

doi.org/10.36073/1512-0902-2025-136-92-104

უკ. 551.50.501.7

**აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზების მცინვარების და თოვლნარების
მორფოლოგიისა და ექსპოზიციის შესწავლის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური
დაკვირვების საფუძველზე***

¹შენგელია ლ., ¹კორმახია გ., ²თვაური გ., ³გულიაშვილი გ., ³ძამაძია მ.

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

²თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახ. უნივერსიტეტის ელ. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

³გარემოს ეროვნული სააგენტო

Larisa.shengelia@gmail.com

**კვლევა შესრულებულია შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
მხარდაჭერილი პროექტის FR-21-1996 ფარგლებში.**

რეზიუმე. სტატიაში წარმოდგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზების მცინვარების-
სა და თოვლნარების მორფოლოგიისა და ექსპოზიციის კვლევის შედეგები კატალოგის და თანამგზავრული
დისტანციური დაკვირვების 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემების მიხედვით. გამოყენებულია
მცინვარების ექსპოზიციის დადგენის თანამედროვე მეთოდი, რომელიც აპრობირებულია და მიღებულია
მსოფლიოში. ეს მეთოდი პრაქტიკულად გამორიცხავს შეცდომებს მცინვარების ექსპოზიციის შესწავლის
დროს. მოყვანილია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგად აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარული
აუზების სხვადასხვა მორფოლოგიური ტიპებისა და ექსპოზიციის მქონე მცინვარებისა და თოვლნარების
რაოდენობისა და ფართობების ცვლილების შესწავლის შედეგები.

საკვანძო სიტყვები: აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარები და თოვლნარები, კლიმატის ცვლილება, მცინვარული აუზები,
მცინვარების მორფოლოგია და ექსპოზიცია.

შესავალი. საქართველოში მცინვარების შესწავლა დაიწყო საქართველოს სამხედრო გზის
გაყვანასთან დაკავშირებით მე-19 საუკუნის 60-იან წლებში, ხოლო მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში შეიქმნა
ყოფილი საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგი და შესაბამისი ტოპოგრაფიული რუკები, სადაც
გამოყენებული იქნა საუკუნოვანი კვლევის შედეგები. მას შემდეგ ჩატარებულ კვლევებში, მათ შორის
თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით, განხილულია მცინვარების წრფივი
პარამეტრებისა (მცინვარების სიგრძის, ზედა და ქვედა წერტილების მდებარეობის და სხვა) და ფართობების
დროში ცვლილების საკითხები, თუმცა ინფორმაცია მცინვარების მორფოლოგიური ტიპებისა და
ექსპოზიციის შესახებ მოყვანილია კატალოგიდან.

ამგვარად შეიქმნა აუცილებლობა შეგვესწავლა საქართველოს მცინვარების მორფოლოგია და
ექსპოზიცია. კლიმატის მიმდინარე ცვლილება იწვევს მცინვარების მახასიათებლების ცვლილებას, მათ
დეგრადაციას, რაც ხშირად მცინვარების დანაწევრებას, მცირე ზომის მცინვარების გამოყოფას უკავშირდება,
რომლებსაც ძირითადი მცინვარისგან განსხვავებული მორფოლოგია და ექსპოზიცია შეიძლება ჰქონდეთ.

ჩატარებული სამუშაოს ამოცანაა აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების მორფოლოგიის და
ექსპოზიციის განაწილების კვლევა ოთხ ვადაზე. ამჟამად შესწავლილია აღმოსავლეთ საქართველოს
მცინვარები და მათი მახასიათებლები კატალოგის (ერთი ვადა) [1, 2, 3] და თდზ-ის 2010 (პირობითად, თდზ
1), 2015 (პირობითად, თდზ 2), და 2020 (პირობითად, თდზ 3) წლების (სამი ვადა) მონაცემების მიხედვით.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტი და მეთოდოლოგია. აღმოსავლეთ საქართველო ძირითადად გაშლილია
კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის (კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედი – უწყვეტი ქედი, კავ-
კასიონის სისტემის ოროჰიდროგრაფიული ღერძი, რომელიც ყოფს ჩრდილო და სამხრეთ კავკასიის
მდინარეთა აუზებს) სამხრეთით, თუმცა მცირე ნაწილი მთავარი წყალგამყოფის ჩრდილოეთითაც გადადის.
ეს არის საქართველოს ის ნაწილი, მთების ზოილახოხისა (დასავლეთით) და შავიკლდის (აღმოსავლეთ-
ით) შორის მონაკვეთზე წყალგამყოფის ჩრდილო ფერდობზე რომ გადადის. ამ ნაწილს უჭირავს მდინარე
პირიქითი ალაზნის (დაღესტანში ჰქვია ანდის ყოისუ) ზემო აუზი – თუშეთი, აგრეთვე მდინარეების:
თერგის, ასას (საქართველოში ჰქვია არხოტისწყალი) და არღუნის ზემო დინებათა აუზები.

კავკასიონის ჩრდილოეთ გვერდით ქედზე და შტო ქედებზე (ტოტებზე) ფართოდ არის წარმოდგენილი მყინვარები და მუდმივი თოვლი, რაც საქართველოს ფარგლებში გამოხატულებას ჰპოვებს ხოხისა და პირიქითის ქედებზე, აგრეთვე ყუროს, შავანის, კიდეგანისა და ხევსურეთის მერიდიანულ ქედებზე.

აღმოსავლეთ საქართველოში კატალოგიით აღრიცხულია 132 მყინვარი, რომლებიც განთავსებულია ექვს მყინვარულ აუზში. განსხვავებით დასავლეთ საქართველოს მყინვარებისაგან, რომლებიც ერთიანად და თანმიმდევრულად არის მოცემული ერთ გამოცემაში [4], აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარები წარმოდგენილია ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სამ სხვადასხვა გამოცემაში [1, 2, 3] და ამოკრებილია აუზების მიხედვით.

0.1 კმ² მეტი ფართობის მქონე მცირე, საშუალო და დიდი მყინვარები სწრაფად დეგრადირდებიან, იკლებს მათი რაოდენობა და დაკავებული ფართობები. ამავე დროს თოვლნარების (ფართობი – 0.1 კმ²-ზე ნაკლები) რაოდენობა და დაკავებული ფართობები თვალსაჩინოდ იზრდება, რაც უდაოდ, კლიმატის მიმდინარე ცვლილებას უკავშირდება. დადგენილია, რომ კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო მიმდინარეობს მყინვარული აუზების დეგრადაცია, დიდი მყინვარების (2 კმ²-ზე მეტი ფართობის) უკანდახევა (ხშირად მცირე ზომის მყინვარების გამოყოფით), საშუალო (0.5-დან 2 კმ²-მდე ფართობის) და მცირე მყინვარების (0.1-დან 0.5 კმ²-მდე ფართობის) [5] დნობა და დანაწევრება. მყინვარების კატალოგში 0.1 კმ² ნაკლები ფართობის მყინვარები (თოვლნარები) არ განიხილება.

წარმოდგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზების მყინვარების და თოვლნარების მორფოლოგიისა და ექსპოზიციის შესწავლის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების საფუძველზე. უნდა აღინიშნოს, რომ კატალოგში დასავლეთ საქართველოს მყინვარები მიკუთვნებულია ოთხ მორფოლოგიურ ტიპს, ესენია: 1. კარული, 2. კარული-ხეობის, 3. ხეობის და 4. დაკიდული [6–9]. ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარები მიკუთვნებულია შვიდ მორფოლოგიურ ტიპს. ზედა ოთხს ემატება კიდევ სამი დაკიდული მყინვარის სახეობები: 5. კარული-დაკიდული, 6. დაკიდული-კარული, 7. დაკიდული-ხეობის [2, 5]. ამის მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს, რომ საქართველოს მყინვარების შესწავლა დაევა ორ სხვადასხვა ინსტიტუტს, დასავლეთ საქართველოს მყინვარების – ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტს (ხელმძღვანელი ლევან მარუაშვილი), ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს – ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს და ჰიდრომეტეოროლოგიის სამმართველოს (ხელმძღვანელი ვასილ ცომაია).

საწყის მონაცემებად აღებულია კატალოგის მონაცემები, ამიტომ თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების საფუძველზე მიღებული აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარების მორფოლოგიური ტიპები ასევე შვიდი გრადაციითაა შესწავლილი.

გამოყენებულია მაღალი გარჩევადობის LANDSAT-ის თანამგზავრებით მოპოვებული სურათები (გარჩევადობა 15–30 მ) სამი ვადისთვის (2010, 2015 და 2020 წლებისათვის), ამასთან გრანტის ფარგლებში ჩვენთვის ხელმისაწვდომი აღმოჩნდა ზემოაღნიშნული გარჩევადობის (1.5 მ) SPOT 6 თანამგზავრის 2017–2022 წლების თანამგზავრული სურათები, რომელთა საშუალებით დაზუსტდა აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარების მდებარეობა და დადგინდა მათი თანამედროვე მდგომარეობა. თდზ-ის მონაცემები დამუშავებულია GIS (გეოინფორმაციული სისტემები) ტექნოლოგიების გამოყენებით.

კვლევის შედეგები და განსჯა. საქართველოს მყინვარები საკმაოდ მაღალი მყინვარებია (მყინვარი შხარა აღწევს 5174 მეტრს), ამიტომ ისინი მთის მყინვარებს მიეკუთვნებიან. საქართველოს მთის მყინვარების ძირითადი მორფოლოგიური ტიპებია: კარული, ხეობის და დაკიდული მყინვარები, აგრეთვე გარდამავალი ტიპები – კარულ-ხეობის, დაკიდულ-კარული, დაკიდულ-ხეობის, კარულ-დაკიდული [2, 5].

კარული მყინვარი შედარებით მცირე ზომის მყინვარია, რომელიც მდებარეობს მთის ფერდობზე თოვლის და ყინულის მოქმედებით წარმოქმნილ თასისმაგვარ ფორმაში – კარში. მყინვარს შეიძლება ეკავოს მთელი კარი, ან მისი გარკვეული ნაწილი და როგორც წესი, პატარა ენით მთავრდებოდეს. კარის გამოსასვლელში იგი შემოფარგლულია ბოლო მორენული სერიით. კარული მყინვარის კვებაში დიდ როლს გადაქარული თოვლი და თოვლის ზვავები ასრულებს. ამ დროს ხდება თოვლის კონცენტრაცია მყინვარზე. ამის გამო, რომ ხშირად კარული მყინვარები თოვლის ხაზის ქვემოთ მდებარეობს.

იმ შემთხვევაში, თუ კარული მყინვარი მის ქვემოთ მდებარე ხეობაში ჩადის და მყინვარის ენა საერთო სიგრძის ერთ ან ორ მესამედზე მეტი არ არის. ასეთ მყინვარს **კარულ-ხეობის** ეწოდება. კარულ-ხეობის მყინვარები გარდამავალია კარულიდან ხეობის მყინვარებამდე. მისი ძირითადი ნაწილი განლაგებულია კარში და ენა ეშვება ხეობის ზემო წელში.

ხეობის მცინვარი ხეობის სათავესა და ხეობის შუა მონაკვეთში მდებარეობს. ხეობის მცინვარი მთის მცინვარია, რომლის ენა ხეობაშია, ხოლო ფირნის აუზი – ხეობის სათავეში თასის მაგვარ ფორმაშია მოთავსებული.

ხეობის მცინვარებს მიეკუთვნება მარტივი ანუ ალპური ტიპის მცინვარები, რომლებიც ერთი ნაკადისგან შედგება, და რთული ანუ დატოტვილი მცინვარები, რომლებიც რამდენიმე დამოუკიდებელი ტოტისაგან შედგება. **ხეობის რთული** მცინვარი წარმოიქმნება ორი ან მეტი მცინვარული ნაკადისგან დამოუკიდებელი კვების არეებით. შერწყმისას ასეთი ნაკადები, როგორც წესი, ბოლომდე ინარჩუნებენ დამოუკიდებელ სტრუქტურას და შეერთების შემდეგ შუა მორენით არიან გაყოფილი. ხეობის რთული ტიპის მცინვარები გვხვდება მხოლოდ მდ. ენგურის აუზში. იმ შემთხვევაში, როდესაც დეტალურად განიხილავენ ცალკეულ დიდ მცინვარს, მაშინ ხდება გამოყოფა მარტივი თუ რთული ხეობის ტიპისაა მცინვარი.

დაკიდული მცინვარი მცირე ზომისაა, მიედინება მთის ფერდობებზე მცირე ნიშებიდან და დეპრესიებიდან. იგი მთის ციცაბო ფერდობზე სუსტად გამოხატულ ჩაღრმავებაში მდებარეობს და ძირითადი ხეობის ფერდობზე მალა მთავრდება. მისი მაღალი მდებარეობის გამო ყინულის დნობა მცირეა. უფრო ხშირად დაკიდული მცინვარის შემცირება მისი ენის ჩამონგრევით ხდება. ინტენსიური ნგრევის დროს ყინული ფერდობის ძირში გროვდება და განახლებული მცინვარი (აღორძინებული) წარმოიქმნება. დაკიდულ ან დაკიდულ-კარულ მცინვარებს შეიძლება მივაკუთვნოთ თხემის ახლოს კულუარებში განლაგებული მცინვარებიც ანუ **მწვერვალის ბრტყელი მცინვარიც**, როგორიცაა თერგის აუზში მდებარე №93 მცინვარი. კატალოგის მიხედვით აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარებს შორის იგი ერთადერთია, რომელსაც აქვს მინიჭებული მორფოლოგიური ტიპი – მწვერვალის ბრტყელი მცინვარი. **მწვერვალის ბრტყელი მცინვარები** არის ბრტყელ-ამოხრეპილი გუმბათები, რომლებიც მთავრდება ციცაბო ფლატეებით და ერთი ან ორი მცინვარული ენით (<https://studfile.net/preview/1764867/page:2/>). ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით №93 მცინვარი არის კარულ-დაკიდული, ამიტომ №93 მცინვარის მორფოლოგიური ტიპი (კატალოგით) შევასწორედ – **კარულ-დაკიდულით**.

კარულ-დაკიდული მცინვარები გარდამავალია კარულიდან დაკიდულ მცინვარამდე.

დაკიდულ-კარული მცინვარები გარდამავალია დაკიდულიდან კარულ მცინვარამდე.

დაკიდულ-ხეობის მცინვარები გარდამავალია დაკიდულიდან ხეობის მცინვარამდე.

რაც შეეხება მცინვარების ექსპოზიციას, კატალოგის მსგავსად გვაქვს შემდეგი აღნიშვნები: დასავლეთი – დ, აღმოსავლეთი – ა, სამხრეთი – ს; სამხრეთ-დასავლეთი – სდ; სამხრეთ-აღმოსავლეთი – სა, ჩრდილოეთი – ჩ; ჩრდილო-დასავლეთი – ჩდ; ჩრდილო-აღმოსავლეთი – ჩა.

აღმოსავლეთ საქართველოს ექვს მცინვარულ აუზში, კატალოგის მიხედვით არის 132 მცინვარი (ცხრილი 1). ესენია: ლიახვი 1–22 [1], არაგვი 23–27 [1], თერგი 44–111 [2], ასა 1–3 [3], არლუნი 10–15 [3], პირიქითი ალაზანი 6–33 [1].

ცხრილი 1. აღმოსავლეთ საქართველოში მცინვარების განაწილება მცინვარულ აუზებში კატალოგის მიხედვით

აღმოსავლეთ საქართველო							
№	1	2	3	4	5	6	7
მცინვარული აუზი	ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
მცინვარების რაოდენობა	22	5	68	3	6	28	132

აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარულ აუზებში ოთხი ვადისათვის მორფოლოგიური ტიპების განაწილება რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2. აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარულ აუზებში მცინვარების მორფოლოგიური ტიპების განაწილება კატალოგის (ა) და თდზ-ის 2010 (ბ), 2015 (გ), 2020 (დ) წლის მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით

ა

კატალოგით								
მორფოლოგიური ტიპი (რაოდენობა და ფართობი)		მცინვარული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არღუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
კარული	რაოდ.	18	2	26	2	5	17	70
	ფართ.	3.4	0.3	7.8	0.8	1.1	5.0	18.4
კარულ-ხეობის	რაოდ.	0	0	0	1	0	2	3
	ფართ.	0	0	0	0.9	0	1.0	1.9
ხეობის	რაოდ.	1	1	2	0	0	4	8
	ფართ.	1.7	0.7	9.1	0	0	2.1	13.6
დაკიდული	რაოდ.	0	1	18	0	1	3	23
	ფართ.	0	0.1	6.9	0	0.2	0.3	7.5
კარულ-დაკიდული	რაოდ.	3	1	9	0	0	1	14
	ფართ.	0.4	0.1	3.3	0	0	0.1	3.9
დაკიდულ-კარული	რაოდ.	0	0	4	0	0	1	5
	ფართ.	0	0	1.0	0	0	0.3	1.3
დაკიდულ-ხეობის	რაოდ.	0	0	9	0	0	0	9
	ფართ.	0	0	35.8	0	0	0	35.8
სულ რაოდენობა		22	5	68	3	6	28	132
სულ ფართობი		5.5	1.2	63.9	1.7	1.3	8.8	82.4

ბ

თდზ 2010								
მორფოლოგიური ტიპი (რაოდენობა და ფართობი)		მცინვარული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არღუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
კარული	რაოდ.	11	0	19	2	5	15	52
	ფართ.	1.5	0	4.0	0.6	0.7	2.9	9.7
კარულ-ხეობის	რაოდ.	0	0	0	1	0	1	2
	ფართ.	0	0	0	0.8	0	0.5	1.3
ხეობის	რაოდ.	1	1	2	0	0	4	8
	ფართ.	1.2	0.4	7.7	0	0	1.2	10.5
დაკიდული	რაოდ.	0	0	26	0	1	5	32
	ფართ.	0	0	6.3	0	0.1	0.7	7.1
კარულ-დაკიდული	რაოდ.	1	0	5	0	0	0	6
	ფართ.	0.1	0	1.0	0	0	0	1.1
დაკიდულ-კარული	რაოდ.	0	0	3	0	0	1	4
	ფართ.	0	0	0.6	0	0	0.2	0.8
დაკიდულ-ხეობის	რაოდ.	0	0	10	0	0	0	10
	ფართ.	0	0	31.8	0	0	0	31.8
სულ რაოდენობა		13	1	65	3	6	26	114
სულ ფართობი		2.8	0.4	51.4	1.4	0.8	5.5	62.3

ბ
თდზ 2015

მორფოლოგიური ტიპი (რაოდენობა და ფართობი)		მეცნიერული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
კარული	რაოდ.	7	0	11	2	3	10	33
	ფართ.	0.9	0	1.6	0.4	0.3	1.7	4.9
კარულ- ხეობის	რაოდ.	0	0	0	1	0	1	2
	ფართ.	0	0	0	0.6	0	0.1	0.7
ხეობის	რაოდ.	1	1	2	0	0	3	7
	ფართ.	0.9	0.4	7.0	0	0	0.6	8.9
დაკიდული	რაოდ.	0	0	17	0	0	4	21
	ფართ.	0	0	4.5	0	0	0.5	5.0
კარულ- დაკიდული	რაოდ.	0	0	2	0	0	0	2
	ფართ.	0	0	0.5	0	0	0	0.5
დაკიდულ- კარული	რაოდ.	0	0	2	0	0	1	3
	ფართ.	0	0	0.2	0	0	0.1	0.3
დაკიდულ- ხეობის	რაოდ.	0	0	10	0	0	0	10
	ფართ.	0	0	28.6	0	0	0	28.6
სულ რაოდენობა		8	1	44	3	3	19	78
სულ ფართობი		1.8	0.4	42.4	1.0	0.3	3.0	48.9

დ
თდზ 2020

მორფოლოგიური ტიპი (რაოდენობა და ფართობი)		მეცნიერული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
კარული	რაოდ.	3	0	8	1	0	4	16
	ფართ.	0.4	0	0.9	0.1	0	0.7	2.1
კარულ- ხეობის	რაოდ.	0	0	0	1	0	0	1
	ფართ.	0	0	0	0.4	0	0	0.4
ხეობის	რაოდ.	1	1	2	0	0	1	5
	ფართ.	0.8	0.3	6.5	0	0	0.1	7.7
დაკიდული	რაოდ.	0	0	15	0	0	1	16
	ფართ.	0	0	3.1	0	0	0.1	3.2
კარულ- დაკიდული	რაოდ.	0	0	1	0	0	0	1
	ფართ.	0	0	0.1	0	0	0	0.1
დაკიდულ- კარული	რაოდ.	0	0	2	0	0	0	2
	ფართ.	0	0	0.2	0	0	0	0.2
დაკიდულ- ხეობის	რაოდ.	0	0	11	0	0	0	11
	ფართ.	0	0	26.1	0	0	0	26.1
სულ რაოდენობა		4	1	39	2	0	6	52
სულ ფართობი		1,2	0,3	36.9	0,5	0	0.9	39.8

მე-2 ცხრილის მიხედვით შედგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს მეცნიერების მორფოლოგიური ტიპების განაწილების შემაჯამებელი ცხრილი კატალოგის, თდზ 1-ის, თდზ 2-ის, თდზ 3-ის მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით (ცხრილი 3).

ცხრილი 3. აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების მორფოლოგიური ტიპების განაწილების შემაჯამებელი ცხრილი კატალოგის, თდზ 1-ის, თდზ 2-ის, თდზ 3-ის მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობების მიხედვით

მონაცემები	მორფოლოგიური ტიპები													
	კარული		კარულ-ხეობის		ხეობის		დაკიდული		კარულ-დაკიდული		დაკიდულ-კარული		დაკიდულ-ხეობის	
	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი
კატალოგი	70	18.4	3	1.9	8	13.6	23	7.5	14	3.9	5	1.3	9	35.8
თდზ 1	52	9.7	2	1.3	8	10.5	32	7.1	6	1.1	4	0.8	10	31.8
თდზ 2	33	4.9	2	0.7	7	8.9	21	5.0	2	0.5	3	0.3	10	28.6
თდზ 3	16	2.1	1	0.4	5	7.7	16	3.2	1	0.1	2	0.2	11	26.1

აღმოსავლეთ საქართველოში ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარი კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2020 წლისათვის ინტენსიურად იკლებს, როგორც მცინვარების რაოდენობით, ისე დაკავებული ჯამური ფართობის მიხედვით.

აღმოსავლეთ საქართველოში, კატალოგის მიხედვით, ყველაზე დიდი რაოდენობით გავრცელებულია კარული მცინვარები, სულ 70, ხოლო შემდეგ დაკიდული მცინვარები, სულ 23 (ცხრ. 2 ა). 2020 წლისათვის დარჩა 16 კარული მცინვარი და იგივე რაოდენობის დაკიდული მცინვარი.

თდზ-ის 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემებით მცინვარები დეგრადირდება, ხდება მცინვარების დანაწევრება, მცირე მცინვარების გამოყოფა.

კარული მცინვარი შეიძლება დანაწევრდეს ორ ან სამ კარულ მცინვარად, ერთ კარულ და ერთ ან ორ თოვლნარად, ან საერთოდ გაქრეს. ამის მაგალითია პირიქითი ალაზნის №23 კარული ტიპის საშუალო მცინვარი (ნახ. 1), რომელიც 2010 წლისათვის დანაწევრდა 2 კარულ მცირე მცინვარად და 1 თოვლნარად. 2015 წლისათვის იგივე განაწილება შენარჩუნდა, თუმცა მცირე მცინვარების ფართობები შემცირდა. 2020 წლისათვის ერთი მცირე მცინვარი დარჩა, ხოლო მეორე მცირე მცინვარი, რომლის ფართობი უფრო ნაკლებია თოვლნარად დეგრადირდა, თოვლნარი კი, გაქრა.

ხეობის ტიპის მცინვარი ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა შეიძლება დანაწევრდეს ხეობის და კარულ ან დაკიდულ მცინვარად, აგრეთვე ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად.

კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარი სამივე პერიოდში ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა წლების მიხედვით თანმიმდევრულად იკლებს მის მიერ დაკავებული ფართობი და რამდენიმე შემთხვევაში გადადის თოვლნარში ან ქრება.

დაკიდული მცინვარი ასევე ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, მხოლოდ დროთა განმავლობაში იკლებს მისი ფართობი (ზოგჯერ გადადის თოვლნარში ან ქრება).

კარულ-დაკიდული მცინვარები ძირითადად ინარჩუნებენ თავის მორფოლოგიას, ზოგ შემთხვევაში, ხდება მცირე მცინვარის (მაგალითად, თერგის აუზის მცინვარი №103) დანაწევრება კარულ-დაკიდულ და დაკიდულ ერთ ან რამდენიმე მცინვარად, შემდეგ ვადაზე კი, ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად ან ქრება.

დაკიდულ-კარული მცინვარებიც ინარჩუნებენ თავის მორფოლოგიას, დროთა განმავლობაში დანაწევრდებიან ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად ან ქრებიან.

დაკიდულ-ხეობის მცინვარები ბოლომდე ინარჩუნებენ თავის მორფოლოგიას, თუმცა შეიძლება გამოეყოს თოვლნარი.

2020 წლისათვის არღუნის აუზში საერთოდ აღარ არის მცინვარი და მხოლოდ 5 თოვლნარიღაა შემორჩენილი (ცხრილი 2). იგივე ხდება არაგვის და ასას აუზებში. პირველ მათგანში ერთი მცირე ზომის (0.3 კმ²) ხეობის მცინვარი, ხოლო მეორეში ორი მცირე ზომის კარული (0.1 კმ²) და კარულ-ხეობის (0.4 კმ²) მცინვარიღაა შემორჩენილი. ყველაზე დიდი რაოდენობით მცინვარები შემორჩა თერგის აუზში. 68 მცინვარიდან, რომელთაც ეკავათ ფართობი 63,9 კმ² 2020 წელს აღრიცხულია 39 მცინვარი და მათ მიერ

დაკავებული ფართობია 36.9 კმ². რაც იმას ნიშნავს, რომ თერგის აუზში მცინვარების რაოდენობა შემცირდა 42.6 %-ით, ხოლო მათ მიერ დაკავებული ფართობი – 42.2 %-ით.

კატალოგიით, აღმოსავლეთ საქართველოში არსებული 132 მცინვარიდან 2020 წლისათვის სულ შემორჩა 52 მცინვარი ანუ მცინვარების რაოდენობა შემცირდა 80 მცინვარით (60.6 %). მცინვარების ჯამური ფართობი 82.4 კმ²-დან გახდა 39.8 კმ² ანუ შემცირდა 52.6 კმ²-ით (63.8 %).

შევადართ, დასავლეთ საქართველოში მცინვარების ჯამური ფართობი (კატალოგიით) 465.7 კმ² 2020 წლისათვის გახდა 274.9. კმ²-ით ანუ შემცირდა 190.8 კმ²-ით (41.0 %-ით). რაც შეეხება მცინვარების რაოდენობას იყო 409, ხოლო 2020 წ. – 375, ანუ შემცირდა 8.3 %-ით. ეს ციფრები ადასტურებს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში კლიმატის ცვლილების შედეგად მცინვარების დეგრადაცია გაცილებით სწრაფად მიმდინარეობს ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ეს განპირობებულია საქართველოს ამ ნაწილებს შორის კლიმატის დიდი განსხვავებით. აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატი იმ ქვერეგიონში სადაც მცინვარები არის განლაგებული ხასიათდება ნამდვილ ზაფხულს მოკლებული მაღალი მთიანეთის ზომიერად მშრალი ჰავით, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ის ქვერეგიონი სადაც მცინვარები არის, ხასიათდება მაღალმთის ნოტიო ჰავით მუდმივი თოვლით და მცინვარებით.

ცნობილია, რომ მცინვარების დეგრადაცია იწვევს **თოვლნარების** რაოდენობის ზრდას. ყველა თოვლნარი კარული ან დაკიდული მორფოლოგიისაა. მე-4 ცხრილის განხილვა გვიჩვენებს, რომ კატალოგში არსებული 132 მცინვარიდან 2010 წლის თანამგზავრული მონაცემებით წარმოიქმნა 30 თოვლნარი და გაქრა 10. 2015 წლისათვის წარმოიქმნა 57 თოვლნარი და გაქრა 34 მცინვარი, ხოლო 2020 წლისათვის წარმოიქმნა 80 თოვლნარი და გაქრა 65 მცინვარი. ასე რომ, 2010 წლიდან თოვლნარების და გამქრალი მცინვარების რაოდენობა ინტენსიურად იზრდება. სულ წარმოიქმნა 167 თოვლნარი და გაქრა 109 მცინვარი.

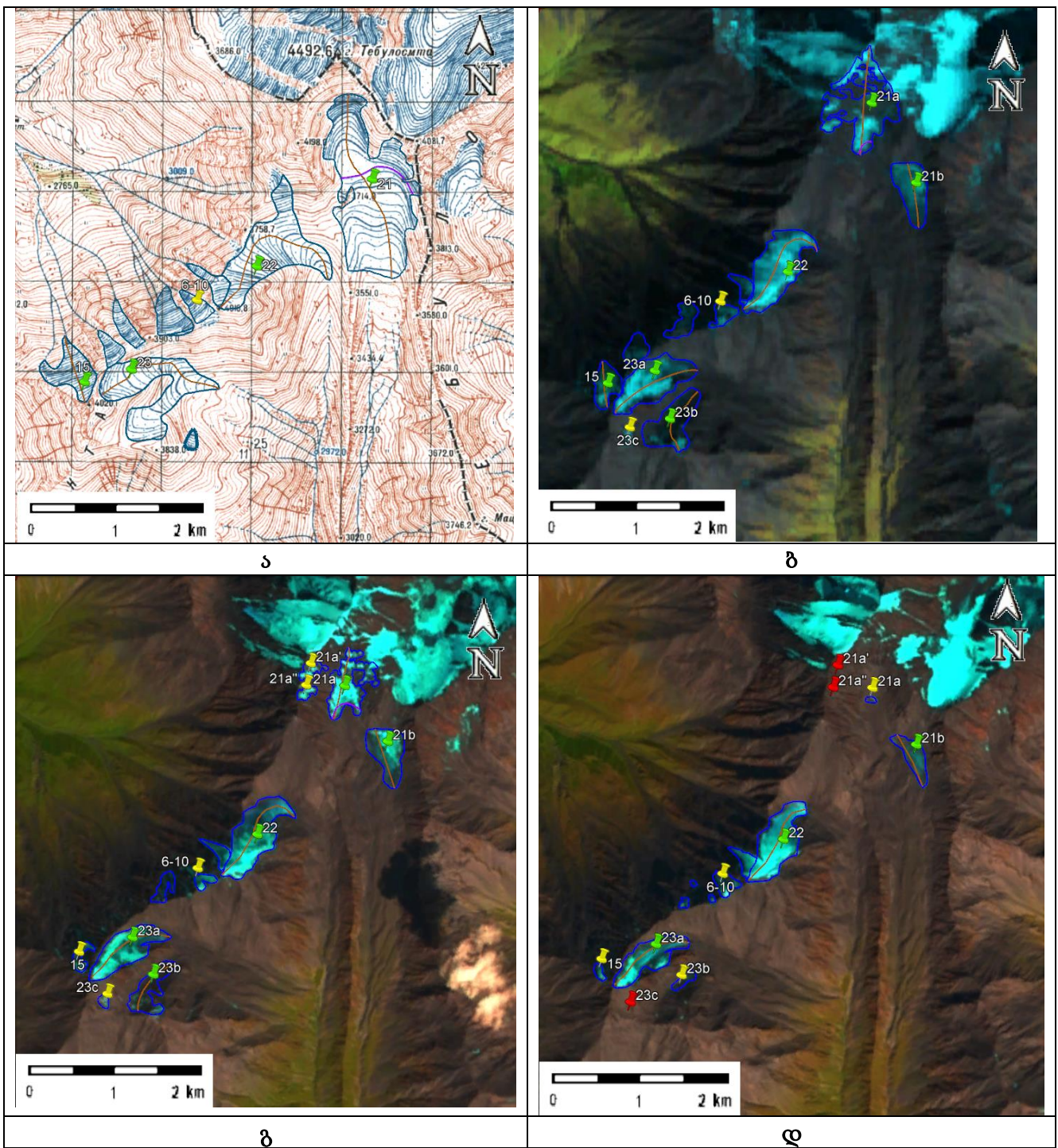
მცინვარების კატალოგში 0.1 კმ²-ზე ნაკლები ფართობის მცინვარები (თოვლნარები) არ განიხილება. შესაბამისად არ გვაქვს კატალოგის მონაცემები თოვლნარების ცხრილში (ცხრილი 4).

ცხრილი 4. აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარულ აუზებში თოვლნარებისა და გამქრალი მცინვარების განაწილება თდზ 1-ის, თდზ 2-ის, თდზ 3-ის მონაცემებით

		თოვლნარები და გამქრალი მცინვარები						
მონაცემები		მცინვარული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
თდზ 1	თოვლნარი	6	3	10	0	0	11	30
	გამქ. მცინვ.	6	1	3	0	0	0	10
თდზ 2	თოვლნარი	6	2	25	0	5	19	57
	გამქ. მცინვ.	11	2	17	0	0	4	34
თდზ 3	თოვლნარი	9	1	30	2	5	33	80
	გამქ. მცინვ.	14	3	29	0	3	16	65
სულ	თოვლნარი	21	6	63	2	10	62	167
	გამქ. მცინვ.	31	6	49	0	3	20	109

აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების **ზოგადი ექსპოზიციის** საწყისი მონაცემები აღებულია კატალოგიდან, ხოლო 2010, 2015 და 2020 წლის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიცია დადგინდა პროგრამა Google Earth-ის გამოყენებით, სადაც ნათლად ჩანს ფერდობების ხეობების მიმართულება და ექსპოზიცია. პროგრამაში შემოტანილ იქნა აღნიშნული წლების მცინვარების კონტურები და მათი საშუალებით შესაძლებელი გახდა ფერდობების ექსპოზიციის დადგენა. აღნიშნული მონაცემები გადამოწმდა Arc Map-ში (Arc Gis) სპეციალურად შექმნილი Arc Toolbox ინსტრუმენტების გამოყენებით. მეთოდი ითვალისწინებდა საქართველოს რელიეფის ციფრული სასიმალო მოდელით (Digital Elevation Model) ე.წ. DEM-ით იმგვარად დამუშავებას, რომ მიგვეღო საქართველოს ფერდობების ექსპოზიციის რუკა. დამუშავების დროს გამოყენებულ იქნა საქართველოს რელიეფის ციფრული სასიმალო მოდელი 20X20 გარჩევადობით [6–9].

აღნიშნული მეთოდი აპრობირებული და მიღებულია მსოფლიოში, ეს მეთოდი პრაქტიკულად გამოირიცხავს შეცდომებს მცინვარების ექსპოზიციის შესწავლის დროს.



ნახ. 1. პირიქითი ალაზნის №23 კარული ტიპის საშუალო მყინვარის კონტურები: ა) ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით, ბ) Landsat TM სენსორის 2011 წლის 21 სექტემბრის სურათის მიხედვით (თდზ 1), გ) Landsat OLI TIRS სენსორის 2014 წლის 28 აგვისტოს სურათის მიხედვით (თდზ 2), დ) Landsat OLI TIRS სენსორის 2020 წლის 13 სექტემბრის სურათის მიხედვით (თდზ 3).

მყინვარების ექსპოზიციის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს მყინვარების დნობის საკითხთან მიმართებაში. აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარების ექსპოზიციის შესწავლისათვის მყინვარული აუზების მიხედვით, შედგენილია მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილების ცხრილი რაოდენობისა და ფართობების მიხედვით. ზემოთ ჩამოთვლილი ოთხი ვადისათვის (ცხრილი 5).

ცხრილი 5. აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარულ აუზებში მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილება კატალოგის (ა), თდზ-ის 2010 (ბ), 2015 (გ), 2020 (დ) წლის მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობების მიხედვით

		კატალოგით						
		მცინვარული აუზი						
ზოგადი ექსპოზიცია (რაოდენობა და ფართობი)		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
ჩ	რაოდ.	4	0	9	0	1	1	15
	ფართ.	0.7	0	4.4	0	0.2	0.6	5.9
ს	რაოდ.	1	0	6	0	0	3	10
	ფართ.	0.2	0	4.6	0	0	1.5	6.3
დ	რაოდ.	1	0	1	0	0	1	3
	ფართ.	0.1	0	0.5	0	0	0.3	0.9
ა	რაოდ.	1	1	5	2	2	2	13
	ფართ.	0.1	0.7	1.3	1.4	0.4	0.3	4.2
ჩდ	რაოდ.	6	1	13	0	1	1	22
	ფართ.	2.6	0.1	4.2	0	0.2	0.1	7.2
ჩა	რაოდ.	6	2	16	1	2	8	35
	ფართ.	1.5	0.2	14.4	0.3	0.5	2.8	19.7
სდ	რაოდ.	2	1	5	0	0	7	15
	ფართ.	0.2	0.2	16.3	0	0	1.8	18.5
სა	რაოდ.	1	0	13	0	0	5	19
	ფართ.	0.1	0	18.2	0	0	1.4	19.7
სულ რაოდენობა		22	5	68	3	6	28	132
სულ ფართობი		5.5	1.2	63.9	1.7	1.3	8.8	82.4

		თდზ 2010						
		მცინვარული აუზი						
ზოგადი ექსპოზიცია (რაოდენობა და ფართობი)		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
ჩ	რაოდ.	3	0	13	0	1	1	18
	ფართ.	0.5	0	2.6	0	0.1	0.5	3.7
ს	რაოდ.	2	0	6	0	0	4	12
	ფართ.	0.3	0	3.5	0	0	1.0	4.8
დ	რაოდ.	0	0	1	0	0	1	2
	ფართ.	0	0	0.5	0	0	0.1	0.6
ა	რაოდ.	0	1	4	2	2	1	10
	ფართ.	0	0.4	0.7	1.1	0.3	0.1	2.7
ჩდ	რაოდ.	2	0	9	0	1	0	12
	ფართ.	1.3	0	2.2	0	0.1	0	3.6
ჩა	რაოდ.	4	0	16	1	2	8	31
	ფართ.	0.6	0	12.5	0.3	0.4	1.6	15.4
სდ	რაოდ.	2	0	5	0	0	6	13
	ფართ.	0.2	0	13.3	0	0	1.1	14.6
სა	რაოდ.	0	0	11	0	0	5	16
	ფართ.	0	0	16.0	0	0	0.9	16.9
სულ რაოდენობა		13	1	65	3	6	26	114
სულ ფართობი		2.9	0.4	51.4	1.4	0.9	5.3	62.3

ბ თღზ 2015								
ზოგადი ექსპოზიცია (რაოდენობა და ფართობი)		მცინვარული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
ჩ	რაოდ.	1	0	7	0	0	0	8
	ფართ.	0,3	0	1,6	0	0	0	1,9
ს	რაოდ.	2	0	5	0	0	4	11
	ფართ.	0,2	0	3,1	0	0	0,7	4,0
დ	რაოდ.	0	0	1	0	0	0	1
	ფართ.	0	0	0,1	0	0	0	0,1
ა	რაოდ.	0	1	3	2	2	1	9
	ფართ.	0	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	1,9
ჩდ	რაოდ.	2	0	5	0	0	0	7
	ფართ.	0,9	0	1,3	0	0	0	2,2
ჩა	რაოდ.	2	0	12	1	1	4	20
	ფართ.	0,2	0	10,6	0,2	0,1	0,9	12,0
სდ	რაოდ.	1	0	4	0	0	6	11
	ფართ.	0,1	0	11,9	0	0	0,7	12,7
სა	რაოდ.	0	0	7	0	0	6	13
	ფართ.	0	0	13,3	0	0	0,5	13,8
სულ რაოდენობა		8	1	44	3	3	21	80
სულ ფართობი		1,7	0,4	42,3	1,0	0,3	2,9	48,6

დ თღზ 2020								
ზოგადი ექსპოზიცია (რაოდენობა და ფართობი)		მცინვარული აუზი						
		1	2	3	4	5	6	7
		ლიახვი	არაგვი	თერგი	ასა	არლუნი	პირიქითი ალაზანი	სულ
ჩ	რაოდ.	0	0	5	0	0	0	5
	ფართ.	0	0	1,0	0	0	0	1,0
ს	რაოდ.	1	0	5	0	0	2	8
	ფართ.	0,1	0	2,6	0	0	0,1	2,8
დ	რაოდ.	0	0	0	0	0	0	0
	ფართ.	0	0	0	0	0	0	0
ა	რაოდ.	0	1	2	1	0	0	4
	ფართ.	0	0,3	0,2	0,4	0	0	0,9
ჩდ	რაოდ.	2	0	9	0	0	0	11
	ფართ.	1,0	0	12,2	0	0	0	13,2
ჩა	რაოდ.	1	0	10	1	0	2	14
	ფართ.	0,1	0	8,7	0,1	0	0,5	9,4
სდ	რაოდ.	0	0	5	0	0	2	7
	ფართ.	0	0	11,2	0	0	0,2	11,4
სა	რაოდ.	0	0	6	0	0	2	8
	ფართ.	0	0	11,9	0	0	0,2	12,1
სულ რაოდენობა		4	1	42	2	0	8	57
სულ ფართობი		1,2	0,3	47,8	0,5	0	1,0	50,8

მე-5 ცხრილის მიხედვით შედგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილების შემაჯამებელი ცხრილი კატალოგის, თღზ 1-ის, თღზ 2-ის, თღზ 3-ის მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით (ცხრილი 6).

ცხრილი 6. აღმოსავლეთ საქართველოს მცენარეების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილების შემაჯამებელი ცხრილი კატალოგის, თდზ 1-ის, თდზ 2-ის, თდზ 3-ის, მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით

მონაცემები	ზოგადი ექსპოზიცია															
	ჩ		ს		დ		ა		ჩდ		ჩა		სდ		სა	
	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი	რაოდენობ	ფართობი
კატალოგით	15	5.9	10	6.3	3	0.9	13	4.2	22	7.2	35	19.7	15	18.5	19	19.7
თდზ 1	18	3.7	12	4.8	2	0.6	10	2.7	12	3.6	31	15.4	13	14.6	16	16.9
თდზ 2	8	1.9	11	4.0	1	0.1	9	1.9	8	2.4	20	12.1	10	12.8	10	13.8
თდზ 3	5	1.0	7	2.8	0	0	5	1.0	8	2.2	14	9.4	7	11.4	6	12.0

აღმოსავლეთ საქართველოში მცენარეებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგია, რომ მცენარეების როგორც რაოდენობა, ისე ფართობები ყველა ექსპოზიციის მცენარისათვის კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2010 წლიდან მოყოლებული თანმიმდევრულად იკლებს. აღმოსავლეთ საქართველოს მცენარეების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება როგორც კატალოგით, ისე თდზ-ის მიხედვით არის ჩრდილო-აღმოსავლეთის, შემდეგ ჩრდილო დასავლეთის. ყველაზე ნაკლებია დასავლეთის ექსპოზიციის მცენარეები, რომლებიც 2020 წლისათვის, საერთოდ ქრება.

დასავლეთ საქართველოში გამცენარეების უმთავრეს კერას წარმოადგენს კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი [9], ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში მცენარეები ორივე, ჩრდილეთის და სამხრეთის ფერდობითაა წარმოდგენილი.

რაოდენობის მიხედვით წამყვანი ადგილი ჩრდილოური (ჩ, ჩდ, და ჩა) ექსპოზიციის მცენარეებს უკავია. შემდეგ მოდის სამხრეთული (ს, სდ, და სა) ექსპოზიციის მცენარეები.

ჩრდილოური ექსპოზიციის მცენარეები უმთავრესად განლაგებულია კავკასიონის შტო ქედებზე, ჩრდილოური ექსპოზიციის მცენარეების ასეთი დიდი რაოდენობა განპირობებულია კავკასიონის შტო ქედების მერიდიანული და სუბგანედური მიმართულებით. მათი მორფომეტრიული და მორფოგრაფიული პირობების გამო, ზოგჯერ მხოლოდ ამ ქედების ჩრდილოეთ ფერდობზეა შესაძლებელი მცირე ზომის მცენარეების არსებობა [5]. ჩრდილოური ექსპოზიციის მცენარეების ფართობები გაცილებით ნაკლებია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე მცენარეების ფართობებზე.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩრდილოური ექსპოზიციის მცენარეების რაოდენობა მეტია სამხრეთული ექსპოზიციის მცენარეებზე, ჩრდილოური ექსპოზიციის მცენარეების აუზების მიხედვით ჯამური ფართობები ნაკლებია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე მცენარეების ჯამურ ფართობებზე.

აღსანიშნავია, რომ მსგავსად მცენარეებისა, სამივე ვადაზე კლიმატის ცვლილებით განპირობებული მცენარეების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი თოვლნარებიდან ყველაზე მეტია ჩრდილოური ექსპოზიციის, ხოლო ყველაზე ნაკლებია დასავლეთის ექსპოზიციის თოვლნარები (ცხრილი 7).

ცხრილი 7. აღმოსავლეთ საქართველოს მცენარეული აუზების თოვლნარების განაწილება ზოგადი ექსპოზიციის მიხედვით თდზ 1-ის, თდზ 2-ის, თდზ 3-ის მონაცემებით

მონაცემები	თოვლნარების ზოგადი ექსპოზიცია								
	ჩ	ს	დ	ა	ჩდ	ჩა	სდ	სა	სულ
თდზ 1	1	1	0	5	8	7	5	3	30
თდზ 2	12	3	2	1	10	16	7	6	57
თდზ 3	9	7	3	5	10	22	11	13	80
სულ	22	11	5	11	22	45	23	22	167

დასკვნა

ამგვარად შეიძლება დავასკვნათ, რომ:

- აღმოსავლეთ საქართველოში, კატალოგის მიხედვით, ყველაზე დიდი რაოდენობით გავრცელებულია კარული მცენარეები, სულ 70, ხოლო შემდეგ დაკიდული მცენარეები, სულ 23. 2020 წლისათვის დარჩა 16

კარული მყინვარი და იგივე რაოდენობის დაკიდული მყინვარი. აღმოსავლეთ საქართველოში ყველა მორფოლოგიური ტიპის მყინვარი კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2020 წლისათვის ინტენსიურად იკლებს, როგორც მყინვარების რაოდენობით, ისე დაკავებული ჯამური ფართობის მიხედვით. არდუნის აუზში საერთოდ აღარ არის მყინვარი და მხოლოდ 5 თოვლნარიღა შემორჩენილი. ყველაზე დიდი რაოდენობით მყინვარებია თერგის აუზში. 68 მყინვარიდან, რომელთაც ეკავათ ფართობი 63,9 კმ² 2020 წელს აღრიცხულია 39 მყინვარი და მათ მიერ დაკავებული ფართობია 36,9 კმ². რაც იმას ნიშნავს, რომ თერგის აუზში მყინვარების რაოდენობა შემცირდა 42,6 %-ით, ხოლო მათ მიერ დაკავებული ფართობი – 42,2 %-ით.

- აღმოსავლეთ საქართველოში კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით, კატალოგით აღმოსავლეთ საქართველოში არსებული 132 მყინვარიდან 2020 წლისათვის სულ შემორჩა 52 მყინვარი ანუ მყინვარების რაოდენობა შემცირდა 80 მყინვარით (60,6 %). მყინვარების ჯამური ფართობი 82,4 კმ²-დან გახდა 39,8 კმ² ანუ შემცირდა 52,6 კმ²-ით (63,8 %). ამავე დროს დასავლეთ საქართველოში მყინვარების ჯამური ფართობი (კატალოგით) 465,7 კმ², 2020 წლისათვის გახდა 274,9 კმ² ანუ შემცირდა 190,8 კმ²-ით (41,0 %-ით). რაც შეეხება მყინვარების რაოდენობას იყო 409, ხოლო 2020 წ. – 375, ანუ შემცირდა 8,3 %-ით. ეს ციფრები ადასტურებს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში კლიმატის ცვლილების შედეგად მყინვარების დეგრადაცია გაცილებით სწრაფად მიმდინარეობს ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ეს განპირობებულია საქართველოს ამ ნაწილებს შორის კლიმატის დიდი განსხვავებით, ვინაიდან აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატი იმ ქვერეგიონში სადაც მყინვარები არის განლაგებული, ხასიათდება ნამდვილ ზაფხულს მოკლებული მაღალი მთიანეთის ზომიერად მშრალი ჰავით, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ის ქვერეგიონი სადაც მყინვარები არის, ხასიათდება მაღალმთის ნოტიო ჰავით მუდმივი თოვლით და მყინვარებით.

- მყინვარების დეგრადაცია იწვევს თოვლნარების რაოდენობის ზრდას. ყველა თოვლნარი კარული ან დაკიდული მორფოლოგიისაა. აღმოსავლეთ საქართველოში კატალოგით აღრიცხული 132 მყინვარიდან 2010 წლის თანამგზავრული მონაცემებით წარმოიქმნა 30 თოვლნარი და გაქრა 10. 2015 წლისათვის წარმოიქმნა 57 თოვლნარი და გაქრა 34 მყინვარი, ხოლო 2020 წლისათვის წარმოიქმნა 80 თოვლნარი და გაქრა 65 მყინვარი. ასე რომ, 2010 წლიდან თოვლნარების და გამქრალი მყინვარების რაოდენობა ინტენსიურად იზრდება. სულ წარმოიქმნა 167 თოვლნარი და გაქრა 109 მყინვარი.

- აღმოსავლეთ საქართველოში მყინვარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგია, რომ მყინვარების როგორც რაოდენობა, ისე ფართობები ყველა ექსპოზიციის მყინვარისათვის კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2010 წლიდან მოყოლებული თანმიმდევრულად იკლებს.

- აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება როგორც კატალოგით, ისე თდზ-ის მიხედვით არის ჩრდილო-აღმოსავლეთის, შემდეგ ჩრდილო დასავლეთის. ყველაზე ნაკლებია დასავლეთის ექსპოზიციის მყინვარები, რომლებიც 2020 წლისათვის, საერთოდ ქრება. აღსანიშნავია, რომ მსგავსად მყინვარებისა, სამივე ვადაზე კლიმატის ცვლილებით განპირობებული მყინვარების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი თოვლნარებიდან ყველაზე მეტია ჩრდილოური ექსპოზიციის, ხოლო ყველაზე ნაკლებია დასავლეთის ექსპოზიციის თოვლნარები.

- ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარები უმთავრესად განლაგებულია კავკასიონის შტო ქედებზე და მათი ფართობები გაცილებით ნაკლებია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე მყინვარების ფართობებზე.

- მიუხედავდ იმისა, რომ ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარების რაოდენობა მეტია სამხრეთული ექსპოზიციის მყინვარებზე, ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარების ჯამური ფართობები გაცილებით ნაკლებია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე მყინვარების ჯამურ ფართობებზე. ჩრდილოური ექსპოზიციის თოვლნარების რაოდენობაც გაცილებით მეტია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე თოვლნარებზე.

ლიტერატურა - References - Литература

1. V. SH. Tsomaia. Katalog lednikov USSR, V. 9, vip. 3, ch. 1, L: Gidrometeoizdat, 1975, - 95 (in Russian).
2. V. SH. Tsomaia, O. A. Drobishev. Katalog lednikov SSSR, T. 8, ch. 11, L: Gidrometeoizdat, 1977, - 71 (in Russian).
3. V. D. Panov, E. S. Borovik. Katalog lednikov SSSR, T. 8, ch. 12, L: Gidrometeoizdat, 1977, - 51 (in Russian).
4. L. I. Maruashvili, G. M. kurdgelaidze, T. A. Lashkhi, SH. V. Inashvili, T. 9, vip. 1, ch. 2-6, L: Gidrometeoizdat, 1975, - 86 (in Russian).
5. R. Gobejishvili, V. Kotliakov.. Glaciology (Glaciers), 2006, - 292 (in Georgian).

6. Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Guliashvili G., Beridze S. The Results of Satellite Remote Observation on the Morphology and Exposure of Glaciers in the Autonomous Republic of Abkhazia in the Last Decade. Science and Technologies, №3 (740), Tb.: Publishing House "Technical University", 2022, pp. 18–28 (in Georgian).
7. George Kordzakhia, Larisa Shengelia, Gennady Tvauri, Guguli Dumbadze. Morphology and Exposure Studies in the Autonomous Republic of Abkhazia (West Georgia) on the Background of Modern Climate Change. 3RD INTERNATIONAL CONGRESS ON ENGINEERING AND LIFE SCIENCE (ICELIS), Proceedings book, 20-22 September 2023, Trabzon/TÜRKİYE. Republic of Türkiye Karadeniz Technical University. 2023, pp. 51–58.
8. Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Guliashvili G. The Research of the Morphology and Exposure of Glaciers and Snowfields of the River Inguri Glacial Based on the Satellite Remote Sensing. Science and Technologies, №3 (746), Tb.: Publishing House "Technical University", 2024, pp. 7–13 (in Georgian).
9. Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Guliashvili G., Dzadzamia M. Results of the study of the morphology and exposure of glaciers and snowfields of the glacial basins of western Georgia based on satellite remote sensing. Transactions of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. LXXVII, 2024, pp. 43–64 (in Georgian).

UDC: 551.50.501.7

Results of the study of the morphology and exposure of glaciers and snowfields in the glacial basins of eastern Georgia based on satellite remote sensing/ Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Guliashvili G., Dzadzamia M.

Transactions IHM, GTU. -2025. -vol.136. -pp.92-104. - Georg., Summ. Georg., Eng.Rus.

The article presents the results of the study of the morphology and exposure of glaciers and snowfields in the glacial basins of eastern Georgia according to the catalogue and satellite remote sensing data for 2010, 2015 and 2020. A modern method for determining the exposure of glaciers has been used, which is tested and accepted worldwide. This method practically eliminates errors when studying the exposure of glaciers. The results of changes in the number and areas of various morphological types and exposed glaciers and snowfields of the glacial basins of eastern Georgia as a result of ongoing climate change are presented.

УДК: 551.50.501.7

Результаты изучения морфологии и экспозиции ледников и снежников ледниковых бассейнов Восточной Грузии на основе спутникового дистанционного зондирования/ Шенгелия Л., Кордзахия Г., Тваური Г., Гулиашвили Г., Дзadzamia М./Сб. Трудов ИГМ ГТУ. - 2025. – том 136. - с.92-104. - Груз.; Рез: Груз., Англ., Рус.

В статье представлены результаты изучения морфологии и экспозиции ледников и снежников ледниковых бассейнов восточной Грузии по данным каталога и спутникового дистанционного зондирования за 2010, 2015 и 2020 годы. Использован современный метод определения экспозиции ледников, который апробирован и принят в мировой практике, что практически исключает ошибки при изучении экспозиции ледников. Представлены результаты изменения количества и площадей различных морфологических типов и экспонированных ледников и снежников ледниковых бассейнов восточной Грузии в результате современного изменения климата.