

## მდ. რიონის აუზში მდებარე მყინვარების მორფოლოგიაზე და ექსპოზიციაზე თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების შედეგები

\* შენგელია ლ., \* კორძახია გ., \*\* თვაური გ.,  
\*\*\* გულიაშვილი გ., \*\*\* ქაძამია მ.

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
\*\* თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახ. უნივერსიტეტის ელ. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი  
\*\*\* გარემოს ეროვნული სააგენტო

**ანოტაცია.** შესწავლილია მდ. რიონის აუზის მყინვარები და მათი მახასიათებლები კატალოგის და 2010, 2015 და 2020 წლების თანამგზავრული მონაცემების მიხედვით. სტატიაში წარმოდგენილია ამ მყინვარების მორფოლოგიაზე და ექსპოზიციაზე დაკვირვების შედეგები. გამოტანილია შესაბამისი დასკვნები.

**საკვანძო სიტყვები:** თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება, კლიმატის ცვლილება, მყინვარები, მორფოლოგია, ექსპოზიცია, მდ. რიონის აუზი.

### შესავალი

ნაშრომში წარმოდგენილია ბოლო ათწლეულში მდ. რიონის აუზის მყინვარების მორფოლოგიაზე და ექსპოზიციაზე თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების შედეგები. ადრეულ კვლევებში, როცა ხდებოდა კატალოგის მონაცემების (თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) მხოლოდ ერთი ვადის (2015 წლის) მონაცემებთან შედარება, ამ საკითხზე არ გამახვილებულა ყურადღება [1]. ამჟამად შესასწავლია საქართველოს მყინვარები და მათ მახასიათებლები 2010, 2015 და 2020 წლების თდზ-ის მიხედვით. როგორც აღმოჩნდა მყინვარებზე დაკვირვება სამივე ვადის მახასიათებლების მიხედვით მნიშვნელოვანია, რადგან კლიმატის მიმდინარე ცვლილება იწვევს მყინვარების დეგრადაციას, მცირე ზომის მყინვარების გამოყოფას და მათი მორფოლოგიის ცვლილებას. აუცილებელია განისაზღვროს შეცვლილი მყინვარების ექსპოზიცია, რაც განაპირობებს მათი დნობის სიჩქარეს.

**მეთოდოლოგია, მონაცემები.** მორფოლოგიური ტიპებისა და ზოგადი ექსპოზიციის განსაზღვრის მეთოდოლოგია წარმოდგენილია [2 , 3].

გამოყენებულია მონაცემები კატალოგიდან, რომელიც გამოიცა 1975 წელს 60-იანი წლების მასალების საფუძველზე [4] და მაღალი გარჩევადობის Landsat-ის თანამგზავრებით მოპოვებული სურათები (გარჩევადობა 15–30 მ) სამი ვადისთვის (2010, 2015 და 2020 წლისათვის). თდზ-ის მონაცემები დამუშავებულია GIS (გეო-საინფორმაციო სისტემები) ტექნოლოგიების გამოყენებით.

**ძირითადი ნაწილი.** მთის მყინვარების მორფოლოგიური ტიპებია [5]: კარული, კარული-ხეობის, ხეობის და დაკიდული მყინვარები.

**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 მთავრდებოდა. კარის გამოსასვლელში იგი შემოფარგლულია ბოლო მორენული სერიით. იმ შემთხვევაში, თუ კარული მყინვარი მის ქვემოთ მდებარე ხეობაში ჩადის და მყინვარის ენა საერთო სიგრძის ერთ ან ორ მესამედზე მეტი არ არის ასეთ მყინვარს **კარული-ხეობის** ეწოდება. კარული მყინვარის კვებაში დიდ

როლს გადაქარული თოვლი და თოვლის ზვავები ასრულებს. ამ დროს ხდება თოვლის კონცენტრაცია მყინვარზე. ამის გამოა, რომ ხშირად კარული მყინვარები თოვლის ხაზის ქვემოთ მდებარეობს.

**ხეობის მყინვარები** ხეობის სათავესა და ხეობის შუა მონაკვეთში მდებარეობს. ხეობის მყინვარი მთის მყინვარია, რომლის ენა ხეობაშია, ხოლო ფირნის აუზი – ხეობის სათავეში თასის მაგვარ ფორმაშია მოთავსებული.

**დაკიდული მყინვარი** – მცირე ზომისაა, მთის ციცაბო ფერდობზე სუსტად გამოხატულ ჩალრმავეებაში მდებარეობს და მალა, ძირითადი ხეობის ფერდობზე მთავრდება. მისი მალალი მდებარეობის გამო ყინულის დნობა მცირეა. უფრო ხშირად დაკიდული მყინვარის შემცირება მისი ენის ჩამონგრევით ხდება. ინტენსიური ნგრევის დროს ყინული ფერდობის ძირში გროვდება და განახლებული (ალორძინებული) მყინვარი წარმოიქმნება. დაკიდულ მყინვარებს შეიძლება მივაკუთვნოთ თხემის ახლოს კულუარებში განლაგებული მყინვარებიც.

რაც შეეხება მყინვარების 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.

მდ. რიონის აუზის მყინვარების განაწილება მორფოლოგიური ტიპების ოთხი ვადისათვის რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.

**ცხრილი 1. მდ. რიონის აუზის მყინვარების განაწილება მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით კატალოგის თღ 1-ის (2010 წ.), თღ 2 (2015 წ.), თღ 3 (2020 წ.) მონაცემებით.**

მონაცემები	მორფოლოგიური ტიპები							
	კარული		კარული-ხეობის		ხეობის		დაკიდული	
	რაოდ.	ფართ.	რაოდ.	ფართ.	რაოდ.	ფართ.	რაოდ.	ფართ.
კატალოგით	15	5,1	3	2,8	49	60,8	8	2,0
თღ 1	18	3,3	4	0,9	39	47,9	29	5,0
თღ 2	10	1,9	3	0,8	40	38,9	25	4,2
თღ 3	9	1,0	2	0,7	40	36,7	22	2,8

როგორც ცხრილიდან ჩანს მდ. რიონის აუზის მყინვარებს აქვთ კარული, კარული-ხეობის, ხეობის და დაკიდული ტიპების მორფოლოგია. ყველაზე დიდი რაოდენობით კატალოგის მიხედვით არის ხეობის ტიპის მყინვარები, სულ 49. ხეობის ტიპის მყინვარი ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა შეიძლება დანაწევრდეს ხეობის, კარულ და დაკიდულ მყინვარად, აგრეთვე, ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად.

თღ-ის 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემებით კარული ტიპის მყინვარები დეგრადირდება, ხდება მათი დანაწევრება, მცირე მყინვარების და თოვლნარების გამოყოფა.

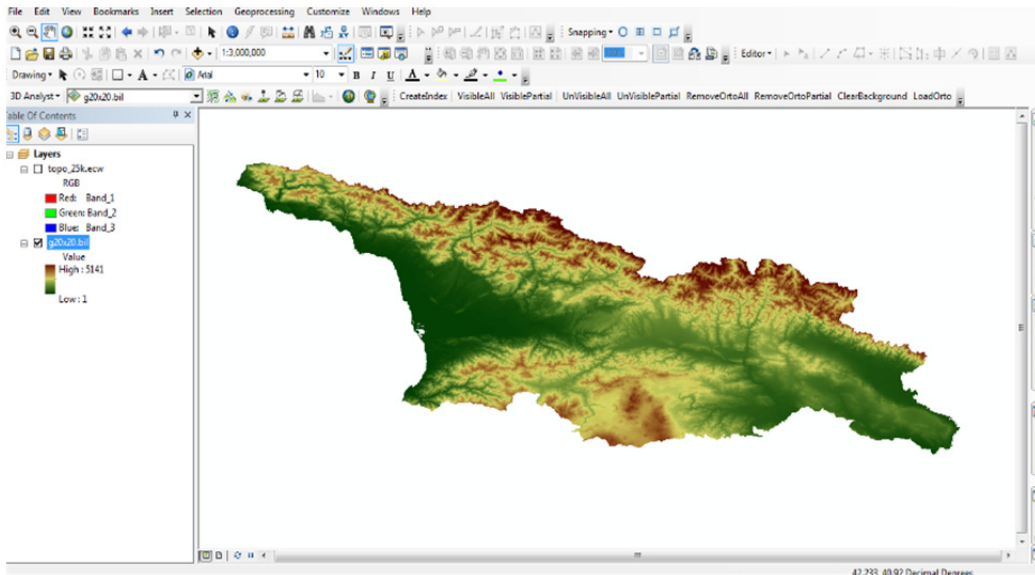
კარული-ხეობის ტიპის მყინვარები ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა წლების მიხედვით თანმიმდევრულად იკლებს დაკავებული ფართობი და რამდენიმე შემთხვევაში გადადის თოვლნარში.

ასევე ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას დაკიდული მყინვარიც, თუმცა დროთა განმავლობაში იკლებს მისი ფართობი, ზოგჯერ გადადის თოვლნარში ან ქრება.

ყველა მორფოლოგიური ტიპის მყინვარის რაოდენობა 2010 წლისათვის მატულობს, მყინვარების დეგრადაციის გამო, გარდა ხეობის ტიპის მყინვარებისა, რაც მათი მორფოლოგიითაა განპირობებული.

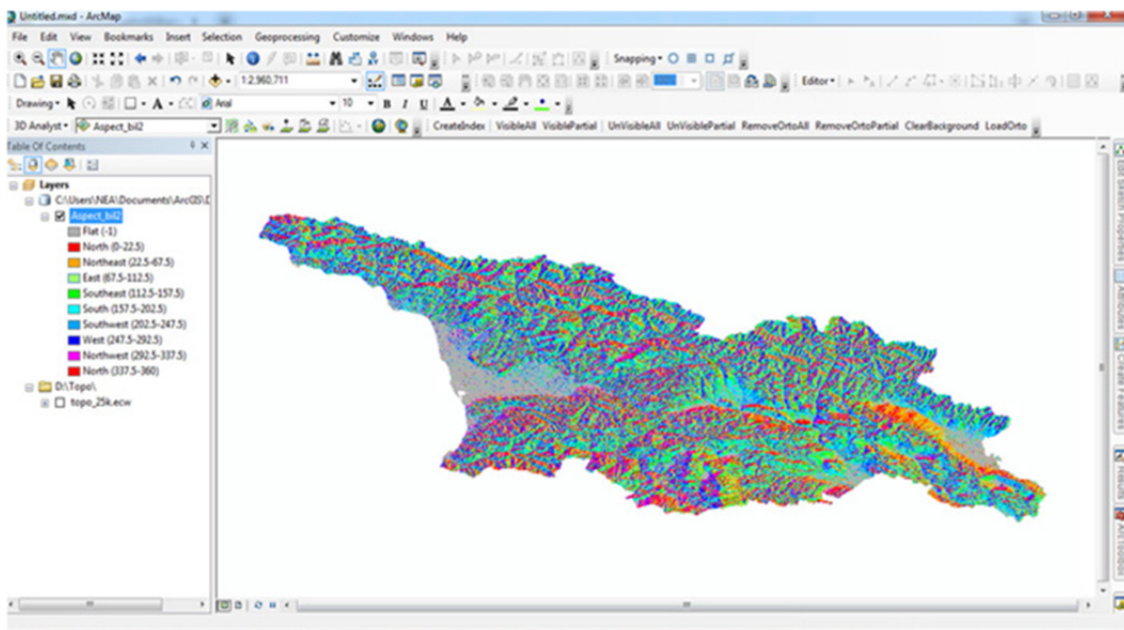
მდ. რიონის აუზის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის საწყისი მონაცემები აღებულია კატალოგიდან, ხოლო 2010, 2015 და 2020 წლის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიცია დადგინდა პროგრამა Google Earth-ის გამოყენებით, სადაც ნათლად ჩანს ფერდობების ხეობების მიმართულება და ექსპოზიცია. პროგრამაში შემოტანილ იქნა აღნიშნული წლების მყინვარების კონტურები, და მათი საშუა-

ლებით შესაძლებელი გახდა ფერდობების ექსპოზიციის დადგენა. აღნიშნული მონაცემები გადამონმდა Arc Map-ში (Arc Gis) სპეციალურად შექმნილი Arc Toolbox ინსტრუმენტების გამოყენებით. მეთოდი ითვალისწინებს საქართველოს რელიეფის ციფრული სასიმალო მოდელით (Digital Elevation Model) ე.წ. DEM-ით იმგვარად დამუშავებას, რომ მიგველო საქართველოს ფერდობების ექსპოზიციის რუკა. დამუშავების დროს გამოყენებულ იქნა საქართველოს რელიეფის ციფრული სასიმალო მოდელი 20x20 რეზოლუციით (ნახ. 1).



ნახ. 1. საქართველოს რელიეფის ციფრული სასიმალო მოდელი 20x20 გარჩევადობით.

მე-2 ნახ.-ზე მოცემულია საქართველოს ფერდობების ექსპოზიციის რუკა. ფერდობების ექსპოზიციის გამოსახულებას აქვს ლეგენდა, სადაც ფერების მიხედვით დეტალურადაა გამოყოფილი ფერდობების ექსპოზიცია: ჩრდილოეთი – წითლით, ჩრდილო-აღმოსავლეთი – ნარინჯისფრით, აღმოსავლეთი – ღია მწვანით, სამხრეთ-აღმოსავლეთი – მწვანით, სამხრეთი – ცისფრით, სამხრეთ დასავლეთი – ღია ლურჯით, დასავლეთი – ლურჯით, ჩრდილო-დასავლეთი – იისფრით. გამოსახულებაში შეტანილია საკვლევ მიწნვარების კონტური (წლების მიხედვით) და დადგენილია მათი ექსპოზიცია.



ნახ. 2. საქართველოს ფერდობების ექსპოზიციის რუკა.

მყინვარების ექსპოზიციის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს მყინვარების დნობის საკითხთან მიმართებაში. კვლევისათვის მდ. რიონის აუზის მიხედვით, მყინვარების ოთხი ვადისათვის შედგენილ იქნა მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილების ცხრილი (ცხრ.2).

**ცხრილი 2. მდ. რიონის აუზის მყინვარების განაწილება ზოგადი ექსპოზიციის მიხედვით კატალოგის თღზ 1-ის (2010 წ.) თღზ 2 (2015 წ.), თღზ 3 (2020 წ.) მონაცემებით**

მონაცემები	ზოგადი ექსპოზიცია															
	კატალოგის მიხედვით															
	ჩ		ს		დ		ა		ჩდ		ჩა		სდ		სა	
	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი
კატალოგით	5	0,7	23	17,5	7	7,8	10	6,1	3	1,8	7	3,3	14	39	6	4,5
თღზ 1	1	0,1	21	11,9	5	5,4	9	3,9	6	1,4	8	2,3	26	23,4	12	4,8
თღზ 2	0	0	18	10,4	5	4,9	7	4,1	5	1,1	9	1,8	25	20,0	9	3,5
თღზ 3	0	0	18	8,7	4	4,6	7	3,2	4	0,8	8	1,4	23	18,3	7	2,9

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ მდ. რიონის აუზის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება კატალოგით არის სამხრეთი, ხოლო თღზ-ს მიხედვით სამივე ვადისათვის სამხრეთ-დასავლეთი. მათ მიერ დაკავებული ტერიტორიებიც უფრო მეტია.

**დასკვნა.** შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ მდ. რიონის აუზის მყინვარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგია, რომ მყინვარების ფართობები ყველა ექსპოზიციის მყინვარისათვის კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2010 წლიდან მოყოლებული თანმიმდევრულად იკლებს. მდ. რიონის აუზის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება კატალოგით არის სამხრეთი, ხოლო თღზ-ს მიხედვით სამივე ვადისათვის სამხრეთ-დასავლეთი. ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულებები ემთხვევა მდ. რიონის მყინვარულ აუზში ჰაერის მასების შემოჭრას, რაც განაპირობებს ამ მთიან რეგიონებში სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან.

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

## ლიტერატურა

- [1] Kordzakhia G. I., Shengelia L. D., Tvauri G. A., Dzadzamia M. Sh. The climate change impact on the glaciers of Georgia. // Int. Journal-World Science, 1, 4(44), Warsaw, Poland, 2019, pp. 29-34.
- [2] შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., გულიაშვილი გ., ბერიძე ს. ბოლო ათწლეულში აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში მდებარე მყინვარების მორფოლოგიასა და ექსპოზიციაზე თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების შედეგები. // სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, №3 (740), 2022, გვ. 28–38.
- [3] Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Dumbadze G. Morphology and Exposure Studies in the Autonomous Republic of Abkhazia (West Georgia) on the Background of Modern Climate Change. // 3<sup>RD</sup> 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.
- [4] Маруашвили Л. И., Курдгелаидзе Г. М., Лашхи Т. А., Инашвили Ш. В. Каталог Ледников СССР. Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан. // Л: Гидрометеоздат, 1975, 86 с.
- [5] გობეჯიშვილი რ., კოტლიაკოვი ვ. გლაციოლოგია. // თბ.: უნივერსალი, 2006, გვ. 291.

## **RESULTS OF THE STUDY OF THE MORPHOLOGY AND EXPOSURE OF GLACIERS IN THE R. RIONI BASIN ON SATELLITE REMOTE SENSING**

**Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Guliashvili G., Dzadzamia M.**

***Abstract.** The article presents the study results of the modern morphology conditions and exposure of the glaciers from the r. Rioni basin (Georgia). These characteristics are researched according to the high-resolution satellite data of 2010, 2015, and 2020. The modern method for determining glacier exposure is described. These data are compared with the data of the former Soviet Union catalogue. Relevant conclusions are presented.*

***Keywords:** climate change, glaciers, morphology, exposure, Rioni basin, satellite remote sensing.*