახრილობით შეწონილი მანძილი (მ) გზებიდან და დასახ.
H_CD_2	პუნქტებიდან, გასაშუალოებული უახლოესი 1 კმ, 2 კმ, 5 კმ, 10 კმ, 15 კმ და 20 კმ რადიუსით.
H_CD_5	
H_CD_10	
H_CD_15	
H_CD_20	

ცხრილი 6.1. ცვლადები, რომლებიც გამოიყენებული იყო აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის მოდელირებისთვის (*Capra cylindricornis*) *მიღებულია NASA- სგან: http://www.echo.nasa.gov/reverb/about_reverb.htm.

ეკოლოგიური ცვლადები მოიცავდნენ ინფორმაციას გარემოს, კლიმატის, მცენარეული საფარის, საკვების მყოფობის, თავშესაფარის, ანთროპოგენული ზეწოლის და დაცვითი სტატუსის შესახებ (ცხრილი 6.1). ჩვენ გამოვიყენეთ NDVI- ნორმალიზებული სხვაობის ვეგეტაციური ინდექსი, როგორც სუფთა პირველადი პროდუქტიულობის აღმნიშვნელი და შესაბამისად საკვების მყოფობის მაჩვენებელი. ფერდობის დახრილობით შეწონილი მანძილი გამოყენებული იყო ადამიანის როგორც შემაწუხებელი ფაქტორის აღსაწერად, რადგან ის აჩვენებს ადამიანის მობილურობას და გარემოზე ზეწოლას, განსაკუთრებით მსხვილ ძუძუმწოვრებზე (Gavashelishvili and Lukarevskiy 2008; Gavashelishvili 2009; Tarkhnishvili et al. 2017)



სურ. 6.1 აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) გავრცელების და რაოდენობის მოდელირებისთვის გამოყენებული შეხვედრის ადგილები. რუკის პროექცია Equal Area Conic, WGS: 1984.

შეწონილი მანძილების მოდულების გამოთვლა განხორციელდა ArcGIS Desktop v.9.3 ალგორითმის გამოყენებით, სადაც აგრეთვე გათვალისწინებული იყო დასახლებული პუნქტების სეზონური დატვირთულობა და გზების გამოყენება. მოცემული ალგორითმი განიხილავს ეგრეთწოდებულ წინაღობათა ბაღეს, რომელიც წარმოადგენილია რასტრული რუკით, სადაც ბაღის ყოველი უჯრა ასახავს ამ უჯრებში მოძრაობის ფარდობით სირთულეს (წონას). შეწონილი მანძილი - წარმოადგენს ბაღის უჯრების წინაღობათა ჯამს, სადაც ჯამური მნიშვნელობა უმცირესია (ანუ უმცირესი წონის მანძილი). გათვლებში აგრეთვე გათვალისწინებულია ეკლიდური მანძილი უახლოესი ხილვადი ბილიკებიდან, რადგან ის დაკავშირებულია სავარაუდო არაკანონიერ

ნადირობასთან, რომელიც შესაძლოა ხორციელდებოდეს უშუალოდ გზებიდან ან საფენმავლო ბილიკებიდან. UTM საკოორდინატო სისტემის გრძედი, განედი და თარიღი აგრეთვე შეტანილი იყო დამოუკიდებელი ცვლადების სიაში.

ჯიხვების რაოდენობა/გავრცელების და ეკოლოგიური ცვლადების მნიშვნელობების მორგება განხორციელდა Generalized additive models (GAMs) კერძოდ კი mgcv package (Wood 2011) in R version 3.3.2 (R Core Team 2016) გამოყენებით. სივრცული და დროითი ავტოკორელაციის ზემოქმედება თანამიმდევრობით ადგილმდებარეობას და დამოკიდებულ ცვლადებს შორის აგრეთვე შეფასდა GAM-ით. მოცემული ალგორითმი გამოყენებული იყო მისი არაწრფივი და არამონოტონური კავშირების დადგენის შესაძლებლობის გამო. GAM მორგებული იყო გამმა ოჯახის ლოგიკური კავშირის ფუნქციის, გაუსის ოჯახის მსგავსების კავშირის ფუნქციის და ბინომიალური ოჯახის ლოგიტ კავშირის ფუნქციის გამოყენებით. შეზღუდული მაქსიმალური დამაჯერებლობის შეფასების (REML) მეთოდი რეალიზებული იყო შეფასების პარამეტრის გასათანაბრებლად (Wood 2011). მოდელების და ცვლადების შერჩევა განხორციელდა Wood (2011) მიხედვით. გამოცდილი იყო ყველა შესაძლო ეკოლოგიური ცვლადი რათა შესაძლებელი გამხდარიყო მაქსიმალურად ისეთი ეკონომიური მოდელის არჩევა, რომელიც შესაბამისობაში იქნებოდა Akaike (AIC) საინფორმაციო კრიტერიუმებთან. ჯიხვების რაოდენობის და გავრცელების საბოლოო რასტრული რუკების შესაქმნელად, რომელიც ასახავდა ტაქსონის გავრცელებას 1999 - 2017 დროის დიაპაზონში, ჩვენ შევქმენით პროგნოზირების (პრედიქტორი) შრეები, სადაც რასტრის უჯრებს მიენიჭა საშუალო მნიშვნელობები მასშტაბის დამოუკიდებელი ცვლადებისთვის და უმსხვილესი მნიშვნელობები კატეგორიული დამოუკიდებელი ცვლადებისთვის.

დემოგრაფიული ცვლადი	მედიანა	საშუალო	SD	დიაპაზონი
ჯოგის ზომა	22	23.772	12.971	6 - 65
ზრდ. მამრები	7	10.869	10.836	1 - 48
ზრდ. მდედრები	8.5	8.955	4.379	2 - 22

ცხრილი 6.2. აღმოსავლეთის ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) რიცხოვნობა დათვლილია ჯოგის ცენტროიდიდან 50 მეტრის ფარგლებში. ჯოგი მოიცავს როგორც ზრდასრულ მამრებს და მდედრებს, ასევე მოზარდებს.

რასტრული შრეები დაყვანილი იყო 100 მ გარჩევადობაზე nearest neighbor მეთოდის გამოყენებით. ამ შრეების შესაქმნელად ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო რასტრული შეკვრა Hijmans 2016 R-ში, ვერსია 3.3.2, ხოლო რიცხოვნობის და გავრცელების დასარუკებლად ArcGIS 9.3 Spatial Analyst. მოდელების შესამოწმებლად პროგნოზირების სიმძლავრის შეფასება განხორციელდა R ვერსია 3.3.2 საშუალებით, 10 ჯერადი ჯვარედინი დამოწმების მეთოდით. გარდა ამისა ჯიხვების გავრცელების რუკები, რომელიც მიღებული იყო GAM მოდელირების შედეგად, დაურიგდათ გამოცდილ მონადირეებს ჯიხვის რაოდენობის და გავრცელების შესაფასებლად.

ეკოლოგიური შეზღუდვების გამოსავლენად, რომლებიც შესაძლოა განაპირობებდნენ აღმოსავლური ჯიხვის გეოგრაფიულ სეგრეგაციას დასავლეთ ჯიხვისგან და შესაბამისად გენების მიგრაციას ამ ტაქსონებს შორის, ჩვენ გავაანალიზეთ თავშესაფარი ადგილების განლაგება (უმყინვარო კლდეები, იხ ცხრილი 6.1) და სხვა ლანდშაფტის ტიპები და შევადარეთ ჯიხვის ცნობილ გავრცელებას, რომელიც წარმოდგენილია IUCN (IUCN 2016) მიერ. ამ საკითხთან დაკავშირებით ჩვენ დავუშვით, რომ ტაქსონები გაჩნდა ერთი და იგივე, მაგრამ სივრცულად განსხვავებულ ჰაბიტატებში. ჩვენ გავაანალიზეთ არამხოლოდ ბიომების მიმდინარე გავრცელება, არამედ პლეისტოცენის მყინვარების მაქსიმალური გავრცელება, რადგან უმეტესობა ტაქსონების თანამედროვე გავრცელება ძნელად იხსნება მათი რეფუგიუმების მიმართ მანძილის გათვალისწინების გარეშე (Tarkhishvili et al. 2012). ჩვენ გამოვიყენეთ უკანასკნელი გამყინვარების მაქსიმუმი (LGM), როგორც მიახლოება სხვა მყინვარულ მაქსიმუმებისთვის. მიმდინარე და LGM ბიომების სივრცული მონაცემები ამოღებული იყო მიწის საფარის რუკიდან (იხ.ცხრილი 6.1) და (Gavashelishvili and Tarkhishvili 2016) LGM ბიომების მოდელიდან. LGM მყინვარების მონაცემები შედგენილი Ehlers et al. (2011) მიერ მიღებული იყო Becker et al. (2015).

ჰაბიტატების სეგრეგაციის ჩვენი ვარაუდის დასასაბუთებლად, ხელსაყრელი/შესაფერისი საარსებო გარემო განისაზღვრა მტაცებლებისგან უსაფრთხო ადგილების (ადებულია გავრცელების მოდელიდან) და ბიომების გათვალისწინებით, იმ პირობით, რომ მიმდინარე სახეობების გავრცელებას გააჩნდა ხელსაყრელი ჰაბიტატების ფრაგმენტების არსებობა ისე, რომ მაქსიმალური მანძილი მეზობელ ჰაბიტატებს შორის იყო ნაკლები, ვიდრე უმოკლესი მანძილი ამავე ჰაბიტატებს შორის. შესაფერისი საარსებო გარემოს არსებით შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენდა ლანდშაფტის ის ტიპები, რომლებშიც მანძილებს შორის „within-set“ (ფრაგმენტულ ჰაბიტატებში) და „between-set“ (ფრაგმენტულ ჰაბიტატებს შორის) უდიდესი სხვაობაა.

6.3. შედეგები

79 ადგილიდან სადაც დათვლილი იყო ჯიხვების რაოდენობა, 48 ადგილი წარმოდგენილი იყო სამივე სრულწლოვანი ჯგუფით, 10 ადგილი სრულწლოვანი მდედრებით და არასრულწლოვანი ინდივიდებით და 13 ადგილი მხოლოდ სრულწლოვანი მამრებით. ამრიგად, ჩვენ დავარეგისტრირეთ 13 ჯოგი ზრდასრული მამრებით, რომლებიც სრულად იყვნენ იზოლირებულები სხვა ზრდასრული ჯგუფებისგან, რა დროსაც სრულწლოვანი მდედრები და მათი ნაშიერები არასდროს არ შორდებოდნენ ერთმანეთს. ჯოგის ზომა (ყველა სქესის და ასაკის ჯიხვის საერთო რაოდენობა) და ზრდასრული მამრების და მდედრების რიცხოვნობა მნიშვნელოვნად არ განსხვავდებოდა თავშესაფრიანი და თავშესაფარის გარეშე ადგილების მიხედვით (ცხრილი 6.2). ადგილებში სადაც ჯიხვების უსაფრთხოება დაცული იყო, მათ რაოდენობასა და ეკოლოგიურ ცვლადაც შორის კორელაცია არ იყო მნიშვნელოვანი, გამონაკლისს წარმოადგენდა მდედრების რაოდენობასა და NDVI შორის უარყოფითი კავშირი. ადგილებში სადაც ჯიხვების უსაფრთხოება დაცული არ იყო, შეიმჩნეოდა

მნიშვნელოვანი დადებითი კორელაცია „წონა-მანძილის“ მიმართ, როგორც მამრების, ასევე მდედრების შემთხვევაში. კორელაცია უკავშირდება ანთროპოგენულ ზეწოლას, რაც მიუთითებს ჯიხვების დიდ კონცენტრაციაზე შემაწესებელი ადგილებიდან მოშორებით (ცხრილი 6.3).

ქვენიშუმი	ცვლადი	r	P
მამრი, დაუცველ ტერიტორიებზე (n = 43)	H_CD	0.402	< 0.01
	H_CD_1	0.383	< 0.05
	H_CD_2	0.351	< 0.05
მდედრი, დაუცველ ტერიტორიებზე (n = 51)	H_CD	0.537	< 0.0001
	H_CD_1	0.530	< 0.0001
	H_CD_2	0.526	< 0.0001
	H_CD_5	0.476	< 0.001
	H_CD_10	0.424	< 0.005
	H_D	0.450	< 0.001
	NDVI	-0.619	< 0.05
მდედრი, დაცულ ტერიტორიებზე (n = 15)	NDVI	-0.619	< 0.05

ცხრილი 6.3. ცვლადები, რომლებიც მაღალი სანდოობით იყო დაკავშირებული აღმოსავლეთ ჯიხვების სიმრავლესთან (*Capra cylindricornis*).

მცენარეული საფარი, NDVI, სიმაღლე ზღვის დონიდან, ღამის ტემპერატურა და მანძილი ადამიანის აქტიურობიდან ძლიერ განსხვავდებოდა ჯიხვების მყოფობის და არმყოფობის ადგილების მიხედვით (ცხრილი 6.4). ჯიხვების რაოდენობის ყველაზე

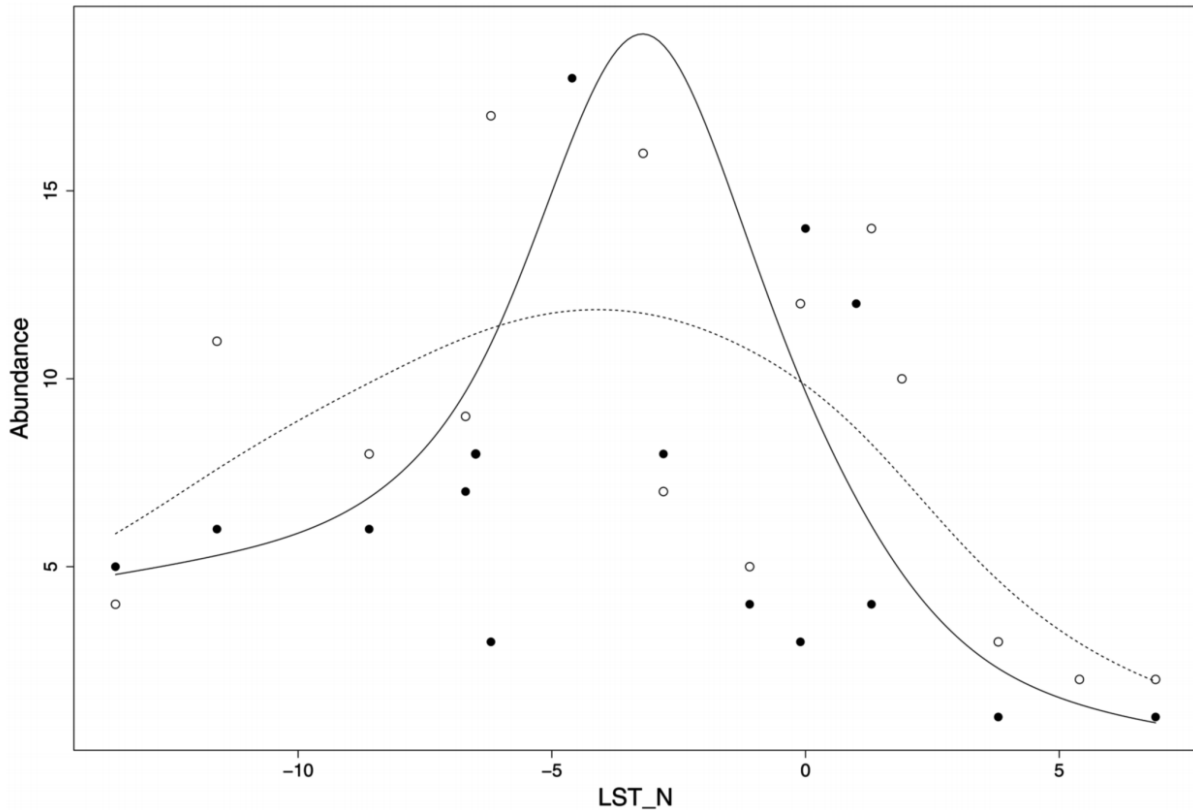
მნიშვნელოვანი ცვლადი	ჯიხვის არმყოფობა (n = 110)	ჯიხვის მყოფობა (n = 79)	P(t)
CANOPY	28.864 ± 23.631	7.620 ± 5.019	< 0.0001
ELEV	2084.845 ± 565.474	2583.633 ± 284.235	< 0.0001
LST_N	3.882 ± 10.537	-3.529 ± 6.886	< 0.0001
NDVI	0.574 ± 0.306	0.282 ± 0.211	< 0.0001
H_CD	50601.480 ± 26756.330	68985.880 ± 36292.4	< 0.001
H_CD_1	47401.660 ± 27145.850	68608.420 ± 35507.85	< 0.0001
H_CD_2	44999.080 ± 27880.18	69005.700 ± 34553.25	< 0.0001
H_CD_5	42871.360 ± 27158.790	67614.900 ± 30188.11	< 0.0001
H_CD_10	41286.500 ± 25701.930	64060.930 ± 24632.03	< 0.0001
CLIFF40DST	605.227 ± 877.080	402.176 ± 377.044	< 0.05
H_D	2728.503 ± 2306.674	4199.144 ± 2872.254	< 0.001

ცხრილი 6.4. ცვლადების მახასიათებლები (საშუალო + SD), რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა აღმოსავლეთ კავკ. ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) არმყოფობის ან მყოფობის ადგილებებს შორის, დადგენილი t- ტესტების საფუძველზე.

მოდელი	n	ცვლადის შემადგენლობა	e.d.f.	P	გაუმჯობესებული R ²	ახსნილი დევიაცია
დაცული მამრი (log-linked)	18	s(LST_N) Intercept= 2.1263	3.696	< 0.01 < 0.001	0.338	62.6%
დაცული მდედრი (log-linked)	15	s(LST_N) Intercept= 2.0216	2.967	< 0.01 < 0.001	0.286	62.3%
დაუცველი მამრი (log-linked)	43	LST_N* 5.794e-02 H_CD* 1.487e-05 Intercept=1.503		< 0.05 < 0.01 < 0.001	0.183	33.6%
დაუცველი მდედრი (log-linked)	51	s(LST_N) H_CD* 7.451e-06 Intercept=1.674	2.257	0.0721 < 0.001 < 0.001	0.293	36.3%

ცხრილი 6.5. GAM ანალიზის შეჯამება აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) სიმრავლის მოდელირებისთვის. n = სანიმუშო სინჯების რაოდენობა; s () = სპლაინის დაგლუვების ფუნქცია; e.d.f. = შეფასებული თავისუფლების ხარისხი, P = შემადგენლების მნიშვნელობა (სანდოობა). ცვლადების განმარტება იხ. ცხრილი 6.1-ში.

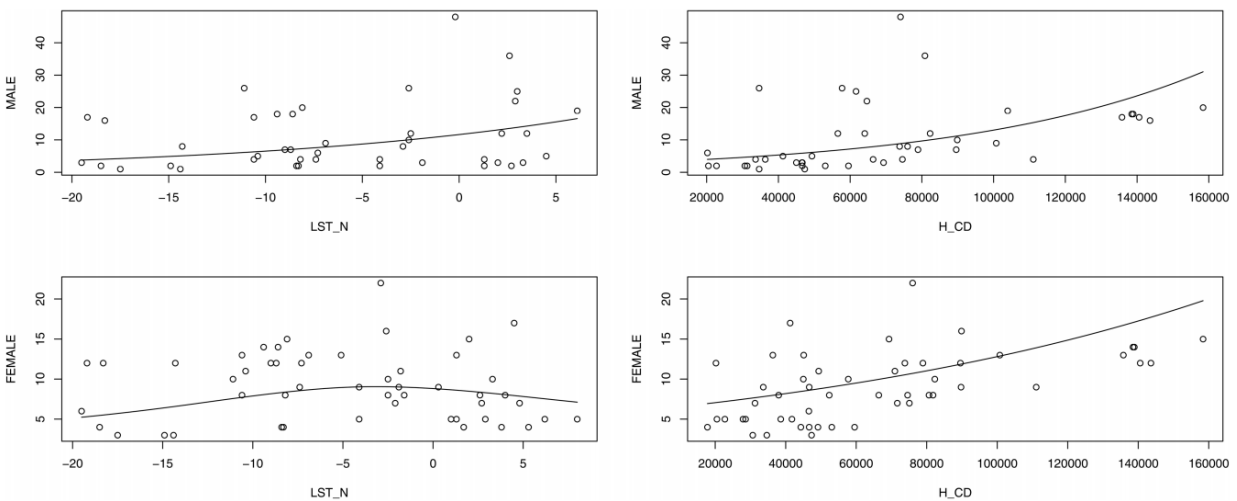
ეკონომიური მოდელი და ჯიხვების გავრცელების ყველაზე ეკონომიური მანუალური მოდელი აღმოჩნდა ყველაზე კარგი მონადირეების ექსპერტული მოსაზრების მიხედვით (ცხრილი 6.5). 10-ჯერადი ჯვარედინი დამოწმების შედეგად ამ ეკონომიურ მოდელს აღმოაჩნდათ საუკეთესო პროგნოზირებადი სიმძლავრე. ჯიხვებისთვის უსაფრთხო ადგილებში გამოდგა მხოლოდ ის მოდელები, რომლებიც დაფუძნებული იყო ღამის ზედაპირულ ტემპერატურებზე და ჯიხვების რაოდენობაზე. ამ ადგილებში, როგორც მამრი, ასევე მდედრი ინდივიდების რაოდენობა ხასიათდებოდა ზარისებრი ფორმის რეაქციით/რეაგირებით ტემპერატურაზე, რომელიც პიკს აღწევს დაახლოებით ერთი და იგივე ტემპერატურაზე (-3.2°C მამრებისთვის და -4.1°C მდედრებისთვის). აღსანიშნავია, რომ მამრები აჩვენებდნენ მეტ ამპლიტუდას, მაგრამ ნაკლებ ტემპერატურულ ნიშას (სურ.6.2). ორივე სქესის შემთხვევაში, მკვეთრი რაოდენობის კლება აღინიშნებოდა ოპტიმუმთან მიახლოებისას. დაუცველ ადგილებში ღამის ზედაპირის ტემპერატურის კომბინაცია გზების და დასახლებული პუნქტების ფერდობით შეწონილი მანძილთან (ადამიანის ზეწოლის ირიბი მაჩვენებელი) ყველაზე კარგად ხსნის ჯიხვების რაოდენობას, როგორც მამრების ასევე მდედრების შემთხვევაში. (სურ. 6.3)



სურ. 6.2. GAM- ის მოდელების პროგნოზირებული მრუდები, რომლებიც ხსნიან ადმოსავლეთ ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მამრების (მყარი მრუდი) და მდედრების (წყვეტილი მრუდი) გავრცელებას იმ ადგილებს სადაც მათი დაცვა უზრუნველყოფილია. დაკვირვების შედეგად მიღებული მონაცემები აღნიშნულია, როგორც სავსე (ზრდასრულ მამრები) და ცარიელი (ზრდასრულ მდედრები) წერტილები.

ამასობაში, შეწონილი მანძილი ზრდასრული მამრების და მდედრებისთვის ხსნის 3-ჯერ მეტ ვარიაციას ვიდრე ღამის ზედაპირის ტემპერატურა. ღამის ტემპერატურის წილი არ იყო სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი როდესაც იცდებოდა დამოუკიდებლად. ლოგარითმული პასუხი შეწონილ პასუხზე იყო წრფივად დადებითი და 2-ჯერ უფრო ძლიერი მამრებისთვის ვიდრე მდედრებისთვის. ჩვენს მიერ ხელოვნურად მიღებული 2 გავრცელების მოდელი რომლებიც უზრუნველყოფდნენ კლასიფიკაციის ერთნაირ სიზუსტეს (საერთო სიზუსტე =0.99470), გაუსწრეს ბინომიალურ GAM-ს, დაფუძნებულს ჯიხვებზე მონადირეების ექსპერტულ მოსაზრებებზე (სურ.6.4). ორი, მანუალურად დამზადებული მოდელი განსხვავდებოდა მხოლოდ ქცევის მანერით ჯიხვების გავრცელების თოვლის საფარის უარყოფით ზეგავლენაზე: პირველი მოდელი იყენებდა NDVI ს, როდესაც მეორე, ადგილმდებარეობისა და ღრუბლიანობის მონაცემებს. ამასთან, ამ უკანასკნელი მოდელიდან მიღებული გავრცელების რუკები ოდნავ უფრო რეალისტურად გამოიყურებოდა, ალბათ, რელიეფის მონაცემების უფრო მაღალი სივრცული გარჩევადობის გამო. აღსანიშნავია, რომ თოვლიანობის დროს მყოფობის ადგილები მდებარეობდნენ მხოლოდ სამხრეთ ფერდობებზე (სურ. 6.5). ჩვენი სანიმუშოების მიხედვით, ჯიხვები ერიდებოდნენ ჩრდილო ფერდობებს მაშინაც კი,

როდესაც თოვლის საფარი არ იყო წარმოდგენილი. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვები გვხვდებოდნენ საძოვრებზე ან ძლიერ გამეჩხერებულ ტყეებში, ახლოს კლდეებთან არაუმეტეს 3196 მ ზღვის დონიდან ადამიანებისგან გარკვეული მინიმალური ეკვლიდური ან ფერდობებთან შეწონილი მანძილის დაშორებით. ყველა მყოფობის ადგილი მდებარეობდა 1570 მ-ის დაშორებით სავაკუაციო კლდეებისგან (შემდეგში უსაფრთხო ადგილები), ამასობაში დაკვირვების 90% მოდიოდა ტერიტორიებზე, რომელიც კლდეებიდან დაშორებული იყო 960 მეტრით. სივრცული და დროითი რუკები შედგენილი იყო რაოდენობის და გავრცელების მოდელების გაერთიანებით (სურ.6.6-6.7). ჩვენი მოდელები ვარაუდობენ, რომ აღმოსავლური ჯიხვის საარსებო ფართობი მინიმალურია შუა ზამთარს და იზრდება მაქსიმუმამდე შემოდგომის პერიოდში (ცხრილი 6.6). მოდელირებული გავრცელების წილი დაცულ ტერიტორიებზე წარმოადგენდა 19.47% ს გაზაფხულზე და 25.29 %-ს ზაფხულში.



სურ. 6.3. GAM- მოდელების პროგნოზირებული მრუდები, რომლებიც ხსნიან აღმოსავლეთ (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მამრი და მდედრი ჯიხვების რაოდენობას დაუცველ ტერიტორიებზე. აღნიშნული მონაცემები ნაჩვენებია წერტილების სახით, სადაც თითოეულ გრაფიკზე 1 დამოუკიდებელი ცვლადი დაკავებულია მისი საშუალო მნიშვნელობით, ხოლო სხვა იცვლება.

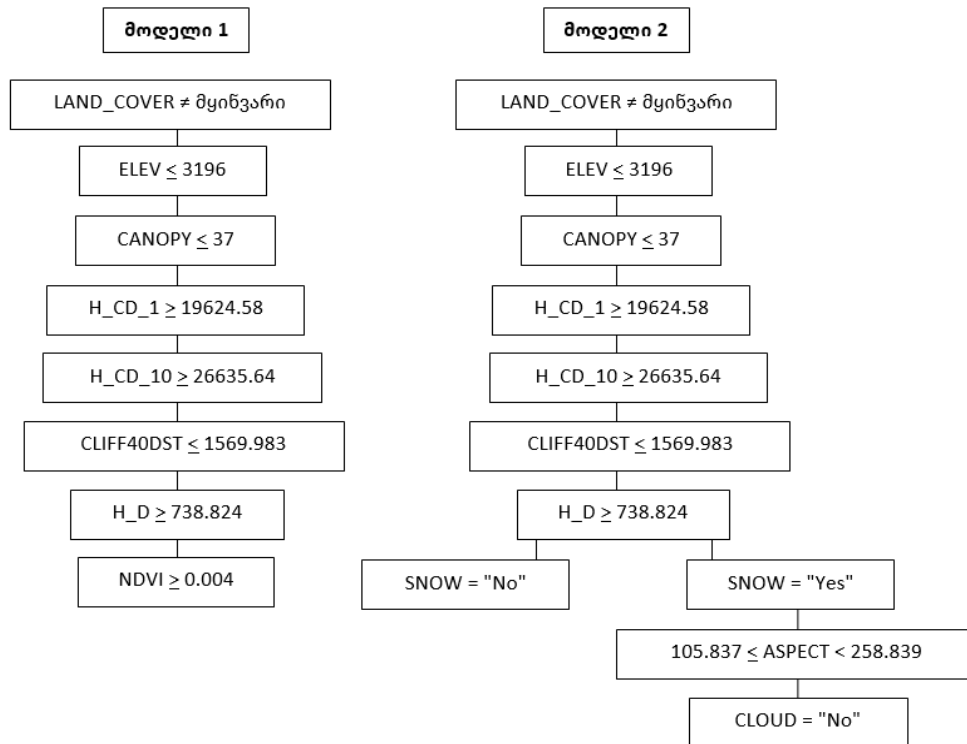
არსებული ბიომების ვერცერთი კომბინაცია ვერ განაპირობებდა აღმოსავლური და დასავლური ჯიხვების საარსებო გარემოს წყვეტას და შესაბამისად ვერ ხსნიდა ამ სახეობების სივრცულ სეგრეგაციას. ჰაბიტატების წყვეტა LGM პერიოდში წარმოადგენს ამ საკითხის ყველაზე გონივრულ ახსნას. უფრო კონკრეტულად რომ ვთქვათ, კავკასიაში სახეობების გავრცელების ამჟამინდელი ტოპოლოგია თითქმის შესაბამისობაში იყო უსაფრთხო ბალახოვან ადგილებთან, მშრალ ბუჩქნარებთან, სავანასა და მშრალ ტყეებთან, რომლებიც გამიჯნული იყო მყინვარებით, ტუნდრებით, უდაბნოთი ან შედარებით ბრტყელი ტერიტორიებით LGM-ის დროს. (სურ.6.8). ეს განმარტება აღმოჩნდა მართებული სხვა *Capra* ტაქსონების გავრცელების შესაფასებლად (სურ დ4. იხ. დანართი 10.3).

6.4. დისკუსია

ჩვენი კვლევის თანახმად, აღმოსავლეთის ჯიხვების სიმრავლე სტატისტიკურად არ განსხვავდებოდა იმ ადგილებში, სადაც ჯიხვების უსაფრთხოება იყო გარანტირებული და იმ ადგილებში, სადაც ჯიხვების დაცვა არ ხდებოდა. ეს შეიძლება აიხსნას საკვები რესურსების მოცულობით მოცემულ ფართობზე დაცულ და დაუცველ ტერიტორიებს შორის, ან უსაფრთხოების შეგრძნებით, ჯიხვები ნაკლებად ფრთხილობდნენ დაცულ ტერიტორიებზე და, შესაბამისად, ნაკლებად აგრეგირდებოდნენ, მიუხედავად საკვები რესურსების სიმრავლისა. დაკვირვების შედეგად გამოვლინდა, რომ შემფოთების დროს, გაფანტული ჯიხვების ჯოგები ერთიანდებოდნენ უფრო დიდ ჯოგში, რასაც ანახებს ცხოველებზე ჩატარებული კვლევები, რომელიც აჩვენებს დადებით კორელაციას ჯგუფის ზომასა და მტაცებლობა/მონადირობას შორის (Elgar 1989).

	პროგნოზირებული არმყოფობა	პროგნოზირებული მყოფობა
პროგნოზირებული არმყოფობა	110	0
პროგნოზირებული მყოფობა	1	78

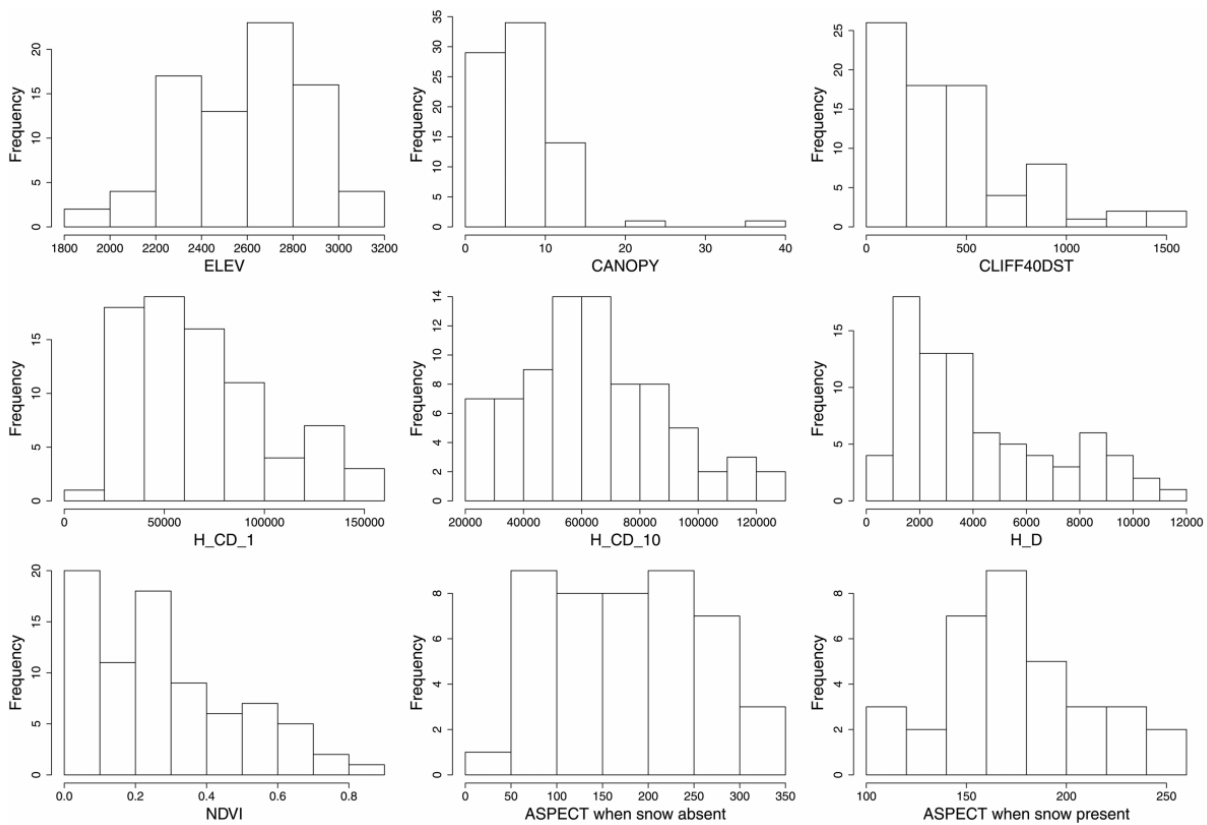
საერთო სიზუსტე = 0.9947



სურ. 6.4. აღმოსავლეთ ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) საუკეთესო გავრცელების მოდელები წარმოდგენილი კლასიფიკაციის ხის სახით.

როგორც მოსალოდნელი იყო კავკასიაში ჯიხვებზე ნადირობის ძლიერი ზეწოლისა და შინაური პირუტყვის კონკურენციის გამო, სახეობების სიმრავლე ფერდობით შეწონილი

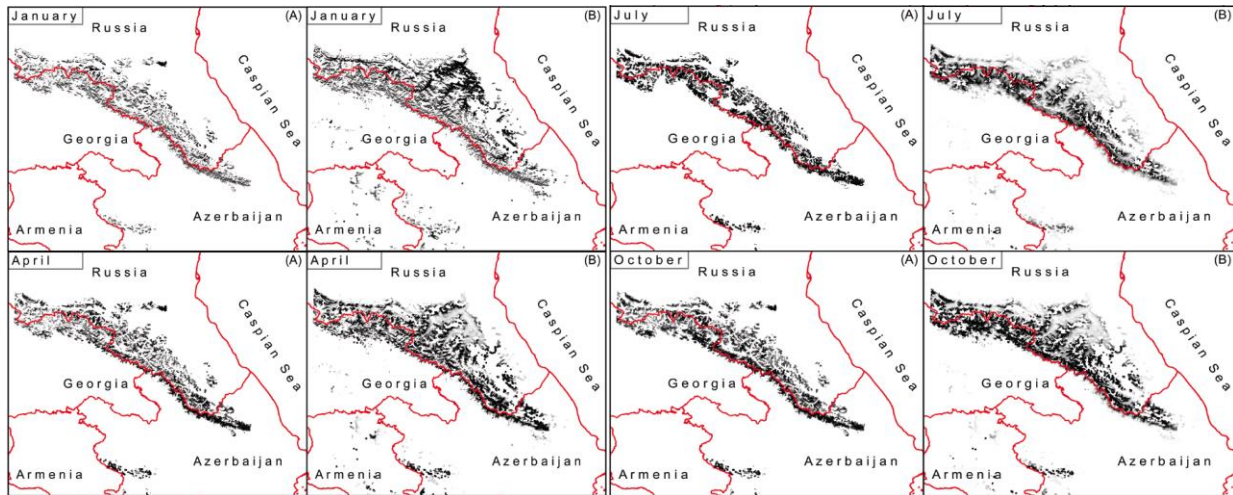
მანძილის მიხედვით ძირითადად მატულობდა გზებიდან და დასახლებული პუნქტებიდან, ანუ იმ ადგილებში, სადაც ჯიხვების უსაფრთხოება არ იყო უზრუნველყოფილი. ამასობაში, ზრდასრული მამრები და მდედრები განსხვავებულად რეაგირებდნენ ამ მოვლენაზე. გარემო სადაც ადამიანს უჭირს გადაადგილება, ზრდასრული მამრების სიმრავლე მკვეთრად მატულობდა, განსხვავებით ზრდასრული მდედრებისა, ალბათ იმიტომ, რომ 1) ზრდასრული მამრების სიკვდილიანობა უფრო მაღალია შერჩევითი ნადირობისგან, 2) ზრდასრული მამრები შესაძლოა უფრო ფრთხილები არიან რადგან ისინი ისტორიულად უფრო ხშირად ხდებოდნენ მონადირეების სამიზნეები, ან 3) შესაძლოა მსხვილი და მძიმე მამრი ნაკლებად ენერგოეფექტურია, და ნაკლებად ახერხებს მონადირეებისგან თავის დაღწევას.



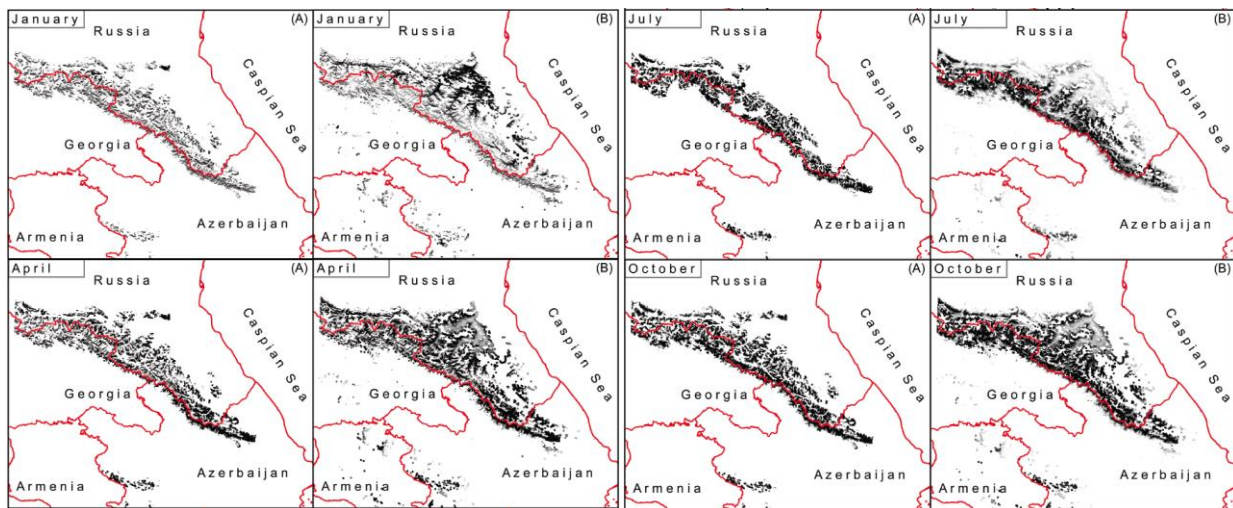
სურ.6.5. დამოუკიდებელი ცვლადების ჰისტოგრამა, რომელიც შედის ჯიხვების განაწილების მოდელებში 1 და 2, აღმოსავლეთის ჯიხვების მყოფობის ადგილებზე (*Capra cylindricornis*; ცვლადების შემოკლებების განმარტება იხილეთ ცხრილი 6.1-ში)

ჩვენს კვლევაში აღწერილი შეუწუხებელი ჯიხვების სიმრავლე აიხსნება ტემპერატურით და არა საკვების ხარისხითა და ხელმისაწვდომობით (მაგალითად, NDVI), რაც გასაკვირი არ არის თუ მთის ჩლიქოსნების სხვა კვლევების საფუძველზე ვიმსჯელებთ (González 1985; Aublet et al. 2009). იმის ახსნა, თუ რატომ იცვლებოდა ჯიხვების სიმრავლის მონაცემები ღამით მიწის ზედაპირის ტემპერატურის ზემოქმედებით და არა დღისით, ვფიქრობთ, რომ 1) ღამის ტემპერატურა უკეთესად ასახავს მკბენარი პარაზიტების

ყოველდღიური აქტივობის ხანგრძლივობას, ან 2) ჯიხვების ადგილმდებარეობის ფაქტიური ტემპერატურა ახლოს იყო დამის ტემპერატურულ მაჩვენებლებთან, რადგან ჯიხვების დათვლა და შეფასება ხორციელდებოდა გამთენიისას ან შებინდების დროს.



სურ. 6.6. — აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მამრების მოდელირებული გავრცელება და რაოდენობა სეზონების მიხედვით, ანთროპოგენული ზეწოლის გათვალისწინებით (A) და მის გარეშე (B). მუქი ადგილები მიუთითებს ჯიხვების სიმრავლეს. რუკის პროექცია: UTM WGS: 1984



სურ. 6.7. — აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვების (*Capra cylindricornis*) ზრდასრული მდედრების მოდელირებული გავრცელება და რაოდენობა სეზონების მიხედვით, ანთროპოგენული ზეწოლის გათვალისწინებით (A) და მის გარეშე (B). მუქი ადგილები მიუთითებს ჯიხვების სიმრავლეს. რუკის პროექცია: UTM WGS: 1984

გავრცელების მანუალურად მიღებულმა მოდელებმა უკეთესად იმუშავეს, ვიდრე ბინომიალურმა GAM-მა, რადგან მოცემულმა ალგორითმმა უგულებელყო ზოგიერთი მონაცემის წერტილი, რამაც გამოიწვია, დასახლებების და საავტომობილო გზების ინტერპრეტირება, როგორც ჯიხვების საბინადრო ადგილების. ამ წერტილების მოცილებამ და მოდელის გადათვლამ კიდევ უფრო უარესი შედეგები გამოიწვია.

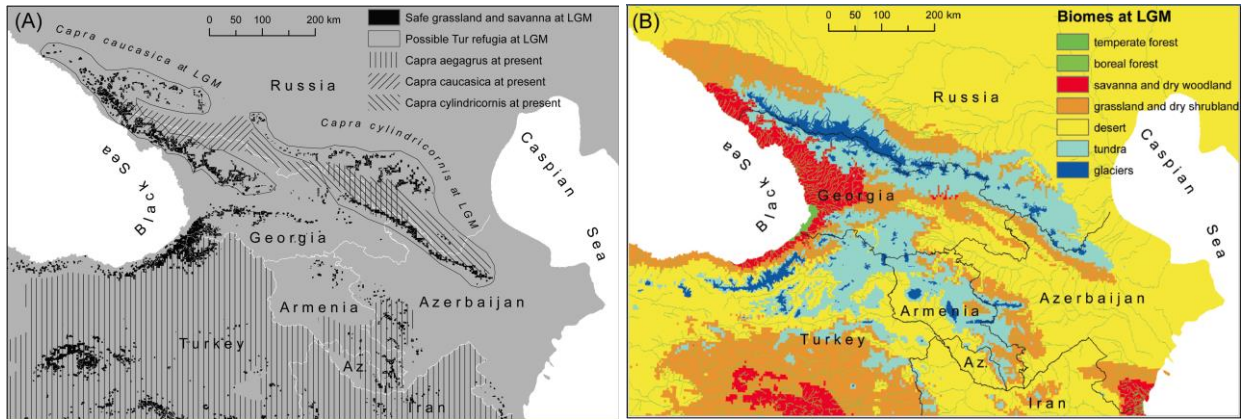
აღსანიშნავია, რომ ბინომიალურ GAM-ს ასევე გაუჭირდა თოვლის საფარის და ღრუბლიანობის გავლენის დადგენა ჰაბიტატის გამოყენებადობაზე. მოცემული მოდელის გათვალისწინებით სახეობების გავრცელების ზედა ზღვარი მიეკუთვნება სუბნივალურ ზონას (3,196 მ-ზე) და იმყოფება სიმაღლის იმ ნიშნულთან, სადაც მცენარეული საფარი 25 მ²-ის ფართობზე მხოლოდ 20% ით არის წარმოდგენილი (ნახუცრიშვილი და სხვ. 2017).

სეზონი	მოდელირებული გავრცელება (km ²)	დაცული (km ²)	% დაცული
იანვარი	6,384.45	1,286.51	20.15
აპრილი	9,892.46	1,926.11	19.47
ივლისი	9,557.01	2,417.14	25.29
ოქტომბერი	12,301.51	2,717.02	22.09

ცხრილი 6.6. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის (*Capra cylindricornis*) ხელსაყრელი ჰაბიტატის ფართობი, მისი გავრცელების არეალში გაანგარიშებული მე-2 მოდელის საფუძველზე (იხ. სურ. 6.4).

მცენარეულობის უკმარისობა 3,200 მ-ზე ზემოთ აფერხებს აღმოსავლური ჯიხვის გავრცელებას, რაც მყარდება ჩვენი დაკვირვებით, როდესაც შინაური ცხვრის ძოვების ზედა ზღვარიც, წარმოდგენილია 3,198 მ-ით. აღმოსავლური ჯიხვების ჯოგები შეიძლება უფრო მაღალ ადგილებშიც ვიხილოთ, თუმცა ეს ქცევა შესაძლოა გამოწვეული იყოს ზაფხულის ცხელი დღეებისგან თავის არიდებით, სეზონური მიგრაციით, ან მტაცებლებისგან და ნადირობისგან თავის დაღწევით. რადგან საკვლევი ტერიტორია შემოიფარგლება საძოვრებით, სასიმაღლო შეზღუდვა აჩვენებს სახეობის ძოვების ზღვარს. ჩვენი გავრცელების მოდელის თანახმად, სახეობა თავს არიდებს ხშირ ტყეებს, რასაც მოწმობს სხვა მოდელებიც (Gavashelishvili 2004; Gavashelishvili 2009) და ადასტურებს, რომ ჯიხვებისთვის ხშირი ტყეები ნაკლებ ყუათიანია ვიდრე მდელოები. როგორც ცნობილია, ჯიხვებს ურჩევნიათ ისეთი ადგილები, სადაც თოვლის საფარი არ არის წარმოდგენილი, ან თოვლის საფარი თხელია და სწრაფად დნობადი (Weinberg 2002; Gavashelishvili 2004; Gavashelishvili 2009). ეს უბნები მოცემულ მოდელში განისაზღვრება NDVI ბარიერით ან ფერდობის სამხრეთ კომპოზიციით, სადაც ღრუბლიანობა 8 დღეზე ნაკლებია (MODIS- ის მონაცემები „MOD10A2“ განსაზღვრავს ღრუბლიანობას 8 – დღიანი ინტერვალებით; იხ. ცხრილი 6.1).

ამასობაში, ზაფხულის პერიოდში, როდესაც მთის კალთები თოვლის საფარის გარეშე რჩება, სამხრეთ ფერდობებზე მაინც შეიმჩნევა ჯიხვის ჯოგები, უფრო მეტი რაოდენობით ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობებზე. სავარაუდოდ, ჯიხვებისთვის მშრალი სამხრეთ ფერდობები მეტად შესაფერისია. ჩვენი გავრცელების მოდელი აღმოსავლური ჯიხვებისთვის წარმოადგენდა წინა მოდელების გაუმჯობესებას (Gavashelishvili 2004; Gavashelishvili 2009), რომელიც ეყრდნობოდა მონაცემთა ნაკრებებს, რომლებიც არასაკმარისად აღწერდა სახეობა-გარემოს ურთიერთქმედებას მთელი გავრცელების არეალზე. წინა მოდელებისგან განსხვავებით, ჩვენი გავრცელების მოდელი, ისევე როგორც ჩვენი სიმრავლის მოდელი, დაეფუძნა დამოუკიდებელ ცვლადებს, რომლებიც მულტივალ ახლდება და ინტერნეტში უფასოდ არის ხელმისაწვდომი.



სურ . 6. 8 (A) *Capra*-ს სახეობების შესაძლო რეფუგიუმი უკანასკნელი გამყინვარების მაქსიმუმის დროს (LGM), რომელიც დაკავშირებულია მტაცებლებისგან უსაფრთხო საძოვრებთან: მშრალი ბუჩქნარი, სავანა და მშრალი ტყეები (უსაფრთხო საძოვრები = ტერიტორიებს რომლებიც განლაგებულია კლდეებიდან 1,570 მეტრის მანძილზე; რუკაზე აღნიშნულია შავი ფართობებით). (B) LGM პერიოდის ბიომები და ამჟამინდელი სახელმწიფო საზღვრები. რუკების გეოგრაფიული პროექცია: Albers Equal Area Conic; WGS: 1984.

დამოუკიდებელი ცვლადების და განახლებული მონაცემების არსებობის წყალობით, ჩვენი მოდელები გვთავაზობენ სახეობის გავრცელების და ხელსაყრელი ჰაბიტატების მონიტორინგის უფრო პრაქტიკულ ინსტრუმენტებს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კლიმატის ცვლილების ფონზე. GAM-მა ვერ ახსნა ვარიაცია რაოდენობაში, რადგან ჯიხვების ქცევა, ისევე როგორც სხვა ცხოველების შემთხვევაში, არ წარმოადგენს მიმდინარე გარემო პირობების ფუნქციას. ცხოველების ქცევა შეიძლება მნიშვნელოვნად იცვლებოდეს წარსულის გამოცდილებით და მომავლის მოლოდინით. მოდელების გეოგრაფიული პროგნოზები გარკვეულწილად ოპტიმისტური იყო, თუმცა რიგ შემთხვევებში არასწორად შეფასდა ზოგიერთი უბანი, მაგალითად მყოფობის მეტობა, ან სიმრავლის გადაჭარბებული შემთხვევები. დაკვირვებებსა და პროგნოზებს შორის განსხვავება შეიძლება აიხსნას GAM-ის შეცდომებით, მაგრამ უფრო მეტად იმით, რომ ვერ მოხერხდა კონფლიქტის ზონებში კორექტული ინფორმაციის მოძიება დასახლებული პუნქტების, გზებისა და ცხვრის გადასარეკი ბილიკების შესახებ. ჩვენ ასევე ვფიქრობთ, რომ ადამიანის მიერ გამოყენებული სეზონური ბილიკების დამატებით შეწონვა მანძილთან მნიშვნელოვნად გაზრდის ჩვენი მოდელების პროგნოზირების შესაძლებლობას. წინა კვლევების თანახმად (Gavashelishvili 2009; Weinberg et al. 2010), ჩვენი გავრცელების და სიმრავლის მოდელების პროექტირება კავკასიაში იმაზე მეტყველებს, რომ ამჟამად აღმოსავლეთისა და დასავლეთის ჯიხვები, მათი გეოგრაფიული სეგრეგაციის მიუხედავად, ერთსა და იმავე ჰაბიტატში გვხვდება და არ არსებობს მათ შორის გეოგრაფიული ბარიერი, რომლის გადალახვაც ამ ტაქსონებს არ შეუძლიათ.

აღმოსავლეთ და დასავლეთ ჯიხვების ამჟამინდელი განაწილების თანხვედრა, საძოვრებით და მეჩხერი ტყეებით დანაწევრებულ რელიეფთან, რომელიც წარმოდგენილი იყო გამყინვარების პერიოდში, როგორც ჩანს ემთხვევა *Capra*-ს ყველა სახეობის გლობალურ გავრცელებასაც (სურ დ4. იხ. დანართი 9.3). ეს პირობა მიგვანიშნებს მოვლენების შემდეგ სცენარს: 1) მტაცებლებისგან დაცული საძოვრები და

მეჩხერი ტყეები წარმოადგენენ Capra-ს სახეობების რეფუგიუმს (როგორც ამას ამჟამინდელი გავრცელების მოდელი გვთავაზობს) ხოლო გამყინვარების პერიოდში ეს რეფუგიუმები უფრო ფრაგმენტული და გაფანტული იყო ერთმანეთისგან. 2) ამ ფრაგმენტებს შორის დიდი მანძილი, გეოგრაფიული ბარიერები და მტაცებლობა (ადამიანების ჩათვლით) ხელს უშლიდა გენთა ნაკადს, რამაც გამოიწვია გენეტიკური და ფენოტიპური განსხვავებების დაგროვება და, შესაბამისად ჩამოყალიბდა ქცევითი მექანიზმები, რომლებიც აფერხებდნენ ჰიბრიდიზაციის პროცესს რეფუგიუმებს შორის. 3) პოსტ-გლაციალურ პერიოდში რეფუგიუმები გაფართოვდა, ხოლო Capra-ს პოპულაცია გაიზარდა; ზოგან მოხდა რეფუგიუმის შერწყმა (მაგ., დიდი კავკასიონი), რამაც სავარაუდოდ გამოიწვია ზოგიერთი ტაქსონის ასიმილაცია ან განდევნა, მაგრამ სხვა ტაქსონებმა კავკასიაში, როგორცაა დასავლეთის ჯიხვები, აღმოსავლეთის ჯიხვები და ნიამორები, ჯერ კიდევ ვერ გადალახეს ქცევითი მექანიზმები, რომლებიც ხელს შეუშლიდა ჰიბრიდიზაციას ბუნებაში, რათა წაიშალოს როგორც გენეტიკური, ასევე ფენოტიპური განსხვავებები.

Weinberg et al. (2010) ვარაუდობენ, რომ ძლიერი გამყინვარება პლეისტოცენის დროს მ. იალბუზსა და მ.ყაზბეგს შორის (ე.ი. ცენტრალური კავკასიონი) მოქმედებდა, როგორც გეოგრაფიული ბარიერი, და ხლეჩდა აღმოსავლეთ და დასავლეთ ჯიხვების პოპულაციებს ორ ნაწილად. ჩვენი მიდგომა უფრო ფოკუსირებულია მყინვარულ რეფუგიუმებზე, სადაც შეიძლება თავი შეეფარებინა ჯიხვების პოპულაციებს. როგორც ჩანს, სხვა Capra-ს სახეობებისთვის ეს მოსაზრება აგრეთვე მართებულია (სურ. 6.8; იხ. დანართი 9.3 დ4). კავკასიაში, ამ ორ ტაქსონს შორის, მხოლოდ მყინვარებს არ შეეძლოთ შეეჩერებინათ მიგრაცია, რადგან გამყინვარების მაქსიმალური პერიოდის დროსაც (მაგ. LGM– ში) მათ შორის შეიმჩნეოდა ფანჯრების საკმარისი რაოდენობა იმისთვის, რომ ჯიხვებს შეეძლებოდათ გადაადგილება. ჩვენი მიდგომა ცხადად განსაზღვრავს დიდ კავკასიონზე რეფუგიალური ტერიტორიების 2 მთავარ კლასტერს, რომელიც კარგად არის წარმოდგენილი აღმოსავლეთის და დასავლეთის ჯიხვების ამჟამინდელი განაწილებით. ნიამორის ამჟამინდელი სამყოფელი დიდ კავკასიონზე, მ. მყინვარწვერის აღმოსავლეთით სავარაუდოდ წარმოადგენს ინტერგლაციალური ან პოსტგლაციალური მიგრაციის ნაშთს, რომელიც მომდინარეობდა მცირე კავკასიონიდან ან შუა აღმოსავლეთიდან. თუ მყინვარული რეფუგიუმები ნამდვილად მოიცავდნენ Capra-ს სახეობებისთვის საძოვრებს და მეჩხერ-ტყიან ადგილებს, მაშინ კავკასიონზე LGM-ის დროს ამ ტერიტორიების ზედა ზღვარი უნდა ყოფილიყო დაახლოებით 2,200 მ, რაც მინიმუმ 1000 მ-ით დაბალია, ვიდრე ამჟამინდელი აღმოსავლეთ და დასავლეთ ჯიხვების საძოვრების ზედა ზღვარი. ჩვენი გავრცელების და რაოდენობის მოდელებმა შეიძლება ხელი შეუწყონ Capra ჯგუფის ისტორიის რეკონსტრუქციას. ამის ერთ-ერთი შესაძლებლობაა Capra-ს პოპულაციებს შორის გენეტიკური დიფერენციაციისა და გადაადგილების მიმართ ლანდშაფტის გამტარიანობის ურთიერთმიმართების ანალიზი, რომელიც განისაზღვრება ჩვენი გავრცელების და რაოდენობის მოდელებით (ანუ ჰაბიტატის შესაბამისობა).

7. დასკვნა

ადამიანის კეთილდღეობა და პროგრესი მჭიდროდ დაკავშირებულია ეკოსისტემების მიერ მოწოდებულ პროდუქტებზე და სერვისებზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საკვები პროდუქტები, წყალი, მერქანი და ა.შ. ადამიანის სხვა მოთხოვნებს შორის აღსანიშნავია აგრეთვე სარეკრეაციო და საგანმანათლებლო სივრცეების არსებობა. მოთხოვნა პროდუქტებზე და სერვისებზე იზრდება მოსახლეობის მატებასთან ერთად, რაც გარკვეულ ადგილებში იწვევს ბუნებრივი რესურსების გადამეტებულ გამოყენებას და ეკოსისტემების უარყოფით ცვლილებას (Oroda et al 2009). შესაბამისად იცვლება ეკოსისტემების ძირითადი ფიზიკური თვისებები და რთული ურთიერთკავშირები, რომელიც განაპირობებს ბუნებრივი გარემოს მდგრადობას (Oroda et al 2009).

ბუნებრივი გარემოს და ბუნებრივი რესურსების შეფასების საქმეში თანამგზავრული გამოსახულებები გახდა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი, რომელიც ხელს უწყობს არა მხოლოდ რესურსების გონივრულ მართვას, არამედ ბიომრავალფეროვნების და ეკოსისტემების ბალანსის შენარჩუნებას. სავლელ შეფასებებთან კომბინაციაში, მათ შორის ბიოფიზიკური, მიწათსარგებლობის და სოციო-ეკონომიკურ მონაცემებთან ერთად დისტანციური ტექნოლოგიები გვაწვდიან მნიშვნელოვან ინფორმაციას, რომელიც საფუძვლად ედება ეკოსისტემის მდგრადობის შეფასებას და ანალიზს. შესაბამისად, ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება თანამგზავრული გამოსახულების და დისტანციური ამოცნობის პროგრამული უზრუნველყოფის ხელმისაწვდომობას. საბედნიეროდ, უკანასკნელ პერიოდში სულ უფრო მეტი და მეტი თანამგზავრული მონაცემი და ღია კოდის პროგრამული აპლიკაცია ხდება მომხმარებლისთვის უფასოდ ხელმისაწვდომი, რაც მნიშვნელოვანად აძლიერებს ბუნებრივი რესურსების შეფასების, მონიტორინგის და მართვის შესაძლებლობას.

სამეცნიერო ინტერესთან ერთად ჩვენი კვლევის მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენდა ისეთი მეთოდოლოგიის შემუშავება და გამოცდა, რომელიც დაეფუძნებოდა უფასო მონაცემებს და ღია კოდის პროგრამულ უზრუნველყოფას. ასეთი მიდგომა ამცირებს არა მხოლოდ კვლევით ხარჯებს, არამედ ზრდის საგანმანათლებლო და გარემოსდაცვითი ორგანიზაციების შესაძლებლობებს, რომლებიც ბუნებრივი რესურსების მართვის და შესწავლის სფეროში მოღვაწეობენ.

ხუთივე კვლევა, რომელიც წარმოდგენილია ნაშრომში ატარებს გამოყენებით ხასიათს, შესაბამისად ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მიდგომები არის არა მხოლოდ სამეცნიერო სიახლეებზე მიმართული, არამედ გათვალისწინებულია ბუნებრივი რესურსების მონიტორინგისთვის და სივრცული მონაცემების შესაქმნელად. მაგალითად მე 5 თავში აღწერილი „საძოვრების პროდუქტიულობის და მდგრადობის შეფასება“ სწორედ ასეთ კვლევას წარმოადგენს, რადგან მისი გამოყენება თუშეთის დაცული ტერიტორიებისთვის განხორციელდა https://qcat.wocat.net/en/wocat/technologies/view/technologies_5488/. ტრადიციული გამოყენების ზონების, კერძოდ კი საძოვრების

პროდუქტიულობის შეფასებამ შესაძლებლობა მისცა დაცული ტერიტორიების სააგენტოს განესაზღვრა გადამეტებული ძოვების ადგილები და დაედგინა ეროზიულობის ხარისხი. გარდა ამისა, განისაზღვრა პირუტყვის ოპტიმალური რაოდენობა საძოვრის ერთეულზე. აღსანიშნავია ტყის საფარის ცვლილების კვლევა, რომელიც ტყის სამონიტორინგო სისტემის შესაქმნელად შეიძლება იყოს გამოყენებული ისეთ რეგიონებში, სადაც ტყის დეგრადაცია მიმდინარეობს ხეების სიმჭიდროვის შემცირებით, მაგალითად არალეგალური ჭრების, მავნებლების ან სხვა ბუნებრივი ფაქტორის ზემოქმედებით. ჭარბტენიანი ტერიტორიების მნიშვნელოვანი ნაწილი განიცდის ძლიერ ზეგავლენას სოფლის მეურნეობის მხრიდან, რაც იწვევს, ამ მეტად მნიშვნელოვანი ეკოსისტემების დეგრადაციას ან სრულ გადაგვარებას. სივრცული ინფორმაცია ჭარბტენიანი ჰაბიტატების შესახებ ძალზედ მნიშვნელოვანია გადაწყვეტილების მიმღები პირებისთვის, ამიტომ გარემოსდაცვითი სააგენტოებისთვის მე-4 თავში აღწერილი მეთოდოლოგიის გამოყენებით მომზადდა რუკები და მონაცემთა ბაზები, ჰაბიტატების დახასიათებით და კოდირებით. მიწის საფარის რუკების მომზადება დისტანციური ამოცნობის სფეროში წარმოადგენს ფუნდამენტურ საფეხურს, რადგან მიწის საფარი გამოიყენება არა მხოლოდ მიწის კატეგორიების დასადგენად, არამედ თითქმის ყველა სახის მოდელირებაში, როდესაც საჭიროა შესასწავლი გეოგრაფიული ობიექტის გამიჯვნა სხვა მიწის კატეგორიებისგან. ხშირად, მიწის საფარის სიზუსტეზეა დამოკიდებული, სხვა მოდელების სიზუსტე, ამიტომ მე-2 თავში დეტალურად არის განხილული სხვადასხვა კლასიფიკატორი ალგორითმების სიმძლავრე და შედეგების განხილვა საქართველოს განსხვავებული ლანდშაფტების მაგალითზე.

ბიოტური ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივი შესწავლა და შეფასება თანამგზავრული ტექნოლოგიების გამოყენებით მნიშვნელოვანი მიმართულებაა, რადგან თანამედროვე ტექნოგენური ზეგავლენის ქვეშ მყოფი ბუნებრივი გარემო განსაკუთრებით მოწყვლადი და ცვალებადია. ტექნოლოგიის ხელმისაწვდომობა, ღია კოდის აპლიკაციები და უფასო მონაცემები კი მნიშვნელოვნად აფართოებს გარემოს შესწავლის შესაძლებლობებს და შესაბამისად მისი რესურსების მდგრად მართვას.

8. ბიბლიოგრაფია

კეცხოველი ნ. (1960). საქართველოს მცენარეული საფარი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი, 441 გვ.

მარუაშვილი ლ. (1964). საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. გამომცემლობა „ცოდნა“, თბილისი, 182 გვ.

Abdurakhmanov, M. G. (1977). Kavkazskii tur [Caucasian tur]. Pp. 186–200 in *Kopytnyye Zhivotnyye [Ungulates]* (A. A. Kaletsky, ed.). Lesnaya Promyshlennost' Publishers. Moscow, USSR (in Russian).

Achard F, DeFries R, Eva H, Hansen M, Mayaux P, Stibig HJ (2007). Pan-tropical monitoring of deforestation. *Environmental Research Letters* 2: 045022. - doi: 10.1088/1748-9326/2/4/045022

Ali, I., Cawkwell, F., Dwyer, E., & Green, S. (2017). Modeling Managed Grassland Biomass Estimation by Using Multitemporal Remote Sensing Data—A Machine Learning Approach. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(7), 3254–3264. doi:10.1109/jstars.2016.2561618

Airbus Defence and Space (2020). <https://www.intelligence-airbusds.com/biophysicalparameters/>

Anderson J. M., (1991) “The effects of climate change on decomposition processes in grassland and coniferous forests,” *Ecol. Appl.*, vol. 1, no. 3, pp. 326–347, Aug.

Angermeier P.L., Karr J.R. (1994) Biological Integrity Versus Biological Diversity as Policy Directives: Protecting Biotic Resources. In: *Ecosystem Management*. Springer, New York, NY.

Asner GP, Keller M, Lentini, M, Merry F, Souza C (2009a). Selective logging and its relation to deforestation. *Geophysical Monograph Series* 186: 25–42.- doi:10.1029/2008GM000722

Asner GP, Knapp D, Balaji A, Páez-Acosta B (2009b). Automated mapping of tropical deforestation and forest degradation: CLASlite. *Journal of Applied Remote Sensing* 3: 033543. - doi:10.1117/1.3223675

Asner, G.P., Wessman, C.A., Archer, S., (1998). Scale dependence of absorption of photosynthetically active radiation in terrestrial ecosystems. *Ecol. Appl.* 8 (4), 1003–1021.

Aublet, J.-F., M. Festa-Bianchet, D. Bergero, and B. Bassano. (2009). Temperature constraints on foraging behaviour of male Alpine ibex (*Capra ibex*) in summer. *Oecologia* 159 (1): 237–247.

Ballanti, L.; Blesius, L.; Hines, E.; Kruse, B (2016). Tree species classification using hyperspectral imagery: A comparison of two classifiers. *Remote Sens.*, 8, 445.

Barsila, S. R., Kreuzer, M., Devkota, N. R., Ding, L., & Marquardt, S. (2014). Adaptation to Himalayan high altitude pasture sites by yaks and different types of hybrids of yaks with cattle. *Livestock Science*, 169, 125–136. doi:10.1016/j.livsci.2014.09.004

Becker, D., J. Verheul, M. Zickel, and C. Willmes. (2015). LGM paleoenvironment of Europe - Map. CRC806-Database, doi: 10.5880/SFB806.15. <http://crc806db.uni-koeln.de/layer/show/6/>.

- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16. doi:10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004
- Bonenfant, C., L. E. Loe, A. Mysterud, R. Langvatn, N. C. Stenseth, J.-M. Gaillard, and F. Klein. (2004). Multiple causes of sexual segregation in European red deer: enlightenments from varying breeding phenology at high and low latitude. *Proc. R. Soc. Lond. B271*: 883–892.
- Breiman, L., (2001). Random forests. *Machine Learning* 45 (1), 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brusa A, Bunker DE (2014). Increasing the precision of canopy closure estimates from hemispherical photography: Blue channel analysis and under-exposure. *Agricultural and Forest Meteorology* 195-196: 102–107. - doi:10.1016/j.agrformet.2014.05.001
- Campbell, John L.; Rustad, Lindsey E.; Boyer, Elizabeth W.; Christopher, Sheila F.; Driscoll, Charles T.; Fernandez, Ivan J.; Groffman, Peter M.; Houle, Daniel; Kiekbusch, Jana; Magill, Alison H.; Mitchell, Myron J.; Ollinger, Scott V. 2009. Consequences of climate change for biogeochemical cycling in forests of northeastern North America. *Canadian Journal of Forest Research*. 39: 264-284
- Cernicharo, J., Verger, A., & Camacho, F. (2013). Empirical and Physical Estimation of Canopy Water Content from CHRIS/PROBA Data. *Remote Sensing*, 5(10), 5265–5284. doi:10.3390/rs5105265
- Chapin, F. S. III, Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Hobbie, S. E., Mack, M. C., & Diaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234 – 242
- Chen, J.M., Black, T.A., (1992). Defining leaf area index for non-flat leaves. *Plant, Cell Environ.* 15 (4), 421–429. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1992.tb00992.x>.
- Cheng, Q., Varshney, P. K., & Arora, M. K. (2006). Logistic Regression for Feature Selection and Soft Classification of Remote Sensing Data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 3(4), 491–494. doi:10.1109/lgrs.2006.877949
- G. Cheng, J. Han and X. Lu, "Remote Sensing Image Scene Classification: Benchmark and State of the Art," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 105, no. 10, pp. 1865-1883, Oct. 2017, doi: 10.1109/JPROC.2017.2675998
- Chianucci F, Cutini A (2012). Digital hemispherical photography for estimating forest canopy properties: current controversies and opportunities. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 5: 290–295. - doi: 10.3832/ifor0775-005
- Chopping M, North, M, Chen JQ, Schaaf CB, Blair JB, Martonchik JV, Bull MA (2012). Forest Canopy Cover and Height From MISR in Topographically Complex Southwestern US Landscapes Assessed With High Quality Reference Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 5:44-58. - doi: 10.1109/jstars.2012.2184270
- Civco DL (1989). Topographic Normalization of Landsat Thematic Mapper Digital Imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 55: 1303-1309.
- Congalton R. G. and Green K. (2009). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2009. ISBN 978 1 4200 5512 2. 241

- Congedo L. (2020). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. <https://readthedocs.org/projects/semiautomaticclassificationmanual/downloads/pdf/latest/>
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., and Böhner, J. (2015): System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, *Geosci. Model Dev.*, 8, 1991-2007, doi:10.5194/gmd-8-1991-2015
- Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual (1987) U.S. Army Corps of Engineers Environmental Laboratory. Technical Report Y-87-1
- Crenna, E., Sozzo, S., & Sala, S. (2018). Natural biotic resources in LCA: Towards an impact assessment model for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3669–3684.
- Crowther TW, Glick HB, Covey KR, Bettigole C, Maynard DS, Thomas SM, Smith JR, Hintler G, Duguid MC, Amatulli G, Tuanmu MN, Jetz W, Salas C, Stam C, Piotto D, Tavani R, Green S, Bruce G, Williams SJ, Wiser SK, Huber M O, Hengeveld GM, Nabuurs GJ, Tikhonova E, Borchardt P, Li CF, Powrie LW, Fischer M, Hemp A, Homeier J, Cho P, Vibrans AC, Umunay PM, Piao SL, Rowe CW, Ashton MS, Crane PR, Bradford MA (2015). Mapping tree density at a global scale. *Nature* 525: 201–205. - doi:10.1038/nature14967
- Curtis PG, Slay CM, Harris N L, Tyukavina A, Hansen MC (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science* 361: 1108–1111. - doi: 10.1126/science.aau3445
- Delgado, C. L. (2003). Rising Consumption of Meat and Milk in Developing Countries Has Created a New Food Revolution. *The Journal of Nutrition*, 133(11), 3907S–3910S. doi:10.1093/jn/133.11.3907s
- Dennison WC, Orth RJ, Moore KA, Stevenson JC, Carter V, Kollar S, Bergstrom PW, Batiuk RA (1993) Assessing water quality with submerged aquatic vegetation. *Bioscience* 43:86–94
- Douglas, I. (1999). Hydrological investigations of forest disturbance and land cover impacts in South-East Asia: a review. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 354, 1725 – 1738
- Ehlers, J., P. L. Gibbard, and P. D. Hughes. (2011). *Quaternary Glaciations - Extent and Chronology, Volume 15, 1st Edition, a Closer Look*. Elsevier, eBook ISBN: 9780444535375.
- Elgar, M. A. (1989). Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biological Reviews* 64(1): 13–33.
- EUNIS Habitat Classification Revised (2004). <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification/documentation/eunis-2004-report.pdf/download>
- Fan W, Li J, Liu Q, Zhang Q, Yin G, Li A, Zeng Y, Xu B, Xu X, Zhou G, Du H (2018). Topographic Correction of Forest Image Data Based on the Canopy Reflectance Model for Sloping Terrains in Multiple Forward Mode. *Remote Sensing* 10: 717. - doi:10.3390/rs10050717
- FAO, “The role of livestock in climate change,” Food Agriculture Org. (2014). [Online]. Available: <http://www.fao.org/agriculture/lead/themes0/climate/en/>.
- Field, C. B., J. T. Randerson, and C. M. Malmstrom. (1995). Global net primary production: combining ecology and remote sensing. *Remote Sensing of Environment* 51:74–88

- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1), 185–201. doi:10.1016/s0034-4257(01)00295-4
- Foody, G.M., (1995). Land cover classification by an artificial neural network with ancillary information. *International Journal of Geographical Information Systems* 9 (5), 527–542.
- Foody, G.M., (2004). Thematic map comparison: evaluating the statistical significance of differences in classification accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 70 (5), 627–633.
- Fournier RA, Mailly D, Walter JMN, Soudani K (2003). Indirect Measurement of Forest Canopy Structure from In Situ Optical Sensors. In: "Remote Sensing of Forest Environments." (Wulder MA, Franklin SE eds). Springer, Boston, MA, pp 77–113.
- Fernando G., Víctor C. (2020) Pasture Monitoring Applying Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Time Series with Sentinel-2 and Landsat 8 Images, to Improve Milk Production at Santa Mónica Farm, Imbabura, Ecuador. In: Gervasi O. et al. (eds) *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020*. ICCSA 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12254. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58817-5_41
- Frazer GW, Canham CD, Lertzman KP (1999). Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-color fisheye photographs. Simon Fraser University, Burnaby, BC, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York. [online] URL: <http://www.rem.sfu.ca/forestry/index.htm> or <http://www.ecostudies.org>
- Friedl, M. A., & Brodley, C. E. (1997). Decision tree classification of land cover from remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 61(3), 399–409. doi:10.1016/s0034-4257(97)00049-7
- G. Gutman, Raymond A. Byrnes, J. Masek, S. Towards 2008. Monitoring land-cover and land-use changes at a global scale: the global land survey 2005.
- G. Wilkinson. (1996) A review of current issue in the integration of GIS and remote sensing data. *International Journal of Geographical Information Science*, vol.10, Jan, pp. 68-73, doi:10.1080/102693799608902068
- Gao B (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment* 58: 257-266. - doi:10.1016/s0034-4257(96)00067-3
- Gao Y, Zhang W (2009). A simple empirical topographic correction method for ETM+ imagery. *International Journal of Remote Sensing* 20: 2259–2275. - doi: 10.1080/01431160802549336
- García-Haro, F. J., Campos-Taberner, M., Muñoz-Marí, J., Laparra, V., Camacho, F., Sánchez-Zapero, J., & Camps-Valls, G. (2018). Derivation of global vegetation biophysical parameters from EUMETSAT Polar System. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 139, 57–74. doi:10.1016/j.isprsjprs.2018.03.005
- Gavashelishvili, A. (2004). Habitat selection by East Caucasian tur (*Capra cylindricornis*). *Biological Conservation* 120: 391–398.

Gavashelishvili, A. (2009). GIS-based habitat modeling of mountain ungulate species in the Caucasus hotspot. Pp. 74–82 in Status and protection of globally threatened species in the Caucasus (N. Zazanashvili and D. Mallon, eds.). CEPF, WWF. Contour Ltd, Tbilisi, Georgia.

Gavashelishvili, A. (2009). GIS-based habitat modeling of mountain ungulate species in the Caucasus Hotspot. Pp. 74–82 in Status and Protection of Globally Threatened Species in the Caucasus (N. Zazanashvili and D. Mallon, eds.). CEPF, WWF. Contour Ltd. Tbilisi, Georgia.

Gavashelishvili, A., and D. Tarkhishvili. (2016). Biomes and human distribution during the last ice age. *Global Ecology and Biogeography* 25(5): 563–574.

Gavashelishvili, A., and V. Lukarevskiy. (2008). Modelling the habitat requirements of leopard *Panthera pardus* in west and central Asia. *Journal of Applied Ecology* 45: 579–588.

Ghimire, B., Rogan, J., Miller, J., 2010. Contextual land-cover classification: incorporating spatial dependence in land-cover classification models using random forests and the Getis statistic. *Remote Sensing Letters* 1, 45–54.

Gitelson A A, Viña A, Verma S B, Rundquist D C, Arkebauer T J, Keydan G, Leavitt B, Ciganda V, Burba G G, Suyker A E. (2006). Relationship between gross primary production and chlorophyll content in crops: Implications for the synoptic monitoring of vegetation productivity. *Journal of Geophysical Research*, 111, D08S11.

Gitelson A, Gritz Y, Merzlyak M (2003) Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology* 160: 271–282. doi: /10.1078/0176-1617-00887

González, G. (1985). Seasonal fluctuations in the spatial distribution of chamois and mouflons on the Carlif Massif, Pyrenees. Pp. 117–123 in *The Biology and Management of Mountain Ungulates* (S. Lovari, ed.). Croom Helm. London, UK.

Goyal SK, Seyfried MS, O'Neill PE (1998). Effect of Digital Elevation Model resolution on topographic correction of airborne SAR. *International Journal of Remote Sensing* 19: 3075–3096. - doi:10.1080/014311698214190

Google maps server: <http://www.google.cn/maps/vt?lyrs=s@189&gl=cn&x={x} &y={y}&z={z}>

Halabisky, M. (2011). Object-based classification of semi-arid wetlands. *Journal of Applied Remote Sensing*, 5(1), 053511. doi:10.1117/1.3563569

Halperin J, LeMay V, Coops N, Verchot L, Marshall P, Lochhead K (2016). Canopy cover estimation in miombo woodlands of Zambia: Comparison of Landsat OLI versus RapidEye imagery using parametric, nonparametric, and semiparametric methods. *Remote Sensing of Environment* 179:170-182. doi:10.1016/j.rse.2016.03.028

Hansen MC, DeFries, R, Townshend JR, Sohlberg R, Dimiceli C, Carroll M (2002). Towards an operational MODIS continuous field of percent tree cover algorithm: examples using AVHRR and MODIS data. *Remote Sensing of Environment* 83: 303–319. - doi:10.1016/s0034-4257(02)00079-2

Hansen MC, Egorov A, Roy DP, Potapov P, Ju J, Turubanova S, Loveland TR (2010). Continuous fields of land cover for the conterminous United States using Landsat data: first results from the Web-Enabled Landsat Data (WELD) project. *Remote Sensing Letters* 2: 279–288. - doi:10.1080/01431161.2010.519002

Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Kommareddy A, Egorov A, Chini L, Justice CO, Townshend JRG (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342: 850–853. - doi:10.1126/science.1244693

Hansen, m., Dubayah, r., & Defries, r. (1996). Classification trees: an alternative to traditional land cover classifiers. *International Journal of Remote Sensing*, 17(5), 1075–1081. doi:10.1080/01431169608949069

Holloway, J., & Mengersen, K. (2018). Statistical Machine Learning Methods and Remote Sensing for Sustainable Development Goals: A Review. *Remote Sensing*, 10(9), 1365. doi:10.3390/rs10091365

Hijmans RJ (2016). Raster: geographic data analysis and modeling. R package version 2.5-8. [online] URL: <https://CRAN.R-project.org/package=raster>.

Hijmans, R. J. (2016). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.5-8. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>

Hossain, M. D., & Chen, D. (2019). Segmentation for Object-Based Image Analysis (OBIA): A review of algorithms and challenges from remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 150, 115–134. doi:10.1016/j.isprsjprs.2019.02.009

IUCN (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-1. www.iucnredlist.org. Downloaded on 19 November 2017.

Jensen, J.R., (2005). *Introductory Digital Image Processing*, third ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Kawata Y, Ueno S, Kusaka T (1988). Radiometric correction for atmospheric and topographic effects on Landsat MSS images. *International Journal of Remote Sensing* 9: 729–748. - doi:10.1080/01431168808954889

Kennedy RE, Yang Z, Cohen WB (2010). Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 1. LandTrendr—temporal segmentation algorithms. *Remote Sensing of Environment* 114: 2897–2910. -doi:10.1016/j.rse.2010.07.008

Kikvidze, Z., Ohsawa, M. (2001). Richness of Colchic vegetation: comparison between refugia of southwestern and East Asia. *BMC Ecol* 1, 6 <https://doi.org/10.1186/1472-6785-1-6>

Knorn, J.; Rabe, A.; Radeloff, V.C.; Kuemmerle, T.; Kozak, J.; Hostert, P. (2009) Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote. Sens. Environ.* 113, 957–964.

Köhl M, Baldauf T, Plugge D, Krug J (2009). Reduced emissions from deforestation and forest degradation (REDD): a climate change mitigation strategy on a critical track. *Carbon Balance and Management* 4: 10. - doi:10.1186/1750-0680-4-10

Köhl, M., Magnussen, S., & Marchetti, M. (2006). Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory. *Tropical Forestry*. doi:10.1007/978-3-540-32572-7

- Korhonen L, Saputra DH, Packalen P, Rautiainen M (2017). Comparison of Sentinel-2 and Landsat 8 in the estimation of boreal forest canopy cover and leaf area index. *Remote Sensing of Environment* 195: 259–274. - doi:10.1016/j.rse.2017.03.021
- Krebs, M., Kaffke, A., Pim de Klerk., Matchutadze, I., Joosten, H., (2009). A future for Ispani 2 (Kolkheti, Georgia) and adjacent lands. *International Mire Conservation Group Newsletter* 2009/2: 3-14
- L3Harris (2020) Harris Geospatial Solutions, Inc. <https://www.harrisgeospatial.com/docs/MaximumLikelihood.html>
- Lachashvili N, Kereselidze N (2020). Floristic and Ecosystem Diversity of Davit Gareji Protected Landscape. *International Conference: Davit Gareji – Multidisciplinary Study and Development Strategy, proceedings*, pp. 156-164.
- Lachashvili N, KhachiZe M. (2010): *Desert Flora and Vegetation of Georgia*. Universal, Tbilisi, 319 p. (in Georgian)
- Lang, S. (n.d.). Object-based image analysis for remote sensing applications: modeling reality – dealing with complexity. *Object-Based Image Analysis*, 3–27. doi:10.1007/978-3-540-77058-9_1
- Lary, D. J., Alavi, A. H., Gandomi, A. H., & Walker, A. L. (2016). Machine learning in geosciences and remote sensing. *Geoscience Frontiers*, 7(1), 3–10. doi:10.1016/j.gsf.2015.07.003
- Lehmann EA, Wallace JF, Caccetta PA, Furby SL, Zdunic K (2013). Forest cover trends from time series Landsat data for the Australian continent. *International Journal of Applied Earth Observation* 21:453–462. doi: 10.1016/j.jag.2012.06.005
- Lein, J. K. (2003). Applying evidential reasoning methods to agricultural land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*, 24(21), 4161–4180. doi:10.1080/0143116031000095916
- Liang S (2005). Topographic Correction Methods. In: “Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces”. (Kong JA eds) John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA, pp. 231-245. doi: 10.1002/047172372X.ch7
- Li, C., Wang, J., Wang, L., Hu, L., & Gong, P. (2014). Comparison of Classification Algorithms and Training Sample Sizes in Urban Land Classification with Landsat Thematic Mapper Imagery. *Remote Sensing*, 6(2), 964–983. doi:10.3390/rs6020964
- Liu Xiao-ping, Li Xia, Peng Xiao-juan. (2007) A classification method of remote sensing images based on biological swarm intelligence. *Science in China (Series D: Earth Science)*, vol. 37, Oct, pp.1400-1408.
- Lorenzen B, Jensen A (1988). Reflectance of blue, green, red and near infrared radiation from wetland vegetation used in a model discriminating live and dead above ground biomass. *New Phytologist* 108: 345-355. doi:10.1111/j.1469-8137.1988.tb04173.x
- M. Mitsch, 1. Gosselink. *Wetlands* (1993). New York: Van Nostrand Reinhold, 2nd edn.
- Magomedov, M.-R. D., E. G. Akhmedov, and Yu. A. Yarovenko. (2001). *Dagestanskii tur: Populyatsionnyye i troficheskiye aspekty ekologii* (The East Caucasian tur: Populational and trophic aspects of ecology). Nauka Publishers. Moscow, Russian Federation (in Russian).

Meyer LH, Heurich M, Beudert B, Premier J, Pflugmacher D (2019). Comparison of Landsat-8 and Sentinel-2 Data for Estimation of Leaf Area Index in Temperate Forests. *Remote Sensing* 11: 1160. doi: 10.3390/rs11101160

Microsoft Corporation and Weston S (2017). foreach: Provides Foreach Looping Construct for R. R package version 1.4.4. [online] URL <https://CRAN.R-project.org/package=foreach>

Microsoft Corporation and Weston S (2018). doParallel: Foreach Parallel Adaptor for the 'parallel' Package. R package version 1.0.14. [online] URL <https://CRAN.R-project.org/package=doParallel>

Nakhutsrisvili, G., O. Abdaladze, K. Batsatsashvili, E. Spehn, and C. Körner. (2017). *Plant diversity in the Central Great Caucasus: A Quantitative Assessment*. Springer International Publishing AG. Cham, Switzerland.

O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 110(6), 1263–1270. doi:10.1093/aob/mcs209

Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. doi:10.1016/j.rse.2014.02.015

Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. doi:10.1016/j.rse.2014.02.015

Oommen, T., Misra, D., Twarakavi, N. K. C., Prakash, A., Sahoo, B., & Bandopadhyay, S. (2008). An Objective Analysis of Support Vector Machine Based Classification for Remote Sensing. *Mathematical Geosciences*, 40(4), 409–424. doi:10.1007/s11004-008-9156-6

Oroda, A. Anyango, S. Situma, C. and Branthomme, A. (2009). Long term monitoring and assessment of natural resources: remote sensing as a component of an integrated approach – the case study of the lake victoria basin in kenya

Pal, M. (2005). Random forest classifier for remote sensing classification. *International Journal of Remote Sensing*, 26(1), 217–222. doi:10.1080/01431160412331269698

Paul H. Sampson, Pablo J. Zarco-Tejada, Gina H. Mohammed, John R. Miller, Thomas L. Noland. (2003). Hyperspectral Remote Sensing of Forest Condition: Estimating Chlorophyll Content in Tolerant Hardwoods, *Forest Science*, Volume 49, Issue 3, , Pages 381–391, <https://doi.org/10.1093/forestscience/49.3.381>

Pekkarinen, A. (2002). A method for the segmentation of very high spatial resolution images of forested landscapes. *International Journal of Remote Sensing* 23:2817–36.

Petersen, R. G., Lucas, H. L., & Mott, G. O. (1965). Relationship Between Rate of Stocking and Per Animal and Per Acre Performance on Pasture1. *Agronomy Journal*, 57(1), 27. doi:10.2134/agronj1965.0002196200570001001

Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, USGS Publications Warehouse, <http://pubs.er.usgs.gov/publication/70156428>

- Pickell PD, Hermosilla T, Frazier RJ, Coops NC, Wulder MA (2016). Forest recovery trends derived from Landsat time series for North American boreal forests. *International Journal of Remote Sensing* 37:138–149. doi:10.1080/2150704X.2015.1126375
- Pickup, G., Bastin, G. N., & Chewings, V. H. (1994). Remote-Sensing-Based Condition Assessment for Nonequilibrium Rangelands Under Large-Scale Commercial Grazing. *Ecological Applications*, 4(3), 497–517. doi:10.2307/1941952
- QGIS Development Team (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. [online] URL <http://qgis.osgeo.org>.
- RAMSAR (2016). An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands, 7th ed. (previously The Ramsar Convention Manual). Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_final_e.pdf
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [online] URL <https://www.R-project.org>.
- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. www.R-project.org/.
- Rodriguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, 93–104. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2011.11.002
- Rogan, J., Miller, J., Stow, D., Franklin, J., Levien, L., Fischer, C., (2003). Land-cover change monitoring with classification trees using landsat tm and ancillary data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 69 (7), 784–793.
- Rook, A. J., & Tallowin, J. R. B. (2003). Grazing and pasture management for biodiversity benefit. *Animal Research*, 52(2), 181–189. doi:10.1051/animres:2003014
- Saini, R. and Ghosh, S. K. (2018). Crop classification on single date sentinel-2 imagery using random forest and support vector machine, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-5, 683–688, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-683-2018>.
- Sanchez, A. H., Picoli, M. C. A., Camara, G., Andrade, P. R., Chaves, M. E. D., Lechler, S., ... Queiroz, G. R. (2020). Comparison of Cloud Cover Detection Algorithms on Sentinel–2 Images of the Amazon Tropical Forest. *Remote Sensing*, 12(8), 1284. doi:10.3390/rs12081284
- Schleppi P, Paquette A (2017). Solar Radiation in Forests: Theory for Hemispherical Photography. In: “Hemispherical Photography in Forest Science: Theory, Methods, Applications” (Fournier RA, Hall RJ eds). *Managing Forest Ecosystems*, Springer Netherlands, pp. 15-52.
- Scurlock J. M. O. and Hall D. O. (1998). “The global carbon sink: a grassland perspective,” *Global Change Biol.*, vol. 4, no. 2, pp. 229–233,
- Scurlock J. M. O., Johnson K., and Olson R. J. (2002) “Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements,” *Global Change Biol.*, vol. 8, no. 8, pp. 736–753.

- Sexton JO, Noojipady P, Song X-P, Feng M, Song D-X, Kim D-H, Anand A, Huang C, Channan S, Pimm SL, Townshend JR (2015). Conservation policy and the measurement of forests. *Nature Climate Change* 6: 192–196. doi: 10.1038/nclimate2816.
- Strahler, A. H. (1980). The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 10(2), 135–163. doi:10.1016/0034-4257(80)90011-5
- Shackelford, A. K., & Davis, C. H. (2003). A combined fuzzy pixel-based and object-based approach for classification of high-resolution multispectral data over urban areas. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(10), 2354–2364. doi:10.1109/tgrs.2003.815972
- Shi, D.; Yang, X. Support vector machines for land cover mapping from remote sensor imagery. (2015). In *Monitoring and Modeling of Global Changes: A Geomatics Perspective*; Springer: Dordrecht, The Netherlands; pp. 265–279.
- Smith JA, Lin TL, Ranson KJ (1980). The Lambertian Assumption and Landsat Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 46: 1183-1189.
- Song, W., Mu, X., Ruan, G., Gao, Z., Li, L., & Yan, G. (2017). Estimating fractional vegetation cover and the vegetation index of bare soil and highly dense vegetation with a physically based method. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 58, 168–176. doi:10.1016/j.jag.2017.01.015
- Tan B, Masek JG, Wolfe R, Gao F, Huang C, Vermote E, Sexton JO, Ederer G (2013). Improved forest change detection with terrain illumination corrected Landsat images. *Remote Sensing of Environment* 136; 469–483. - doi: 10.1016/j.rse.2013.05.013
- Tarkhishvili, D., A. Gavashelishvili, and L. Mumladze. (2012). Palaeoclimatic models help to understand current distribution of Caucasian forest species. *Biological Journal of the Linnean Society* 105: 231–248.
- Tarkhishvili, D., A. Gavashelishvili, M. Murtskhvaladze, and A. Latsuzbaia. (2017). Landscape Complexity in the Caucasus Impedes Genetic Assimilation of Human Populations More Effectively than Language or Ethnicity. *Human Biology* 88(4): 287–300.
- Teillet PM, Guindon B, Goodenough DG (1982). On the slope-aspect correction of multispectral scanner data. *Canadian Journal of Remote Sensing* 8: 84–106. – doi: 10.1080/07038992.1982.10855028
- Thanh Noi, P., & Kappas, M. (2017). Comparison of Random Forest, k-Nearest Neighbor, and Support Vector Machine Classifiers for Land Cover Classification Using Sentinel-2 Imagery. *Sensors*, 18(2), 18. doi:10.3390/s18010018
- Tong, X.-Y., Xia, G.-S., Lu, Q., Shen, H., Li, S., You, S., & Zhang, L. (2020). Land-cover classification with high-resolution remote sensing images using transferable deep models. *Remote Sensing of Environment*, 237, 111322. doi:10.1016/j.rse.2019.111322
- Topaloğlu, R. H., Sertel, E., and Musaoğlu, N. (2016). Assessment of classification accuracies of sentinel-2 and landsat-8 data for land cover / use mapping, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B8, 1055–1059
- Tucker C.J (1977) Asymptotic nature of grass canopy spectral reflectance. *Applied Optics* 16: 1151–1156.

- Tucker, C. J., & Sellers, p. j. (1986). Satellite remote sensing of primary production. *International Journal of Remote Sensing*, 7(11), 1395–1416. doi:10.1080/01431168608948944
- Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., & Steininger, M. (2003). Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(6), 306–314. doi:10.1016/s0169-5347(03)00070-3
- Troitzki N. (1930). Ocherk Rastitel'nosti Garejiiskoi Stepi (Studies of Vegetation on the Gareji Steppe). Scientific Papers of the applied Sections of the Tiflis Botanical Garden, Part VII, 1-93, Tiflis (in Russian).
- Umarhadi DA, Danoedoro P, Wicaksono P, Widayani P, Nurbandi W, Juniansah A (2018). The Comparison of Canopy Density Measurement Using UAV and Hemispherical Photography for Remote Sensing Based Mapping. In: Proceedings of the "4th International Conference on Science and Technology". Yogyakarta, Indonesia, 7-8 August 2018. Institute of Electrical and Electronics engineers, pp. 1-5. - doi: 10.1109/ICSTC.2018.8528670
- United Nations (UN), 2016. Sustainable Development Goals – 2030 Agenda for Sustainable Development. Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>. Accessed in March 2016.
- Veinberg, P. I. (1984). Dagestanskii tur (Daghestan tur). Nauka Publishers. Moscow, USSR (in Russian).
- Vescovo, L., & Gianelle, D. (2008). Using the MIR bands in vegetation indices for the estimation of grassland biophysical parameters from satellite remote sensing in the Alps region of Trentino (Italy). *Advances in Space Research*, 41(11), 1764–1772. doi:10.1016/j.asr.2007.07.043
- Vitousek, P. M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75, 1861 – 1876.
- Warnes GR, Bolker B, Lumley Th (2015). gtools: Various R Programming Tools. R package version 3.5.0. [online] URL: <https://CRAN.R-project.org/package=gtools>
- Wegmann M, Leutner B, Dech S (2017). Remote sensing and GIS for ecologists: using open source software. Pelagic Publishing Ltd.
- Weinberg, P. J. (2002). *Capra cylindricornis*. *Mammalian Species* 695 (1): 1–9.
- Weinberg, P. J., M. I. Akkiev, and R. G. Buchukuri. (2010). Clineal variation in Caucasian tur and its taxonomic relevance. *Galemys* 22:375–394.
- Westhoff V., Van Der Maarel E. (1978) The Braun-Blanquet Approach. In: Whittaker R.H. (eds) *Classification of Plant Communities*. Classification of Plant Communities, vol 5-1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-9183-5_9
- Wessel, M., Brandmeier, M., & Tiede, D. (2018). Evaluation of Different Machine Learning Algorithms for Scalable Classification of Tree Types and Tree Species Based on Sentinel-2 Data. *Remote Sensing*, 10(9), 1419. doi:10.3390/rs10091419
- Whiteside, T. G., Boggs, G. S., & Maier, S. W. (2011). Comparing object-based and pixel-based classifications for mapping savannas. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(6), 884–893. doi:10.1016/j.jag.2011.06.008

Wood SN (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)* 73: 3–36. – doi:10.1111/j.1467-9868.2010.00749.x

Wood, S. N. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73(1): 3–36.

Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker III, C. J. (2016). Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales. *SpringerBriefs in Environmental Science*. doi:10.1007/978-3-319-24112-8

Yu-guo Wang, & Hua-peng Li. (2010). Remote sensing image classification based on artificial neural network: A case study of Honghe Wetlands National Nature Reserve. 2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering.

Zalikhanov, M. Ch. (1967). *Turi v Kabardino-Balkarii (Turs in Kabardino-Balkaria)*. Kabardino-Balkarskoye Knizhnoye Izdatel'stvo Publishers. Na'chik, USSR (in Russian).

Zhou G, Liu X, Zhao S, Liu M, Wu L. (2017). Estimating FAPAR of rice growth period using radiation transfer model coupled with the WOFOST model for analyzing heavy metal stress. *Remote Sens.* 9: 1–15.

9. დანართები

9.1. ტყის საფარის ცვლილების და სიმჭიდროვის მონიტორინგი (დამხმარე მასალა)

ცხრილი დ1. — ცვლადები, რომლებიც გამოყენებული იყო ტყის საფარის მოდელირებისთვის.

ცვლადები	განმარტება
FEYE	ვარჯის შეკრულობა (%) მიღებული ჰემისფერული გამოსახულებიდან
TCOV	ხეების სიმჭიდროვე % განსაზღვრული მეტყევეების მიერ საველე სამუშაოების შესრულების დროს.
TBA	მთლიანი ბაზალური ფართობი (მ ²)
TAH	ხეების საშუალო სიმაღლე (მ)
DT	საველე (=დღეები) და გადაღების (Sentinel-2A) სხვაობა დროში. (2018 წ)
SLP	ფერდობის დახრილობა (გრადუსი)
EXP	ექსპოზიცია (გრადუსი)
B02	Sentinel-2A Band 2 – Blue
B03	Sentinel-2A Band 3 – Green
B04	Sentinel-2A Band 4 – Red
B05	Sentinel-2A Band 5 – Vegetation red edge

B06	Sentinel-2A Band 6 – Vegetation red edge
B07	Sentinel-2A Band 7 – Vegetation red edge
B08	Sentinel-2A Band 8 – NIR
B8A	Sentinel-2A Band 8A – Narrow NIR
B11	Sentinel-2A Band 11 – SWIR
B12	Sentinel-2A Band 12 – SWIR
NBR1	Normalized Difference NIR/SWIR: $(B08 - B11) / (B08 + B11)$
NBR2	Normalized Difference NIR/SWIR: $(B8A - B11) / (B8A + B11)$
NBR3	Normalized Difference NIR/SWIR: $(B08 - B12) / (B08 + B12)$
NBR4	Normalized Difference NIR/SWIR: $(B8A - B12) / (B8A + B12)$
AFRI1	Aerosol free vegetation index: $(B08 - (0.66 * B11)) / (B08 + (0.66 * B11))$
AFRI2	Aerosol free vegetation index: $(B8A - (0.66 * B11)) / (B8A + (0.66 * B11))$
AFRI3	Aerosol free vegetation index: $(B08 - (0.66 * B12)) / (B08 + (0.66 * B12))$
AFRI4	Aerosol free vegetation index: $(B8A - (0.66 * B12)) / (B8A + (0.66 * B12))$
BNDVI1	Normalized Difference NIR/Blue: $(B08 - B02) / (B08 + B02)$
BNDVI2	Normalized Difference NIR/Blue: $(B8A - B02) / (B8A + B02)$
BWDRV11	Blue-wide dynamic range vegetation index: $((0.1 * B08) - B02) / ((0.1 * B08) + B02)$
BWDRV12	Blue-wide dynamic range vegetation index: $((0.1 * B8A) - B02) / ((0.1 * B8A) + B02)$

NDVI1	Normalized Difference NIR/Red: $(B08 - B04) / (B08 + B04)$
NDVI2	Normalized Difference NIR/Red: $(B8A - B04) / (B8A + B04)$
WDRVI1	Wide Dynamic Range Vegetation Index: $((0.1 * B08) - B04) / ((0.1 * B08) + B04)$
WDRVI2	Wide Dynamic Range Vegetation Index: $((0.1 * B8A) - B04) / ((0.1 * B8A) + B04)$
SAVI1	Soil Adjusted Vegetation Index: $((1 + 0.5) * (B08 - B04)) / (B08 + B04 + 0.5)$
SAVI2	Soil Adjusted Vegetation Index: $((1 + 0.5) * (B8A - B04)) / (B8A + B04 + 0.5)$
GNDVI1	Normalized Difference NIR/Green: $(B08 - B03) / (B08 + B03)$
GNDVI2	Normalized Difference NIR/Green: $(B8A - B03) / (B8A + B03)$
NDRE1	Normalized Difference NIR/Red-edge: $(B08 - B05) / (B08 + B05)$
NDRE2	Normalized Difference NIR/Red-edge: $(B08 - B06) / (B08 + B06)$
NDRE3	Normalized Difference NIR/Red-edge: $(B08 - B07) / (B08 + B07)$
NDRE4	Normalized Difference NIR/Red-edge: $(B8A - B05) / (B8A + B05)$
NDRE5	Normalized Difference NIR/Red-edge: $(B8A - B06) / (B8A + B06)$
NDRE6	Normalized Difference NIR/Red-edge: $(B8A - B07) / (B8A + B07)$
VIgreen	Normalized Difference Green/Red index: $(B03 - B04) / (B03 + B04)$
CIgreen1	Chlorophyll Index Green: $(B08 / B03) - 1$
CIgreen2	Chlorophyll Index Green: $(B8A / B03) - 1$
CIrededge1	Chlorophyll Index Red-Edge: $(B08 / B05) - 1$

Clrededge2	Chlorophyll IndexRed-Edge: $(B08 / B06) - 1$
Clrededge3	Chlorophyll IndexRed-Edge: $(B08 / B07) - 1$
Clrededge4	Chlorophyll IndexRed-Edge: $(B8A / B05) - 1$
Clrededge5	Chlorophyll IndexRed-Edge: $(B8A / B06) - 1$
Clrededge6	Chlorophyll IndexRed-Edge: $(B8A / B07) - 1$
CI	Coloration Index: $(B04 - B02) / B04$
CVI1	Chlorophyll vegetation index: $B08 * (B04 / (B03^2))$
CVI2	Chlorophyll vegetation index: $B8A * (B04 / (B03^2))$
CCC11	Canopy Chlorophyll Content Index: $((B08 - B05) / (B08 + B05)) / ((B08 - B04) / (B08 + B04))$
CCC12	Canopy Chlorophyll Content Index: $((B08 - B06) / (B08 + B06)) / ((B08 - B04) / (B08 + B04))$
CCC13	Canopy Chlorophyll Content Index: $((B08 - B07) / (B08 + B07)) / ((B08 - B04) / (B08 + B04))$
CCC14	Canopy Chlorophyll Content Index: $((B8A - B05) / (B8A + B05)) / ((B8A - B04) / (B8A + B04))$
CCC15	Canopy Chlorophyll Content Index: $((B8A - B06) / (B8A + B06)) / ((B8A - B04) / (B8A + B04))$

CCCI6	Canopy Chlorophyll Content Index: $((B8A - B07) / (B8A + B07)) / ((B8A - B04) / (B8A + B04))$
EVI1	Enhanced Vegetation Index: $2.5 * ((B08 - B04) / (B08 + (6 * B04) - (7.5 * B02) + 1))$
EVI2	Enhanced Vegetation Index: $2.5 * ((B8A - B04) / (B8A + (6 * B04) - (7.5 * B02) + 1))$
GARI1	Green atmospherically resistant vegetation index: $(B08 - (B03 - (B02 - B04))) / (B08 - (B03 + (B02 - B04)))$
GARI2	Green atmospherically resistant vegetation index: $(B8A - (B03 - (B02 - B04))) / (B8A - (B03 + (B02 - B04)))$
GLI	Green leaf index: $((2 * B03) - (B04 + B02)) / ((2 * B03) + (B04 + B02))$
GBNDVI1	Green-Blue NDVI: $(B08 - (B03 + B02)) / (B08 + (B03 + B02))$
GBNDVI2	Green-Blue NDVI: $(B8A - (B03 + B02)) / (B8A + (B03 + B02))$
GRNDVI1	Green-RED NDVI: $(B08 - (B03 + B04)) / (B08 + (B03 + B04))$
GRNDVI2	Green-RED NDVI: $(B8A - (B03 + B04)) / (B8A + (B03 + B04))$
SLAVI1	Specific Leaf Area Vegetation Index: $B08 / (B04 + B11)$
SLAVI2	Specific Leaf Area Vegetation Index: $B8A / (B04 + B11)$
SLAVI3	Specific Leaf Area Vegetation Index: $B08 / (B04 + B12)$
SLAVI4	Specific Leaf Area Vegetation Index: $B8A / (B04 + B12)$
IMG	ორი სცენა გადაღებული 01.07.2018 აღმოსავლეთ საქართველოსთვის და 28.08.2018 ცენტრალურ საქართველოსთვის.

ცხრილის დ2. - GAM მოდელის მორგების სიზუსტის საუკეთესო მაჩვენებელი Minnaert-კორექტირებული Sentinel-2 ის სპექტრულ არხებსა და ტყის ცვლადებს შორის.

ტყის სიმჭიდროვის მაჩვენებელი ცვლადები	R ² _{adj}	ახსნილი გადახრა (%)
FEYE	0.839	69.7
TCOV	0.699	67.9
TAH	0.651	67
TBA	0.571	68.9

9.2. ჭარბტენიანი ტერიტორიების გამოყოფა და მცენარეულობის კლასიფიკაცია (დამხმარე მასალა)

EUNIS ჰაბიტატების დახასიათება

7- ენგურის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.7

INV - Habitat dominated by invasive species

ინვაზიური მცენარეები დომინანტობით შექმნილი ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ანაკლიის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Solidago canadensis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Molinia caerulea*;

თანმხლები სახეობები - *Polygonum perfoliatum*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ტორფის ყოფილი კარიერი - ჰაბიტატი წარმოიქმნა ტორფის მოპოვების შედეგად და ჩამოყალიბდა ტორფის კარიერის ნაალაგარზე. ეს არის დეგრადირებული სტრუქტურის ტერიტორია, რომელზეც გაბატონებულია ინვაზიური მცენარეები.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.8

კოდი - D5.24 – Fen beds of great fen sedge (*Cladium*)

ჭაობები ხერხას (*Cladium mariscus*) საფრით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ჭურია;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Cladium mariscus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex rostrata*;

თანმხლები სახეობები - *Iris pseudacurus*, *Stachys palustris*, *Solidago canadensis*, *Convolvulus arvensis*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ნიადაგი ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.9

C1.24 – Rooted floating vegetation of mesotrophic waterbodies

მეზოტროფული წყალსატევები ფესვიანი მოტივტივე (მცურავი) მცენარეებით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ყულევის ტერმინალთან, უსახელო პატარა ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Nuphar lutea*;

ედიფიკატორ-დომინანტი - არ არის;

დამახასიათებელი სახეობები - არ არის;

თანმხლები სახეობები - არ არის;

რელიეფი - ტბა;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - -;

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი, მეზოტროფული სტადია.

შენიშვნა 2.: დამახასიათებელი და თანმხლები სახეობები არ აღირიცხა.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.10

C1.2412 – Water chesnut carpets

წყლისკაკლიანი ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ყულევის ტერმინალთან, მარტოტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Trapa colchica*

დამახასიათებელი სახეობები - არ არის;

თანმხლები სახეობები - არ არის;

რელიეფი - ტბა;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - -

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი, მეზოტროფული სტადია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.11

C1.23 – Rooted submerged vegetation of mesotrophic waterbodies

მეზოტროფული წყალსატევები წყლაქვეშ დაფესვიანებული მცენარეებით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ანაკლიის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Potamogeton crispus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Typha latifolia*;

თანმხლები სახეობები - *Phragmites australis*, *Schoenoplectiella mucronata*, *Amorpha fruticosa*;

რელიეფი - კარიერული სამუშაოების შედეგად წარმოქმნილი ტბორი;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - -;

შენიშვნა: ეს არის ტორფის კარიერის ნაალაგარზე წარმოქმნილი ჩაღმავება, რომელიც ამოივსო წყლით და ამჟამად არის ტბორი. კარიერის ტერიტორია ჯერ შეივსო წყლით და ჩამოყალიბდა ტბორი, ხოლო შემდეგ განხორციელდა ეუტროფიკაციის პროცესი. ტბორში გავრცელდა *Potamogeton crispus*, რომელმაც დაიკავა ტბორის ძირითადი ნაწილი. ეს არის ეუტროფიკაციის მეზოტროფული სტადიის ჰაბიტატი. მცენარეული საფარი არის ტბორის. ამასთანავე, მის ნაპირებსა და შიგნითაც გაზრდილია სხვა მცენარეებიც (*Phragmites australis*, *Schoenoplectiella mucronata*, *Amorpha fruticosa*).

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.12

INV - Habitat dominated by invasive species

ინვაზიური მცენარეები დომინანტობით შექმნილი ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ყულევის მიდამობი, ტერმინალის რკინიგზასთან;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელდიფიკატორ-დომინანტი - *Solidago canadensis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Pteridium tauricum*;

თანმხლები სახეობები - *Asparagus officinalis*, *Asparagus officinalis*, *Paliurus spina-christi*, *Rosa canina*, *Citrus trifoliata*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, პერიოდულად იტბორება;

ნიადაგი - ქვიშნარი, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება, ჭრა.

შენიშვნა 1. არ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატისთვის შესაფერისი გარემო. წარსულში აქ იყო ჭარბტენიანი ჰაბიტატი; რკინიგზის გაყვანის გამო დააშრეს;

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.30

G3.71 – Maritime pine (*Pinus pinaster*) forests and plantations

ზღვის ფიჭვის (*Pinus pinaster*) ტყეები და პლანტაციები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთსა და ყულევს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელდიფიკატორ-დომინანტი - *Pinus pinaster*;

დამახასიათებელი სახეობები - -;

თანმხლები სახეობები - *Malus orientalis*, *Pyrus communis*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Mespilus germanica*, *Elaeagnus multiflora*, *Ruscus aculeatus*, *Solidago canadensis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Typha laxmannii*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ალუვიური ქვიშნარი, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება, ჭრა.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.31

A2.52 – Upper saltmarshes

ზღვის ლიტორალური ზედაპირული მლაშე ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus effusus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus maritimus*;

თანმხლები სახეობები - *Typha latifolia*, *Solidago canadensis*, *Acorus calamus*, *Hydrocotyle ramiflora*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Juncus acutus*, *Carex vesicaria*, *Typha laxmannii*, *Phragmites australis*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქვიშნარი, წყლით გაჯერებული;

შენიშვნა: სუსტი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის დაბალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.32

G1.C3 – False acacia ([*Robinia*]) plantations

ცრუაკაციის (*Robinia pseudoacacia*) პლანტაციები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთსა და ყულევს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Robinia pseudoacacia*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Rubus candicans*;

თანმხლები სახეობები - *Asplenium trichomanes*, *Pteridium tauricum*, *Solidago canadensis*, *Carex divulsa*, *Violas* sp.;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, პერიოდულად იტბორება;

ნიადაგი - ალუვიური ქვიშნარი, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება, ჭრა.

შენიშვნა 1.: არ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატისთვის შესაფერისი გარემო.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური დატვირთვა, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.35

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელდფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lythrum salicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Carex lasiocarpa*, *Centaurea oxylepis*, *Mentha aquatica*, *Convolvulus arvensis*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Centaurea oxylepis*, *Calamagrostis epigejos*, *Athyrium filix-femina*,

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ნატყევარი ტერიტორია, ტყის გაჩეხვისა და ძოვების შედეგად შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი, წვავენ; ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

შენიშვნა 2.: გადაწვისა შედეგად გამოშრობის პროცესში მყოფი მოლინიანი ჭაობები; ჰაბიტატის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია მცენარეული საფრის გადაწვასთან - გადაწვის შედეგად ხდება მცენარეთა ფიტო-სოციოლოგიური სტრუქტურის სახეცვლილება, რის შედეგადაც მცენარეულ საფარში გაბატონდა მოლინია (*Molinia caerulea*).

შენიშვნა 3.: ეს ჰაბიტატი არის Rise bog-ის, ე.ი. გუმბათისებრი ჭაობების ერთ-ერთი ვარიანტი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.36

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მუნიციპალიტეტი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Iris pseudacorus*;

თანმხლები სახეობები - *Amorpha fruticosa*, *Viburnum opulus*, *Rubus candicans*, *Smilax excelsa*, *Carex vesicaria*, *Polygonum thunbergii*, *Alisma plantago-aquatica*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, პერიოდულად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა, ძოვება;

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.38

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მუნიციპალიტეტი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Frangula alnus*, *Rubus candicans*, *Periploca graeca*, *Smilax excelsa*, *Alisma plantago-aquatica*, *Mentha aquatica*, *Persicaria maculosa*, *Lythrum salicaria*, *Iris pseudacorus*, *Solidago canadensis*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სავარაუდოდ სეზონურად (ნალექების დროს) მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა, ძოვება;

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.42

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, მდ. ხობისწყლის ხეობა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Rubus sanguineus*, *Frangula alnus*, *Smilax excelsa*, *Hedera helix*; *Perioloa graeca*, *Ulmus minor*, *Amorpha fruticosa*, *Carpinus betulus*, *Crataegus microphylla*, *Rubus candicans*,

Equisetum palustre; *Iris pseudacorus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Carex divulsa*, *Carex vesicaria*, *Sparganium erectum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სავარაუდოდ სეზონურად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა, ძოვება;

შენიშვნა 1.: დატენიანების ხარისხი ცალკეულ მონაკვეთზე განსხვავებულია;

შენიშვნა 2.: ხევნარის შეკრულობა სხვადასხვა მონაკვეთზე განსხვავებულია, რაც ძირითადად ანთროპოგენური ფაქტორების ინტენსივობით არის განპირობებული;

შენიშვნა 3.: ფლორისტული შემადგენლობა ცალკეულ მონაკვეთზე განსხვავებულია;

შენიშვნა 4.: საშუალო, ზოგიერთ მონაკვეთზე სუსტი ანთროპოგენური დატვირთვა, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.75

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ჭურია;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Frangula alnus*,

თანმხლები სახეობები - *Hedera helix*, *Smilax excelsa*, *Rubus candicans*, *Hedera colchica*, *Viburnum opulus*, *Crataegus microphylla*, *Clematis vitalba*, *Juncus effusus*; *Carex vesicaria*; *Carex divulsa*; *Juncus effusus*, *Solanum persicum*, *Osmunda regalis*, *Polygonum thunbergii*, *Persicaria maculosa*, *Iris pseudacorus*; *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*,

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სავარაუდოდ სეზონურად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა და ძოვება.

შენიშვნა 1.: დატენიანების ხარისხი ცალკეულ მონაკვეთზე განსხვავებულია;

შენიშვნა 2.: ხევნარის შეკრულობა სხვადასხვა მონაკვეთზე განსხვავებულია, რაც ძირითადად ანთროპოგენური ფაქტორების ინტენსივობით არის განპირობებული;

შენიშვნა 3.: ფლორისტული შემადგენლობა ცალკეულ მონაკვეთზე განსხვავებულია;

შენიშვნა 4.: კორომების ეკოლოგიური მდგომარეობა სხვადასხვა მონაკვეთზე განსხვავებულია - არის როგორც სუსტად და საშუალოდ დეგრადირებული, ისე ხმობაში მყოფი კორომები;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.82

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, წალენჯიხა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ტორფიანი, არ არის გალებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სასოფლო-სამეურნეო კულტურა (თხილის პლანტაცია).

შენიშვნა 1.: გაყვანილია სადრენაჟო არხები და ამრობენ, არ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატისთვის შესაფერისი გარემო;

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.116

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, მარტოტბისა და პატარა ტბის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Cladium mariscus*;

თანმხლები სახეობები - *Carex cespitosa*, *Lythrum salicaria*, *Spagnum palustre*, *Potentilla erecta*, *Rhynchospora caucasica*, *Osmunda regalis*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*; *Typha angustifolia*, *Iris pseudacorus*, *Nymphaea lutea*, *Potamogeton crispus*, *Rubus sanguineus*, *Phragmites australis*, *Eupatorium cannabinum*, *Solidago canadensis*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გალებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: დაბალი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის დაბალი დონე, წვავენ.

შენიშვნა 2.: გადაწვის შედეგად გამოშრობის პროცესში მყოფი მოლინიანი ჭაობები. ჰაბიტატის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია მცენარეული საფრის გადაწვასთან - გადაწვის შედეგად ხდება მცენარეთა ფიტო-სოციოლოგიური სტრუქტურის სახეცვლილება, რის შედეგადაც მცენარეულ საფარში გაბატონდა მოლინია (*Molinia caerulea*).

შენიშვნა 3.: ეს ჰაბიტატი არის Rise bog-ის, ე.ი. გუმბათისებრი ჭაობების ერთ-ერთი ვარიანტი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.117

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით ადგილმდებარეობა - კოლხეთი

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Osmunda regalis*;

თანმხლები სახეობები - *Lysimachia vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Carex lasiocarpa*; *Solidago canadensis*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Cladium mariscus*, *Juncus effusus*, *Eupatorium cannabinum*,; *Lycopus europaeus*, *Euopatorium cannabinum*, *Sphagnun palustre*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - ცალკეული მონაკვეთები იძოვება.

შენიშვნა 1.: სხვადასხვა მონაკვეთზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ინტენსივობა განსხვავებულია; შესაბამისად, არის როგორც ძლიერ, ისე საშუალოდ დეგრადირებული მონაკვეთები.

შენიშვნა 2.: გადაწვისა შედეგად გამოშრობის პროცესში მყოფი მოლინიანი ჭაობები; ჰაბიტატის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია მცენარეული საფრის გადაწვასთან - გადაწვის შედეგად ხდება მცენარეთა ფიტო-სოციოლოგიური სტრუქტურის სახეცვლილება, რის შედეგადაც მცენარეულ საფარში გაბატონდა მოლინია (*Molinia caerulea*). გადაწვის გამო მიმდინარეობს სფაგნუმის განადგურება;

შენიშვნა 3.: სხვადასხვა მონაკვეთზე შეინიშნება მურყნის განახლება;

შენიშვნა 4.: ეს ჰაბიტატი არის Rise bog-ის, ე.ი. გუმბათისებრი ჭაობების ერთ-ერთი ვარიანტი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.118

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ხობისწყალი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

თანმხლები სახეობები - *Cladium mariscus*, *Carex vesicaria*, *Lythrum salicaria*, *Potentilla erecta*, *Phragmites australis*, *Osmunda regalis*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Eupatorium cannabinum*, *Vicia cracca*, *Convolvulus arvensis*, *Senecio* sp., *Solidago canadensis*,

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, ზოგჯერ სეზონურად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - ცალკეული მონაკვეთები გამოიყენება სათიბ-საძოვრად და ხის საჭრელად.

შენიშვნა 1.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე; ცალკეულ მონაკვეთი ძლიერ დეგრადირებულია;

შენიშვნა 2.: მურყანი (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) არც თუ იშვიათად დაბუჩქული ინდივიდების სახითაა.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.119

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ანაკლიის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Carpinus betulus*, *Pterocarya pterocarpa*, *Rubus caesius*, *Crataegus monogyna*, *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Ilex colchica*, *Ruscus aculeatus*, *Typha latifolia*, *Iris pseodacorus*, *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*, *Carex vesicaria*, *Juncus effusus*; *Lythrum salicaria*, *Persicaria hydropiper*; *Typha angustifolia*, *Solidago canadensis*, *Pycnus flavescens*, *Cyperus serotinus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Salvinia natans*, *Hydrocharis morsus-tanae*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სეზონურად უფრო მეტად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა და ზოგიერ მონაკვეთზე სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა: ცალკეულ მონაკვეთზე . ანთროპოგენური ზემოქმედება განსხვავებულია. მეტწილად არის საშუალო ზემოქმედება და, შესაბამისად, დეგრადაციის საშუალო დონე; ზოგიერთ მონაკვეთზე კი დეგრადაციის დონე მაღალია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 7.84

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ყულევის ტერმინალის მიდამოები და ჭურია;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Cladium mariscus*, *Carex lasiocarpa*, *Sphagnum palustre*, *Lythrum salicaria*, *Solidago canadensis*, *Lysimachia vulgaris*, *Brachythecium mildeanum*, *Calamagrostis epigejos*, *Lycopus europaeus*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Iris pseudacorus*, *Rhynchospora alba*, *Phragmites australis*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Stachys palustris*, *Juncus maritimus*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - ცალკეული მონაკვეთები იძოვება.

შენიშვნა 1.: საშუალო და ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება (ცალკეულ მონაკვეთებზე ანთროპოგენური ზემოქმედება სუსტია); შესაბამისად, განსხვავებულია ლეგრადაციის დონე.

შენიშვნა 2.: გადაწვისა შედეგად გამოშრობის პროცესში მყოფი მოლინიანი ჭაობები. ჰაბიტატის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია მცენარეული საფარის გადაწვასთან - გადაწვის შედეგად ხდება მცენარეთა ფიტო-სოციოლოგიური სტრუქტურის სახეცვლილება, რის შედეგადაც მცენარეულ საფარში გაბატონდა მოლინია (*Molinia caerulea*).

შენიშვნა 4.: ცალკეულ მონაკვეთებზე (ლოკაციები 89, 90, 91, 92, 93) არ შეესაბამება ჰაბიტატის ტიპურ სტრუქტურას. კერძოდ:

- ✓ ამ ლოკაციებზე დომინანტის როლში არის *Carex*-ის სახეობები,
- ✓ *Molinia caerulea* არის მცირე რაოდენობით,
- ✓ რელიეფი უფრო მეტად კოლბოხებიანია,
- ✓ უფრო მეტად "მოლაყლაყე" ჭაობებია,
- ✓ ზედაპირი და ნიადაგი უფრო მეტად წყლიანია.
- ✓ სტრუქტურული განსხვავება დაკავშირებულია რელიეფთან - ამ ადგილებში რელიეფი უფრო მეტად არის ჩადაბლებული და ზედაპირის წყლით დაფარვა და ნიადაგის წყლით გაჯერებულობა გაზრდილია. ეს კი, აფერხებს გადაწვას, რაც ამცირებს *Molinia caerulea*-ის ჰაბიტატის ჩამოყალიბების შესაძლებლობას.

ამ კოდში აღნიშნული ლოკაციების გაერთიანება პირობითია. მათი ამ კოდში გაერთიანება დაკავშირებულია ფართობის სიმცირესთან, ისინი წარმოადგენს ამ საერთო დიდი ჭაობის შემადგენელ ნაწილს და მისი "სხეულის" ნაწილია.

2- მტკვრის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.2

D5.1 – Reedbeds normally without free-standing water

მაღალი ჰელოფიტების ფორმაციები მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, გორის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სკრის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Typha latifolia*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus effesus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Equisetum palustre*, *Carex vesicaria*, *Lythrum salicaria*, *Elaeagnus rhamnoides*, *Rosa canina*, *Rubus sp.*, *Elaeagnus angustifolia*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - წყლით მთლიანად დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, ტორფიანი, გაჯერებულია წყლით;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატთან მდებარეობს თევზსაჭერი მუურნეობა, პატარა ტბა და შემოდის არხი, რომელიც ჰაბიტატს შუაზე კვეთს.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.49

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, გორის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ვარიანის მიდამოები

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება - სასოფლო-სამეურნეო სავარგული - ვაშლის ბაღი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.60

D5.11 – Common reed (*Phragmites*) beds normally without free-standing water

ლელიანი მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, მცხეთის მუნიციპალიტეტი, სოფ. წილკნის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*;

თანმხლები სახეობები - *Daucus carota*, *Convolvulus arvensis*, *Lythrum salicaria*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი, ბრტყელი ზედაპირით;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; სავარაუდოდ, გაზაფხულზე იტბორება; გაყვანილია სადრენაჟო არხები;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-სადოვარი (გათიბულია).

შენიშვნა 1.: მე-20-ე საუკუნის 60-იან წლებში დააშრეს.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.61

C3.2 – Water-fringing redbeds and tall helophytes other than canes – წყლისპირა - ჰაბიტატი მაღალი ჰელოფიტების (ლერწმის გარდა) დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - მცხეთა-მთიანეთი, დუშეთის მუნიციპალიტეტი, ბაზალეთის ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*;

თანმხლები სახეობები - *Bolboschoenus maritimus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Calamagrostis epigejos*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Equisetum palustre*, *Bidens tripartita*;

რელიეფი - ტოპოგენური ტბა;

ზედაპირი - პერმანენტულად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: სავარაუდოდ კერძო საკუთრება, ძოვება

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.346

C1.2414 - Broad-leaved pondweed carpets

მეზოტროფული ტბები და გუბურები წყლის ვაზის საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ნიმოწმინდის მუნიციპალიტეტი, მადატაფა, ავჩალაგიულის ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Potamogeton natans;
დამახასიათებელი სახეობები - არ არის;
თანმხლები სახეობები - არ არის;
რელიეფი - ჰაბიტატი მდებარეობს უშუალოდ ტბაში;
ზედაპირი - მუდმივწყლიანი;
ნიადაგი - -;
გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი - მეზოტროფული სტადიის ჰაბიტატი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.173

D5.212 – Slender tufted sedge beds and related communities

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები Carex acuta-ს დომინატობით
ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, მადატაფა, ავჩალაგიულის ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Carex acuta;
დამახასიათებელი სახეობები - Alisma plantago-aquatica;

თანმხლები სახეობები - Potamogeton natans, Sparganium emersum, Eleocharis palustris, Taraxacum officinale, Artemisia absinthium, Plantago media, Cirsium vulgare, Molinia caerulea, Beckmannia eruciformis;

ზედაპირი - პერმანენტულად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი;

გარემომცველი ჰაბიტატები - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.270

D5.21 – Beds of large [Carex] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, მდ. ფარავნის ნაპირები, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ფოკას მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex cespitosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lemna minor*;

თანმხლები სახეობები - *Phleum phleoides*;

რელიეფი - მდინარის მიმდებარე გავაკება;

ზედაპირი - სეზონურად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1.: განვითარებულია მდინარის პირველ ტერასაზე, რომელიც არის მდინარის გეომორფოლოგიური კალპოტი. ჰაბიტატის ტერიტორია, სავარაუდოდ, სეზონურად მეტ-

ნაკლებად იფარება წყლით. წყლით დაფარვის პროცესი არ არის ხანგრძლივი. ნიადაგი არ არის წყლით გაჯერებული. ამ ჰაბიტატის წარმოშობა არ არის დაკავშირებული უუტროფიკაციის პროცესთან. იგი წარმოქმნილია მდინარის დინების ზეგავლენით და რაიმე ფორმირებისა და სტრუქტურული ცვლის პროცესი არ აღინიშნება - ე.ი. ჰაბიტატი ჰიდროლოგიურად სტაბილურია. აღწერა გაკეთდა მდინარის პირას და არ გაგვაჩნია დეტალური ინფორმაცია ჰაბიტატის ფლორისტული შემადგენლობისა და სხვა სტრუქტურული მახასიათებლების შესახებ. ამის გამო ვერ მოხერხდა კოდირების უფრო მეტი დეტალიზაცია და ეს ჰაბიტატი პირობით მივაკუთვნეთ D5.21 კოდის ჰაბიტატებს.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.317

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ჩაფლაგიჩი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex acuta*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex rostrata*;

თანმხლები სახეობები - *Persicaria maculosa*, *Phleum phleoides*, *Agrostis capillaris*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium canescens*, *Cirsium vulgare*;

რელიეფი - თითქმის ბრტყელი; ზედაპირი კოლბოხიანია;

ზედაპირი - არ არის დაფარული წყლით, პერიოდულად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, განვითარებულია ტორფის ფენა, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება, სავარაუდოდ თიბვაც;

შენიშვნა 1.: დიდ ხნის წინ ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი. დაწყებულია გამდელიოების პროცესი, რაზეც ფლორისტული შემადგენლობა, კერძოდ, თანმხლები სახეობები მიუთითებს.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.243

C3.2 - Water-fringing reedbeds and tall helophytes other than canes -

ლელიანებისა და მაღალი ჰელოფიტების (არა ლერწმის) ლიტორალური ჰაბიტატები ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი, ხანჩალის ტბასთან;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Equisetum palustre*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis uniglumis*;

თანმხლები სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*, *Persicaria maculosa*, *Calamagrostis epigejos*, *Potamogeton natans*;

საერთო რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ლოკაციის რელიეფი - ტბისკენ სუსტად დაქანებული ბრტყელი ფერდი;

რელიეფი - ტბის ირგვლივ არსებული ლიტორალური ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - მუდმივად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.50

C1.2414 - Broad-leaved pondweed carpets

მეზოტროფული ტბები და გუბურები წყლის ვაზის საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ნიმოწმინდის მუნიციპალიტეტი, მადატაფის ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Potamogeton natans*;

დამახასიათებელი სახეობები - არ არის;

თანმხლები სახეობები - არ არის;

რელიეფი - ფერდობებში „ჩამჯდარი“ ტბა, ჰაბიტატი მდებარეობს უშუალოდ ტბაში.

ზედაპირი - მუდმივწყლიანი;

ნიადაგი - -;

გამოყენება - არ არის ცნობილი;

შენიშვნა: ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი - მეზოტროფული სტადიის ჰაბიტატი;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.51

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, მადატაფის ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis palustris*;

თანმხლები სახეობები - *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton natans*, *Taraxacum officinale*.

რელიეფი - ტბისპირა სუსტად დახრილი ბრტყელი, მაგრამ კოლბოხებიანი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - თიბვა.

შენიშვნა 2.: ჰაბიტატი თითქმის მთლიანად აკრავს ტბას (ანუ C1.2414 ჰაბიტატს) გარშემო. მიუხედავად ამისა, არ განეკუთვნება ლიტორალურ ჰაბიტატებს. იგი წარმოქმნილია ეუტროფიკაციის შედეგად.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზეგავლენა, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.245

D5.212 – Slender tufted sedge beds and related communities

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex acuta*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხანჩალსა და სოფ. ორლოვკას შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex acuta*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Agrostis capillaris*;

თანმხლები სახეობები - *Calamagrostis arundinacea*, *Cirsium vulgare*, *Alisma plantago-aquatica*, *Beckmannia eruciformis*, *Eleocharis palustris*, *Juncus atratus*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1.: დიდი ხნის წინ ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია ითიბება.

შენიშვნა 3: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.170

C3.24A - Common spikerush beds - ელეოხარისის (*Eleocharis palustris*) თანასაზოგაოებები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, სოფ. ვაჩიანის მიდამოები, ვაჩიანის ტბასთან;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Eleocharis palustris*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*;

თანმხლები სახეობები - *Equisetum palustre*, *Typha latifolia*, *Potamogeton crispus*, *Utricularia vulgaris*, *Beckmannia eruciformis*, *Batrachium divaricatum*, *Polygonum sp.*;

რელიეფი საერთო - ლამბაქისებრი;

რელიეფი ლოკაციის - ტბისკენ სუსტად დაქანებული ბრტყელი ფერდი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ფრაგმენტულად წყლით დაფარული - წყალი დგას ფრაგმენტულად;

ნიადაგი - ქაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1.: ეს რეალურად არის არსებული ტბის დასავლეთ მხარეს მდებარე ნატბურ ტერიტორია, რომელიც დღეს განეკუთვნება ლიტორალურ ჰაბიტატს; ე.ი. ამ მონაკვეთზე ეუტროფიკაციის შედეგად ტბა შეიცვალა; ეუტროფიკაციის პროცესი დაკავშირებული უნდა იყოს ამ ოდნავ შემადღებულ მონაკვეთზე წყლის არასტაბილური დონით. ე.ი. წყალი აქ სეზონურად „მოძრაობს“.

შენიშვნა 2.: უშუალოდ ტბაში და მის ნაპირებზე შეინიშნება სადრენაჟო სისტემა.

შენიშვნა 3.: უშუალოდ ტბის ჰაბიტატს ვერ ვადგენთ, რადგან არ გავაჩნია ინფორმაცია ამ ტბის მცენარეების შესახებ.

შენიშვნა 4.: მინიჭებული კოდი არის კონკრეტული ლოკაციის კოდი - ტბის დასავლეთით ნატბურ ადგილას ჩამოყალიბებული ლიტორალური ჰაბიტატის კოდი.

შენიშვნა 5.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.181

D5.213 – Greater pond sedge beds

ისლისსაფრიანი დიდი წყალსატევები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სულდას მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex riparia*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus articulatus*, *Scolochloa festucacea*, *Potamogeton natans*, *Beckmannia eruciformis*, *Ranunculus caucasicus*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია გამოიყენება სათიბ-საძოვრებად.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.182

D5.213 – Greater pond sedge beds

ისლისსაფრიანი დიდი წყალსატევები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სულდას მიდამოები, სულდას აღკვეთილი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex riparia*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex lasiocarpa*;

თანმხლები სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton natans*, *Beckmannia eruciformis*, *Luzula multiflora*, *Ranunculus caucasicus*;

რელიეფი - ბრტყელი, სუსტად დახრილი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.188

D5.214 – Bottle, bladder and slender sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex rostrata*-ს, *Carex lasiocarpa*-სა და სხვ. დომინატობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სპასოვკის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis palustris*;

თანმხლები სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*, *Beckmannia eruciformis*, *Cirsium vulgare*, *Phleum phleoides*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, განვითარებულია კოლბოხები; ჰაბიტატი მოქცეულია დაბალ სერებს შორის;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, გაზაფხულზე მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული, სავარაუდოდ, მჟავე; სავარაუდოდ განვითარებულია ტორფის ფენა;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1: დიდი ხნის წინ ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.187

D5.214 – Bottle, bladder and slender sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex rostrata*-ს, *Carex lasiocarpa*-სა და სხვ. დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, კარწახი (დაცული ტერიტორია);

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex lasiocarpa*;

თანმხლები სახეობები - *Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Carex disticha*;

რელიეფი - ძლიერ ლამბაქისებრი, დაბალ ფერდობებს შორის ვულკანის კრატერით მოქცეული;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული, მაღალია მჟავიანობა; სავარაუდოდ განვითარებულია ტორფის ფენა;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: დამახასიათებელია ისლების დიდი რაოდენობა და სახეობრივი სიმდიდრე.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია ითიბება.

შენიშვნა 2.: დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.244

D5.212 – Slender tufted sedge beds and related communities

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex acuta*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ორლოვკა, ახმაზის ტბის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex acuta*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Potamogeton natans*, *Phleum phleoides*, *Taraxacum officinale*, *Cirsium vulgare*;

რელიეფი - თითქმის ბრტყელი ვაკე, კოლბოხებიანი;

ზედაპირი - პერმანენტულად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ლოკაციისთან ახლოს მდებარეობს ფერმა და ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია იძოვება.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.224

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ოკამისა და სოფ. კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Eleocharis palustris*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Beckmannia eruciformis*;

თანმხლები სახეობები - *Lolium rigidum*, *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*, *Inula britannica*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; სავარაუდოდ, ტერიტორია წვიმიანი სეზონში იტბორება და წლის დანარჩენ პერიოდში მიწა ინარჩუნებს ტენს;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული, დატკეპნილი, დამშრალი;

გამოყენება - საძოვარი (ეტყობა საქონლის ნავალი).

შენიშვნა 1.: მეორეული ტენიანი მდელო;

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტერიტორია გამოიყენება საძოვრად.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.223

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ოკამისა და სოფ. კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელეფიკატორ-დომინანტი - *Eleocharis palustris*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Beckmannia eruciformis*;

თანმხლები სახეობები - არ აღირიცხა;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; ტერიტორია წვიმიანი სეზონში იტბორება და წლის დანარჩენ პერიოდში მიწა ინარჩუნებს ტენს;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული, დატკეპნილი, დამშრალი;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: მეორეული ტენიანი მდელო;

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტერიტორია გამოიყენება საძოვრად.

შენიშვნა 3.: ფლორისტულად დარიბია.

შენიშვნა 4.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.171

C3.421A - Mediterranean [*Eleocharis*] swards

ხმელთაშუაზღვეთური ეწერი ელეოქარისის (*Eleocharis*) საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სოფ. ოკამსა და კუმურდოს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელეფიკატორ-დომინანტი - *Eleocharis palustris*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Beckmannia eruciformis*;

თანმხლები სახეობები - *Blysmus compressus*, *Sparganium emersum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Ranunculus ophioglossifolius*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ნატბური ადგილი;

ზედაპირი - პერიოდულად წყლით დაფარული, თუმცა, სავარაუდოდ, წლის უმეტეს პერიოდში დაფარულია წყლით და თოვლით;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული.

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1.: ნატბურ ადგილას განვითარებული ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: მონაწილეობს ჭაობის დამახასიათებელი მცენარეები: *Eleocharis palustris*, *Blysmus compressus*, *Sparganium emersum*, *Ranunculus ophioglossifolius*.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.175

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სოფ. კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus atratus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex disticha*;

თანმხლები სახეობები - *Agrostis vinealis*, *Phleum phleoides*, *Stipa pulcherrima*, *Beckmannia eruciformis*, *Lolium rigidum*, *Cirsium vulgare*;

რელიეფი - პლატოზე მდებარე ძალიან სუსტად ლამბაქისებრი;

48

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; ტერიტორია, სავარაუდოდ, წვიმიანი სეზონში იტბორება და წლის დანარჩენ პერიოდში მიწა ინარჩუნებს ტენს;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული, დატკეპნილი, დამშრალი;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1.: მეორეული ტენიანი მდელო; აქ იზრდება მდელოს ელემენტები (მარცვლოვნები) და გამდელოების პროცესი ღრმად არის წასული.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.169

D5.211 – Brown sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex disticha*-ს დომინატობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ოკამისა და კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis uniglumis*;

თანმხლები სახეობები - *Potamogeton natans*, *Alisma plantago-aquatica*, *Beckmannia eruciformis*, *Typha angustifolia*, *Utricularia vulgaris*, *Capsella bursa-pastoris*, *Sparganium emersum*, *Ceratophyllum demersum*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, შეინიშნება ტორფის ფენა, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი დეპრესიულ ჭაობი.

შენიშვნა 2: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.227

D5.2 – Beds of large sedges normally without free-standing water - დიდტანიანი ისლების ჰაბიტატები მუდმივად მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ოკამისა და სოფ. კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Beckmannia eruciformis*;

თანმხლები სახეობები - *Eleocharis palustris*, *Capsella bursa-pastoris*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; სავარაუდოდ სეზონურად არის დატბორილი და სეზონურად დგება წყალი (სავარაუდოდ, წყლის დასაწრეტად არის დრენაჟები);

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1: დრენაჟირებისა და თიბვის გამო აქ ჭაობის სტრუქტურა დარღვეულია (დეგრადირებულია) და მიმდინარეობს გამდებლობის პროცესი. ეს რეალურად არის გარდამავალი ჰაბიტატი ჭაობსა და ტენიან მდელოს შორის.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.194

C1.2414 - Broad-leaved pondweed carpets

მეზოტროფული ტბები და გუბურები წყლის ვაზის საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სოფ. ოკამისა და კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Potamogeton natans;

დამახასიათებელი სახეობები - Eleocharis palustris;

თანმხლები სახეობები - Iris pseudacorus, Typha latifolia, Beckmannia eruciformis, Alisma plantago-aquatica, Butomus umbellatus, Bidens tripartita;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ტბა; ჰაბიტატი მდებარეობს უშუალოდ ტბაში.

ზედაპირი - მუდმივწყლიანი;

ნიადაგი - -;

გამოყენება - არ არის ცნობილი;

გარემომცველი ჰაბიტატები - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის პროცესი კარგადაა გამოსატული;

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.236

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

50

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - -;

დამახასიათებელი სახეობები - -;

თანმხლები სახეობები - -;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი (დაკვირვების მომენტში მოთიბულია).

შენიშვნა 1.: ეს არის მეორეული წარმოშობის ტენიანი მდელო (*Nardetum stricta*).

შენიშვნა 2.: იმის გამო რომ ჰაბიტატი მოთიბული იყო, ფლორისტული შემადგენლობის აღრიცხვა ვერ მოხერხდა.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.235

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სოფ. თმოგვისა და სოფ. კუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phleum phleoides*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lolium rigidum*;

თანმხლები სახეობები - *Agrostis capillaris*, *Achillea millefolium*, *Cirsium vulgare*, *Capsella bursa-pastoris*, *Arctium lappa*, *Dactylis glomerata*, *Senecio vernalis*, *Artemisia absinthium*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: მცენარეულობა არის მეორეული წარმოშობის მარცვლოვნიანი ტენიანი მდელო.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.230

D5.2 – Beds of large sedges normally without free-standing water

დიდტენიანიისლების ჰაბიტატები მუდმივად მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. კუმურდოსა და სოფ. თმოგვის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Phleum phleoides*;

თანმხლები სახეობები - *Lolium rigidum*, *Trifolium canescens*, *Agrostis capillaris*, *Cichorium intybus*, *Cirsium vulgare*, *Senecio leucanthemifolius* subsp. *vernalis*, *Agrimonia eupatoria*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; სავარაუდოდ სეზონურად არის დატბორილი და სეზონურად დგება წყალი (სავარაუდოდ, წყლის დასაწრეტად არის დრენაჟები);

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ტერიტორიის ირგვლივ არის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები (სახნავი და კარტოფილის პლანტაციები).

შენიშვნა 3.: ფლორისტულ შემადგენლობაში არის მდელოს ტიპური ელენტები;

შენიშვნა 4.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.222

C3.21 - Common reed (*Phragmites*) beds – ლელიანი (*Phragmitetum australis*) ლიტორალური ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ნაქალაქევისა და სოფ. თმოგვის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Typha latifolia*, *Lythrum salicaria*, *Equisetum palustre*, *Lemna minor*, *Alisma plantago-aquatica*, *Carex diluta*, *Carex elata*, *Schoenoplectus lacustris*, *Euonymus europaeus*;

რელიეფი - ფერდობების ძირში არსებული ჩაღრმავება;

ზედაპირი - პერმანენტულად წყლით დაფარული; იკვებება გრუნტის წყლებით;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - თიბვა.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი - ეუტროფული სტადიის ჰაბიტატი. ეს არის მოზაიკური ჰაბიტატი, სადაც ყველაზე მეტი ფართობი უკავია ლელიანს (*Phragmitetum australis*), ფრაგმენტულად შეჭრილია ლემნიანი (*Lemnetum minor*).

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.231

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სოფ. თმოგვისა და სოფ. ყუმურდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Beckmannia eruciformis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex disticha*;

თანმხლები სახეობები - *Phleum phleoides*, *Eleocharis palustris*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium canescens*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი (დაკვირვების მომენტში მოთიბულია).

შენიშვნა 1.: მეორეული მარცვლოვნიანი ტენიანი მდელო;

შენიშვნა 2.: შემორჩენილია *Carex disticha* და *Eleocharis palustris*, რაც ნიადაგის დატენიანებაზე მიუთითებს.

შენიშვნა 3.: აღწერა ჩატარდა გაუთიბავ 50² მ ფართობზე.

შენიშვნა 4.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.232

C3.5 - Periodically inundated shores with pioneer and ephemeral vegetation -

პერიოდულად დატბორვადი სანაპიროები პიონერული და ეფემერული მცენარეულობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სოფ. თმოგვისა და სოფ. ყუმურდოს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Calamagrostis pseudophragmites*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex disticha*;

თანმხლები სახეობები - *Beckmannia eruciformis*, *Persicaria maculosa*, *Butomus umbellatus*, *Scolochloa festuacea*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი (სადამდეც შედის ტექნიკა).

შენიშვნა 1.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია გამოიყენება სახნავ-სათესად.

შენიშვნა 2: ლიტორალურ ჰაბიტატისადმი მიკუთვნება პირობითია.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.275

D5.215 – Tufted sedge and sward sedge tussocks

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex elata*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex elata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Scloorchloa festucea*;

თანმხლები სახეობები - *Carex disticha*, *Carex vesicaria*, *Agrostis vinealis*, *Juncus articulatus*, *Phleum phleoides*, *Beckmannia eruciformis*;

რელიეფი - თითქმის ბრტყელი, ჰაბიტატი გარშემორტყმულია დაბალი და საშუალო სიმაღლის სერებით;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; სავარაუდოდ, ზედაპირი სეზონურად მცირე ხნით იტბორება;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული, მშრალია;

გამოყენება - ითიბება.

შენიშვნა 1.: დიდი ხნის წინ ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: სავარაუდოდ, საზრდოობს ფერდობებიდან ჩამონადენი წყლებითა და წვიმის წყლით;

შენიშვნა 3.: განვითარებულია სქელი მკვდარი მასა;

შენიშვნა 3.: სავარაუდოდ, ჰაბიტატი განვითარებულია ტუტე ნიადაგებზე, რაზეც მეტყველებს *Phleum phleoides*-ის მონაწილეობა და ნიადაგში ორვალენტიანი რკინის დაბალი შემცველობა.

შენიშვნა 4.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.221

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis uniglumis*;

თანმხლები სახეობები - *Cladium mariscus*, *Beckmannia eruciformis*, *Arctium lappa*, *Typha latifolia*, *Sparganium emersum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Alopecurus aequalis*, *Epilobium palustre*, *Cirsium sp.*, *Rumex sp.*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, შესაძლებელია სეზონურად იფარებოდეს წყლით;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ლოკაციის მცენარეული საფარი არის მოზაიკური - ცალკეულ მონაკვეთზე არის სხვადასხვა სახეობის კონცენტრირება. ფლორისტულ შემადგენლობა არის რუდერალური მცენარეებიც (*Arctium lappa*, *Cirsium sp.*, *Rumex sp.* და სხვ.).

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტარიტორიები ითიბება.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.277

C3.241- Arrowhead communities

ისარას თანასაზოგადოებები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Sparganium emersum*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex elata*;

თანმხლები სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*, *Scolochloa festucacea*, *Hypericum mutillum*, *Juncus articulatus*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება, თიბვა.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი - მეზოტროფული სტადიის ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის გარშემო ტერიტორია ითიბება.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე;

შენიშვნა 4.: მცირე - 200 მ² ფართობის ჰაბიტატი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.337

D5.214 – Bottle, bladder and slender sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex rostrata*-ს, *Carex lasiocarpa*-სა და სხვ. დომინატობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო - 6705-6738;

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex hirta*;

თანმხლები სახეობები - *Comarum palustre*, *Calamagrostis epigejos*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ჰაბიტატი მოქცეულია სხვადასხვა სიმაღლის ფერდობებს შორის, ზედაპირი ტალღისებრია;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; სავარაუდოდ, საზრდოობს ფერდობებიდან ჩამონადენი ნაღობი წყლებითა და წვიმის წყლით;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული; განვითარებულია ტორფის სქელი ფენა, ზედაპირი რბილია და ფეხი იფლობა;

გამოყენება - არ არის ცნობილი, წვავენ ყოველწლიურად;

შენიშვნა 1.: დიდი ხნის წინ ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ჩვენი აზრით, ჰაბიტატი განვითარებულია მჟავე ნიაგებზე, რაზეც მიუთითებს *Carex hirta*-ს მონაწილეობა. ეს სახეობა არის მჟავე ნიადაგების ინდიკატორი მცენარე. ამასთანავე,

თვით ედიფიკატორი (*Carex rostrata*) გავრცელებულია სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე, მათ შორის მუხავ ნიადაგებზე.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.271

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex elata*;

თანმხლები სახეობები - *Calamagrostis epigejos*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, სეზონურად იფარება წყლით;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტარიტორიის ნაწილი იძოვება, არის სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთები.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის მცენარეული საფარი არის მოზაიკური - ცალკეულ მონაკვეთზე არის სხვადასხვა სახეობის კონცენტრირება. ფლორისტულ შემადგენლობაში არის რუდერალური მცენარეებიც (*Arctium lappa*, *Cirsium* sp., *Rumex* sp. და სხვ.).

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.159

D5.212 – Slender tufted sedge beds and related communities

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex acuta*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex acuta*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Typha latifolia*;

თანმხლები სახეობები -

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სეზონურად წყლით დაფარვა შესაძლებელია იყოს უფრო მეტი;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ედიფიკატორი არ არის *Typha latifolia*. იგი ზოლად არის განვითარებული. ამასთანავე, მას მოსახლეობა წვავს.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია ითიბება.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.345

D5.2 – Beds of large sedges normally without free-standing water

დიდტანიანი ისლების ჰაბიტატები მუდმივად მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, სამსარი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბუღაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex lachenalii*;

თანმხლები სახეობები - *Carex vesicaria*, *Juncus effusus*, *Beckmannia eruciformis*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Juncus atratus*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - არ არის გაღებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.134

D5.2152 – Sward sedge tussocks

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex cespitosa*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხანდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex cespitosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Galium verum*, *Menyanthes trifoliata*, *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton natans*, *Sparganium emersum*, *Batrachium divaricatum*, *Lemna trisulca*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, შემოსაზღვრულია დაბალი სერებითა და გორებით, კოლბოხებიანი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სავარაუდოდ, სეზონურად წყლით მთლიანდ იფარება;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ნაწილობრივ ითიბება.

შენიშვნა 1.: გამოკვეთილია წყალთან დაკავშირებული ობლიგატური სახეობების სიმრავლე (*Potamogeton natans*, *Batrachium divaricatum*, *Sparganium emersum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Menyanthes trifoliata*, *Lemna trisulca*), რაც მიუთითებს, რომ ამ ლოკაციის ზედაპირი ფრაგმენტულად მუდმივად არის დაფარული წყლით

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია და ნაწილობრივ ჭაობიც ითიბება.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.327

C1.2414 - Broad-leaved pondweed carpets

მეზოტროფული ტბები და გუბურები წყლის ვაზის საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხანდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Potamogeton natans*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Beckmannia eruciformis*;

თანმხლები სახეობები - *Typha latifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Juncus filiformis*, *Persicaria maculosa*, *Eleocharis palustris*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ტბა; ჰაბიტატი მდებარეობს უშუალოდ ტბაში.

ზედაპირი - მუდმივწყლიანი;

ნიადაგი - -;

გამოყენება - ტბას მოსახლეობა იყენებს რეზერვუარად და სარწყავად.

გარემომცველი ჰაბიტატები - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის პროცესი სუსტადაა გამოხატული.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.129

D5.21 – Beds of large [Carex] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, სოფ. მოლითის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex lasiocarpa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex elata*;

თანხლები სახეობები - *Juncus effusus*, *Equisetum palustre*, *Juncus articulatus*, *Calamagrostis epigejos*, *Comarum palustre*, *Petasites albus*, *Salix caprea*;

რელიეფი - ვაკე (Vally) - დაბალ ფერდობებს (სერებს) შორის მოქცეული ჩადაბლებული ვაკე, რომელიც ტბის მიმართულებით არის „გახსნილი“ და წარმოადგენს ტბის ტოპოგრაფიულ

გაგრძელებას; თუმცა, აქ შედარებით სუსტად არის გამოხატული ხეობებს შორის მოქცეული ვაკე რელიეფი.

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; შესაძლებელია სეზონურად მოხდეს ზედაპირის წყლით დაფარვა, რაზეც მიუთითებს ფლორისტული შემადგენლობა;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფის დიდი რაოდენობით შემცველი, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - თიბვა.

შენიშვნა 1: ეს ჰაბიტატი არ არის წარმოქმნილი ეუტროფიკაციის შედეგად და არ უნდა იყოს წარმოქმნილი არც ტბის უკან დახვევის შედეგად. ნიადაგის წყლით გაჯერებულობა, მისი ტორფიანობი და რელიეფის ფორმა მიუთითებს, რომ ეს, სავარაუდოდ, არის წყლის სტაბილური რეჟიმის მქონე ჰაბიტატი. წყლის რეჟიმი, სავარაუდოდ, ორი ფაქტორითაა განპირობებული: (1) ატმოსფერული ნალექები და დაბალი ფერდობებიდან ჩამონაჟონი წყალი და (2) ტბიდან ფილტრაციული ტენის გაჟონვა. ასეთი სტაბილური წყლის რეჟიმი განაპირობებს ჭაობის ნიადაგების არსებობასა და ნიადაგში ტორფის დიდ რაოდენობას.

შენიშვნა 2: ტიპურ D5.21-ის ჰაბიტატებს არ შეესაბამება.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.136

D5.2152 – Sward sedge tussocks

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex cespitosa*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხანდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex cespitosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Carex rostrata*; *Persicaria maculosa*, *Alopecurus arundinaceus*, *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, კოლბოხებიანი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; სავარაუდოდ, ზედაპირი სეზონურად მცირე ხნით იტბორება;

ნიადაგი - არ არის გაღებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ისლების გარდა წყალთან დაკავშირებული ობლიგატური სახეობები არ აღინიშნა. თანმხლები სახეობები მიუთითებს, რომ დაწყებულია გამდელოების პროცესი. შესაბამისად, შედარებით მშრალი ვარიანტია.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.348

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხანდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex pallescens*;

თანმხლები სახეობები - *Eleocharis palustris*, *Calamagrostis epigejos*, *Juncus atratus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton natans*, *Beckmannia eruciformis*, *Blysmus compressus*, *Batrachium divaricatum*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ირგვლივ აქვს სხვადასხვა სიმაღლის სერები და ფერდობები;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, სეზონურად იფარება წყლით;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: სავარაუდოდ, ზედაპირი სეზონურად ძლიერ იფარება წყლით, რაზეც მეტყველებს *Potamogeton*-ის, *Batrachium*-ისა და *Alisma plantago-aquatica*-ს დაკნინებული "ნარჩენი" ინდივიდების არსებობა.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტარიტორიები ითიბება.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.333

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ტაბაწყური, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხანდოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carx disticha*;

თანმხლები სახეობები - *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton natans*, *Utricularia vulgaris*, *Batrachium divaricatum*, *Ranunculus ophioglossifolius*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - განვითარებულია ტორფის თხელი ფენა, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი (გარდა წყლიანი მიკრო მონაკვეთის გარდა)

შენიშვნა 1.: წყლის ფრაგმენტი არის მხოლოდ ყველაზე ჩაღრმავებულ (დეპრესიულ) მიკრო მონაკვეთზე, რომელიც გავაერთიანეთ საერთო ჰაბიტატში.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტარიტორიები ითიბება.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.49

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, გორის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ვარიანის მიდამოები

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება - სასოფლო-სამეურნეო სავარგული - ვაშლის ბაღი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.226

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, ავტობანის პირას;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: ყოფილი ნაჭაობარი, ამჟამად არაჭარბტენიანი ტერიტორია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.225

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, ქარელის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ქვედა ხვედურეთის მიდამოები, სოფ. ხვედურეთსა და ქარელს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება - სასოფლო-სამეურნეო სავარგული - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა: ყოფილი ნაჭაობარი, ამჟამად არაჭარბტენიანი ტერიტორია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.46

D5.1 – Reedbeds normally without free-standing water

მაღალი ჰელოფიტების ფორმაციები მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, გორის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სკრის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Molinia caerulea*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus effusus*, *Glycyrrhiza glabra*, *Bolboschoenus maritimus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Elaeagnus rhamnoides*, *Crataegus microphylla*, *Rosa canina*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: მცენარეული საფარი არის მოზაიკური - ადგილი აქვს *Phragmites australis*-ისა და *Molinia caerulea* -ის დაჯგუფებების მონაცვლეობას; სჭარბოს ლელის (*Phragmites australis*) ედიფიკატორობით შექმნილი თანასაზოგადოებები.

შენიშვნა 2.: ძოვების გამო მცენარეული საფარი დეგრადირებულია. ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

შენიშვნა 3.: ტერიტორიის ირგვლივ არის არხი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.302

AGR

სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთი

ადგილმდებარეობა - შიდა ქართლი, ქარელის მუნიციპალიტეტი, სოფ. აბისის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Cladium mariscus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Iris pseudacorus*;

თანმხლები სახეობები - *Molinia caerulea*, *Juncus effesus*, *Mentha aquatica*;

რელიეფი - ბრტყელი, სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი

შენიშვნა 1.: ჭარბტენიანი ეკოსისტემისათვის შესაფერისი გარემო.

შენიშვნა 2.: ძოვების გამო მცენარეული საფარი მეტ-ნაკლებად დეგრადირებულია.

შენიშვნა 3.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორიაზე დაამრეს წყალი და იყენებენ სახნავად.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.120

D5.2122- Lesser pond sedge beds

ისლისსაფრიანი პატარა ტბები და გუბურები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, აგრიკარი-ემლიკლი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex acuta*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Carex mucronata*, *Carex rostrata*, *Eleocharis palustris*, *Carex transcaucasica*, *Luzula stenophylla*;

რელიეფი - სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება;

შენიშვნა 1.: ღრენირებული;

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე;

შენიშვნა 3.: ლოკაციის დახასიათება მოცემულია შპს "ქელქვას" 2008 წ. ანგარიშის მიხედვით.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.165

C3.29 - Water-fringing large sedge communities

წყლის გარშემო არსებული დიდტანიანი ისლების ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, აბულის ტბა (აბულგიოლი);

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Casrex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex elata*;

თანმხლები სახეობები - *Carex lasiocarpa*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად, ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი -ჭაობის, ტორფნარი, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი;

შენიშვნა1.: ლოკაციის ირგვლივ ტერიტორია ითიბება;

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 3.: ლოკაციის დახასიათება მოცემულია შპს "ძელქვას" 2008 წ. ანგარიშის მიხედვით.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.330

C3.29 - Water-fringing large sedge communities

წყლის გარშემო არსებული დიდტანიანი ისლების ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, ვერანა-ჭობარეთი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex elata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Calamagrostis pseudophragmites*;

თანმხლები სახეობები - *Eleocharis palustris*;

რელიეფი - მდინარისპირა კალაპოტი, ვაკე რელიეფი;

ზედაპირი - პერმანენტულად, ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, დეგრადირებული ტორფნარი, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: ლოკაციის მიმდებარედ არის ტირიფნარი (*Salicetum* sp.) სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები.

შენიშვნა 2.: დრენირებული.

შენიშვნა 3.: ლოკაციის დახასიათება მოცემულია შპს "ძელქვას" 2008 წ. ანგარიშის მიხედვით.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.135

D5.21 – Beds of large [*Carex*] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბეჟანოსა და სოფ. ბარალეთს შორის, აგანდირჩალის ტბასთან;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis uniglumis*;

თანმხლები სახეობები - *Eleocharis palustris*, *Sparganium emersum*, *Lemna trisulca*, *Typha angustifolia*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, დეგრადირებული ტორფიანი, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - თიბვა და ძოვება.

შენიშვნა 1.: სავარაუდოდ, ლოკაციის შუაში არის წყლიანი ფრაგმენტი *Potamogeton*-ის მონაწილეობით.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 3.: ლოკაციის დახასიათება მოცემულია შპს "ძელქვას" 2008 წ. ანგარიშის მიხედვით.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.215

C3.29 - Water-fringing large sedge communities

წყლის გარშემო არსებული დიდტანიანი ისლების ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, გოდორები - დიდი აბული;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Casrex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus filiformis*;

თანმხლები სახეობები - *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *Carex transcaucasica*, *Luzula stenophylla*;

რელიეფი - ტბის მიმდებარე სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად, ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, ტორფიანი, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი

შენიშვნა 1.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე;

შენიშვნა 3.: ლოკაციის დახასიათება მოცემულია შპს "ძელქვას" 2008 წ. ანგარიშის მიხედვით.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 2.280

D5.214 – Bottle, bladder and slender sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex rostrata*-ს, *Carex lasiocarpa*-სა და სხვ. დომინანტობით ადგილმდებარეობა - ჯავახეთი, ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი, დიდი სამსარი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex cespitosa*;

თანმხლები სახეობები - არ გავქვს ინფორმაცია;

რელიეფი - სუსტად ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;;

ნიადაგი - ქაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: დრენირებული;

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე;

შენიშვნა 3.: ლოკაციის დახასიათება მოცემულია შპს "ძელქვას" 2008 წ. ანგარიშის მიხედვით.

3 - ხრამის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.38

C3.245 – Flowering rush communities - ჩალაყვავილას (*Butomus umbellatus*) თანასაზოგადოებები

ადგილმდებარეობა - ქვემო ქართლი, წალკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სანთას მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Butomus umbellatus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eleocharis palustris*;

თანმხლები სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*, *Polygonum carneum*, *Blysmus compressus*, *Calamagrostis epigejos*, *Phragmites australis*, *Batrachium divaricatum*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - ტერიტორიის უმეტეს ნაწილში წყალი დამშრალია, წყლით დაფარულია მცირე ნაწილი - წყალი ჭრილების სახით ფრაგმენტულადაა შემორჩენილი;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ჭაობი - მეზოტროფული სტადიის ჰაბიტატი, რომელიც გადადის ეუტროფულ სტადიაში.

შენიშვნა 2.: ლოკაციის გარშემო ტერიტორია ითიბება.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.152

C1.32 - Free-floating vegetation of eutrophic waterbodies

ეუტროფული წყალსატევები თავისუფლად მოტივტივე მცენარეულობით

ადგილმდებარეობა - ქვემო ქართლი, წალკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სანთას მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Lemna minor*;

დამახასიათებელი სახეობები - არ არის;

თანმხლები სახეობები - არ არის;

რელიეფი - ლამბაქისებრ ჩაღრმავებაში არსებული ტბა;

ზედაპირი - მუდმივწყლიანი;

ნიადაგი - არ არის;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: ეუტროფიკაციის პროცესის ბოლო - ეუტროფული სტადია;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.37

D5.211 – Brown sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex disticha*-ს დომინატობით

ადგილმდებარეობა - ქვემო ქართლი, წალკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სანთას მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Persicaria maculosa*;

თანმხლები სახეობები - *Calamagrostis arundinacea*, *Juncus articulatus*, *Alisma plantago-aquatica*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი;

გარემომცველი ჰაბიტატები - სათიბი.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი დებრესიული ჭაობი.

შენიშვნა 2: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.39

C1.2414 - Broad-leaved pondweed carpets

მეზოტროფული ტბები და გუბურები წყლის ვაზის საფრით

ადგილმდებარეობა - ქვემო ქართლი, წალკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. იმერას მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Potamogeton natans*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Phragmites australis*;

თანმხლები სახეობები - *Typha latifolia*, *Carex vesicaria*, *Calamagrostis arundinacea*, *Cephalaria gigantea*, *Arctium lappa*, *Nymphaea alba*, *Lycopus europaeus*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ტბა; ჰაბიტატი მდებარეობს უშუალოდ ტბაში.

ზედაპირი - მუდმივწყლიანი;

ნიადაგი - -;

გამოყენება - ღუმფარების მოპოვება.

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის პროცესი კარგადაა გამოსატული;

შენიშვნა 2.: ჰაბიტატის სტრუქტურა არის მოზაიკური - პოტამოგეტონიან მონაკვეთებში შეჭრილია სხვა მცენარეები (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Carex vesicaria* და სხვ.).

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.142

D5.213 – Greater pond sedge beds

ისლისსაფრიანი დიდი წყალსატევები

ადგილმდებარეობა - ქვემო ქართლი, წალკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბეშთაშენის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex riparia*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Typha angustiflora*;

თანმხლები სახეობები - *Filipendula vulgaris*, *Potamogeton natans*, *Lycopus europaeus*, *Lemna minor*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი (კერძო საკუთრება).

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატის შუაში შემორჩენილია მცირე ზომის წყლიანი სივრცე. ეუტროფიკაციის პროცესი შედარებით ახალი დაწყებულია.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.34

D5.2142 – Bladder sedge beds

ისლისსაფრიანი ჰაბიტატები *Carex vesicaria*-ს დომინანტობით

ადგილმდებარეობა - ქვემო ქართლი, წალკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბარეთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus effusus*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus articulatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Calamagrostis arundinacea*, *Lycopus europaeus*, *Persicaria maculosa*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - თიბვა-ძოვება.

შენიშვნა 1.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტერიტორია გამოიყენება სახნავ-სათესად და სათიბად.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.164

D5.213 – Greater pond sedge beds

ისლისსაფრიანი დიდი წყალსატევები

ადგილმდებარეობა - სოფ. ემლიკლისა და დმანისის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex riparia*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Calamagrostis epigejos*;

თანმხლები სახეობები - *Carex disticha*, *Juncus effusus*, *Petasites albus*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - არ არის გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.178

D5.213 – Greater pond sedge beds

ისლისსაფრიანი დიდი წყალსატევები

ადგილმდებარეობა - სოფ. ემლიკლისა და დმანისის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex riparia*;

თანმხლები სახეობები - *Carex pendula*, *Scolochloa festucacea*, *Agrostis vinealis*, *Juncus conglomeratus*, *Lythrum salicaria*, *Achillea millefolium*, *Comarum palustre*, *Anthoxanthum odoratum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - თიბვა, ძოვება.

შენიშვნა 1.: დრენირებული, შუაში გადის არხი;

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.195

D5.21 – Beds of large [Carex] species

ჰაბიტატები დიდტანიანი ისლების საფრით

ადგილმდებარეობა - დმანისი, ემლიკლის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex cespitosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lysimachia vulgaris*;

თანმხლები სახეობები - *Lythrum salicaria*, *Potamogeton natans*, *Utricularia vulgaris*, *Ranunculus ophioglossifolius*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატი განვითარებულია მუდმივწყლიანი გუბურის ირგვლივ, რომელიც ფართობის სიმცირის გამო ვერ გამოვყავით დამოუკიდებელ ჰაბიტატად. სწორედ ამ გუბურის ზეგავლეთ არის ამ ჰაბიტატის ზედაპირი ნაწილობრივ წყლით დაფარული ხოლო ნიადაგი წყლით გაჯერებული.

შენიშვნა 2.: *Potamogeton natans* და *Utricularia vulgaris* იზრდება გუბურაში.

შენიშვნა 3.: ლოკაციის ირგვლივ არსებული ტარიტორია ითიბება.

შენიშვნა 4.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 3.194

E1.7 - Closed non-Mediterranean dry acid and neutral grassland

არახმელთაშუაზღვეთური მშრალი მდელოები მჟავუ და ნეიტრალურ ნიადაგებზე

ადგილმდებარეობა - დმანისი, ემლიკლი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Nardus stricta*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Alchemilla* sp.;

თანმხლები სახეობები - *Carex canescens*, *Zannichellia palustris*, *Batrachium divaricatum*, *Lemna trisulca*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, ყველაზე ჩადაბლებულ ნაწილში არის ძალიან მცირე ზომის გუბურა;

ზედაპირი - ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება.

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატის მცენარეული საფარი არის მდელო, რომელიც ძლიერ დეგრადირებულია, რაც დაკავშირებულია გადაჭარბებულ ძოვებასთან. ჰაბიტატის მცენარეული საფარი და ნიადაგი არ შეესაბამება ერთმანეთს.

შენიშვნა 2.: დღეისათვის ჰაბიტატის მცენარეული საფარი არის მდელოს მცენარეულობა, კერძოდ ნარდუსიანი (*Nardetum strictum*). მდელოს მცენარეულობის წარმოქმნა ჭარბტენიანი ჰაბიტატებიდან სავარაუდოდ, განხორციელდა შემდეგი სტადიების გავლის შემდეგ: (1) ეუტროფიკაციის შედეგად ჯერ ჩამოყალიბდა D კატეგორიის ჭაობი; (2) მისი ძლიერი გაძოვის შედეგად დაირღვა მცენარეული საფრის სტრუქტურა; (3) შეიჭრა ძიგვა (*Nardus stricta*) და მარმუჭი (*Alchemilla* sp.), ხოლო ჭაობის დამახასიათებელი მცენარეები ჰაბიტატიდან „განიდევნა“ (მათგან შემორჩა *Carex canescens*). სავარაუდოდ, ეს პროცესი დაახლოებით ბოლო 50 წლის განმავლობაში განხორციელდა. ცნობილია, რომ ნიადაგის სტრუქტურა და შემადგენლობა არის შედარებით სტაბილური და შედარებით ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ნარჩუნდება. შესაბამისად, მცირე დროის (დაახლოებით 50 წელი) განმავლობაში არ მოხდა მისი ცვლა და დღეს ამ ჰაბიტატში ისევ არის ჭაობის ნიადაგი. ჭაობის ნიადაგის შენარჩუნებას ხელი შეუწყობს ასევე წყლის რეჟიმმა და კლიმატურმა პირობებმა. ამჟამად ჰაბიტატის ზედაპირი კვლავ წყლით არის დაფარული, რაც ჭარბტენიანი ეკოსისტემების მახასიათებელია და არ შეესაბამება მდელოს ეკოსისტემებს. მიუხედავად ამისა, ჰაბიტატის მცენარეული საფარი არის მდელოს მცენარეულობა, ოღონდ ძოვების ზეგავლენით დეგრადირებული.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება; დეგრადაციის მაღალი დონე.

4 - ჩრდილო-აღმოსავლეთის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.3

E4.4 - Calcareous alpine and subalpine grassland

კირქვიანი ალპური და სუბალპური მდელოები

ადგილმდებარეობა - ხევი, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი, სოფ. თრუსოს მიდამოები (ტრავერტინებთან);

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex tristis* (დაფარულობა 90%);

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Nasturtium officinale*, *Koeleria luerssenii*, *Agrostis capillaris*, *Phragmites australis*;

რელიეფი - ფერდობებს შორის მოქცეული ბრტყელი, სუსტად უსწორმასწორო ზედაპირის მქონე ვაკე (Valley);

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ჟანგიანი წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი;

შენიშვნა 1. : სუბალპური მდელო, რომლის ტერიტორია მინერალური ნაკადულებითა და მინერალური წყაროებით არის დატენიანებული.

შენიშვნა 2.: ტერიტორია დაქსელილია ხელოვნური არხებით;

შენიშვნა 3.: სახეცვლილი, საშუალოდ დეგრადირებული ჰაბიტატი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.5

D5.2122- Lesser pond sedge beds - ისლისსაფრიანი პატარა ტბები და გუბურები

ადგილმდებარეობა - ხევი, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი, სოფ. კობის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Epilobium montanum*;

თანმხლები სახეობები - *Carex leporina*, *Poa annua*, *Nasturtium officinale*, *Triglochin palustris*;

რელიეფი - მდინარის კალაპოტში ფერდობებს შორის მოქცეული ბრტყელი, მდინარის მიმართულებით სუსტად დახრილი ვაკე (Valley);

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; იტბორება მდინარისა და მისი შენაკადი ნაკადულებისა და წყაროების წყლით.

ნიადაგი - ალუვიური, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: სუსტი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის დაბალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.6

D5.11– Common reed ([Phragmites]) beds normally without free-standing water

ლელიანი მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - ხევი, დაბა ყაზბეგი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Blysmus compressus*;

თანმხლები სახეობები - *Trifolium spadiceum*, *Rhinanthus minor*, *Gentiana septemfida*, *Equisetum palustre*, *Epilobium palustre*, *Parnassia palustris*, *Juncus articulatus*, *Triglochin palustris*, *Salix caprea*, *Elaeagnus rhamnoides*;

რელიეფი - სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; იკვებება ნაკადულებითა და წყაროებით;

ნიადაგი - ქაობის, შეინიშნება ტორფის ნიშნები, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1.: ანთროპოგენური ზემოქმედების (თიბვა) შედეგად მცენარეული საფარი ძლიერ დეგრადირებულია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.8

D5.11– Common reed ([Phragmites]) beds normally without free-standing water

ლელიანი მდგარი წყლის გარეშე

ადგილმდებარეობა - ხევი, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი, სოფ. სნოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Agrostis vinealis*;

თანმხლები სახეობები - *Trifolium pratense*, *Rhinanthus minor*, *Anthriscus sylvestris*, *Carex hirta*, *Juncus articulatus*, *Lythrum salicaria*, *Epilobium palustre*;

რელიეფი - ფერდობებს შორის მოქცეული ბრტყელი ვაკე (Valley);

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ალუვიური, არ მიეკუთვნება ჭაობის ნიადაგებს, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი, ითიბება.

შენიშვნა 1.: ტერიტორია არის დრენირებული და წყალი, სავარაუდოდ, დგას დრენაჟებში და არა ძირითად ტერიტორიაზე. სადრენაჟო არხებში დომინირებს *Carex hirta*.

შენიშვნა 2.: დრენირების გამო, ჰაბიტატის მცენარეული საფარი არის ძლიერ სახეცვლილი. შესულია მდელოს ელემენტები. წყალთან ასოცირებული მცენარეები მეტწილად დრენაჟებთან არის გავრცელებული.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.9

E4.4 - Calcareous alpine and subalpine grassland

კირქვიანი ალპური და სუბალპური მდელოები

ადგილმდებარეობა - ხევი, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი, სოფ. აღმასიანის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex tristis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Blysmus compressus*;

თანმხლები სახეობები - *Carex riparia*, *Bromus variegatus*, *Alchemilla sericata*, *Cirsium obvallatum*, *Juncus inflexus*, *Nardus stricta*, *Swertia iberica*;

რელიეფი - ფერდობებს შორის მოქცეული უსწორმასწორო ზედაპირის მქონე სუსტად დახრილი ვაკე (Valley);

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული, რკინის მაღალი შემცველობით;

გამოყენება - საძოვარი;

შენიშვნა 1.: ალპური მდელო, რომლის ტერიტორიაზეც იკრებება რამდენიმე ნაკადული. ეს ნაკადულები წარმოქმნის ჭარბტენიან მონაკვეთებს რომლებზეც განვითარებულია ეს ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ტერიტორია დაქსელილია ხელოვნური არხებით;

შენიშვნა 3.: ანთროპოგენული ფატორების ზეგავლენით (ძლიერი ძოვება) მცენარეული საფარი ძლიერ დეგრადირებულია (დეგრადაციის მაღალი დონე).

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.10

C3.2 - Water-fringing reedbeds and tall helophytes other than canes

ლელიანებისა და მაღალი ჰელოფიტების (არა ლერწმის) ლიტორალური ჰაბიტატები
ადგილმდებარეობა - ხევი, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი, სოფ. აჩხოტსა და სნოს შორის
ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex elata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex vesicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Lycopodiella inundata*, *Alisma plantago-aquatica*, *Juncus articulatus*, *Phleum pratense*, *Typha angustifolia*;

რელიეფი - ფერდობებს შორის მოქცეული ბრტყელი ვაკე (Valley);

ზედაპირი - პერმანენტულად თითქმის მთლიანად (80-85%) დაფარულია წყლით;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1.: ფლორისტული შემადგენლობა წყალთან ასოცირებული სახეობებისგან შედგება.

შენიშვნა 2.: ჰაბიტატის წარმოქმნა დაკავშირებულია გზის გაყვანის შემდეგ აშენებულ დამბასთან - წყალი ველარ დრენირებს და ველარ გაედინება და ტბორავს ტერიტორიას. ეს არის ხევეების წყალი. ეს არის ატიპური ჭარბტენიანი ჰაბიტატი, რომელიც ჩამოყალიბების პროცესშია.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 4.13

F9.1 – Riverine scrub

მდინარისპირა ბუჩქნარი

ადგილმდებარეობა - ხევი, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ფანშეტის მიდამოები

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Elaeagnus rhamnoides*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Blysmus compressus*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus articulatus*, *Carex diluta*, *Epilobium dodonaei*, *Euphrasia caucasica*, *Agrostis vinealis*;

რელიეფი - მდინარის პირველი ტერასა, ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ჭაობისათვის დამახასიათებელი სახეობების სიმცირე; შესულია D4.2-ის მცენარეული ელემენტები (ბალახები).

შენიშვნა 2.: მცენარეული საფარი დეგრადირებულია - დეგრადაციის საშუალო დონე;

5 - რიონის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.131

D1.122 – Drained raised bogs

დრენირებული გუმბათოვანი ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ქობულეთის მიდამოები, ისპანი 1;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელდიფიკატორ-დომინანტი - *Sphagnum papillosum*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus effusus*;

თანმხლები სახეობები - *Sphagnum palustre*, *Rhynchospora caucasica*, *Rhynchospora alba*, *Pteridium tauricum*, *Carex lasiocarpa*, *Frangula alnus*, *Osmunda regalis*; *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Iris pseudacorus*, *Molinia caerulea*, *Rubus hirtus*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*; *Rhododendron luteum*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Rubus hirtus*; *Rhododendron ponticum*, *Pinus pinaster*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: სუსტად სახეცვლილი, ანთროპოგენური ზეგავლენა სუსტია, არ არის დეგრადირებული, პატარა მონაკვეთზე შემცირებულია სფაგნუმი და დომინანტის როლში არის *Juncus effusus*. ზოგიერთი მონაკვეთი დრენირებულია;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.130

D1.16 – Colchis lowlands percolation bog

კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ქობულეთის მიდამოები, ისპანი 2;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Sphagnum papillosum*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Drosera rotundifolia*;

თანმხლები სახეობები - *Sphagnum palustre*, *Molinia caerulea*, *Rhynchospora caucasica*, *Osmunda regalis*; *Pteridium tauricum*, *Frangula alnus*, *Rhododendron luteum*, *Vaccinium arctostaphylos*; *Rhododendron luteum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, პერიოდულად მთლიანად იტბორება;;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1: სუსტი ანთროპოგენური ზეგავლენა.

შენიშვნა 2. : სფაგნუმების სისქე 30-40 სმ.

შენიშვნა 3.: უნიკალური ჭაობია, იკვებება მხოლოდ წვიმის წყლით და წყლის დანაკარგი მხოლოდ აორთქლებით ხორცილდება;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.133

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ქობულეთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Frangula alnus*;

თანმხლები სახეობები - *Carpinus betulus*, *Rubus hirtus*, *Ruscus colchicus*, *Rubus caucasigenus*, *Smilax excelsa*, *Osmunda regalis*, *Juncus effuses*, *Rhynchospora caucasica*, *Polygonum thunbergii*, *Carex divulsa*, *Rhynchospora alba*, *Sphagnum palustre*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, ძირითადად სეზონურად;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.132

C1.2 – Permanent mesotrophic lakes, ponds and pools

პერმანენტულად მეზოტროფული ტბები, ტბორები და გუბეები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ქობულეთი, შემოვლითი გზის პირას;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Potamogeton natans*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex* sp.;

თანმხლები სახეობები - *Rhynchospora alba*, *Juncus effusus*, *Typha latifolia*, *Lythrum salicaria*, *Utricularia minor*, *Sphagnum palustre*, *Frangula alnus*, *Osmunda regalis*, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

რელიეფი - ტოპოგენური ჩაღრმავება ბრტყელი ზედაპირით;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

შენიშვნა: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი, მეზოტროფული სტადია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.134

C1.2 – Permanent mesotrophic lakes, ponds and pools

პერმანენტულად მეზოტროფული ტბები, ტბორები და გუბეები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ქობულეთი, შემოვლითი გზის პირას;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus effusus* (ნაპირებში);

დამახასიათებელი სახეობები - *Persicaria maculosa*;

თანმხლები სახეობები - *Utricularia minor*;

რელიეფი - ჩავარდნილი ვაკე, რომელიც მდებარეობს საავტომობილო გზებსა და შემადლებულ ტერიტორიას შორის;

ზედაპირი - პერმანენტულად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი (შემოღობილია).

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.128

INV - Habitat dominated by invasive species

ინვაზიური მცენარეები დომინანტობით შექმნილი ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ქობულეთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Polygonum thunbergii*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus effusus*;

თანმხლები სახეობები - *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Spagnum palustre*;

რელიეფი - ;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, პერიოდულად იტბორება;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 2.: ჰაბიტატი მდებარეობს არხთან ახლოს.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.52

D1.16 – Colchis lowlands percolation bog

კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, იმნათი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Sphagnum* ssp.;

დამახასიათებელი სახეობები - *Molinia caerulea*, *Cladium mariscus*;

თანმხლები სახეობები - *Rhynchospora caucasica*, *Pteridium tauricum*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Frangula alnus*, *Rhododendron luteum*; *Eupatorium cannabinum*, *Potentilla erecta*, *Kosteletzkya pentacarpos*, *Juncus maritimus*, *Calamagrostis epigejos*; *Lysimachia vulgaris*, *Juncus effusus*, *Rhynchospora alba*, *Nymphaea alba*; *Sorghum halepensis*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, პერიოდულად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1. : სუსტი ანთროპოგენური ზემოქმედება.

შენიშვნა 2.: სხვადასხვა მონაკვეთზე სფაგნუმის სხვადასხვა სახეობა დომინირებს (*Sphagnum palustre*, *Sphagnum papillosum*).

შენიშვნა 3.: უნიკალური ჭაობია, იკვებება მხოლოდ წვიმის წყლით და წყლის დანაკარგი მხოლოდ აორთქლებით ხორცილდება;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.49

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, პალიასტომისა და მდ. ფიჩორის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Cladium mariscus*;

თანმხლები სახეობები - *Phragmites australis*, *Polygonum thunbergii*, *Osmunda regalis*; *Stachys palustris*, *Calamagrostis epigejos*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 2.: გადაწვისა და თიბვის შედეგად გამოშრობის პროცესში მყოფი მოლინიანი (*Molinia caerulea*) ჭაობები; ჰაბიტატის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია მცენარეული საფრის გადაწვასთან - გადაწვის შედეგად ხდება მცენარეთა ფიტო-სოციოლოგიური სტრუქტურის სახეცვლილება, რის შედეგადაც მცენარეულ საფარში გაბატონდა მოლინია (*Molinia caerulea*).

შენიშვნა 3.: ეს ჰაბიტატი არის Rise bog-ის, ე.ი. გუმბათისებრი ჭაობების ერთ-ერთი ვარიანტი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.125

D5.24 – Fen beds of great fen sedge (*Cladium*)

ჭაობები ხერხას (*Cladium mariscus*) საფრით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, პალიასტომის ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Cladium mariscus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Phragmites australis*;

თანმხლები სახეობები - *Typha angustifolia*, *Calamagrostis epigejos*, *Hibiscus ponticus*, *Juncus articulatus*, *Juncus maritimus*; *Molinia caerulea*, *Solidago canadensis*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Crataegus microphylla*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, მთლიანად არ იტბორება;

ნიადაგი - ნიადაგი ჭაობის, ტორფიანი, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: *Spagnum* ssp. არ აღირიცხა.

შენიშვნა 2.: ხელუხლებელი ჭაობები, ადამიანის ზემოქმედება არ შეინიშნება.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.50

D5.3 – Swamps and marshes dominated by soft rush or other large rushes

ჭილის (*Juncus*) სახეობების დომინანტობით შექმნილი ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, პალიასტომის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus effusus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Phragmites australis*;

თანმხლები სახეობები - *Molinia caerulea*, *Cyperus serotinus*, *Cyperus pannonicus*, *Solidago canadensis*, *Calamagrostis epigejos*, *Kosteletzkya pentacarpos*, *Paspalum distichum*, *Amorpha fruticosa*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, კოლბოხებიანი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, პერიოდულად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ლაქიანი, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: სფაგნუმები არ არის.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური დატვირთვა.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.72

C3.21 - Common reed (Phragmites) beds

ლელიანი (Phragmitetum australis) ლიტორალური ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მიდამოები, პალიასტომის ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Phragmites australis;

დამახასიათებელი სახეობები - Calamagrostis epigejos;

თანმხლები სახეობები - Cladium mariscus, Kosteletzkya pentacarpos, Paspalum distichum, Hydrocharis morsus-ranae;

რელიეფი - ტბის მიმდებარე ბრტყელი ვაკე - ლიტორალური ტერიტორია;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

შენიშვნა: ჭარბტენიანი ჰაბიტატებისთვის შესაფერისი გარემო.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.86

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მიმდებარე ტერიტორია პალიასტომის ტბასთან;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - -;

დამახასიათებელი სახეობები - -;

თანმხლები სახეობები - -;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, პერიოდულად იტბორება;

ნიადაგი - არ არის წყლით გაჯერებული, არ არის გაღებებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: მცენარეული საფარი ძლიერ არის დეგრადირებული, მრავლად არის სარეველა მცენარე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.57

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Pterocarya pterocarpa*;

თანმხლები სახეობები - *Frangula alnus*, *Crataegus microphylla*, *Smilax excelsa*, *Hedera helix*, *Periploca graeca*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Viburnum opulus*, *Rubus candicans*, *Rubus caesius*, *Rubus caucasicus*, *Acer campestre*, *Euonymus europaeus*, *Polygonum thunbergii*, *Iris pseudacorus*, *Oplismenus undulatifolius*, *Persicaria maculosa*, *Mentha aquatica*; *Sparganium emersum*, *Rhynchospora alba*, *Carex divulsa*, *Carex riparia*, *Carex vesicaria*, *Persicaria maculosa*, *Geum urbanum*, *Prunella vulgaris*, *Commelina communis*; *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*, *Lythrum hyssopifolia*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სავარაუდოდ სეზონურად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა და ძოვება.

შენიშვნა 1.: დატენიანების ხარისხი ცალკეულ მონაკვეთზე განსხვავებულია;

შენიშვნა 2.: ხევნარის შეკრულობა სხვადასხვა მონაკვეთზე განსხვავებულია; ამასთანავე, მურყნები არის როგორც ხეების, ისე ამონაყრითი მაღალი ბუჩქების სახით, რაც ძირითადად ანთროპოგენური ფაქტორების ინტენსივობით არის განპირობებული;

შენიშვნა 3.: ფლორისტული შემადგენლობა ცალკეულ მონაკვეთზე განსხვავებულია;

შენიშვნა 4.: ჰაბიტატის ეკოლოგიური მდგომარეობა სხვადასხვა მონაკვეთზე განსხვავებულია - არის როგორც სუსტად და საშუალოდ, ისე ძლიერ დეგრადირებული კორომები;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.69

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, გურია, ლანჩხუთის მუნიციპალიტეტი, კაცობურის ადკვეთილი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Oplismenus undulatifolius*;

თანმხლები სახეობები - *Ficus carica*, *Gleditsia triacanthos*, *Diospyros lotus*, *Pyrus caucasica*, *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Geum urbanum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, მდ. რიონის ნამეანდრალი ადგილი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, ხშირად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: ჰაბიტატს გარშემო აკრავს არხი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.48

D1.16 – Colchis lowlands percolation bog

კოლხეთის დაბლობის პერკოლაციური ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, გრიგოლეთი-მალთაყვის მიდამოები, პალიასტომის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Sphagnum palustre*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Molinia caerulea*;

თანმხლები სახეობები - *Rhynchospora caucasica*, *Cladium mariscus*, *Juncus maritimus*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Pterocarya pterocarpa*; *Phragmites australis*, *Polygonum thunbergii*, *Persicaria maculosa*, *Hypericum mutilum*, *Potentilla erecta*, *Rubus sanguineus*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება; ცალკეულ მონაკვეთებს წვავენ; ჰაბიტატის არეალთან ახლოს გაედინება საავტომობილო გზა, ასევე არის საცხოვრებელი სახლები.

შენიშვნა 2.: უნიკალური ჭაობია, იკვებება მხოლოდ წვიმის წყლით და წყლის დანაკარგი მხოლოდ აორთქლებით ხორცილდება;

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.124

D2.3D – Purple moorgrass ([Molinia) Transition quaking bogs

გარდამავალი "მოყანყალე" ჭაობები მოლინიას (*Molinia caerulea*) საფრით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, პალიასტომის ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Rhynchospora caucasica*;

თანმხლები სახეობები - *Cladium mariscus*, *Potentilla erecta*, *Phragmites australis*, *Spagnum palustre*;
Stachys palustris, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ნიადაგი ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ცალკეული მონაკვეთები ითიბება,

შენიშვნა 1.: ცალკეულ მონაკვეთებზე არის სფაგნუმი.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება,

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.135

კოდი - G1.44 – Wet-ground woodland of the Black and Caspian Seas

ევქსინურ-ჰირკანული ტენიანი ტყეები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სოფ. ჯაპანას მიდამოები, პატარა ნარიონალი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Morus nigra*;

თანმხლები სახეობები - *Malus orientalis*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Polygala thunbergii*,
Oplismenus undulatifolium;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი: არ არის წყლით დაფარული (გაყვანილია სადრენაჟო არხები);

ნიადაგი - ჰიდროფილური,

გამოყენება - იძოვება და იჭრება.

შენიშვნა: წარსულში აქ გაედინებოდა მდ. რიონი - ეს არის რიონის ნამეანდრალი ადგილი, რომელზეც შემორჩენილია ეს ჰაბიტატი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.111

კოდი - G1.44 – Wet-ground woodland of the Black and Caspian Seas

ევქსინურ-ჰირკანული ტენიანი ტყეები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სოფ. ჯაპანას მიდამოები, პატარა ნარიონალი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Pterocarya pterocarpa*;

თანმხლები სახეობები - *Ficus carica*, *Ulmus minor*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Rubus caesius*, *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Sparganium emersum*, *Equisetum palustre*, *Oplismenus undulatifolium*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი: არ არის წყლით დაფარული, პერიოდულად დაბალი ინტენსივობით იტბორება;

ნიადაგი - ალუვიური, არ არის გაღებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა.

შენიშვნა 1.: ნამეანდრალი ადგილი, რომელზეც შემორჩენილია ტყის ჰაბიტატი.

შენიშვნა 2.: ქარბტენიანი ჰაბიტატისთვის შესაფერისი გარემო. შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.53

C3.5 - Periodically inundated shores with pioneer and ephemeral vegetation

პერიოდულად დატბორვადი სანაპიროები პიონერული და ეფემერული მცენარეულობით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სოფ. ჯაპანას მიდამოები, პატარა ნარიონალი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Persicaria maculosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Paspalum distichum*;

თანმხლები სახეობები - *Lemna minor*;

რელიეფი - სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, სეზონურად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი (შემოდობილია).

შენიშვნა: წარსულში აქ გაედინებოდა მდ. რიონი - ეს არის რიონის ნამეანდრალი ადგილი, რომლის ძირითადი ნაწილი არის წყლიანი ტბორი. გამოყოფილი ჰაბიტატი არის ამ წყლიანი ტბორის გაგრძელება - ლიტორალური ნაწილი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.58

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, პალიასტომის ტბიდან 1,5 კმ-ში;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Frangula alnus*;

თანმხლები სახეობები - *Corylus avellana*, *Rubus sanguineus*, *Rubus idaeus*, *Viburnum lantana*, *Equisetum palustre*, *Juncus effusus*, *Iris pseudacorus*, *Carex divulsa*, *Carex riparia*, *Osmunda regalis*, *Sphagnum palustre*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ტყის ქრა.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური დატვირთვა, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.45

D1.121 – Damaged, inactive bogs, dominated by dense purple moorgrass (*Molinia*)

დაზიანებული, არააქტიური ჭაობები ცისფერი იმერული ისლის (*Molinia caerulea*) დომინირებით

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, მდ. ფიჩორის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Molinia caerulea*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Cladium mariscus*;

თანმხლები სახეობები - *Iris pseudacorus*, *Sphagnum palustre*, *Stachys palustris*, *Hibiscus ponticus*, *Calamagrostis epigejos*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, გაჯერებული წყლით;

გამოყენება - სათიბ-საძოვარი.

შენიშვნა 1.: სხვადასხვა მონაკვეთზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ინტენსივობა განსხვავებულია; შესაბამისად, არის როგორც ძლიერ, ისე საშუალოდ დეგრადირებული მონაკვეთები.

შენიშვნა 2.: გადაწვისა და თიბვის შედეგად გამოშრობის პროცესში მყოფი მოლინიანი (*Molinia caerulea*) ჭაობები. ჰაბიტატის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია მცენარეული საფრის გადაწვასთან - გადაწვის შედეგად ხდება მცენარეთა ფიტო-სოციოლოგიური სტრუქტურის სახეცვლილება, რის შედეგადაც მცენარეულ საფარში გაბატონდა მოლინია (*Molinia caerulea*).

შენიშვნა 3.: ეს ჰაბიტატი არის Rise bog-ის, ე.ი. გუმბათისებრი ჭაობების ერთ-ერთი ვარიანტი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.56

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სოფ. გრიგოლეთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Frangula alnus*;

თანმხლები სახეობები - *Viburnum opulus*, *Rubus caesius*, *Crataegus microphylla*, *Smilax excelsa*, *Polygonum thunbergii*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული, ხშირად მთლიანად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ტყის ქრა.

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატთან არის ტბორი;

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური დატვირთვა, დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 3.: დრენირებული.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.136

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, მდ. რიონის ჭალა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Iris pseudacorus*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: დეგრადირების დაბალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.50

D5.3 – Swamps and marshes dominated by soft rush or other large rushes

ჭილის (*Juncus*) სახეობების დომინირებით შექმნილი ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის აეროპორტის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus effusus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Molinia caerulea*;

თანმხლები სახეობები - *Polygonum thunbergii*, *Solidago canadensis*, *Hypericum perforatum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, კოლბოხებიანი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: დაქსელილია არხებით.

შენიშვნა 2.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, ძოვების გამო მცენარეულობა ძლიერ დეგრადირებულია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.46

INV - Habitat dominated by invasive species

ინვაზიური მცენარეები დომინანტობით შექმნილი ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Polygonum thunbergii*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Molinia caerulea*;

თანმხლები სახეობები - *Solidago canadensis*, *Potentilla erecta*, *Juncus maritimus*, *Typha latifolia*, *Sparganium emersum*, *Lycopus europaeus*, *Equisetum palustre*, *Sagittaria sagittifolia*, *Paspalum distichum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება, ჭრა.

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატის მცენარეული საფარი ძლიერ დეგრადირებულია;

შენიშვნა 2.: გაყვანილია არხები.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.138

INV - Habitat dominated by invasive species

ინვაზიური მცენარეები დომინანტობით შექმნილი ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ფოთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Polygonum thunbergii*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus effusus*;

თანმხლები სახეობები - *Molinia caerulea*, *Equisetum palustre*, *Paspalum distichum*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური დატვირთვა, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.139

G1.52 – Alder swamp woods on acid peat

მჟავე ტორფიან ნიადაგებზე განვითარებული ჭაობის მურყნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, ჩერპალკა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Carpinus betulus*, *Pterocarya pterocarpa*, *Viburnum lantana*, *Smilax excelsa*, *Crataegus kyrtostyla*, *Rubus sanguineus*, *Iris pseudacorus*, *Carex riparia*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, მჟავე, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა.

შენიშვნა 1.: ხეთა სიმაღლე 10-12 მ.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზეგავლენა, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.44

D5.3 – Swamps and marshes dominated by soft rush or other large rushes

ჭილის (*Juncus*) სახეობების დომინირებით შექმნილი ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, იმნათი, ჩერპალკა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus effusus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Persicaria maculosa*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, კოლბოხებიანი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; სეზონურად უფრო მეტად იტბორება;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული, დაჟანგული და მოყავისფრო;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, ძოვების გამო მცენარეულობა დეგრადირებულია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.51

C1.2412 – Water chesnut carpets

წყლისკაკლიანი ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, იმნათის ჭაობი, კუკანის ტბა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Trapa colchica*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Iris pseudacorus*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus effusus*, *Polygonum thunbergii*, *Phragmites australis*, *Cyperus serotinus*;

რელიეფი - მდ. კუკანის ნაალაგარზე მეორეული წარმოშობის ტბა;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - -;

შენიშვნა 1.: ეუტროფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი, მეზოტროფული სტადია.

შენიშვნა 2.: დამახასიათებელი და თანმხლები სახეობები იზრდება ჰაბიტატის ნაპირებზე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.140

D5.3 – Swamps and marshes dominated by soft rush or other large rushes

ჭილის (*Juncus*) სახეობების დომინირებით შექმნილი ჭაობები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, იმნათი, ჩერპალკა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Juncus effusus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Polygonum thunbergii*;

თანმხლები სახეობები - *Persicaria maculosa*, *Stachys palustris*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, კოლხობებიანი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ქაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.14

INFR

ინფრასტრუქტურა

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სამტრედიის მიდამოები

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება: ამჟამად აქ არის საგზაო ინფრასტრუქტურა.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.15

F9.35 – Riparian stands of invasive shrubs

მდინარისპირა ინვაზიური ბუჩქნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სამტრედიის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Amorpha fruticosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Cynodon dactylon*;

თანმხლები სახეობები - *Solidago canadensis*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ალუვიური, არ არის წყლით გაჯერებული, არ არის გაღებებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.55

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, გურია, ოზურგეთის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება: სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები;

შენიშვნა: ადგილობრივი მოსახლეობის თქმით, აქ არასდროს ყოფილა ჭაობი, წვიმის დროს დგება წყალი. არ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატებისთვის დამახასიათებელი (სათანადო) პირობები. ე.ი. ეს არ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.54

C3.5 - Periodically inundated shores with pioneer and ephemeral vegetation

პერიოდულად დატბორვადი სანაპიროები პიონერული და ეფემერული მცენარეულობით ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, აბაშის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბულვანის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Persicaria maculosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Paspalum distichum*;

თანმხლები სახეობები - *Echinochloa crus-galli*, *Eryngium caeruleum*, *Gleditsia triacanthos*, *Amorpha fruticosa*, *Hydrocotyle ramiflora*, *Trifolium repens*, *Capsella bursa-pastoris*;

რელიეფი - უსწორმასწორო ზედაპირის ვაკე (ნამეანდრალი ტერიტორია);

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, არ არის გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა 1.: წარსულში აქ გაედინებოდა მდ. რიონი - ეს არის რიონის ნამეანდრალი ადგილი.

შენიშვნა 2.: ძოვების გამო მცენარეულობა არის დეგრადირებული; ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.85

კოდი - D1.1122 – Mud-botton schlenken

თეთრი რინქოსპორას (*Rhynchospora alba*) ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სამეგრელო, სენაკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ნამიკოლაევოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Rhynchospora alba*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Sphagnum palustre*, *Drosera rotundifolia*;

თანმხლები სახეობები - *Persicaria maculosa*, *Hydrocotyle ramiflora*, *Rhododendron luteum*, *Juncus sp.*;

რელიეფი - სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: ძოვების გამო მცენარეულობა ძლიერ დეგრადირებულია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.84

კოდი - D1.1122 – Mud-botton schlenken

თეთრი რინქოსპორას (*Rhynchospora alba*) ჰაბიტატი

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სამეგრელო, სენაკის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ნამიკოლაევოს მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Rhynchospora alba*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Juncus articulatus*;

თანმხლები სახეობები - *Rhododendron luteum*, *Rubus sanguineus*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Hypericum mutilum*, *Rhamphicarpa medwedewii*, *Persicaria maculosa*, *Hydrocotyle ramiflora*, *Juncus sp.*, *Sphagnum palustre*;

რელიეფი - სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.41

F9.35 – Riparian stands of invasive shrubs

მდინარისპირა ინვაზიური ბუჩქნარები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სამტრედიის მიდამოები

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Amorpha fruticosa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

თანმხლები სახეობები - *Gleditsia triacanthos*, *Persicaria maculosa*, *Polygonum thunbergii*, *Poaceae*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული, არ არის გაღებებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

გარემომცველი ჰაბიტატები - სასოფლო-სამეურნეო მიწები.

შენიშვნა 1.: ჰიდროლოგიური რეჟიმის კუთხით, ჰაბიტატი არის დეგრადირებული.

შენიშვნა 2.: დიდი ხნის წინ, სავარაუდოდ, გაედინებოდა მდ. რიონის ტოტი.

შენიშვნა 3.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.17

C3.24B - Iris beds

ზამბახების (*Iris pseudacorus*) ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - კოლხეთი, სამტრედიის მიდამოები (საიდენტიფიკაციო კოდი: 117-ის მოპირდაპირედ, გზის მეოპრე მხარეს);

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Iris pseudacorus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Persicaria maculosa*;

თანმხლები სახეობები - *Phragmites australis*, *Molinia caerulea*, *Juncus effusus*, *Xanthium strumarium*, *Poaceae*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, არ არის გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი (შემოღობილია).

გარემომცველი ჰაბიტატები - სასოფლო-სამეურნეო მიწები.

შენიშვნა 1.: მცენარეული საფარი მოზაიკურია - ზამბახიანი და მარცვლოვნიანი თანასაზოგადოებები მონაცვლეობს.

შენიშვნა 2.: ჰიდროლოგიური რეჟიმის კუთხით ჰაბიტატი არის სუსტად დეგრადირებული;
შენიშვნა 3: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.117

AGR

აგრარული

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.112

AGR

აგრარული

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.115

AGR

აგრარული

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.116

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - იმერეთი, საჩხერის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება - სავარაუდოდ, კეძო საკუთრება.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.126

C3.24B - Iris beds

ზამბახების ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - იმერეთი, საჩხერის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ტყემლიანის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Iris pseudacorus;

დამახასიათებელი სახეობები - *Persicaria maculosa*;

თანმხლები სახეობები - *Lemna minor*, *Paspalum distichum*, *Cladium mariscus*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*;

რელიეფი - ტოპოგრაფიული ჩადაბლებული რელიეფი, ტბა;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 5.114

C3.24B - Iris beds

ზამბახების ჰაბიტატები

ადგილმდებარეობა - იმერეთი, საჩხერის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Iris pseudacorus*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Alisma plantago-aquatica*;

თანმხლები სახეობები - *Molinia caerulea*, *Phragmites australis*, *Lemna minor*, *Paspalum distichum*, *Cladium mariscus*, *Typha angustifolia*;

რელიეფი - ტოპოგრაფიული ჩადაბლებული რელიეფი, გუბურა;

ზედაპირი - პერმანენტულად მთლიანად წყლით დაფარული;

ნიადაგი - გაჯერებულია წყლით;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

6 - ჭოროხი-აჭარისწყლის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.5

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფრიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. დანისპარაულის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*;

თანმხლები სახეობები - *Cyperus longus* subsp. *badius*, *Phleum pratense*, *Juncus conglomeratus*, *Comarum palustre*, *Sphagnum palustre*.

რელიეფი - ფერდობებს შორის მოქცეული სუსტად დახრილი, უსწორმასწორო ზედაპირის მქონე ვრცელი ვაკე (Valley);

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; იკვებება 2-3 წყაროს წყლით, რომლებიც ამ ვაკეზე იკრიბება;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.29

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფრიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. დანისპარაულის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ელიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*,

თანმხლები სახეობები - *Drosera intermedia*, *Sphagnum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Lemna minor*, *Juncus effusus*, *Plagiomnium ellipticum*, *Epilobium palustre*;

რელიეფი - დაბალ სერებს, შემადლებებსა და გორაკ-ბორცვებს შორის მოქცეული ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გალებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი;

გარემომცველი ჰაბიტატები - წიფლანარი ნაძვითა და მაღალმთის ნეკერჩხლით.

შენიშვნა 1.: ჭარბტენიანი ჰაბიტატისთვის შესაფერისი გარემო;

შენიშვნა 2.: ტორფიანი ჭაობი დროშერებით.

შენიშვნა 3.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.18

C3.1 – Species-rich helophyte beds – სახეობრივად მრავალფეროვანი ჰელოფიტების საფარიანი ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. დანისპარაულის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*;

თანმხლები სახეობები - *Persicaria maculosa*, *Asisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum palustre*, *Nardus stricta*, *Bidens tripartita*, *Sparganium emersum*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი, დაბალი სერებით გარშემორტყმული;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული; ტორფი და სფაგნუმი არ შეინიშნება;

გამოყენება - საძოვარი;

გარემომცველი ჰაბიტატები - ნაძვნარი;

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.35

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფარიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, გოდერძის უღელტეხილი, ხულოსა და ადიგენის მუნიციპალიტეტებს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex disticha*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*;

თანმხლები სახეობები - *Sphagnum capillifolium*, *Drosera intermedia*, *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla erecta*, *Primula auriculata*, *Juncus bufonius*, *Blysmus compressus*, *Polytrichastrum longisetum*, *Climacium dendroides*;

რელიეფი - დაბალ ფერდობებსა და გორაკ-ბორცვებს შორის მოქცეული სუსტად დახრილი ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, ტორფიანი, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჰაბიტატის პერიფერიულ ნაწილში შეინიშნება ძოვება;

გარემომცველი ჰაბიტატები - წიფლანარი და სუბალპური მდელო.

შენიშვნა 1.: ისლიანი ჭაობი სფაგნუმითა და ღროზერით.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.1

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფრიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. დანისპარაულის მიდამოები, მწვანე ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*;

თანმხლები სახეობები - *Cyperus longus* subsp. *badius*, *Nardus stricta*, *Primula auriculata*, *Juncus effusus*, *Carex echinata*, *Scirpus sylvaticus*, *Polytrichum strictum*, *Polytrichum juniperellum*;

რელიეფი - ფერდობებსა და გორაკ-ბორცვებს შორის მოქცეული ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი;

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.20

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფრიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. დანისპარაულის მიდამოები, მწვანე ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*;

თანმხლები სახეობები - *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Lemna minor*, *Carex juncella*, *Sphagnum imbricatum*, *Sphagnum palustre*.

რელიეფი - ფერდობებს შორის მოქცეული ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი;

გარემომცველი ჰაბიტატები - წიფლნარი ტყე.

შენიშვნა 1.: ეს არის "მოყანყალე" ჭაობი.

შენიშვნა 3.: სუსტი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის დაბალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.32

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფრიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. დანისპარაულის მიდამოები, მწვანე ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex vesicaria*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Carex medwedewii*;

თანმხლები სახეობები - *Sphagnum capillifolium*, *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla erecta*, *Carex rostrata*, *Primula auriculata*, *Polytrichum strictum*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ძოვება;

გარემომცველი ჰაბიტატები - ნაძვნარები.

შენიშვნა 1.: აქ სფაგნუმი ძალიან დიდი რაოდენობითაა - ხალიჩასავაით მოფენილი,

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 3.: ეს არის "მოყანყალე" ჭაობი.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 6.30

D2.33 – Bottle sedge (*Carex rostrata*) quaking mires

ნისკარტიანი ისლის (*Carex rostrata*) საფრიანი "მოყანყალე" ჭაობები

ადგილმდებარეობა - მთიანი აჭარა, მდ. სხალთას ხეობა;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Carex rostrata*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Nardus stricta*;

თანმხლები სახეობები - *Carum carvi*, *Persicaria hydropiper*, *Primula auriculata*, *Hydrocotyle ramiflora*, *Potentilla erecta*, *Carex disticha*, *Scirpus sylvaticus*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

რელიეფი - ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; სეზონურად შესაძლებელია დაიფაროს წყლით;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - საძოვარი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე, რაზეც მიუთითებს *Nardus stricta*-ს მონაწილეობა;

1 - ალაზნის აუზი

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.43

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - თიანეთი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Agrostis vinealis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Inula helenium*;

თანმხლები სახეობები - *Vicia tenuifolia* subsp. *variabilis*, *Dipsacus laciniatus*, *Lythrum salicaria*, *Calamagrostis arundinacea*, *Centaurea* sp.;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი, ბრტყელი ზედაპირით;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი (შემოღობილი კერძო ნაკვეთი).

შენიშვნა 1.: ტერესტრულიზაციის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი. ეს აღარ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატი. ეს უკვე არის მეზოფილური მდელო, რომელიც წარმოიშვა ჭარბტენიანი ჰაბიტატის "გამოშრობის" შედეგად. ჭარბტენიანი ჰაბიტატი აქ, დაახლოებით, მე-20- საუკუნის 60-იან წლებში იყო. თუმცა, მთელი ეს ტერიტორია არის ტყის სარტყელში და ისტორიულად არის ტყის ნაალაგარი. უცნობია და დღეს ვერ დავადგენთ აქ ჭარბტენიანი ჰაბიტატის წარმოშობის მიზეზებსა და განმაპირობებელ ფაქტორებს. ამჟამად ეს ჰაბიტატი მოქცეულია ტყის დერივატების შუაში.

შენიშვნა 2.: მაღალი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.55

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - თიანეთის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხევსურთსოფელის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lysimachia vulgaris*;

თანმხლები სახეობები - *Lythrum salicaria*, *Arctium lappa*, *Calamagrostis epigejos*, *Vicia tenuifolia* subsp. *variabilis*, *Dipsacus laciniatus*, *Geranium* sp.;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, არ არის წყლით გაჯერებული; ჭარბტენიანი ჰაბიტატისთვის არაშესაფერისი გარემო;

გამოყენება - სათიბი.

შენიშვნა 1.: ტერესტრულიზაციის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი. ეს აღარ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატი. ეს უკვე არის მეზოფილური მდელო, რომელიც წარმოიშვა ჭარბტენიანი ჰაბიტატის "გამოშრობის" შედეგად. ჭარბტენიანი ჰაბიტატი აქ, დაახლოებით, მე-20- საუკუნის 60-იან წლებში იყო, 80-იანი წლებიდან კი აღარ არის ჭარბტენიანი ჰაბიტატი. აქ გაყვანილი იყო

სადრენაჟო არხები, რომლებიც ველარ ფუნქციონირებს და ტერიტორიას იყენებენ არა სახნავად, არამედ სათიბად.

შენიშვნა 2.: მაღალი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.56

AGR

აგრარული

ადგილმდებარეობა - ახმეტის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ბაბანურის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

გამოყენება: ბალჩეული კულტურები და ტყის ფრაგმენტები.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.46

D5.11 – Common reed (Phragmites) beds normally without free-standing water

ლელიანი მუდმივი წყლის საფრის გარეშე

ადგილმდებარეობა - თიანეთის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ზურაბების მიდამოები;

ფოტო - 5109-5124;

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Inula helenium*;

თანმხლები სახეობები - *Lythrum salicaria*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; სეზონურად მთლიანად იტბორება წყლით;

ნიადაგი - ქაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - სათიბი (სადაც წყალი არ დგას).

შენიშვნა: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.53

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ახმეტის მუნიციპალიტეტი, ალაზნის ველი, ალავერდის ტბის მიმდებარედ;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Daucus carota*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lythrum salicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Inula helenium*, *Euonymus europaeus*, *Thymus collinus*, *Phragmites australis*, *Bolboschoenus naritimus*, *Scirpus sylvaticus*, *Rubus* sp., *Ononis spinosa* subsp. *hircina*;

რელიეფი - სუსტად ლამბაქისებრი;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, გალებებული, არ არის წყლით გაჯერებული; იკვებება არტეზიული წყლებით;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ტერესტრულიზაციის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი;

შენიშვნა 2.: მცენარეულობა - მეორეული მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი მდელო.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.52

E3 – Seasonally wet and wet grasslands

სეზონურად ტენიანი და ტენიანი მდელოები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ახმეტის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ქისტაურის მიდამოები, ალაზნის ველი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Inula britannica*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Lythrum salicaria*;

თანმხლები სახეობები - *Bolboschoenus maritimus*, *Daucus carota*, *Phragmites australis*, *Allium* sp.;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ჭაობის, არ არის გალებებული, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ტერესტრულიზაციის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი ჰაბიტატი;

შენიშვნა 2.: მცენარეულობა - მეორეული მდელო.

შენიშვნა 3.: ტერიტორიის ირგვლივ არის სარწყავი არხები.

შენიშვნა 4.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.54

D5.11 – Common reed (*Phragmites*) beds normally without free-standing water

ლელიანი მუდმივი წყლის საფრის გარეშე

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ახმეტის მუნიციპალიტეტი, ალაზნის ველი, სოფ. ალავერდსა და ალავერდის მონასტერს შორის;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Eupatorium cannabinum*;

თანმხლები სახეობები - *Typha angustifolia*, *Calamagrostis arundinacea*, *Daucus carota*, *Lythrum salicaria*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული; პერიოდულად შესაძლებელია იტბორებოდეს; იკვებება არტეზიული წყლებით;

ნიადაგი - ქაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი;

შენიშვნა 1.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

შენიშვნა 2.: გარემომცველი ჰაბიტატები - სიმინდის ყანები.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.22

C3.21- Common reed (*Phragmites*) beds

ლელიანი (*Phragmites australis*)

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ალაზნის ველი, ქიაური, სოფ. ჰერეთისკარი, სამონადირეო მეურნეობის ტერიტორია;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Phragmites australis*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Bolboschoenus maritimus*;

თანმხლები სახეობები - *Lythrum salicaria*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - მთლიანად დაფარული წყლით;

ნიადაგი - ჭაობის, გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: სუსტი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის დაბალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.41

G1.31 – Mediterranean riparian poplar forests

ხმელთაშუაზღვეთური მდინარისპირა ვერხვნარი ტყეები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ალაზნის ველი, ჭიაური, სოფ. ჰერეთის მიდამოები, სამონადირეო მუხრნების ტერიტორია;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Salix alba*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*, *Rubus* sp.;

თანმხლები სახეობები - *Malus orientalis*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *Periploca graeca*, *Crataegus microphylla*, *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria*, *Plantago major*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ალუვიური, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა.

შენიშვნა 1.: ეს არის ტყის დერივატი და არა ტიპური ტყე, ხეების შეკრულობა - 0,2-0,3. ხეები არის ახალგაზრდა, როგორც ამონაყრითი, ისე თესლით განახლებული.

შენიშვნა 2.: მაღალი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.19

G1.31 – Mediterranean riparian poplar forests

ხმელთაშუაზღვეთური მდინარისპირა ვერხვნარი ტყეები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ალაზნის ველი, ყვარლის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ჭიკაანის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Pterocarya pterocarpa*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Populus canescens*, *Alnus glutinosa* subsp. *barbata*;

თანმხლები სახეობები - *Corylus avellana*, *Frangula alnus*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Euonymus europaeus*, *Dryopteris filix-mas*, *Carex divulsa*, *Oplismenus undulatifolius*, *Geum urbanum*, *Polygonum thunbergii*, *Phytolacca americana*, *Festuca* sp., *Equisetum palustre*, *Urtica dioica*, *Sambucus ebelus*, *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ალუვიური, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.30

C3.241- Arrowhead communities

ისარას თანასაზოგადოებები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ალაზნის ველი, ბეშთენი, ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტი, სოფ. წითელგორის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Sparganium emersum*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Bolboschoenus maritimus*;

თანმხლები სახეობები - *Juncus effusus*, *Paspalum distichum*, *Cynodon dactylon*.

რელიეფი - სუსტად ჩადაბლებული ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ დაფარული წყლით; სეზონურად უფრო მეტად დატბორილი;

ნიადაგი - ჭაობის, არ არის გაღებებული, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ყოფილი ნატბური ტერიტორია, რომელიც დააშრეს - გაუკეთეს არხი და გაიყვანეს გზა. მიუხედავად ამისა, არხიდან წყალი მაინც გადაედინება და ტბორავს ჰაბიტატის ტერიტორიას.

შენიშვნა 2.: მაღალი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.31

C3.21- Common reed (Phragmites) beds

ლელიანი (Phragmitetum australis)

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ალაზნის ველი, ბეშთენი, ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტი, სოფ. წითელგორის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Phragmites australis;

დამახასიათებელი სახეობები - Bolboschoenus maritimus;

თანმხლები სახეობები - Solidago virgaurea;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - პერმანენტულად ნაწილობრივ წყლით დაფარული; იკვებება არტეზიული წყლებით;

ნიადაგი - ჭაობის, წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: ჰაბიტატს აკრავს სადრენაჟო არხი, რომელშიც იზრდება Hydrocharis morsus-ranae, Salvinia natans, Lythrum salicaria.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.1

G1.31 – Mediterranean riparian poplar forests

ხმელთაშუაზღვეთური მდინარისპირა ვერხვნარი ტყეები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, ალაზნის ველი, ყვარლის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ჭიკაანის მიდამოები;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - Populus canescens;

დამახასიათებელი სახეობები - Oplismenus undulatifolius;

თანმხლები სახეობები - Carpinus betulus, Pterocarya pterocarpa, Morus alba, Frangula alnus, Rubus sp., Smilax excelsa, Periploca graeca, Equisetum palustre, Juncus effusus, Sambucus ebulus, Solidago virgaurea, Mentha aquatica;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული, სავარაუდოდ სეზონურად იტბორება;

ნიადაგი - არ არის გაღებებული, ლაქებიანი, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - ჭრა;

გარემომცველი ჰაბიტატები - სახნავ-სათესი.

შენიშვნა 1.: ძლიერი ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის მაღალი დონე.

შენიშვნა 2.: დრენირებულია.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.5

G1.31 – Mediterranean riparian poplar forests

ხმელთაშუაზღვეთური მდინარისპირა ვერხვნარი ტყეები

ადგილმდებარეობა - კახეთი, გურჯაანის მუნიციპალიტეტი, გურჯაანის ადკვეთილი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Populus canescens*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Pterocarya pterocarpa*;

თანხლები სახეობები - *Salix alba*, *Acer campestre*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Viburnum opulus*, *Euonymus europaeus*, *Rubus* sp., *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Hedera helix*, *Festuca drymeja*, *Orobus* sp.;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, მდ. ალაზნის ნამეანდრალი ტერიტორია;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

ნიადაგი - ალუვიური, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა 1.: დრენირებულია.

შენიშვნა 2.: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

საიდენტიფიკაციო კოდი: 1.40

G1.31 – Mediterranean riparian poplar forests

ხმელთაშუაზღვეთური მდინარისპირა ვერხვნარი ტყეები

ადგილმდებარეობა - ადგილმდებარეობა - კახეთი, გურჯაანის მუნიციპალიტეტი, გურჯაანის ადკვეთილი;

ფოტო: იხ. მონაცემთა ბაზა

ედიფიკატორ-დომინანტი - *Populus canescens*;

დამახასიათებელი სახეობები - *Morus alba*;

თანმხლები სახეობები - *Salix alba*, *Cornus sanguinea* subsp. *australis*, *Viburnum opulus*, *Rubus* sp., *Smilax excelsa*, *Periploca graeca*, *Hedera helix*, *Phragmites australis*, *Glycyrrhiza glabra*, *Carex vesicaria*;

რელიეფი - ბრტყელი ვაკე, მდ. ალაზნის ნამეანდრალი ტერიტორია;

ზედაპირი - არ არის წყლით დაფარული;

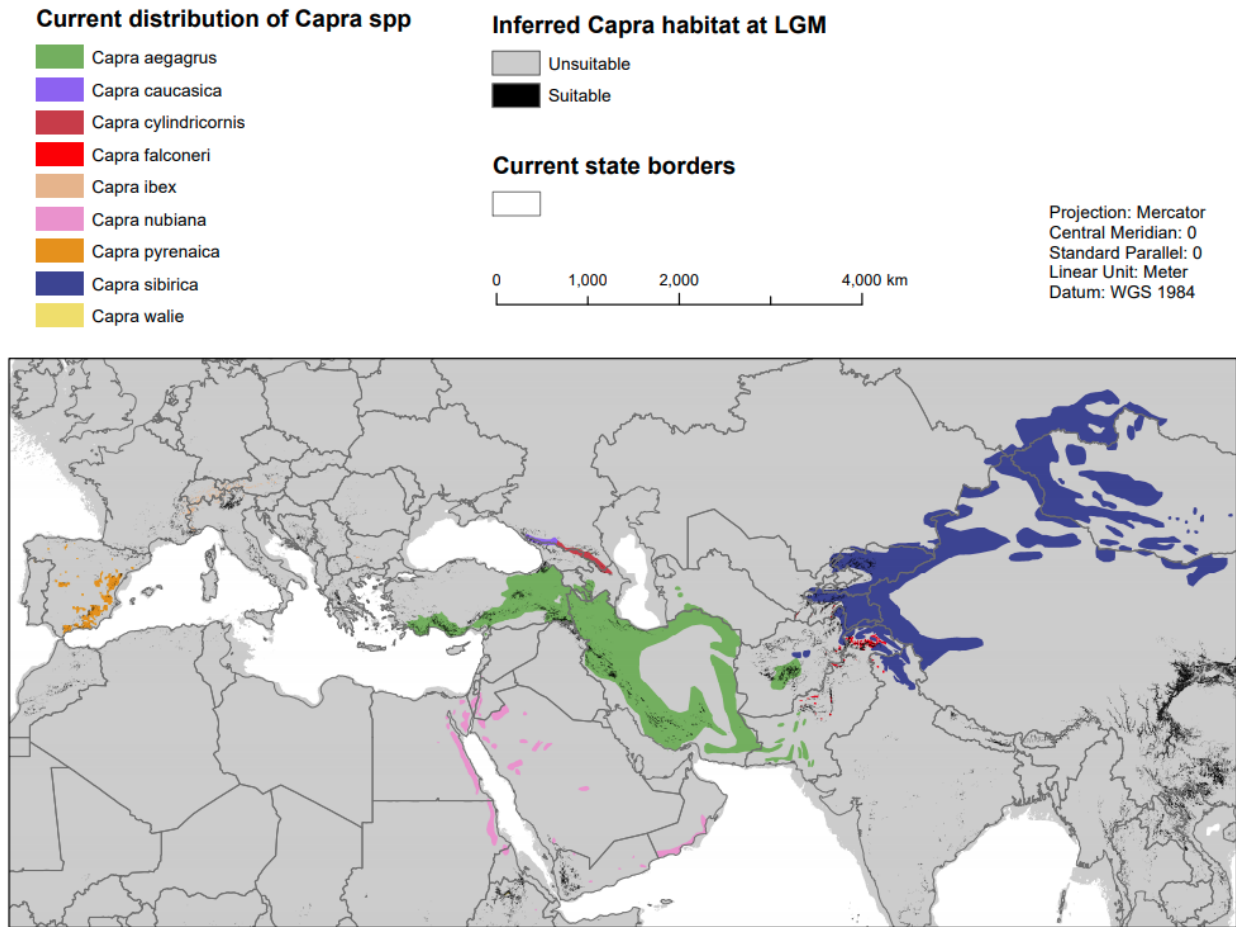
ნიადაგი - ალუვიური, არ არის წყლით გაჯერებული;

გამოყენება - არ არის ცნობილი.

შენიშვნა: საშუალო ანთროპოგენური ზემოქმედება, დეგრადაციის საშუალო დონე.

9.3. აღმოსავლეთ კავკასიური ჯიხვის გავრცელების და რაოდენობის შეფასება კავკასიაში (დამხმარე მასალა)

სურ დ4. Capra-ს თანამედროვე და უკანასკნელი გამყინვარების პერიოდის სავარაუდო გავრცელება.



სურ.დ5. 500-m MODIS მონაცემი 'MCD12Q1' მიწის საფრის ტიპების დახასიათება:

კლასი	IGBP (ტიპი 1)
0	წყალი
1	მარადმწვანე წიწვოვანი ტყე
2	მარადმწვანე ფოთლოვანი ტყე
3	წიწვოვანი ტყე
4	ფართოფოთლოვანი ტყე
5	შერეული ტყე
6	შეკრული ბუჩქნარი
7	მეჩხერი ბუჩქნარი
8	ტყიანი სავანა
9	სავანა
10	ბალახოვანი საფარი
11	ჭყალჭარბი ტერიტორიები
12	სახნავი მიწები
13	ურბანული ტერიტორია
14	სახნავი და ბუნებრივი მცენარეულობის მოზაიკა
15	თოვლი და მყინვარები
16	გაშიშვლებული გრუნტი ან მეჩხერი მცენარეულობა

ფერდობის დახრილობასთან შეწონილი მანძილი გზებიდან და დასახლებული პუნქტებიდან

ფერდობის დახრილობასთან შეწონილი მანძილი გზებიდან და დასახლებული პუნქტებიდან წარმოდგენილი როგორც ანთროპოგენული ზემოქმედება. მონაცემები დასახლებებზე და გზებზე ამოღებული იყო 1:200,000 საბჭოთა სამხედრო ტოპოგრაფიული რუკებიდან და OpenStreetMap data at <http://download.geofabrik.de>

OpenStreetMap (OSM) ატრიბუტული ცხრილის ველი "fclass" მოიცავს შემდეგ კლასებს:

- "fclass" = 'bridleway'
- "fclass" = 'cycleway'
- "fclass" = 'footway'
- "fclass" = 'living_street'
- "fclass" = 'motorway'

"fclass" = 'motorway_link'
"fclass" = 'path'
"fclass" = 'pedestrian'
"fclass" = 'primary'
"fclass" = 'primary_link'
"fclass" = 'residential'
"fclass" = 'secondary'
"fclass" = 'secondary_link'
"fclass" = 'service'
"fclass" = 'steps'
"fclass" = 'tertiary'
"fclass" = 'tertiary_link'
"fclass" = 'track'
"fclass" = 'track_grade1'
"fclass" = 'track_grade2'
"fclass" = 'track_grade3'
"fclass" = 'track_grade4'
"fclass" = 'track_grade5'
"fclass" = 'trunk'
"fclass" = 'trunk_link'
"fclass" = 'unclassified'
"fclass" = 'unknown'