

Doi.org/10.36073/1512-0902-2024-135-64-68

უკ. 551.50.501.7

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე დასავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზების დეგრადაციის კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების მონაცემებით
ლ. შენგელია*, გ. კორმახია*, გ. თვაური, გ. გულიაშვილი***, ს. ბერიძე*****

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო, larisa.shengelia@gmail.com,

** ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო.

*** გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო, ქ. თბილისი, საქართველო.

რეზიუმე

ნაშრომის მიზანია დასავლეთ საქართველოს მცინვარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენის დეტალური კვლევა. დასავლეთ საქართველოს მცინვარების დეგრადაცია თვალსაჩინოდ ვლინდება მცინვარული აუზების მახასიათებლების ცვლილებებში, რაც რეგიონული კლიმატის ცვლილების ეფექტური მაჩვენებელია. წარმოდგენილია ყოფილი საბჭოთა კავშირის კატალოგით აღრიცხული დასავლეთ საქართველოს 409 მცინვარის დეგრადაციის კომპლექსური კვლევის შედეგები. მცინვარების კლასიფიკაციის გათვალისწინებით. შესწავლილია დასავლეთ საქართველოს მცინვარების ფართობებისა და რაოდენობის განაწილება.

საკვანძო სიტყვები: თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება, კლიმატის ცვლილება, მცინვარები

შესავალი

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მცინვარებზე ზემოქმედების შესასწავლად აუცილებელია მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენება, რადგან ეს ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა მცინვარების მდგომარეობა შესწავლილი იყოს დიდ ფართობებზე საჭირო გარჩევადობითა და სიზუსტით, შეზღუდული მატერიალური რესურსებისა და დროის პირობებში. მიღებული შედეგების ხარისხის კონტროლისათვის კომპლექსურად გამოიყენება კატალოგის ისტორიული მონაცემები, არსებული სავსე მასალა და საექსპერტო ცოდნა. ჩატარებულმა კვლევებმა დაადასტურა, რომ მცინვარების მაღალი გარჩევადობის თდზ-ის საფუძველზე მცინვარების შესწავლა ეფექტურია, რადგან მსოფლიო საუკეთესო პრაქტიკები [1, 2] გამოყენებულია საქართველოში შემუშავებულ მეთოდებთან ერთად [3-5].

ძირითადი ნაწილი

კვლევის არეალი. კვლევის მეთოდოლოგია

მცინვარები საქართველოში განლაგებულია კავკასიონის ქედზე (სამხრეთი ნაწილი) და კონცენტრირებულია 12 მცინვარულ აუზში: 6 დასავლეთ საქართველოში (ბზიფი, კელასური, კოდორი, ენგური, ხობისწყალი, რიონი) და 6 – აღმოსავლეთ საქართველოში (ლიახვი, არაგვი, თერგი, ასა [არხოტისწყალი], არღუნი, პირიქითი ალაზანი). საქართველოს მცინვარული აუზების დეგრადაციის დინამიკის შესწავლა ჩატარებულია ცალ-ცალკე დასავლეთისა და აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზებისათვის ამ რეგიონების კლიმატის კარდინალური განსხვავების გამო.

წინამდებარე სტატიაში წარმოდგენილია დასავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზების დეგრადაციის კომპლექსური კვლევის შედეგები.

დასავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზების საწყისი მონაცემები ხელმისაწვდომია ყოფილი საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგიდან (შემდგომში „კატალოგი“) [6], სადაც განხილულია საქართველოს ყველა მცინვარი და მათი ძირითადი მახასიათებლები. მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრების გამოყენებით დასავლეთ საქართველოს მცინვარები შესწავლილია სამ სადამკვირვებლო ვადაზე: 2010 წ. (პირობითად „თდზ 1“), 2015 წ. (პირობითად „თდზ 2“), და 2020 წ. (პირობითად „თდზ 3“). 2010 წ. მცინვართა მონაცემების განსაზღვრა ჩატარდა თანამგზავრ LANDSAT-ის (გარჩევადობა 30 მ), ხოლო 2020 წ. მონაცემები განსაზღვრა უფრო მაღალი გარჩევადობის (გარჩევადობა 1-1.5 მ) კომერციული თანამგზავრის SPOT 6-ის მონაცემებით. 2015 წლის მონაცემები განსაზღვრული იყო ავტორთა ადრინდელი სამუშაოების საფუძველზე. ამ მონაცემების გამოყენება საშუალებას იძლევა დასავლეთ საქართველოს მცინვარული აუზების დეგრადაცია დეტალიზირებულად, დინამიკაში იყოს შეფასებული.

მცინვარების მახასიათებლების დასადგენად საჭიროა მათი კონტურების დადგენა. მცინვარების კონტურების გავლება ხორციელდება მანუალური დიგიტალიზაციით, საექსპერტო ცოდნის გამოყენებით. შესასწავლი მცინვარების იდენტიფიკაციისათვის და კონტურების დასაზუსტებლად გამოყენებულია თანამგზავრ ASTER-ის რელიეფის ციფრული მოდელი (Digital Elevation Model /DEM/) და გასული საუკუნის 60-იანი წლების სსრ კავშირის ტოპოგრაფიული რუკები (1:50000), რომლებიც თავის დროზე კატალოგის შექმნისას გამოიყენებოდა. რელიეფის ციფრული მოდელის საშუალებით განხორციელდა მცინვარების 3D ვიზუალიზაცია და რელიეფის ანალიზი მცინვარების გეოგრაფიული მიზმის მიზნით, ანუ დაზუსტდა მცინვარების მდებარეობა მდინარეთა აუზების მიხედვით. კონტურების გავლება განხორციელდა თანამგზავრული სურათისა და რელიეფის ციფრული მოდელის საფუძველზე შექმნილი სიმადლის იზოხაზების ზედდებით. 3D გამოსახულების გამოყენებით მაღალი სიზუსტით განისაზღვრა წყალგამყოფები, რაც საექსპერტო ცოდნაზე დაყრდნობით გადამწყვეტია მცინვარების კონტურების ზუსტი დადგენისათვის.

თდზ-ის მონაცემებით მიღებული საქართველოს მცინვარების კონტურებისა და გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიულ რუკებზე ასახული მცინვარების კონტურებთან შედარებამ ცხადყო, რომ დაახლოებით ბოლო 60 წლის განმავლობაში საქართველოს მცინვარების ფართობი შემცირდა. კატალოგში მოყვანილი ცალკეული მცინვარისათვის ფართობის მონაცემი უფრო ნაკლები აღმოჩნდა, ვიდრე თდზ-ით განსაზღვრული, რაც შეცდომაა, რადგან ეს იმაზე მეტყველებს, რომ თითქოს მცინვარების ფართობი ამჟამად, 60-იან წლებთან შედარებით გაიზარდა. იმ დროინდელ ტოპოგრაფიულ რუკებზე (1:50000) მოყვანილი მცინვარების კონტურების შესწავლის საფუძველზე ჩატარდა კატალოგის არასანდო მონაცემების კორექტირება ანუ იმ მცინვართა ფართობის შესახებ მონაცემების შესწორება, რომლებიც უფრო ნაკლები იყო, ვიდრე თდზ-ით მიღებული მონაცემები.

მცინვარები კლასიფიცირებულია მათი ფართობის მიხედვით, კერძოდ: მცირე (ფართობი 0.1-დან 0.5 კმ²-მდე), საშუალო (ფართობი 0.5-დან 2.0 კმ²-მდე) და დიდი ზომის (ფართობი 2.0 კმ² და მეტი) მცინვარები [7]. სხვადასხვა ვადაზე, დანაწევრებისა და დნობის შედეგად მცინვარები შეიძლება ერთი კლასიდან მეორეში გადავიდნენ, მხოლოდ კლასიფიკაციით დიდიდან უფრო მცირეში.

მონაცემები და შედეგები.

მცინვარული აუზების დეგრადაციის დასადგენად ჩატარებულია მცინვარული აუზების ფართობის (რეპრეზენტატული სიდიდე) და მცინვარების რაოდენობის (არარეპრეზენტატული მახასიათებელი) ცვლილების რიცხვითი ანალიზი. მცინვარულ აუზებში მცინვარების რაოდენობის ცვლილება არარეპრეზენტატულია, რადგან მცინვარების დეგრადაციის დროს მცინვარების რაოდენობის ცვლილება არ არის ზემოქმედების პროპორციული ანუ დიდი და საშუალო მცინვარების დეგრადაციის დროს შეიძლება წარმოიშვას რამდენიმე პატარა მცინვარი. ამდენად, მცინვარული აუზის ფართობის ცვლილება ამ აუზის დეგრადაციის მკაცრი ფიზიკური მახასიათებელია, ხოლო მცინვარების რაოდენობის ცვლილება ამ პროცესის ირიბ, დამხმარე მახასიათებლად შეიძლება იყოს გამოყენებული.

ცხრილ 1-ში წარმოდგენილია დასავლეთ საქართველოს მცინვარების ფართობების და რაოდენობის განაწილება მცინვარულ აუზებში ზომების, კატალოგის და თდზ-ის მონაცემების მიხედვით.

როგორც აღვნიშნეთ დასავლეთ საქართველოში კატალოგის მიხედვით სულ აღრიცხულია 409 მცინვარი, რომელთა ჯამური ფართობია 465,7 კვ.კმ. 2010 წელს ამ მცინვარების ფართობი გახდა 384,4 კვ.კმ, 2015 წელს – 318,7 კვ.კმ, ხოლო 2020 წელს – 274,9 კვ.კმ. რაც იმას ნიშნავს, რომ მცინვარების საერთო ფართობი 60 წლის განმავლობაში შემცირდა 81.3 კვ.კმ-ით ანუ 17.5 %-ით, კიდევ 5 წლის შემდეგ შემცირდა კიდევ 17.1 %-ით, ხოლო კიდევ 5 წლის შემდეგ შემცირდა 47.5-ით ანუ 13.7 %-ით. ჯამური ფართობი (კატალოგით) 465.7 კვ.კმ. 2020 წლისათვის გახდა 274.9. კვ.კმ-ით ანუ შემცირდა 190.8 კვ.კმ.-ით (41.0 %-ით).

რაც შეეხება მცინვარების რაოდენობას იყო 409, ხოლო 2020 წ. – 375, ანუ შემცირდა 8.3 %-ით. აღსანიშნავია, რომ 2010 წელს მცინვარების რაოდენობა 409-დან იზრდება 510-მდე (19 %). ეს მატება ხდება მცირე მცინვარების რაოდენობის ზრდის გამო, რაც უკავშირდება დიდი და საშუალო მცინვარების დანაწევრებას. ხოლო 2010 წლიდან შემდეგ ვადებზე იკლებს და როგორც აღვნიშნეთ, 2020 წლისათვის სულ დარჩენილია სხვადასხვა ზომის 375 მცინვარი.

ცხრილი 1. დასავლეთ საქართველოს მცინვარების ფართობების და რაოდენობის განაწილება მცინვარულ აუზებში ზომების, კატალოგის და თდზ-ის მონაცემების მიხედვით

დასავლეთ საქართველო										
მცინვარული აუზები		მცინვარების ფართობები					მცინვარების რაოდენობა			
№	სახელწ. და მცინვ. №	ზომა	კატ.	თდზ 1	თდზ 2	თდზ 3	კატ.	თდზ 1	თდზ 2	თდზ 3
1	ბზიფი 1-13	მცირე	2,3	2,4	2,3	1,9	8	12	9	9
		საშ.	5,7	2,3	0,8	0,8	5	3	1	1
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	8,0	4,7	3,1	2,7	13	15	10	10
2	კელასური 14-16	მცირე	0,4	0,1	0	0	2	1	0	0
		საშ.	0,8	0,8	0,7	0,6	1	1	1	1
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	1,2	0,9	0,7	0,6	3	2	1	1
3	კოდორი 17-136	მცირე	20,7	23,4	19,8	17,2	82	125	106	96
		საშ.	34,5	20,4	18,0	12,5	35	23	18	13
		დიდი	9,1	6,2	3,9	3,6	3	2	1	1
		სულ	64,3	50,0	41,7	33,3	120	150	125	110
4	ენგური 137-332	მცირე	27,9	33,3	26,5	22,1	102	169	150	122
		საშ.	80,1	59,4	43,8	39,7	70	57	44	38
		დიდი	213,3	178,7	157,0	135,2	24	25	23	19
		სულ	321,3	271,4	227,3	197,0	196	251	217	179
5	ხობისწყ. 333-334	მცირე	0,2	0,2	0,1	0,1	2	2	1	1
		საშ.	0	0	0	0	0	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0	0	0
		სულ	0,2	0,2	0,1	0,1	2	2	1	1
6	რიონი 335-409	მცირე	7,8	13,7	11,8	9,6	36	66	56	53
		საშ.	27,9	14,5	13,3	11,4	29	15	14	13
		დიდი	35	29,0	20,7	20,2	10	9	8	8
		სულ	70,7	57,2	45,8	41,2	75	90	78	74
7	სულ		465,7	384,4	318,7	274,9	409	510	432	375

ლოგიკურია განვიხილოთ ფართობების კლასიფიკაციის მიხედვით მცინვარების ფართობის და რაოდენობის განაწილება ანუ როგორ იცვლებიან ვადების მიხედვით მცირე (ცხრილი 2), საშუალო (ცხრილი 3) და დიდი მცინვარები (ცხრილი 4).

ცხრილი 2. დასავლეთ საქართველოს მცირე მცინვარების ფართობების და რაოდენობის განაწილება მცინვარულ აუზებში კატალოგის და თდზ-ის მონაცემების მიხედვით

დასავლეთ საქართველო									
მცინვარული აუზები		მცინვარების ფართობები				მცინვარების რაოდენობა			
№	სახელწ. და მცინვ. №	კატ.	თდზ 1	თდზ 2	თდზ 3	კატ.	თდზ 1	თდზ 2	თდზ 3
1	ბზიფი, 1-13	2,3	2,4	2,3	1,9	8	12	9	9
2	კელასური, 14-16	0,4	0,1	0	0	2	1	0	0
3	კოდორი, 17-136	20,7	23,4	19,8	17,2	82	125	106	96
4	ენგური, 137-332	27,9	33,3	26,5	22,1	102	169	150	122
5	ხობისწყალი. 333-334	0,2	0,2	0,1	0,1	2	2	1	1
6	რიონი 335-409	7,8	13,7	11,8	9,6	36	66	56	53
7	სულ	59,3	73,1	60,5	50,9	232	375	322	281

მადლიერება.

კვლევა ჩატარდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის პროექტის FR-21-1995 „საქართველოს მყინვარების დეგრადაციის კვლევა ბოლო ათწლეულებში და საქართველოს მყინვარების ელექტრონული ატლასის შექმნა“ მხარდაჭერით.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Petri Pellikka, W. Gareth Rees - Remote Sensing of Glaciers Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers 2010, 330 p.
2. Xiaofei Wang, Yue Huang, Tie Liu, Weibing Du. Impacts of climate change on glacial retreat during 1990-2021 in the Chinese Altay Mountains. CATENA Volume 228, July 2023, article id 107156, pp. 1-15.
3. Kordzakhia G. I., Shengelia L. D., Tvauri G. A., Dzadzamia M. Sh. The climate change impact on the glaciers of Georgia. In Journal-World Science, vol. 1, № 4(44), Warsaw, Poland, 2019, pp. 29-34.
4. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri. Impact of Climate Change on Glaciers of the Inguri River Basin (Georgia). Proceeding of WRFER International Conference. Barcelona, Spain, 23 September 2023, WRFER International Conference. Barcelona, Spain, 2023, pp. 1-4.
5. George Kordzakhia. Fourth National Communication of Georgia, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 4.4 Glaciers, Tbilisi, 2021, pp. 241-250. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/4%20Final%20Report%20-%20English%202020%2030.03_0.pdf
6. Katalog lednikov USSR, 1975. V. 9, vip. 3, ch. 1; vip. 1, ch. 2-6, L: Gidrometeoizdat, 1975, p.86 (in Russian).
7. R. Gobejishvili, V. Kotlyakov, Glaciology (Glaciers), 2006, p. 292 (in Georgian).

UDC: 551.50.501.7

The study of the degradation of the glacial basins of Western Georgia against the background of ongoing climate change using satellite remote sensing data /I. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, G. Guliashvili, S. Beridze/ Transactions IHM, GTU. -2024. -vol.135. -pp. bb-bb. - Georg., Summ. Georg., Eng. The aim of the work is a detailed study of the impact of current climate change on the glaciers of Western Georgia. The degradation of glaciers in Western Georgia is evident in changes in the characteristics of glacial basins, which is an effective indicator of regional climate change. The work presents the results of a complex study of the degradation of 409 glaciers of Western Georgia recorded in the catalogue of the former Soviet Union. Taking into account the classification of glaciers, the distribution of the areas and number of glaciers in Western Georgia has been studied.