

## დასავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზების მყინვარების და თოვლნარების მორფოლოგიისა და ექსპოზიციის შესწავლის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების საფუძველზე

<sup>1</sup>შენგელია ლ., <sup>1</sup>კორძაძია გ., <sup>2</sup>თვაური გ., <sup>3</sup>გულიაშვილი გ., <sup>3</sup>ძაძამია მ.

<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

<sup>2</sup>თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახ. უნივერსიტეტის ელ. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

<sup>3</sup>გარემოს ეროვნული სააგენტო

### 1. შესავალი

წარმოდგენილია 2010-2020 წწ. დასავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზების მყინვარების და თოვლნარების მორფოლოგიაზე და ექსპოზიციის თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების შედეგები. ადრეულ კვლევებში, როცა ხდებოდა კატალოგის მონაცემების თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) მხოლოდ ერთი ვადის (2015 წლის) მონაცემებთან შედარება, ამ საკითხზე ყურადღება არ გამახვილებული [1]. ამჟამად შესწავლილია დასავლეთ საქართველოს მყინვარები და მათი მახასიათებლები კატალოგის (ერთი ვადა) [2] და თდზ-ის 2010 (პირობითად, თდზ 1), 2015 (პირობითად, თდზ 2), და 2020 (პირობითად, თდზ 3) წლების (სამი ვადა) მონაცემების მიხედვით. როგორც აღმოჩნდა, მყინვარებზე ოთხივე ვადაზე დაკვირვება მნიშვნელოვანია, რადგან კლიმატის მიმდინარე ცვლილება იწვევს მყინვარების მახასიათებლების ცვლილებას, მათ დეგრადაციას, მცირე ზომის მყინვარების გამოყოფას და მათი მორფოლოგიის ცვლილებას. აუცილებელია განისაზღვროს შეცვლილი მყინვარების ექსპოზიცია, რაც განაპირობებს მათი დნობის სიჩქარეს. 0.1 კმ<sup>2</sup> მეტი ფართობის მქონე მცირე, საშუალო და დიდი მყინვარები სწრაფად დეგრადირდებიან, იკლებს მათი რაოდენობა და დაკავებული ფართობები. ამავე დროს თოვლნარების (ფართობი – 0.1 კმ<sup>2</sup>-ზე ნაკლებია) 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 კმ<sup>2</sup>-ზე მეტი ფართობის) უკანდახევა (ხშირად მცირე ზომის მყინვარების გამოყოფით), საშუალო (0.5-დან 2 კმ<sup>2</sup>-მდე ფართობის) და მცირე მყინვარების (0.1-დან 0.5 კმ<sup>2</sup>-მდე ფართობის) [3] დნობა და დანაწევრება. მყინვარების კატალოგში 0.1 კმ<sup>2</sup> ნაკლები ფართობის მყინვარები (თოვლნარები) არ განიხილება.

### 2. გამოყენებული მონაცემები, კვლევის მეთოდები

მყინვარების კატალოგით [2] დასავლეთ საქართველოში აღრიცხულია 409 მყინვარი, რომლებიც განთავსებულია ექვს მყინვარულ აუზში (ცხრილი 1). აქედან სამი (ბზიფი, კელასური, კოდორი) მდებარეობს აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში.

ცხრილი 1. დასავლეთ საქართველოში მცინვარების განაწილება  
 მცინვარულ აუზებში კატალოგის მიხედვით

დასავლეთ საქართველო							
№	1	2	3	4	5	6	7
მცინვარული აუზი	ბზიფი	კელასური	კოდორი	ენგური	ხობისწყალი	რიონი	სულ
მცინვარების რაოდენობა	13	3	120	196	2	75	409

ეს მონაცემები მოყვანილია 1975 წელს გამოცემული მცინვარების კატალოგიდან, რომელიც შედგენილი იქნა საქართველოს მცინვარების საუკუნოვანი, დაწყებული 1860 წლიდან, კვლევების საფუძველზე. კატალოგთან ერთად 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 დასავლეთ საქართველოს მცინვარების მდებარეობა და დადგინდა მათი თანამედროვე მდგომარეობა. თდზ-ის მონაცემები დამუშავებულია GIS (გეოინფორმაციული სისტემები) ტექნოლოგიების გამოყენებით.

საქართველოში მორფოლოგიური ტიპებისა და ექსპოზიციის მიხედვით მცინვარების განაწილების საკითხს ეხება ნაშრომი [4], თუმცა მხოლოდ ერთი, მდინარე მულხურას აუზისათვის, რომელიც ერთ-ერთი შემადგენელია ენგურის აუზის.

### 3. კვლევის შედეგები და განხილვა

საქართველოს მცინვარები საკმაოდ მაღალი მცინვარებია (აღწევნ 5200 მეტრს), ამიტომ ისინი მთის მცინვარებს მიეკუთვნებიან. საქართველოს მთის მცინვარების მორფოლოგიური ტიპებია: კარული, კარულ-ხეობის, ხეობის და დაკიდული მცინვარები [2, 3].

**კარული (კარ.)** მცინვარი შედარებით მცირე ზომის მცინვარია, რომელიც მდებარეობს მთის ფერდობზე თოვლის და ყინულის მოქმედებით წარმოქმნილ თასისმაგვარ ფორმაში – კარში. მცინვარს შეიძლება ეკავოს მთელი კარი, ან მისი გარკვეული ნაწილი და როგორც წესი, პატარა ენით მთავრდებოდეს. კარის გამოსასვლელში იგი შემოფარგლულია ბოლო მორენული სერით. იმ შემთხვევაში, თუ კარული მცინვარი მის ქვემოთ მდებარე ხეობაში ჩადის და მცინვარის ენა საერთო სიგრძის ერთ ან ორ მესამედზე მეტი არ არის ასეთ მცინვარს **კარულ-ხეობის (კარ.-ხეობ.)** ეწოდება. კარული მცინვარის კვებაში დიდ როლს გადაქარულ თოვლი და თოვლის ზვავები ასრულებს. ამ დროს ხდება თოვლის კონცენტრაცია მცინვარზე. ამის გამო, რომ ხშირად კარული მცინვარები თოვლის ხაზის ქვემოთ მდებარეობს.

**ხეობის მცინვარები (ხეობ.)** 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 რამდე-

ნიმე დამოუკიდებელი ტოტისაგან შედგება. აფხაზეთის მცინვარებს შორის არ გვხვდება ხეობის რთული ტიპის მცინვარები. ისინი გვხვდება მდ. ენგურისა და მდ. რიონის აუზებში. უნდა აღინიშნოს, რომ კატალოგში ხეობის რთული ტიპის მცინვარები ცალკე არ არის გამოყოფილი. იმ შემთხვევაში, როდესაც დეტალურად განიხილავენ ცალკეულ დიდ მცინვარს, მაშინ ხდება გამოყოფა მარტივი თუ რთული ხეობის ტიპისაა მცინვარი.

**დაკიდული მცინვარი (დაკ.)** – მცირე ზომისაა, მთის ციცაბო ფერდობზე სუსტად გამოხატულ ჩაღრმავებაში მდებარეობს და მალლა, ძირითადი ხეობის ფერდობზე 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 (აღორძინებული) მცინვარი წარმოიქმნება. დაკიდულ მცინვარებს შეიძლება მივაკუთვნოთ თხემის ახლოს კულუარებში განლაგებული მცინვარებიც.

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.

თდზე ერთადერთი საშუალებაა აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში მდებარე მცინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესასწავლად, რადგან ერთი მხრივ არ არსებობს ადგილობრივი გლაციოლოგიური სკოლა და, მეორე მხრივ, დღევანდელი პოლიტიკური მდგომარეობა არ იძლევა ექსპედიციების ჩატარების და მცინვარების სავსე პირობებში შესწავლის საშუალებას [5, 6].

აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში კატალოგის მიხედვით განლაგებული იყო 136 მცინვარი. ესენია:

- **ბზიფის აუზი** – მდ. ბზიფის აუზის, მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის №1–7 და ბზიფის ქედის, ჩრდილოეთ ფერდობის №8–13 მცინვარები;
- **კელასურის აუზი** – მდ. კელასურის აუზის, ბზიფის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობის №14–16 მცინვარები;
- **კოდორის აუზი** – მდ. კოდორის აუზის მდ. ამტკელის აუზის, ჩხალთის (აფხაზეთის) ქედის ჩრდილოეთ ფერდობის №17, მდ. ჩხალთის აუზის, მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის №18–60 მცინვარები და №61 მცინვარი ჩხალთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე; მდ. კოდორის აუზის, მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის მცინვარები: მდ. ხეცკვარის აუზი №62–68, მდ. გენცვიშის აუზი №69, №70, მდინარე კლიჩის აუზის №71–93, მდ. გვანდრას აუზი №94–112; მდ. კოდორის აუზის, კოდორის ქედის ჩრდილო-დასავლეთ ფერდობის მცინვარები: მდ. საკენის აუზი №113–132, მდ. ალიკვასტას აუზი №133–136.

### **3.1. აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის მცინვარების მორფოლოგიური ტიპები და ზოგადი ექსპოზიცია**

აფხაზეთის მცინვარულ აუზში მცინვარების ოთხი ვადისათვის მორფოლოგიური ტიპების განაწილება რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2. აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის მცინვარების მორფოლოგიური ტიპების განაწილება კატალოგის (ა) და თდზ-ის 2010 (ბ), 2015 (გ), 2020 (დ) წლის მონაცემების მიხედვით.

ა

მცინვარული აუზი		მორფოლოგიური ტიპები							
		კატალოგის მიხედვით							
		კარული		კარულ-ხეობის		ხეობის		დაკიდული	
		რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი
1	ბზიფი	11	5,5	0	0	1	1,3	1	0,3
2	კელასური	3	1,5	0	0	0	0	0	0
3	კოდორი	97	45,0	3	4,5	14	16,8	6	2,8
სულ		111	52	3	4,5	15	18,1	7	3,1

ბ

მცინვარული აუზი		მორფოლოგიური ტიპები							
		თდზ-ის 2010 წლის მონაცემებით							
		კარული		კარულ-ხეობის		ხეობის		დაკიდული	
		რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი
1	ბზიფი	12	3,6	0	0	1	0,9	2	0,4
2	კელასური	2	0,9	0	0	0	0	0	0
3	კოდორი	99	28,0	4	5,6	15	11,4	29	4,9
სულ		113	32,5	4	5,6	16	12,3	31	5,3

გ

მცინვარული აუზი		მორფოლოგიური ტიპები							
		თდზ-ის 2015 წლის მონაცემებით							
		კარული		კარულ-ხეობის		ხეობის		დაკიდული	
		რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი
1	ბზიფი	8	2,1	0	0	1	0,8	1	0,2
2	კელასური	1	0,7	0	0	0	0	0	0
3	კოდორი	85	22,7	4	5,4	15	9,8	20	4,1
სულ		94	25,5	4	5,4	16	10,6	21	4,3

დ

მცინვარული აუზი		მორფოლოგიური ტიპები							
		თდზ-ის 2020 წლის მონაცემებით							
		კარული		კარულ-ხეობის		ხეობის		დაკიდული	
		რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი	რაოდენობა	ფართობი
1	ბზიფი	8	1,6	0	0	1	0,8	1	0,2
2	კელასური	1	0,6	0	0	0	0	0	0
3	კოდორი	74	18,0	4	4,9	15	7,8	17	3,4
სულ		83	20,2	4	4,9	16	8,6	18	3,6

ყველაზე დიდი რაოდენობით კატალოგის მიხედვით დასავლეთ საქართველოში გავრცელებულია კარული მცინვარები, სულ 111. თდზ-ის 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემებით მცინვარები დეგრადირდება, ხდება მცინვარების დანაწევრება, მცირე მცინვარე-

ბის გამოყოფა. კარული მცენვარი შეიძლება დანაწევრდეს ორ ან სამ კარულ მცენვარად, ერთ ან ორ დაკიდულ და ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად. ამის მაგალითია №117 კარული ტიპის საშუალო მცენვარი, რომელიც 2010 წლისათვის დანაწევრდა 3 კარულ, 1 დაკიდულ მცირე მცენვარებად და ექვს თოვლნარად. 2015 წლისათვის ამ მცენვარიდან მხოლოდ ერთი კარული მცირე მცენვარი და ექვსი თოვლნარი დარჩა, ხოლო 2020 წლისათვის კი – ერთი კარული მცირე მცენვარი და ხუთი თოვლნარია.

ხეობის ტიპის მცენვარი ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა შეიძლება დანაწევრდეს ხეობის და დაკიდულ მცენვარად, აგრეთვე ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად.

კარულ-ხეობის მცენვარი სამივე პერიოდში ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა თანმიმდევრულად იკლებს დაკავებული ფართობი. ასევე ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, დაკიდული მცენვარიც და მხოლოდ დროთა განმავლობაში იკლებს მისი ფართობი (ზოგჯერ გადადის თოვლნარში ან ქრება).

უნდა ითქვას, რომ ყველა თოვლნარი კარული ან დაკიდული მორფოლოგიისაა. მე-3 ცხრილის განხილვა გვიჩვენებს, რომ კატალოგში არსებული 136 მცენვარიდან 2010 წლის თანამგზავრული მონაცემებით წარმოიქმნა 60 თოვლნარი და არცერთი მცენვარი არ გამქრალა. 2015 წლისათვის წარმოიქმნა 77 თოვლნარი და გაქრა 36 მცენვარი, ხოლო 2020 წლისათვის წარმოიქმნა 103 თოვლნარი და გაქრა 47 მცენვარი. ასე რომ, 2010 წლიდან თოვლნარების და გამქრალი მცენვარების რაოდენობა ინტენსიურად იზრდება.

მცენვარების კატალოგში 0.1 კმ<sup>2</sup>-ზე ნაკლები ფართობის მცენვარები (თოვლნარები) არ განიხილება. შესაბამისად არ გვაქვს კატალოგის მონაცემები თოვლნარების ცხრილებში.

ცხრილი 3. აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის თოვლნარებისა და გამქრალი მცენვარების განაწილება მცენვარული აუზების მიხედვით თდზ-ის 2010 (I), 2015 (II), 2020 (III) წლის მონაცემებით

მცენვარული აუზი		თოვლნარები			გამქრალი მცენვარები		
		I	II	III	I	II	III
1	ბზიფი	3	15	16	0	0	0
2	კელასური	1	2	2	0	0	0
3	კოდორი	56	60	85	0	36	47
სულ		60	77	103	0	36	47

**კარული მცენვარების** რაოდენობა როგორც აღვნიშნეთ კატალოგის მიხედვით იყო 111, 2010 წლის თდზ-ის მიხედვით კი – 113-ია და მომდევნო წლებში მათი რაოდენობა შემცირდა: 2015 წელს იყო 94, 2020 წელს – 83. რაც შეეხება მათ მიერ დაკავებულ ჯამურ ფართობებს, რომელიც კატალოგით 52.0 კმ<sup>2</sup>-ია, წლების მიხედვით თანდათან მოიკლო: 2010 წელს იყო 32.5 კმ<sup>2</sup>, 2015 წელს – 25.5 კმ<sup>2</sup>, 2020 წ. – 20.2 კმ<sup>2</sup>.

**კარულ-ხეობის მცენვარი** აფხაზეთში კატალოგით სულ 3 იყო. №31 მცენვარი, რომელიც კატალოგით კარულ ტიპს მიეკუთვნება, 2010 წლის თდზ-ის მიხედვით გარდაიქმნა კარულ-ხეობის მცენვარად და მომდევნო პერიოდებშიც ასეთივე მორფოლოგია შეინარჩუნა. კარულ-ხეობის მცენვარების მიერ დაკავებულ ჯამური ფართობი, რომელიც კატალოგის მიხედვით 4.5 კმ<sup>2</sup>-ს შეადგენდა, 2010 წლისათვის 5.6 კმ<sup>2</sup> აღმოჩნდა, მაგრამ წლების მი-

ხედვით თანდათან მოიკლო და, თუ 2010 წელს 5.6 კმ<sup>2</sup> იყო, 2015 წელს ეს მაჩვენებელი 5.4 კმ<sup>2</sup>-მდე შემცირდა, ხოლო 2020 წელს 4.9 კმ<sup>2</sup> გახდა.

**ხეობის მცინვარების** რაოდენობა კატალოგით 15 იყო, მათი ჯამური ფართობი კი – 18.1 კმ<sup>2</sup>. ერთ-ერთი მათგანი, №122 მცინვარი, რომელიც კატალოგით საშუალო მცინვარებს მიეკუთვნებოდა 1.4 კმ<sup>2</sup> ფართობით, ხეობის ტიპისა იყო და თდზ-ის მონაცემების მიხედვით 2010 წელს ორ, ხეობის ტიპის, მცირე მცინვარად გაიყო, რომელთა ფართობები, 0.4 და 0.3 კმ<sup>2</sup>-ს შეადგენდა. 2015 წელს თითოეული მათგანის ფართობმა მოიკლო და, შესაბამისად, 0.3 და 0.2 კმ<sup>2</sup>-მდე შემცირდა. 2020 წლის თდზ-ის მიხედვით ორივე მათგანი დანაწევრდა 0.1 კმ<sup>2</sup> ფართობის მცირე მცინვარად და თოვლნარად. ასე რომ, ხეობის მცინვარების რაოდენობა 2010 წელს 1-ით გაიზარდა, ხოლო 2015 და 2020 წლებში – იგივე დარჩა. მნიშვნელოვანია, რომ წლების მიხედვით ხეობის ტიპის მცინვარების ჯამური ფართობი იკლებს: 2010 წელს იყო 12.3 კმ<sup>2</sup>, 2015 წელს – 10.6 კმ<sup>2</sup>, 2020 წელს – 8.6 კმ<sup>2</sup>.

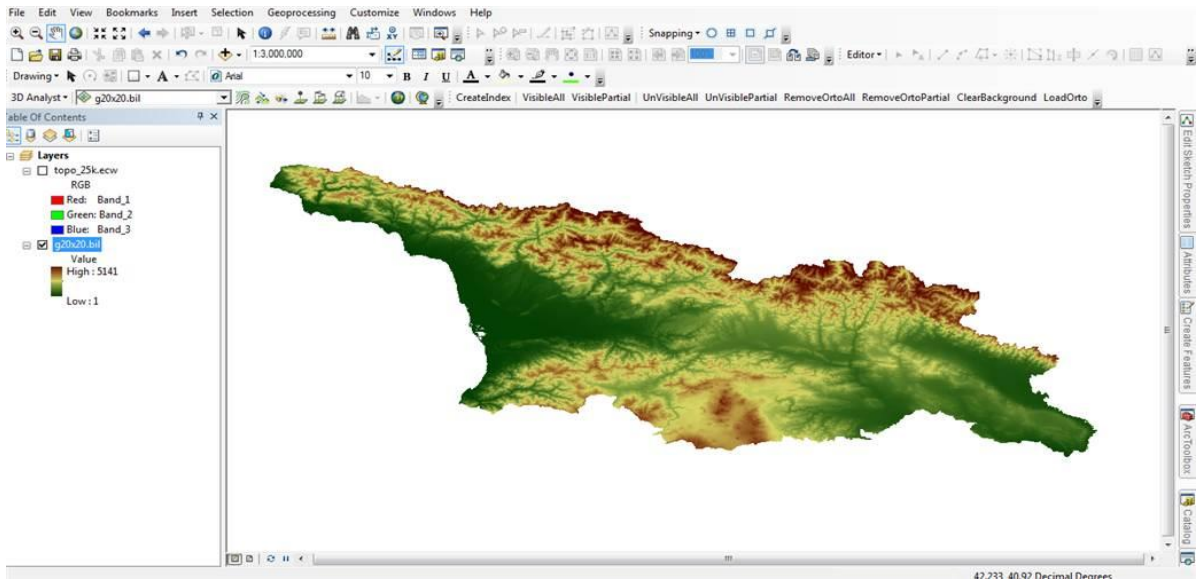
**დაკიდული მცინვარების** რაოდენობა აფხაზეთში კატალოგის მიხედვით ყველაზე მცირეა. ბზიფის აუზში სულ 1 მცინვარია, კელასურის აუზში არ არის დაკიდული მცინვარი, ხოლო კოდორის ხეობაში 6-ია. ბზიფის აუზში 2010 წლისათვის №5 კარულ მცინვარს გამოეყო დაკიდული მცინვარი და დაკიდული მცინვარების რაოდენობა გახდა 2, თუმცა მომდევნო წლებში ეს მცინვარი თოვლნარად გადაიქცა. კოდორის ხეობაში 2010 წლისათვის დაკიდული მცინვარების რაოდენობა გახდა 29. მომდევნო წლებში რაოდენობამ იკლო და 2015 წელს შეადგინა 20, ხოლო 2020 წელს – 17.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით 2010 წლისათვის კარული და დაკიდული მცინვარების რაოდენობის ზრდა განპირობებული იყო მცინვარების დანაწევრებით და მცირე მცინვარების გამოყოფით. ეს პროცესი შემდგომშიც გაგრძელდა და 2010 წლიდან მათი რაოდენობა თანმიმდევრულად შემცირდა.

უნდა აღინიშნოს, რომ უცვლელი რჩება ხეობისა და კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარების რაოდენობა, რაც განპირობებულია მათი მორფოლოგიური თავისებურებით, თუმცა ამ მცინვარების მიერ დაკავებული ფართობები 2010 წელთან შედარებით ასევე თანმიმდევრულად შემცირდა.

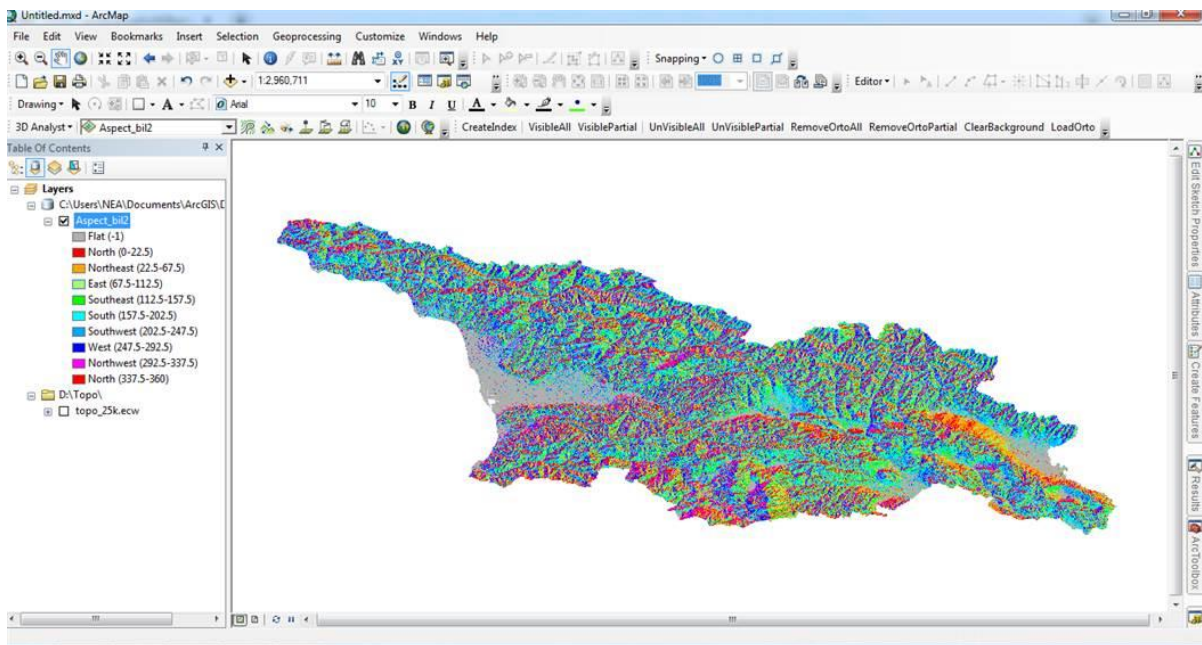
2010 წლიდან აფხაზეთის ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის მიერ დაკავებული ფართობი მცირდება, რაც უშუალოდ კლიმატის მიმდინარე ცვლილებას უკავშირდება.

აფხაზეთის მცინვარების **ზოგადი ექსპოზიციის** საწყისი მონაცემები აღებულია კატალოგიდან, ხოლო 2010, 2015 და 2020 წლის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის დადგინდა პროგრამა Google Earth-ის გამოყენებით, სადაც ნათლად ჩანს ფერდობების ხეობების მიმართულება და ექსპოზიციის სახე. 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 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 გარჩევადობით (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, ჩრდილ-დასავლეთი – იისფრით.

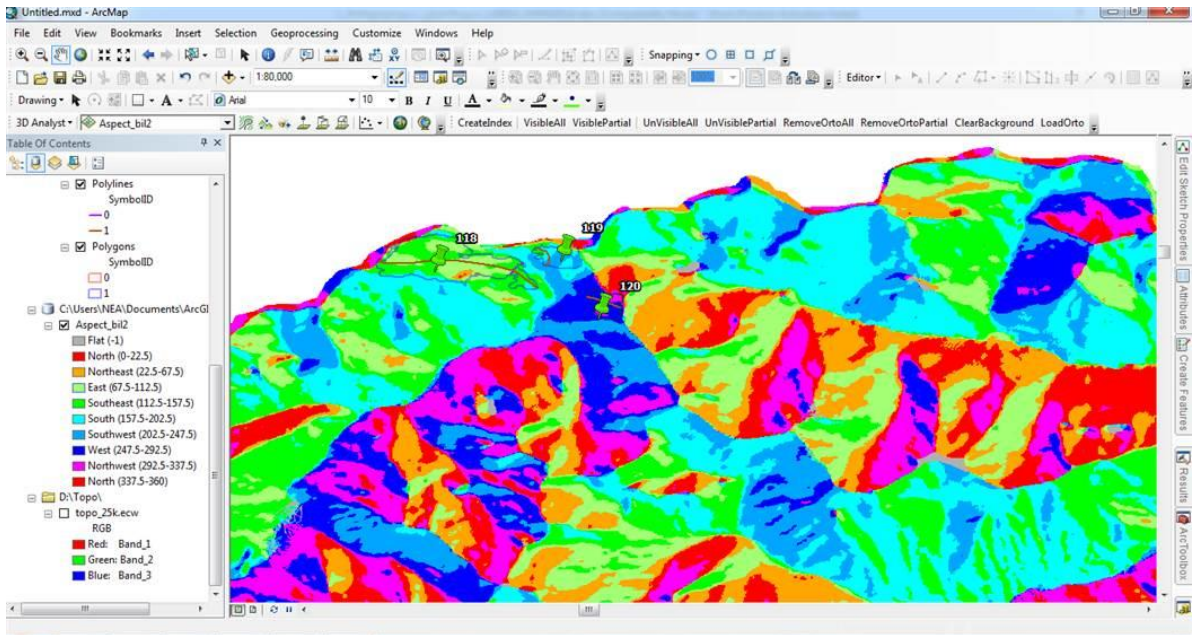


ნახ. 2. საქართველოს ფერდობების ექსპოზიციის რუკა.

გამოსახულებაში შეტანილია საკვლევი მყინვარების კონტური (წლების მიხედვით) და დადგენილია მათი ექსპოზიცია. მაგალითისათვის მოგვყავს ფერდობების ექსპოზიციის რუკაზე (ნახ. 3) წარმოდგენილია 2015 წლის №118, №119 და №120 მყინვარის კონტურების გამოსახულება. №118 მყინვარის კონტური მოქცეულია მწვანის, №119 – ცისფრისა და

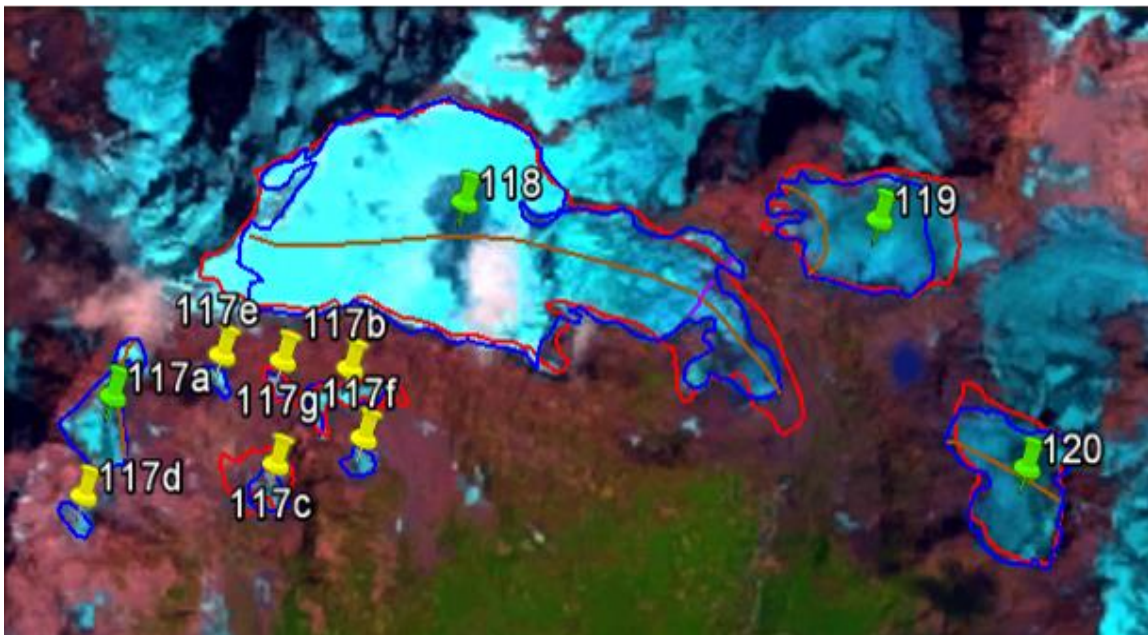


№120 – ლურჯი ფერის არეში, მამსადაძე №118 მცინვარის ექსპოზიცია არის სამხრეთ-აღმოსავლეთის, №119-ის – სამხრეთის და №120-ისა – დასავლეთის.



ნახ. 3. საქართველოს ვერდობების ექსპოზიციის რუკაზე დატანილი 2015 წლის №118, №119 და №120 მცინვარის კონტურები.

აქვე წარმოგიდგენთ №118, №119 და №120 მცინვარის კონტურებს (ნახ. 4).



ნახ. 4. №118, №119 და №120 მცინვარის კონტურები Landsat 7 ETM+ სენსორის 2015 წლის 6 სექტემბრის სურათის მიხედვით.

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

მცინვარების ექსპოზიციის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცინვარების დნობის საკითხთან მიმართებაში. კვლევისათვის აუზნების მცინვარული აუზების მიხედვით,



მცინვარების ოთხი ვადისათვის შედგენილ იქნა მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილების ცხრილი (ცხრილი 4).

ცხრილი 4. აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის მცინვარების განაწილება ზოგადი ექსპოზიციის მიხედვით კატალოგის (ა) და თდზ-ის 2010 (ბ), 2015 (გ), 2020 (დ) წლის მონაცემებით.

ა

მცინვარული აუზი		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
1	ბზიფი	6	2,7	0	0	3	2,6	0	0	0	0	0	0	4	1,8	0	0
2	კელასური	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,5	0	0	0	0
3	კოდორი	11	4,5	20	13,8	23	9,9	14	8,6	25	14,2	9	8,0	7	3,1	11	8,8
სულ		17	7,2	20	13,8	26	12,5	14	8,6	25	14,2	11	9,5	11	4,9	11	8,8

ბ

მცინვარული აუზი		ზოგადი ექსპოზიცია															
		თდზ-ის 2010 წლის მონაცემებით															
		ჩ		ს		დ		ა		ჩდ		ჩა		სდ		სა	
		რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი
1	ბზიფი	6	1,6	0	0	4	1,7	0	0	1	0,1	0	0	4	1,5	0	0
2	კელასური	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,9	0	0	0	0
3	კოდორი	12	2,7	17	8,8	25	6,2	13	6,3	28	10,1	17	5,4	12	2,9	23	8,0
სულ		18	4,3	17	8,8	29	7,9	13	6,3	29	10,2	19	6,3	16	4,4	23	8,0

გ

მცინვარული აუზი		ზოგადი ექსპოზიცია															
		თდზ-ის 2015 წლის მონაცემებით															
		ჩ		ს		დ		ა		ჩდ		ჩა		სდ		სა	
		რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი
1	ბზიფი	2	0,9	0	0	1	0,2	0	0	0	0	1	0,1	4	1,1	0	0
2	კელასური	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0	0	0	0
3	კოდორი	12	1,9	15	7,8	19	5,2	12	5,4	25	8,6	16	4,5	10	2,5	15	6,1
სულ		14	2,8	15	7,8	20	5,4	12	5,4	25	8,6	18	5,3	14	3,6	15	6,1

მცინვარული აუზი		ზოგადი ექსპოზიცია															
		თღზ-ის 2020 წლის მონაცემებით															
		ჩ		ს		დ		ა		ჩდ		ჩა		სდ		სა	
		რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი	რაოდენ.	ფართობი
1	ზიფი	1	0,8	0	0	4	1,0	0	0	0	0	1	0,1	4	0,6	0	0
2	კელასური	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6	0	0	0	0
3	კოდორი	10	1,1	13	6,6	16	4,0	11	4,5	27	7,4	12	3,5	10	2,1	11	4,9
სულ		11	1,9	13	6,6	20	5,0	11	4,5	27	7,4	14	4,2	14	2,7	11	4,9

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს აფხაზეთის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება, როგორც კატალოგიით, ისე თღზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის ჩრდილო-დასავლეთისა და დასავლეთისაა. ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულებები ემთხვევა აფხაზეთის მხრიდან საქართველოში ჰაერის მასების შემოჭრის მიმართულებას, რაც განაპირობებს აფხაზეთის მთიან რეგიონებში სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან.

აფხაზეთის 136 მცინვარიდან 120 კოდორის აუზშია (ცხრილი 1). კოდორის აუზი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს და მცინვარებიც ძირითადად **სამხრეთული ექსპოზიციის (ს, სდ, სა)** უნდა იყვნენ, თუმცა როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს ოთხივე ვადაზე **ჩრდილოური ექსპოზიციის (ჩ, ჩდ, ჩა)** მცინვარების რაოდენობა სჭარბობს. კატალოგის მიხედვით, ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარების მიერ დაკავებული ფართობებიც მეტია, თუმცა 2010 წლიდან უკვე, სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარებით დაკავებული ფართობებია მეტი. ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარების უპირატესი გავრცელება აიხსნება მათი მდებარეობით კავკასიონის შტო ქედებზე, რომელთა მიმართულება განედური ან სუბგანედურია [3] და ეს მცინვარები 2010 წლიდან უფრო მცირე ფართობებით ხასიათდებიან, ვიდრე სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარები.

მნიშვნელოვანია იმის აღნიშვნა, რომ კლიმატის ცვლილებებით განპირობებული მცინვარების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი თოვლნარებიდან 2020 წლისათვის ყველაზე მეტად მოიმატა ჩრდილოეთის ექსპოზიციის თოვლნარების რაოდენობამ, 2010 წელს იყო 8 და 2020 წელს გახდა 23, ანუ 65%-ით გაიზარდა. ასევე დასავლეთის ექსპოზიციის თოვლნარები გაიზარდა 61%-ით, სამხრეთ – აღმოსავლეთის ექსპოზიციის, კი – 54%-ით (ცხრილი 5).

ცხრილი 5. აფხაზეთის თოვლნარების განაწილება ზოგადი ექსპოზიციის მიხედვით თღზ-ის 2010 (I), 2015 (II), 2020 (III) წლის მონაცემებით.

მცინვარული აუზი		თოვლნარების ზოგადი ექსპოზიცია																								
		ჩ			ს			დ			ა			ჩდ			ჩა			სდ			სა			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	ზიფი	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-
2	კელასური	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-
3	კოდორი	8	15	23	3	5	4	7	11	18	5	5	8	10	10	10	8	8	10	2	3	5	13	15	20	
სულ		8	15	23	3	5	4	7	11	18	5	5	8	10	10	10	12	13	15	2	3	5	13	15	20	

### 3.2. მდ. ენგურის აუზის მცინვარების და თოვლნარების მორფოლოგიური ტიპები და ზოგადი ექსპოზიცია

მე-6 ცხრილში წარმოდგენილია მდ. ენგურის აუზის მცინვარების მორფოლოგიური ტიპების განაწილება შესწავლის ოთხი ვადისათვის, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით [7].

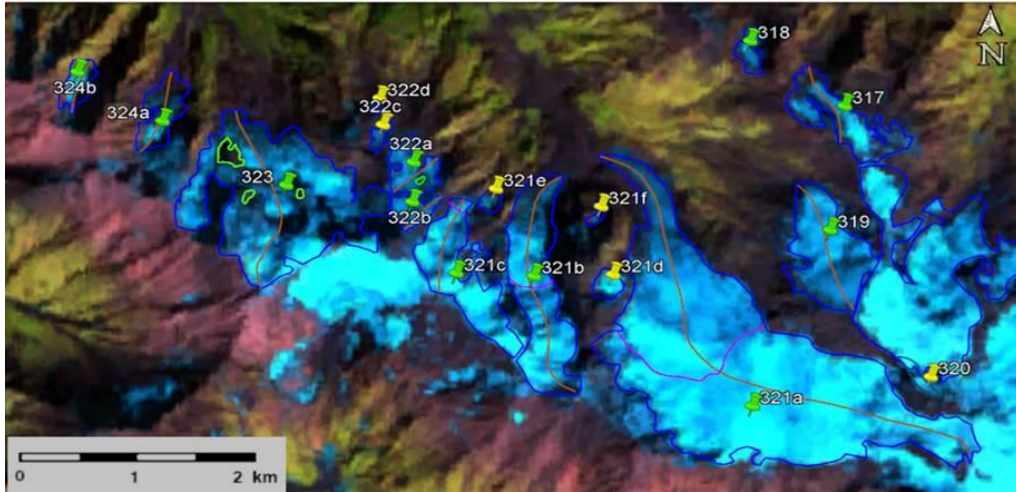
ცხრილი 6. მდ. ენგურის აუზის მცინვარების მორფოლოგიური ტიპების განაწილება კატალოგის, თღზ 1-ის (2010 წ.), თღზ 2-ის (2015 წ.), თღზ 3-ის (2020 წ.) მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით.

მონაცემები	მორფოლოგიური ტიპები							
	ხეობის		კარულ-ხეობის		კარული		დაკიდული	
	რაოდ.	ფართ.	რაოდ.	ფართ.	რაოდ.	ფართ.	რაოდ.	ფართ.
კატალოგით	79	275,1	58	25,2	43	12,8	16	5,6
თღზ 1	86	233,7	40	14,3	61	10,7	58	11,2
თღზ 2	85	199,1	33	7,8	46	6,5	56	8,4
თღზ 3	83	181,8	26	4,9	34	4,3	41	6,1

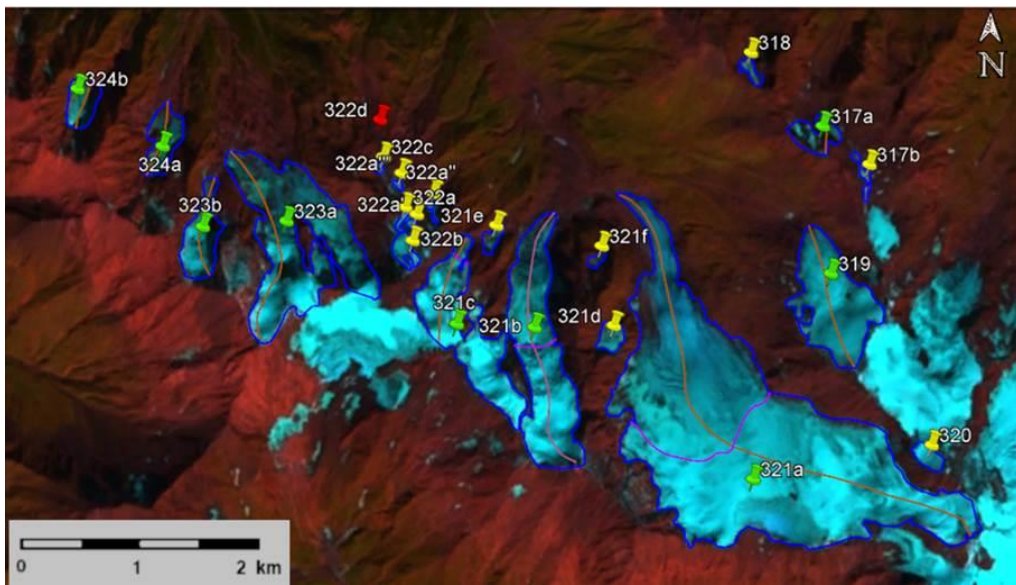
ცხრილიდან ჩანს, რომ მდ. ენგურის აუზში კატალოგის მიხედვით ყველაზე დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი ხეობის ტიპის მცინვარები, შემდეგ მოდის კარულ-ხეობის და კიდევ უფრო ნაკლები – კარული. ყველაზე ნაკლები რაოდენობითაა დაკიდული მცინვარები. 2010 წელს ხეობის ტიპის მცინვარების რაოდენობამ მოიმატა მცინვარების დანაწევრების გამო. მაგალითად, მცინვარი ლაილა (№321), რომელიც კატალოგით და ტოპოგრაფიით (ნახ. 5, ა) ხეობის ტიპის მცინვარია, 2010 წელს (ნახ. 5, ბ) დანაწევრდა სამ ხეობის ტიპის მცინვარად და სამ თოვლნარად. 2015 წელს სამივე მცინვარმა შეინარჩუნა მორფოლოგია, თუმცა ფართობები შემცირდა (ნახ. 5, გ), ხოლო 2020 წელს 321c მცინვარი დანაწევრდა ორ მცინვარად და ერთ თოვლნარად (ნახ. 5, დ). 2010 წელს განვიხილავთ 2011 წლის, 2015 წელს – 2017 და 2020 წელს 2022 წლის ხელმისაწვდომი უახლოესი თღზ მონაცემით.



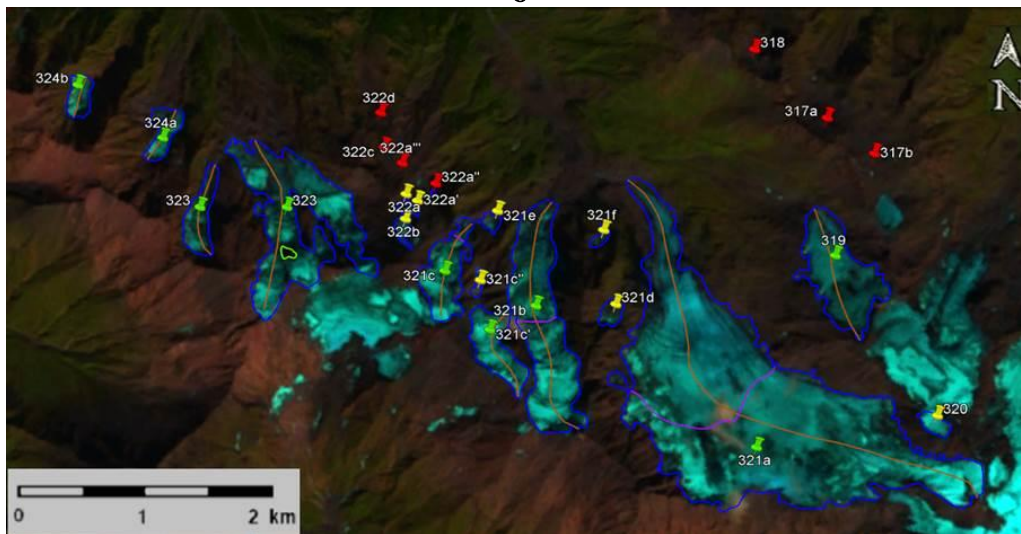




ბ



გ



დ

ნახ. 5. №317-324 მცხვარის კონტურები: ა) ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით, ბ) LANDSAT 5 TM სენსორის 2011 წლის 19 სექტემბრის სურათის მიხედვით, გ) LANDSAT 8 OLI TIRS სენსორის 2017 წლის 12 სექტემბრის სურათის მიხედვით, დ) LANDSAT 8 OLI TIRS სენსორის 2022 წლის 11 სექტემბრის სურათის მიხედვით.

მე-5 ნახ.-ზე მწვანე ქინძისთავეებით აღნიშნულია მცინვარები, ყვითლით – თოვლნარები, ხოლო წითლით – გამქრალი მცინვარები.

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

თდზ-ის 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემებით კარული ტიპის მცინვარები დეგრადირდა, ხდება მათი დანაწევრება კარულ და დაკიდულ მცირე მცინვარებად, ზოგჯერ თოვლნარების გამოყოფით ან გაქრობით.

კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარები ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, ზოგჯერ ხდება მათი დანაწევრება კარულ და დაკიდულ მცირე მცინვარებად. თუმცა წლების მიხედვით თანმიმდევრულად იკლებს მათ მიერ დაკავებული ფართობი და რამდენიმე შემთხვევაში გადადის თოვლნარში ან ქრება. დასაკორექტირებელია №317 მცინვარის კატალოგში აღნიშნული მორფოლოგიური ტიპის მნიშვნელობა, რადგან მას კატალოგის მიხედვით კარულ-ხეობის ტიპის მორფოლოგია აქვს, ხოლო ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით – ხეობისა (ნახ. 5, ა). ხეობის ტიპის მორფოლოგიას №317 მცინვარი ინარჩუნებს 2010 წელსაც (ნახ. 5, ბ). 2015 წელს იგი იყოფა ნაკლები ფართობის ხეობის ტიპის მცინვარად და თოვლნარად (ნახ. 5, გ), ხოლო შემდეგ ვადაზე ორივე (№317a და №317b) ქრება (ნახ. 5, დ). მაშასადამე №317 მცინვარის კატალოგით მორფოლოგიის მნიშვნელობა უნდა დაკორექტირდეს.

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

2010 წლისათვის მცინვარების დეგრადაციის გამო ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის რაოდენობა მატულობს, მაგრამ შემდეგ პერიოდებში ხდება მცინვარებით დაკავებული ჯამური ფართობების კლება.

მე-3 ცხრილში წარმოდგენილია მდ. ენგურის აუზის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილება რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით ზემოთ ჩამოთვლილი ოთხი ვადისათვის.

ცხრილი 7. მდ. ენგურის აუზის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილება კატალოგის, თდზ 1-ის (2010 წ.), თდზ 2-ის, (2015 წ.), თდზ 3-ის (2020 წ.) მონაცემებით, რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით

მონაცემები	ზოგადი ექსპოზიცია															
	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	50	42,5	37	59,8	14	16,7	26	28,5	25	27,7	17	45,0	8	58,7	19	39,8
თდზ 1	59	34,9	40	55,1	13	12,0	29	21,9	38	26,1	23	26,8	23	59,2	25	34,2
თდზ 2	49	25,3	38	47,8	10	9,6	22	17,0	33	21,3	22	21,8	25	53,8	21	29,0
თდზ 3	43	18,7	28	42,2	9	8,7	15	14,7	29	15,0	21	18,5	19	50,6	18	26,8



ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ მდ. ენგურის აუზის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება როგორც კატალოგიით (ერთი ვადა), ისე თდზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის არის ჩრდილოეთის, შემდეგ – სამხრეთის. ყველაზე ნაკლებია დასავლეთის ექსპოზიციის მცინვარები. ყველაზე მეტი ფართობი უკავიათ სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ექსპოზიციის მცინვარებს.

ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულებები (სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის) ემთხვევა მდ. მდ. ენგურის მცინვარულ აუზში ჰაერის მასების შემოჭრის უპირატეს მიმართულებას, რაც განაპირობებს ამ მთიან რეგიონებში იმ სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან, მცინვარების კვებასა და განვითარებასთან.

ცნობილია, რომ მცინვარების დეგრადაცია იწვევს თოვლნარების რაოდენობის ზრდას. ყველა თოვლნარი კარული ან დაკიდული მორფოლოგიისაა. კატალოგიით მდ. ენგურის აუზში არსებული 196 მცინვარიდან 2010 წლის თანამგზავრული მონაცემებით წარმოიქმნა 47 თოვლნარი და გაქრა 4 მცინვარი, მაგრამ 2015 წლის მონაცემით წარმოიქმნა 183 და გაქრა 18 მცინვარი, ხოლო 2020 წლისათვის მდ. ენგურის აუზში 160 თოვლნარი და 89 გამქრალი მცინვარია (ცხრილი 8).

ცხრილი 8. მდ. ენგურის აუზის თოვლნარებისა და გამქრალი მცინვარების განაწილება თდზ 1-ის (2010 წ.), თდზ 2-ის (2015 წ.), თდზ 3-ის (2020 წ.) მონაცემებით.

მონაცემები	თოვლნარები	გამქრალი მცინვარები
თდზ 1	47	4
თდზ 2	183	18
თდზ 3	160	89

ასე, რომ 2010 წლიდან მდ. ენგურის აუზში თოვლნარებისა და გამქრალი მცინვარების რაოდენობა ინტენსიურად იზრდება.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მცინვარების კატალოგში 0.1 კმ<sup>2</sup> ნაკლები ფართობის მცინვარები (თოვლნარები) არ განიხილება. შესაბამისად არ გვაქვს კატალოგის მონაცემები თოვლნარების ცხრილებში.

მნიშვნელოვანია იმის აღნიშვნა, რომ სამივე ვადაზე კლიმატის ცვლილებით განპირობებული მცინვარების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი თოვლნარებიდან ყველაზე მეტი იყო ჩრდილოეთის ექსპოზიციის, ხოლო მსგავსად მცინვარებისა, ყველაზე ნაკლები იყო დასავლეთის ექსპოზიციის თოვლნარები (ცხრილი 9).

ცხრილი 9. მდ. ენგურის აუზის თოვლნარების ზოგადი ექსპოზიციის განაწილება თდზ 1-ის (2010 წ.), თდზ 2-ის (2015 წ.), თდზ 3-ის (2020 წ.) მონაცემების მიხედვით.

მონაცემები	თოვლნარების ზოგადი ექსპოზიცია							
	ჩ	ს	დ	ა	ჩდ	ჩა	სდ	სა
თდზ 1	14	5	0	7	8	5	6	2
თდზ 2	51	26	1	25	27	24	14	14
თდზ 3	29	26	4	23	26	26	17	10

საქართველოში მცინვარები ყველაზე დიდი რაოდენობითაა (196) მდ. ენგურის აუზში (ცხრილი 1). კატალოგის მიხედვით მდ. ენგურის აუზში ყველაზე მეტია ხეობის ტიპის მცინვარები, შემდეგ კარულ-ხეობის და კიდევ უფრო ნაკლები – კარული. ყველაზე ნაკლები რაოდენობითაა დაკიდული მცინვარები. 2010 წელს მცინვარების დანაწევრების გამო ხეობის ტიპის მცინვარების რაოდენობა მატულობს. კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარები ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, ზოგჯერ ხდება მათი დანაწევრება კარულ და დაკიდულ მცირე მცინვარებად. თუმცა წლების მიხედვით თანმიმდევრულად იკლებს დაკავებული ფართობი და რამდენიმე შემთხვევაში გადადის თოვლნარში ან ქრება. 2010 წლისათვის მცინვარების დეგრადაციის გამო ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის რაოდენობა მატულობს, თუმცა შემდეგ პერიოდებში იკლებს, შესაბამისად, მცინვარებით დაკავებული ჯამური ფართობებიც იკლებს.

მდ. ენგურის აუზის მცინვარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგია, რომ მცინვარების ფართობები ყველა ექსპოზიციის მცინვარისათვის კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2010 წლიდან მოყოლებული თანმიმდევრულად იკლებს. მდ. ენგურის აუზის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება როგორც კატალოგით, ისე თდზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის არის ჩრდილოეთის, შემდეგ – სამხრეთის. ყველაზე ნაკლებია დასავლეთის ექსპოზიციის მცინვარები. იგივეა თოვლნარების შემთხვევაშიც.

მიუხედავად იმისა, რომ მდ. ენგურის აუზში გამცინვარების უმთავრეს კერას კავკასიონის სამხრეთ ფერდობი წარმოადგენს, რაოდენობის მიხედვით მაინც წამყვანი ადგილი ჩრდილოური (ჩ, ჩდ და ჩა) ექსპოზიციის მცინვარებს უკავიათ, შემდეგ მოდის სამხრეთული (ს, სდ და სა) ექსპოზიციის მცინვარები.

ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარები უმთავრესად განლაგებულია კავკასიონის შტო ქედებზე, რომელთა მიმართულება განედურია ან სუბმერიდიანული და ეს მცინვარები მცირე ფართობებით ხასიათდება [3].

მდ. ენგურის აუზის დიდი მცინვარები განლაგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე და ბუნებრივია, რომ მათი ექსპოზიცია სამხრეთულია.

ამგვარად, ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარების რაოდენობა მეტია სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარებზე, თუმცა ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარების ფართობები გაცილებით ნაკლებია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე მცინვარების ფართობებზე.

### **3.3. მდ. ხობისწყლის აუზი**

მდ. ხობისწყლის აუზში კატალოგით სულ ორი მცინვარია: №333 და №334. №333 მცინვარი კატალოგის მიხედვით ხეობის მორფოლოგიური ტიპის აღმოსავლეთის ექსპოზიციის მცინვარია, თუმცა ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით იგი კარული ტიპისაა და თდზ-ის მიხედვით ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიციის. 2010 წლისათვის ეს მცინვარი უკვე გამქრალია.

№334 მცინვარი კატალოგის მიხედვით აღმოსავლეთის ექსპოზიციის კარულ-ხეობის მორფოლოგიური ტიპის მცინვარია, რომელიც 2010 წლისათვის დაიშალა ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიციის კარულ-ხეობის და კარულ ორ მცირე მცინვარად, და ოთხ თოვლნარად. შემდეგ ორ ვადაზე თდზ-ის მონაცემებით №333 მცინვარიდან დარჩა ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიციის კარულ-ხეობის მორფოლოგიის ერთი მცირე მცინვარი და ხუთი თოვლნარი, რომელთა ფართობები დროში იკლებს.

ამჟამად მდინარე ხობისწყლის აუზში სულ ერთი ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიციის, კარულ-ხეობის მორფოლოგიური ტიპის 0.1 კმ<sup>2</sup> მცირე მყინვარიდაა დარჩენილი.

### 3.4. მდ. რიონის აუზის მყინვარების და თოვლნარების მორფოლოგიური ტიპები და ზოგადი ექსპოზიცია

მდ. რიონის აუზის მყინვარების მორფოლოგიური ტიპების განაწილებას შესწავლის ოთხი ვადისათვის, რაოდენობისა და ფართობების მიხედვით წარმოდგენილია მე-10 ცხრილში [8].

ცხრილი 10. მდ. რიონის აუზის მყინვარების განაწილება მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით კატალოგის თდზ 1-ის (2010 წ.) თდზ 2 (2015 წ.), თდზ 3 (2020 წ.) მონაცემებით რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით.

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

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.

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

კარულ-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. ხეობის ტიპის მყინვარები განლაგებული არიან კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, ხოლო კარული ტიპისა კი, ძირითადად შტო ქედებზე [3].

მე-11 ცხრილში წარმოდგენილია მდ. რიონის აუზის მყინვარების ოთხი ვადისათვის შესწავლის, ზოგადი ექსპოზიციის განაწილების ცხრილი.

როგორც ცხრილიდან ჩანს მდ. რიონის აუზის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება კატალოგით არის სამხრეთის, ხოლო თდზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის სამხრეთ-დასავლეთის. მათ მიერ დაკავებული ტერიტორიებიც უფრო მეტია.

მდ. რიონის აუზში, ყველა ვადაზე, სამხრეთული ექსპოზიციის მყინვარები გაცილებით მეტია ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარებთან შედარებით და მათ წამყვანი ადგილი უკავიათ, როგორც რაოდენობის, ისე ფართობების მიხედვით.

ცხრილი 11. მდ. რიონის აუზის მცენარეების 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	39,0	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

უკვე აღვნიშნეთ, რომ მცენარეების დეგრადაცია იწვევს თოვლნარების რაოდენობის ზრდას. ყველა თოვლნარი კარული ან დაკიდული მორფოლოგიისაა. კატალოგით მდ. რიონის ხეობაში არსებული 75 მცენარეიდან 2010 წლის თანამგზავრული მონაცემებით წარმოიქმნა 24 თოვლნარი და გაქრა 3 მცენარი, მაგრამ 2015 წლის მონაცემით მდ. რიონის ხეობაში 49 თოვლნარი და 13 გამქრალი მცენარია. 2020 წლისათვის დარჩა 42 თოვლნარი და ჯამურად გაქრა 25 მცენარი (ცხრილი 12). ასე, რომ 2010 წლიდან მდ. რიონის აუზში თოვლნარებისა და გამქრალი მცენარეების რაოდენობა ინტენსიურად იზრდება.

ცხრილი 12. მდ. რიონის მცენარული აუზის თოვლნარებისა და გამქრალი მცენარეების განაწილება თღზ 1-ის (2010 წ.) თღზ 2 (2015 წ.), თღზ 3 (2020 წ.) მონაცემებით.

მონაცემები	თოვლნარები	გამქრალი მცენარეები
თღზ 1	24	3
თღზ 2	49	13
თღზ 3	42	25

მნიშვნელოვანია აღნიშვნა, რომ კლიმატის ცვლილებით განპირობებული მცენარეების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი თოვლნარებიდან 2010 წელს ყველაზე მეტი, 8 თოვლნარი იყო სამხრეთის ექსპოზიციის, თუმცა 2020 წლისათვის ყველაზე მეტი, 13 თოვლნარი, სამხრეთ-დასავლეთის ექსპოზიციისაა (ცხრილი 13).

ცხრილი 13. მდ. რიონის მცენარული აუზის თოვლნარების განაწილება ზოგადი ექსპოზიციის მიხედვით თღზ 1-ის (2010 წ.) თღზ 2 (2015 წ.), თღზ 3 (2020 წ.) მონაცემებით.

მონაცემები	თოვლნარების ზოგადი ექსპოზიცია							
	ჩ	ს	დ	ა	ჩდ	ჩა	სდ	სა
თღზ 1	0	8	0	2	0	2	7	4
თღზ 2	1	11	0	6	5	3	18	9
თღზ 3	1	11	0	4	0	3	13	10

შევისწავლეთ რა მდ. რიონის მცინვარული აუზის მცინვარებზე და თოვლნარებზე კლიმატის ცვლილების გავლენა დავასკვნით, რომ მდ. რიონის მცინვარულ აუზის ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის რაოდენობა 2010 წლისათვის მატულობს მცინვარების დეგრადაციის გამო, გარდა ხეობის ტიპის მცინვარებისა, რაც მათი მორფოლოგიითაა განპირობებული, თუმცა მათ მიერ დაკავებული ფართობები 2010 წელთან შედარებით თანმიმდევრულად იკლებს.

მდ. რიონის მცინვარული აუზის მცინვარებზე და თოვლნარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედების შედეგია, რომ მცინვარების ფართობები ყველა ექსპოზიციის მცინვარისათვის კატალოგის მონაცემებთან შედარებით 2010 წლიდან მოყოლებული თანმიმდევრულად იკლებს.

მდ. რიონის აუზის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება კატალოგით არის სამხრეთის, ხოლო თდზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის სამხრეთ-დასავლეთის. იგივეა თოვლნარების შემთხვევაშიც. ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულება (სამხრეთ-დასავლეთის) ემთხვევა მდ. რიონის მცინვარულ აუზში ჰაერის მასების შემოჭრას, რაც განპირობებს ამ მთიან რეგიონებში იმ სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან.

## დასკვნები

ამგვარად შეიძლება დავასკვნათ, რომ:

- აფხაზეთის ტერიტორიაზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით 2010 წლისათვის კარული და დაკიდული მცინვარების რაოდენობის ზრდა განპირობებული იყო მცინვარების დანაწევრებით და მცირე მცინვარების გამოყოფით. ეს პროცესი შემდგომშიც გაგრძელდა და 2010 წლიდან მათი რაოდენობა თანმიმდევრულად შემცირდა. უნდა აღინიშნოს, რომ უცვლელი რჩება ხეობისა და კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარების რაოდენობა, რაც განპირობებულია მათი მორფოლოგიური თავისებურებით, თუმცა ამ მცინვარების მიერ დაკავებული ფართობები 2010 წელთან შედარებით ასევე თანმიმდევრულად შემცირდა. 2010 წლიდან აფხაზეთის ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის მიერ დაკავებული ფართობი მცირდება, რაც უშუალოდ კლიმატის მიმდინარე ცვლილებას უკავშირდება.
- მდ. ენგურის აუზში კატალოგის მიხედვით ყველაზე დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი ხეობის ტიპის მცინვარები, შემდეგ მოდის კარულ-ხეობის და კიდევ უფრო ნაკლები – კარული. ყველაზე ნაკლები რაოდენობითაა დაკიდული მცინვარები. 2010 წელს ხეობის ტიპის მცინვარების რაოდენობამ მოიმატა მცინვარების დანაწევრების გამო. ხეობის ტიპის მცინვარი ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა შეიძლება დანაწევრდეს ხეობის, კარულ და დაკიდულ მცინვარად, აგრეთვე ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად. თდზ-ის 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემებით კარული ტიპის მცინვარები დეგრადირდა, ხდება მათი დანაწევრება კარულ და დაკიდულ მცირე მცინვარებად, ზოგჯერ თოვლნარების გამოყოფით ან გაქრობით. კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარები ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, ზოგჯერ ხდება მათი დანაწევრება კარულ და დაკიდულ მცირე მცინვარებად. თუმცა წლების მიხედვით თანმიმდევრულად იკლებს მათ მიერ დაკავებული ფართობი და რამდენიმე შემთხვევაში გადადის თოვლნარში ან ქრება. ასევე ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას დაკი-



დული მცინვარიც, თუმცა დროთა განმავლობაში იკლებს მისი ფართობი, ზოგჯერ გადადის თოვლნარში ან ქრება. 2010 წლისათვის მცინვარების დეგრადაციის გამო ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის რაოდენობა მატულობს, მაგრამ შემდეგ პერიოდებში შესაბამისად, ხდება მცინვარებით დაკავებული ჯამური ფართობების კლება.

- ამჟამად მდ. ხობისწყლის აუზში სულ ერთი ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიციის, კარულ-ხეობის მორფოლოგიური ტიპის 0.1 კმ<sup>2</sup> მცირე მცინვარიდაა დარჩენილი.
- მდ. რიონის აუზში ყველაზე დიდი რაოდენობით კატალოგის მიხედვით არის ხეობის ტიპის მცინვარები, სულ 49. ხეობის ტიპის მცინვარი ძირითადად ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა შეიძლება დანაწევრდეს ხეობის, კარულ და დაკიდულ მცინვარად, აგრეთვე ერთ ან რამდენიმე თოვლნარად. თდზ-ის 2010, 2015 და 2020 წლების მონაცემებით კარული ტიპის მცინვარები დეგრადირდება, ხდება მათი დანაწევრება, მცირე მცინვარების და თოვლნარების გამოყოფა. კარულ-ხეობის ტიპის მცინვარები ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას, თუმცა წლების მიხედვით თანმიმდევრულად იკლებს დაკავებული ფართობი და რამდენიმე შემთხვევაში გადადის თოვლნარში. ასევე ინარჩუნებს თავის მორფოლოგიას დაკიდული მცინვარიც, თუმცა დროთა განმავლობაში იკლებს მისი ფართობი, ზოგჯერ გადადის თოვლნარში ან ქრება. ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარის რაოდენობა 2010 წლისათვის მატულობს, მცინვარების დეგრადაციის გამო, გარდა ხეობის ტიპის მცინვარებისა, რაც მათი მორფოლოგიითაა განპირობებული. ხეობის ტიპის მცინვარები განლაგებული არიან კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, ხოლო კარული ტიპისა კი, ძირითადად შტო ქედებზე.
- აფხაზეთის 136 მცინვარიდან 120 კოდორის აუზშია (ცხრილი 1). კოდორის აუზი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს და მცინვარებიც ძირითადად სამხრეთული ექსპოზიციის (ს, სდ და სა) უნდა იყვნენ, თუმცა როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს ოთხივე ვადაზე ჩრდილოური ექსპოზიციის (ჩ, ჩდ და ჩა) მცინვარების რაოდენობა სჭარბობს. კატალოგის მიხედვით, ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარების მიერ დაკავებული ფართობებიც მეტია, თუმცა 2010 წლიდან უკვე, სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარებით დაკავებული ფართობებია მეტი. ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარების უპირატესი გავრცელება აიხსნება მათი მდებარეობით კავკასიონის შტო ქედებზე, რომელთა მიმართულეა განედური ან სუბგანედურია და ეს მცინვარები 2010 წლიდან უფრო მცირე ფართობებით ხასიათდებიან, ვიდრე სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარები. მნიშვნელოვანია იმის აღნიშვნა, რომ კლიმატის ცვლილებით განპირობებული მცინვარების დეგრადაციის შედეგად წარმოქმნილი თოვლნარებიდან 2020 წლისათვის ყველაზე მეტად მოიმატა ჩრდილოეთის ექსპოზიციის თოვლნარების რაოდენობამ.
- აფხაზეთის მცინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება, როგორც კატალოგით, ისე თდზ-ის მიხედვით სამივე პერიოდში ჩრდილო-დასავლეთის და დასავლეთისაა. ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულებები ემთხვევა აფხაზეთის მხრიდან საქართველოში ჰაერის მასების შემოჭრას, რაც განპირობებს აფხაზეთის მთიან რეგიონებში სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან.
- მდ. ენგურის აუზში გამცინვარების უმთავრეს კერას კავკასიონის სამხრეთ ფერდობი წარმოადგენს, მაგრამ რაოდენობის მიხედვით მაინც წამყვანი ადგილი ჩრდილოური ექსპოზიციის მცინვარებს უკავიათ, შემდეგ მოდიან სამხრეთული ექსპოზიციის მცინ-

ვარები. იგივეა თოვლნარების შემთხვევაშიც. ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარები უმთავრესად განლაგებულია კავკასიონის შტო ქედებზე, რომელთა მიმართულება განედურია ან სუბმერიდიანული და ეს მყინვარები მცირე ფართობებით ხასიათდება. მდ. ენგურის აუზის დიდი მყინვარები განლაგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე და ბუნებრივია მათი ექსპოზიცია სამხრეთულია. ამგვარად, ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარების რაოდენობა მეტია სამხრეთული ექსპოზიციის მყინვარებზე, თუმცა ჩრდილოეთის ექსპოზიციის მყინვარების ფართობები გაცილებით ნაკლებია სამხრეთული ექსპოზიციის მქონე მყინვარების ფართობებზე.

- მდ. ენგურის აუზის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება როგორც კატალოგით, ისე თდზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის არის ჩრდილოეთის, შემდეგ – სამხრეთის. ყველაზე მეტი ფართობი უკავიათ სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ექსპოზიციის მყინვარებს. ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულებები (სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის) ემთხვევა მდ. ენგურის მყინვარულ აუზში ჰაერის მასების შემოჭრის უპირატეს მიმართულებას, რაც განაპირობებს ამ მთიან რეგიონებში იმ სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან, მყინვარების კვებასა და განვითარებასთან.
- მდ. რიონის აუზის მყინვარების ზოგადი ექსპოზიციის უპირატესი მიმართულება კატალოგით არის სამხრეთის, ხოლო თდზ-ის მიხედვით სამივე ვადისათვის სამხრეთ-დასავლეთის. იგივეა თოვლნარების შემთხვევაშიც. ბუნებრივია, რომ ეს მიმართულება (სამხრეთ-დასავლეთის) ემთხვევა მდ. რიონის მყინვარულ აუზში ჰაერის მასების შემოჭრას, რაც განაპირობებს ამ მთიან რეგიონებში იმ სინოპტიკური პროცესების განვითარებას, რომლებიც დაკავშირებულია უხვი ნალექების მოსვლასთან.
- მდ. რიონის აუზში, ყველა ვადაზე, სამხრეთული ექსპოზიციის მყინვარები გაცილებით მეტია ჩრდილოური ექსპოზიციის მყინვარებთან შედარებით და მათ წამყვანი ადგილი უკავიათ, როგორც რაოდენობის, ისე ფართობების მიხედვით.
- დასავლეთ საქართველოს მყინვარები მდებარეობენ დიდი კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, მაგრამ რაოდენობის მიხედვით წამყვანი ადგილი ჩრდილოური ექსპოზიციის მცირე ფართობის მყინვარებს უკავიათ, რომლებიც განლაგებული არიან კავკასიონის შტო ქედებზე. დიდი მყინვარები მდებარეობენ სამხრეთ ფერდობზე, ამდენად მათი ექსპოზიცია სამხრეთულია და მათი რაოდენობა ნაკლებია, თუმცა მათ მიერ დაკავებული ფართობები გაცილებით მეტია ჩრდილოური ექსპოზიციის მქონე მყინვარების ფართობებზე.

## ლიტერატურა – References – Литература

1. 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, 1, 4(44), Warsaw, Poland, 2019, pp. 29-34.
2. Маруашвили Л. И., Курдгелაидзе Г. М., Лашки Т. А., Инашвили Ш. В. Каталог Ледников СССР. Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеоиздат, 1975, 86 с.
3. გობეჯიშვილი რ., კოტლიაკოვი ვ. გლაციოლოგია. 2006, თბ.: უნივერსალი, გვ. 291.
4. Tielidze L.G., Kumladze R., Asanidze L. Glaciers Reduction and Climate Change Impact over the Last One Century in the Mulkhura River Basin, Caucasus Mountains, Georgia. International Journal of Geosciences, 6, 2015, pp. 465-472.

5. შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., გულიაშვილი გ. ბოლო ათწლეულში აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში მდებარე მყინვარების მორფოლოგიასა და ექსპოზიციაზე თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების შედეგები. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი, №3 (740), თბ. 2022, გვ. 28-38.
6. 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/Türkiye. Republic of Türkiye Karadeniz Technical University, 2023, pp. 51–58.
7. შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., გულიაშვილი გ., ძაძამია მ. მდინარე ენგურის აუზის მყინვარებისა და თოვლნარების მორფოლოგიისა და ექსპოზიციის კვლევა თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვებების გამოყენებით. სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №3 (746), 2024, გვ. 7–13.
8. შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., გულიაშვილი გ., ძაძამია მ. მდ. რიონის აუზში მდებარე მყინვარების მორფოლოგიაზე და ექსპოზიციაზე თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების შედეგები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კომპლექსური გეოფიზიკური მონიტორინგი საქართველოში: ისტორია, თანამედროვე პრობლემები, ქვეყნის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობა“ თბილისი, საქართველო, 17-19 ოქტომბერი, 2024 წ. ეძღვნება საქართველოში რეგულარული მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ორგანიზების 180-ე წლისთავს, შრომები, 2024, გვ. 40–44.

**დასავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზების მყინვარების და თოვლნარების მორფოლოგიისა და ექსპოზიციის შესწავლის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური დაკვირვების საფუძველზე**

**შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., გულიაშვილი გ., ძაძამია მ.**

**რეზიუმე**

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

**საკვანძო სიტყვები:** დასავლეთ საქართველო, თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება, კლიმატის ცვლილება, მორფოლოგია და ექსპოზიცია, მყინვარები და თოვლნარები.

**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**

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

**Abstract**

The article presents the results of the study of the morphology and exposure of glaciers and snowfields of the glacial basins of western 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 western Georgia as a result of ongoing climate change are presented.

**Key words:** climate change, glaciers and snowfields, morphology and exposure, satellite remote sensing, Western Georgia.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИИ И ЭКСПОЗИЦИИ ЛЕДНИКОВ И  
СНЕЖНИКОВ ЛЕДНИКОВЫХ БАСЕЙНОВ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ  
НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

**Шенгелия Л., Кордзахия Г., Тваури Г., Гулиашвили Г., Дзadzамия М.**

**Реферат**

В статье представлены результаты изучения морфологии и экспозиции ледников и снежников ледниковых бассейнов Западной 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 Западной Грузии в результате современного изменения климата.

**Ключевые слова:** Западная Грузия, изменение климата, ледники и снежники, морфология и экспозиция, спутниковое дистанционное зондирование.