

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლევან ტიელიძე

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, გეოგრაფიის
დეპარტამენტი, გეომორფოლოგიის მიმართულება

**კავკასიონის მყინვარების გლაციო-გეომორფოლოგიური კვლევა
თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე და გამყინვარების
ეკოლუცია გვიან პლეისტოცენსა და ჰოლოცენში**

სადოქტორო დისერტაცია

ხელმძღვანელები:

სადოქტორო პროგრამის ხელმძღვანელი:

თსუ პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი: **დავით კერესელიძე**

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

თსუ ასოცირებული პროფესორი: **ვაჟა ტრაპაიძე**

გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი,

თსუ პროფესორი: **რამინ გობეჯიშვილი**



უნივერსიტეტის
გამომცემლობა

თბილისი 2016 წელი

Ivane Javakishvili Tbilisi State University

Levan Tielidze

Faculty of Exact and Natural Sciences, Department of Geography, chair of Geomorphology

**The Glacio-Geomorphological Study of the Glaciers of the Caucasus on
the background of Modern Climate Change and evolution of the Late
Pleistocene and Holocene Glaciation**

PhD thesis

Supervisors:

Program Director:

TSU Professor, Doctor of Technical Sciences: David Kereselidze

Scientific Supervisors:

TSU Associate Professor: Vazha Trapaidze

TSU Professor, Doctor of Geographical Sciences:

Ramin Gobejishvili

Tbilisi 2016

	შესავალი	5
	Introduction	7
	კვლევის აქტუალურობა	9
	კვლევის მიზნები და ამოცანები	10
თავი 1.	კვლევის მეთოდოლოგია	11
	საკვლევი ტერიტორია	12
	1.1 ოროგრაფია და რელიეფი	12
თავი 2.	1.2 კლიმატური პირობები	13
	მონაცემთა წყაროები და მეთოდები	15
	2.1 ძველი ტოპოგრაფიული რუკები	15
	2.2 Landsat-ის და ASTER-ის სურათები და მყინვარების ფართობის კარტოგრაფირება	15
	2.3 მყინვარების განსაზღვრის ცდომილება და ანალიზი	16
	2.4 კლიმატური მონაცემები	17
თავი 3.	საქართველოს მყინვარების განაწილება მდინარეთა აუზების მიხედვით	18
	3.1 მდინარე ბზიფის აუზის მყინვარები	18
	3.2 მდინარე კელასურის აუზის მყინვარები	18
	3.3 მდინარე კოდორის აუზის მყინვარები	19
	3.4 მდინარე ენგურის აუზის მყინვარები	25
	3.5 მდინარე ხობისწყლის აუზის მყინვარები	42
	3.6 მდინარე რიონის აუზის მყინვარები	42
	3.7 მდინარე ლიახვის აუზის მყინვარები	51
	3.8 მდინარე არაგვის აუზის მყინვარები	52
	3.9 მდინარე თერგის აუზის მყინვარები	53
	3.10 მდინარე ასას აუზის მყინვარები	61
	3.11 მდინარე არღუნის აუზის მყინვარები	62
	3.12 მდინარე პირიქითა ალაზნის აუზის მყინვარები	62
თავი 4.	საქართველოს მყინვარების დინამიკა, ტემპერატურის ცვალებადობა, თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა	64
	4.1 მყინვარების დინამიკა 1890-1960 წლებში	64
	4.2 მყინვარების დინამიკა 1960-2014 წლებში	68
	4.3 ტემპერატურის ცვალებადობა ბოლო ერთი საუკუნის განმავლობაში	73
	4.4 თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა	76
თავი 5.	მცირე გამყინვარება	81
	5.1 ხეობის ტიპის მყინვარების შემცირება მცირე გამყინვარების	

	მაქსიმუმის შემდეგ	81
თავი 6.	გამყინვარების ევოლუცია გვიან პლეისტოცენსა და	
	ჰოლოცენში	88
	საქართველოში მყინვარების ევოლუცია	88
	6.1 დასავლეთ კავკასიონი	96
	6.2 ცენტრალური კავკასიონი	102
	6.3 აღმოსავლეთ კავკასიონი	113
	6.4 სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი	118
	6.5 ჰოლოცენური გამყინვარება	119
	დასკვნები	125
	გამოყენებული ლიტერატურა	127

შესავალი

კრიოსფერო, რომელიც მოიცავს დედამიწის ზედაპირზე არსებული ბუნებრივი ყინულის ყველა სახეობას დედამიწის კლიმატური სისტემის ერთერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია. ის განსაკუთრებულად მგრძობიარეა გლობალური დათბობის მიმართ. ბოლო რამოდენიმე ათწლეულის განმავლობაში ყინულის საფარის საერთო მოცულობა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მნიშვნელოვნად შემცირდა. ამ პროცესს ბუნებრივ ფაქტორთან ერთად, ანთროპოგენური გავლენა კიდევ უფრო ამძაფრებს. მცინვარული საფარის ფართობის ცვლილება გავლენას ახდენს, როგორც გლობალურ, ისე ადგილობრივ კლიმატზე, ეკოსისტემაზე და მოსახლეობის კეთილდღეობაზე.

ეს პრობლემა განსაკუთრებულ აქტუალობას მალაღმთიანი რეგიონებისთვის იძენს. საქართველოსათვის, რომელსაც კავკასიის რეგიონში სტრატეგიული გეოგრაფიული მდებარეობა უკავია, როგორც ეკონომიკური, ისე გეოეკოლოგიური თვალსაზრისით მცინვარული რესურსის შესწავლას და მის მრავალწლიურ მონიტორინგს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

მე-19-ე საუკუნის შუა პერიოდიდან (მცირე გამყინვარების დასრულების შემდეგ) დედამიწის თითქმის ყველა რეგიონში მყინვარებმა შემცირება დაიწყო. მხოლოდ 1950-1970-იან წლებში ევრაზიის უმეტეს მთიან რეგიონებში მყინვარები მეტნაკლებად სტაციონარულ მდგომარეობას ინარჩუნებდა, მაგრამ ამჟამად მყინვარები დეგრადაციას განიცდის ევრაზიის ყველა მთიან რეგიონში. ეს გამოიხატება იმაში, რომ პატარა მყინვარები ქრება, დიდ მყინვართა ენები უკან იხევს, ფართობი და მოცულობა მცირდება, მათი ზედაპირი იფარება მორენებით და წარმოიქმნება "მკვდარი" ყინულის დიდი სივრცეები. რთული მყინვარები იყოფა უფრო მარტივ კომპონენტებად და სხვ. აღნიშნული ცვლილებების შეფასებები დაიბეჭდა მთელ რიგ ნაშრომებში, თუმცა თანამედროვე ევრაზიის მყინვარების საერთო სურათი მოცემულ მომენტში არ არის სრული.

ზოგადად აუცილებელია რომ ტარდებოდეს მუდმივი და დეტალური დაკვირვებები მყინვარების "ქცევაზე" სხვადასხვა რეგიონში, და მათ შორის კავკასიაში, სადაც მყინვარები წარმოადგენს მტკნარი წყლის მნიშვნელოვან რესურსს. კონკრეტულად საქართველოსთვის კი ის მდინარეები რომლებიც მყინვარული წყლებით იკვებება (კოდორი, ენგური, რიონი, ცხენისწყალი, თერგი და სხვ.) ქვეყნისათვის მნიშვნელოვან ჰიდროელექტრო რესურსს წარმოადგენს.

წინამდებარე დისერტაციაში ჩვენი კვლევის ძირითად ობიექტს წარმოადგენს საქართველოში თანამედროვე მყინვარების მორფოლოგიის, გავრცელებისა და დინამიკის მასშტაბების დაზუსტება, გვიან პლესტოცენსა და ჰოლოცენში საქართველოში გამყინვარების ეოლოგიის ხასიათის დადგენა. დისერტაცია მოიცავს სხვადასხვა მეცნიერულ მეთოდებს თანამედროვე და ძველი გამყინვარების სივრცით-დროითი ცვალებადობის დადგენის საქმეში. აგრეთვე შეიცავს რიგ ახალ დებულებებს და დასკვნებს.

სხვადასხვა დროს ჩვენ მიერ ჩატარებულია სავსე გამოკვლევები კავკასიონის სამხრეთ და ჩრდილოეთ ფერდობზე თითქმის ყველა მყინვარულ აუზში. მყინვარების ის ნაწილი კი რომელიც ხვდება დროებით ოკუპირებულ ტერიტორიაზე (აფხაზეთის რეგიონი და ჯავის რაიონი) გამოკვლეულია უახლესი აეროკოსმოსური მასალების

საფუძველზე თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამების და დისტანციური ზონდირების კვლევის მეთოდის გამოყენებით.

ძირითადი თეორიული დებულებები და დასკვნები ჩვენ მიერ დამუშავებულია თსუ ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტში. ასევე, 2014-2015 წლებში კვლევის გარკვეული ნაწილი შესრულებულია ამერიკის შეერთებულ შტატებში, მეინის უნივერსიტეტის კლიმატის ცვლილების ინსტიტუტის გლაციოლოგიისა და დისტანციური ზონდირების ლაბორატორიაში, ხოლო 2015-2016 წლებში, კანადის ჩრდილოეთ ბრიტანეთის კოლუმბიის უნივერსიტეტში.

ჩვენ მიერ ჩატარებული კავკასიონის თანამედროვე მყინვარების გამოკვლევის შედეგები გამოყენებულია საერთაშორისო პროგრამებში (მაგ. გარემოს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენცია, მესამე ეროვნული შეტყობინება და სხვ.).

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება ექვსი თავისაგან, რომლებიც დაყოფილია ქვეთავებად. აქვს შესავალი, დასკვნები და ლიტერატურა. საერთო მოცულობა შეადგენს 126 გვერდს და შეიცავს 31 ნახაზს და 24 ცხრილს.

Introduction

The glaciers are indivisible part of the environment and are a good indicator of the past and current climate change. Alpine glaciers are an important component of the global hydrologic cycle. Glaciers can help to regulate stream flows in regions where water is stored during cold wet times of the year and later released as melt water runoff during warm dry conditions. The most serious impact of vanishing mountain glaciers undoubtedly concerns the water cycle from regional to global scales. Glacier melting will probably dominate sea level rise during our century.

Research of glaciers has a long history in the Caucasus. Great Georgian scientist Vakhushti Bagrationi gives the first scientific information on the glaciers of Georgia in the beginning of the 18th century ["There are big mountains, which have the Caucasus to the North from the Black Sea to the Caspian Sea, the height of which is of one day walking and the highest of it is permanently frosty, the length of the ice is of k-l arm, and in summer it breaks and, if a man stays there, he cannot endure the cold even for a short time; and the rivers flow under it, and the ice is green and red, as a rock due to its age"] (Vakhushti, 1941).

The PhD thesis is based on the last several year research results, which were obtained during the study of modern and old glaciations of the Georgian Caucasus. As a result of these surveys the latest materials on the modern glaciers morphology, morphometry and dynamics have been obtained, as well as on structure of moraines and the river terraces, geodynamics of the relief, snow and firn lines location.

At various times, we conducted field surveys in almost every glacier basins in the southern and northern slopes of the Georgian Caucasus. Apart from the field researches, we used the remote sensing method. After processing the latest aerial images (Landsat L5, L8 OLI, ASTER) by modern computer programs (ArcGIS, ENVI, PCI Geomatica, Google Earth), we got the quite accurate information about the glaciers difficult to access. This mainly refers to the glaciers that are located in the temporarily occupied Abkhazeti and Tskhinvali region, where it is so far impossible for us to conduct field research. During our research we also used the traditional methods: glacio-geomorphological, cartographical, aerial image processing and petrographic.

The PhD thesis includes a number of new statements and conclusions; among them the following are essential:

1. Principally new numerical and qualitative characteristics of present glaciers and their dynamics have been derived and full databases of Georgia's modern glaciation have been composed;
2. Valley glaciers fluctuation synchronicity has been revealed after the Little Ice Age (LIA) maximum;
3. Reconstruction of the late Pleistocene (Wurmian) and Holocene glaciations has been investigated. The maps of the distribution of the Late Pleistocene glaciation of the Georgian Caucasus have been compiled.

The main theoretical statements and conclusions have been developed in the Vakhushti Bagrationi Institute of Geography in Georgia. In 2014-2015 certain part of the research has been performed in the United States of America, in the Glaciology and Remote Sensing Laboratory of the Climate Change Institute of the University of Maine, also, in 2015-2016 – in Canada, at the University of Northern British Columbia.

Data obtained on present state and dynamics of the glaciers of Georgia can be used for water supply and development of hydropower in the settlements of mountainous areas. Quantitative data

obtained on the present state of the nival-glacial system is necessary for the design and construction of the tourist-recreational objects in the high mountain zone, as well as for the development of tourism and alpinism.

We hope that this PhD thesis will be of great assistance for the general public who is interested in any information about glaciers of Georgia.

კვლევის აქტუალობა

თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე მცინვარების შესწავლას მთელ მსოფლიოში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. გასული საუკუნის განმავლობაში საქართველოშიც აქტიურად მიმდინარეობდა მცინვარების კვლევები სხვადასხვა მდინარეთა აუზების მიხედვით, მაგრამ 1990-იანი წლებიდან აღნიშნული კვლევები დაახლოებით 15-20 წლის განმავლობაში თითქმის მთლიანად შეწყდა. მხოლოდ ბოლო რამდენიმე წელიწადია რაც აქტიურად დავიწყეთ ახალი კვლევების ჩატარება.

საქართველოს მცინვარებზე მონიტორინგი და მათ დინამიკაზე დაკვირვება აუცილებელია იმიტომ, რომ ჩვენი ქვეყანა მიეკუთვნება მსოფლიოს იმ მთიან ქვეყანათა რიცხვს სადაც თანამედროვე მცინვარები საკმაოდ დიდ ფართობზეა წარმოდგენილი და ქვეყნის ბუნებრივი მრავალფეროვნების ერთ-ერთი განმაპირობებელი ფაქტორია. გარდა ამისა, საქართველოს მთის მდინარეების კალაპოტებში წყალის ნაკადების ზრდა ზოგიერთ შემთხვევაში უშუალო კავშირშია მცინვარების აბლაციის ზრდასთან. ასევე, საქართველოს დიდ მდინარეებზე ჰიდროელექტრო სადგურების დაპროექტებისას აუცილებელია გათვალისწინებული იყოს მცინვარული წყლების ჩამონადენი. მცინვარების ნადნობი წყალი ასევე მნიშვნელოვანია საქართველოს მაღალმთიან რეგიონებისათვის სასმელი წყლით მომარაგების კუთხით. გარდა ამისა მაღალმთიან ზონებში (სვანეთი, ყაზბეგი, რაჭა, აფხაზეთი) ტურისტულ-რეკრეაციული ინფრასტრუქტურის განვითარებაში დიდი როლი სწორედ მცინვარულ პეიზაჟებს ეკუთვნის. ასევე გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ მცინვარული ზვავები და ღვარცოფები მნიშვნელოვან საფრთხეს წარმოადგენს როგორც საქართველოსთვის (მაგ. 2014 წლის მცინვარ დევდორაკის სტიქია) ასევე კავკასიის სხვა მთიანი რეგიონებისათვის (მაგ. 2002 წლის მცინვარ კოლკას სტიქია). ამგვარად, მცინვარების ცვლილების მომავალი ტენდენცია განსაკუთრებული ინტერესის თემაა რეგიონში.

საქართველოს მცინვარების თანამედროვე მდგომარეობასა და დინამიკაზე მიღებული მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნას მაღალმთიან ზონაში არსებული დასახლებული პუნქტების წყალმომარაგებისა და ჰიდრო ენერგეტიკის განვითარებისათვის. ნივალურ-გლაციალური სისტემის თანამედროვე მდგომარეობის შესახებ მიღებული რაოდენობრივი მაჩვენებლები აუცილებელია მაღალმთიან ზონაში ტურისტულ-რეკრეაციული ობიექტების დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის, ასევე ტურიზმისა და ალპინიზმის განვითარებისათვის. წინამდებარე კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემები ასევე შესაძლოა მომავალში გამოყენებულ იქნას სამოდელო ვარიანტად საქართველოში მცინვარების რაოდენობისა და ფართობის დადგენის, მორფოლოგიური ტიპების განსაზღვრის, მცინვარების დინამიკაზე დაკვირვების, გამცინვარების ევოლუციის დადგენის და სხვა გლაციალოლოგიური მონაცემების განსაზღვრის საქმეში.

კვლევის მიზნები და ამოცანები

წინამდებარე კვლევის საბოლოო მიზანია გლაციოლოგიური კვლევების გაგრძელება საქართველოში. მუშაობის პროცესში ჩვენი ძირითადი ამოცანა იყო, რომ დაგვედგინა ის ძირითადი მიმართულებები და თემატიკა რაზეც მოხდებოდა შემდგომი კვლევის დაფუძნება. აღნიშნულის შედეგად ჩვენ გამოვყავით რამოდენიმე ძირითადი საკითხი, რომელთა შორის არსებითი იყო შემდეგი:

1. ახალი რიცხოზომიერი მონაცემების მიღება საქართველოს თანამედროვე მყინვარებზე და მათ დინამიკაზე მცირე გამყინვარების მაქსიმუმიდან დღემდე (ბოლო 200 წელიწადი) და ხეობის ტიპის მყინვარების რყევის სინქრონულობის გამოვლენა;

2. გლაციოლოგიური ზონის ქვედა საზღვრის, ანუ თოვლის ხაზის განსაზღვრა და მისი კავშირის დადგენა ფირნის ხაზთან;

3. საქართველოს თანამედროვე გამყინვარების მონაცემთა ბაზების (მყინვარის მორფოლოგიური ტიპი, ექსპოზიცია, ფართობი, სიგრძე, მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო სიმაღლე, მთავარი მდინარის აუზი, შენაკად მდინარის აუზი, დინამიკა სხვადასხვა წლებების მიხედვით და სხვ.) შედგენა;

4. მთიან რეგიონებში გვიან პლეისტოცენური გამყინვარების რეკონსტრუქციისათვის შესაბამისი კვლევის მეთოდის დამუშავება და გამოყენება, რომელიც ემყარება მყინვარის სიგრძესა და ფირნის აუზის ფართობს შორის არსებულ კავშირს;

5. ფირნის ხაზის მდებარეობის და დეპრესიის გამოკვლევა გვიან პლეისტოცენში;

6. გლაციო-გეომორფოლოგიური გამოკვლევებისა და ახალი მეთოდების საფუძველზე კავკასიონის გვიან პლეისტოცენური მყინვარების გავრცელების რუკების შედგენა.

კვლევის მეთოდოლოგია

კვლევის მეთოდოლოგია დაფუძნებულია გეოგრაფიის ინსტიტუტში და მსგავსი პროფილის დაწესებულებებში მიღებულ გამოცდილებაზე, რომელიც მრავალწლიანი მუშაობის შედეგად დაგროვდა. კვლევის ფარგლებში გამოყენებული იქნა როგორც ძველი, კარგად აპრობირებული, ასევე ახალი თანამედროვე კვლევის მეთოდები. მაგალითად, ძველი გამყინვარების მასშტაბების დადგენისას გამოყენებული იქნა გეომორფოლოგიური, კარტოგრაფიული, პეტროგრაფიული, ანალოგიის, აბსოლუტური ასაკის და სხვა მეთოდები. მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის კვლევისას გამოყენებული იქნა ისეთი მნიშვნელოვანი მეთოდი როგორცაა დისტანციური ზონდირება, რომელიც გლობალური მასშტაბით დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე თანამედროვე პროცესების სწრაფად დაფიქსირების ერთერთი საუკეთესო საშუალებაა, მითუმეტეს ისეთი მგრძობიარე ადგილებისათვის სადაც თანამედროვე მყინვარებია წარმოდგენილი.

კვლევის პროცესში ასევე გამოყენებულ იქნა თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამები (ArcGis; ENVI; PCI Geomatica) რომლებიც კარგ შესაძლებლობას იძლევა გლაციოლოგიური სივრცის ახლებურად აღქმისათვის. რელიეფის სამგანზომილებიანი მოდელები, ძველი და თანამედროვე კოსმოსური სურათები, სხვადასხვა წლების მყინვარების მონაცემთა ბაზები მნიშვნელოვანი წინადადგმული ნაბიჯია გეოგრაფიაში. გარდა ამისა, თანამედროვე კომპიუტერულმა პროგრამებმა საშუალება მოგვცა გეოგრაფიული მოვლენების ამსახველი ფენების ერთმანეთზე დადების შედეგად მცირე ცდომილებით და დროის მცირე მონაკვეთში შეგვესრულებინა ისეთი სამუშაოები რასაც ადრე ველზე დიდი დრო მიჰქონდა, რა თქმა უნდა ეს არ გულისხმობს იმას, რომ აღნიშნული მეთოდებით სრულად შესაძლებელია სავსე სამუშაოების აუცილებლობის ნულამდე დაყვანა, მაგრამ საქმის მნიშვნელოვნად გამარტივებას დიდად შეუწყობს ხელი. სავსე კვლევების დროს ასევე გამოყენებული იქნა გლობალური პოზიციონირების სისტემა GPS, რომლის საშუალებითაც აიგემა კავკასიონის თითქმის ყველა დიდი მყინვარი. აგეგმვის მონაცემები შემდგომში დაგვეხმარა მყინვარების ზუსტი ფართობის დადგენის საქმეში, განსაკუთრებით კი ისეთი მყინვარების შემთხვევაში რომლებიც ნაშალი მასალითაა დაფარული და მხოლოდ კოსმოსური სურათების საშუალებით მათი ზუსტი კონტურების დადგენა შეუძლებელი იქნებოდა.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში დღეისათვის შექმნილია თანამედროვე კოსმოსური სურათების და გეოგარფული ელემენტების ამსახველი მონაცემთა ბაზები, შესაბამისად მსგავსი სამუშაოების დაწყება საქართველოშიც მნიშვნელოვანი იყო.

თავი 1. საკვლევი ტერიტორია

1.1 ოროგრაფია და რელიეფი

ევრაზიის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამყინვარების კერას სადაც მთის მყინვარებია თავმოყრილი კავკასიონი წარმოადგენს, რომელიც გადაჭიმულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ აღმოსავლეთისაკენ დაახლოებით 1300 კილომეტრზე შავ და კასპიის ზღვებს შორის და წარმოადგენს საქართველო-რუსეთის ბუნებრივ საზღვარს. ამჟამად კავკასიონზე დაახლოებით 2000 მყინვარია აღრიცხული, რომელთა საერთო ფართობი დაახლოებით 1100 კმ²-ია, ხოლო მოცულობა დაახლოებით 68 კმ³. რელიეფის მორფოლოგიური და მორფომეტრიული ნიშნებით კავკასიონი, საქართველოს ფარგლებში, იყოფა სამ ნაწილად - დასავლეთი, ცენტრალური და აღმოსავლეთი.

დასავლეთ კავკასიონში შედის რეგიონის ის ნაწილი, რომელიც დალარის უღელტეხილის დასავლეთით მდებარეობს. მას საქართველოში სუბგანედური მიმართულება აქვს. მისი სამხრეთ ფერდობის რელიეფი რთული ოროგრაფიული აგებულებით ხასიათდება. აქ ყველაზე მაღალ მორფოლოგიურ ერთეულს მთავარი წყალგამყოფი ქედი წარმოადგენს. მორფოლოგიურად და მორფომეტრიულად ასევე მკვეთრად არის გამოყოფილი კულისისებურად განლაგებული კავკასიონის შტოქედები: გაგრის, ბზიფის, ჩხალთის (აფხაზეთის), კოდორის. დასავლეთ კავკასიონის თანამედროვე რელიეფის ჩამოყალიბებაში მონაწილეობდნენ ენდოგენური და ეგზოგენური რელიეფწარმომქმნელი პროცესები, რომლებიც მთელი ნეოგენურ-მეოტხეული პერიოდის განმავლობაში მოქმედებდნენ.

ცენტრალური კავკასიონის მონაკვეთი ჰიფსომეტრიულად ყველაზე მაღალია, რთული გეოლოგიური აგებულებით ხასიათდება და გლაციო-გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით ძალზე საინტერესოა რადგან გვიან პლეისტოცენში და დღესაც გამყინვარების მთავარი კერა სწორედ ცენტრალურ კავკასიონზეა წარმოდგენილი. მისი დასავლეთი საზღვარი ემთხვევა დალარის უღელტეხილს და შემდეგ მიუყვება მდინარეების ენგური-კოდორის წყალგამყოფს (ხარხრას ქედი), ხოლო აღმოსავლეთი საზღვარი ემთხვევა ჯვრის უღელტეხილს და შემდეგ მიუყვება მდინარეების თერგი-ბიდარა-მთიულეთის არაგვის ხეობების ძირს. მყინვარების გავრცელების თვალსაზრისით ცენტრალურ კავკასიონზე გამოიყოფა რამდენიმე ოროგრაფიული ერთეული: სვანეთის, სამეგრელოს, ლეჩხუმის, შოდა-კედელას, ხოხის და სხვა ქედები.

აღმოსავლეთ კავკასიონს მიეკუთვნება კავკასიონის ქედის ის მონაკვეთი, რომელიც საქართველოს სამხედრო გზის (ჯვრის უღელტეხილი) აღმოსავლეთით მდებარეობს. საქართველოს ფარგლებში შემოდის კავკასიონის ქედის როგორც სამხრეთი ფერდობი, ასევე ჩრდილოეთიც. აღმოსავლეთ კავკასიონი ჰიფსომეტრიულად საკმაოდ მაღალია, მისი მწვერვალები - ყურო, ქომიტო, შანი, აძლა, თებულოსმთა და სხვები 4000 მეტრს აჭარბებს. მიუხედავად ამისა რელიეფის მორფოლოგიური თავისებურებებისა და კლიმატის შედარებით სიმშრალის გამო აღმოსავლეთ კავკასიონზე თანამედროვე მყინვარები უფრო სუსტადაა წარმოდგენილი, ვიდრე ჰიფსომეტრიულად უფრო დაბალ დასავლეთ კავკასიონზე.

1.2 კლიმატური პირობები

კავკასიონის თერმულ რეჟიმს ძირითადად მისი გეოგრაფიული მდებარეობა, მზის რადიაცია, ქვეფენილი ზედაპირი, ატმოსფეროს ცირკულაცია და რელიეფი განსაზღვრავს. ამიტომ ჰაერის ტემპერატურები დიდი კონტრასტულობით ხასიათდება.

საქართველოს ტერიტორიაზე ყველაზე ცივ თვედ იანვარი ითვლება, მაგრამ მაღალმთიანი რაიონებისათვის (2700-2800 მ) კი ყველაზე ცივია თებერვალი. მდგრადი ყინვიანი პერიოდები 2000-3000 მეტრ სიმაღლეზე გრძელდება ნოემბრიდან მაისამდე, ხოლო 3000 მეტრს ზემოთ - ოქტომბრის დასაწყისიდან ივნისის ჩათვლით (ოქტომბრიდან ივლისამდე). იანვრის საშუალო თვის ტემპერატურა 2000 მეტრზე უდრის -6° და -8° , ხოლო 3600 მეტრზე ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურა -14° და -16° .

ყველაზე თბილი თვის - აგვისტოს საშუალო თვიური ტემპერატურა დაახლოებით 1500 მ სიმაღლეზე ცვალებადობს $+14^{\circ}$ -დან $+17^{\circ}$ -მდე. ხოლო 2800 მ და 3600 მ-ზე შესაბამისად $+7.6^{\circ}$ და $+3.4^{\circ}$. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა მერყეობს $+5.9^{\circ}$ -დან (მესტია 1906-2013) -5.7° -მდე (მაღალმთიანი ყაზბეგი 1907-2009).

თანამედროვე გამყინვარების მასშტაბებზე ძალზე დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა. ატმოსფეროში ცირკულარული პროცესების და ადგილობრივი ფიზ-გეოგრაფიული ფაქტორების ურთიერთქმედება განაპირობებს ატმოსფერული ნალექების განაწილებას. აქედან განსაკუთრებით აღსანიშნავია შავი ზღვის სიახლოვე და კავკასიონის ქედის ბარიერული მიმართულება, რომელიც იცავს საქართველოს ჩრდილოეთიდან ცივი მასების შემოჭრისაგან. საქართველოში ნალექების საშუალო მრავალწლიური რაოდენობა მერყეობს 830 მმ-დან 4000 მმ-მდე. ამასთან ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა მცირდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ. ამ კანონზომიერების დარღვევას იწვევს ცალკეული რეგიონების ოროგრაფიული თავისებურებანი, პირველ რიგში კი რელიეფის სიმაღლე, ექსპოზიცია, ფერდობების დახრილობა და მდინარეთა ხეობების მიმართულება ჰაერის ტენიანი მასებისაკენ (კორმახია, 1961).

უხვი ნალექებით ხასიათდება ბზიფის, კოდორის, სამეგრელოს, სვანეთის, ლეჩხუმის, შოდა-კედელას ქედების სამხრეთი კალთები და კავკასიონის მაღალმთიანი ზონა. ნალექების რაოდენობა 1600-2300 მმ-ს შეადგენს. მთათაშორისი ქვაბულებისათვის უფრო სიმშრალეა დამახასიათებელი 900-1600 მმ. აღმოსავლეთ კავკასიონზე 2000 მეტრის ზემოთ ნალექების რაოდენობა ცვალებადობს 900 მმ-დან 1600 მმ-მდე, ხოლო ქვაბულებში 700 მმ-დან 900 მმ-მდე.

თოვლის საფარის დნობა 1000 მეტრ სიმაღლეზე საშუალოდ იწყება აპრილის თვის პირველ ნახევარში, ხოლო 2000 მეტრ სიმაღლეზე მაისის შუა რიცხვებში. მყინვარების ზედაპირზე თოვლი ადრე ჩნდება და გვიან დნება. ქარისა და თოვლის ზვაგების მოქმედებით ხდება მოსული თოვლის გადანაწილება. ძირითადად არჩევენ თოვლის გადანაწილების ორ სახეს: 1) როცა თოვლის გადანაწილება ხდება ერთი და იგივე აუზის ფარგლებში და 2) როცა თოვლის გადანაწილება ხდება ერთი აუზიდან მეორეში. კავკასიონის მყინვარების არსებობა ძირითადად განპირობებულია ჭარბი თოვლის დაგროვებით.

თოვლის საფარი კავკასიონზე ძალზე არათანაბრადაა განაწილებული, სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება თოვლის საფარის ხანგრძლივობა. თოვლის საფარი დასავლეთ კავკასიონზე უფრო ხანგრძლივად დევს ვიდრე აღმოსავლეთ კავკასიონზე, რაც უხვი ატმოსფერული ნალექებითაა გამოწვეული. აღმოსავლეთ კავკასიონზე

თოვლის საფარის საშუალო ხანგრძლივობა 1500 მეტრზე 110 დღეს შეადგენს, 2000 მეტრზე 145, ხოლო 2500 მეტრზე 195 დღეს. დასავლეთ კავკასიონზე კი შესაბამისად 135, 182 და 222 დღეს. აღმოსავლეთ კავკასიონზე თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლე 1500-2000 მეტრ სიმაღლეზე უდრის 21-40 სმ-ს, 2000-2500 მეტრზე 100 სმ-ზე მეტია. ზოგიერთ წლებში თოვლის სიმაღლე 150 სმ-ზე მეტია. დასავლეთ კავკასიონზე თოვლის საფარის სიმაღლე ცალკეულ წლებში 200-300 სმ-ს აღემატება. 1500 მ სიმაღლეზე თოვლი დევს ოქტომბრიდან მაისამდე, ხოლო მაღალმთიან (3000 მ ზემოთ) ზონაში თოვლი ზაფხულშიც მოდის. კავკასიონის მთებში ზოგჯერ თოვას „თავსხმა“ ხასიათი აქვს. ამ დროს თოვლის საფარის დღეღამური მატება 100-120 სმ-ს აღწევს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე ვასკვნით, რომ საქართველოს მყინვარების წარმოქმნას განსაზღვარვს მისი ტერიტორიის კლიმატური პირობები, შავი ზღვის გავლენა, გეოლოგიური აგებულება და რელიეფის მორფომეტრიული და მორფოლოგიური თავისებურებები.

თავი 2. მონაცემთა წყაროები და მეთოდები

2.1 ძველი ტოპოგრაფიული რუკები

კავკასიონის მყინვარების რაოდენობისა და ფართობის შესახებ პირელ ინფორმაციას წარმოადგენს კ. პოდოზერსკის მყინვარების კატალოგი, რომელიც გამოქვეყნდა 1911 წელს. აღნიშნული კატალოგი ემყარება 1880-1910 წლებში კავკასიაში ჩატარებულ სამხედრო კვლევებს. მისმა დეტალურმა ანლიზმა გვიჩვენა, რომ იმდროინდელი მყინვარების მოხაზულობაში გარკვეული ხარვეზებია დაშვებული, კონკრეტულად კი ხეობის ტიპის მყინვარების ძნელად მისადგომი ფირნის ველები არასწორადაა გამოსახული (ტიელიძე, 2016). ბუნებრივია, რომ ეს ფაქტი გამოიწვევს მცირედ ცდომილებას იმდროინდელი მყინვარების ზუსტი ფართობების დადენისას, მაგრამ აღნიშნული პერიოდის შესახებ სხვა მონაცემები რეალურად არ არსებობს და ეს რუკები ჩვენთვის ყველაზე სანდო წყაროა.

ძველი ტოპოგრაფიული რუკების ახლით ჩანაცვლება მოხდა 1960-იან წლებში, როდესაც დაიბეჭდა 1:25,000 და 1:50,000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკები, სადაც კავკასიონის მყინვარების საკმაოდ ზუსტი კონტურები იყო გამოსახული. რ. გობეჯიშვილმა აღნიშნული ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით მოგვცა ახალი სტატისტიკური ინფორმაცია საქართველოს მყინვარების შესახებ. ტოპოგრაფიული რუკები შედგენილი იყო 1955-1960 წლების კოსმოსური სურათების საფუძველზე.

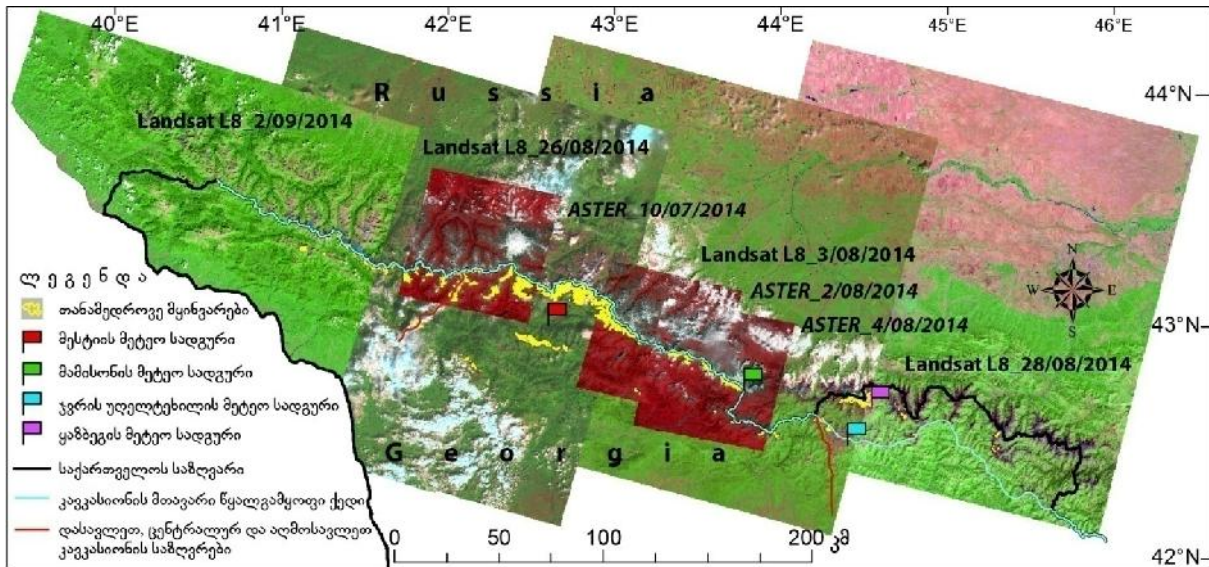
1975 წელს სხვადასხვა კოსმოსური სურათებისა და ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე ჩატარდა კავკასიონის მყინვარების შემდეგი ინვენტარიზაცია (Каталог Ледников СССР. 1975. Т. 8-9), სადაც საქართველოს მყინვარების შესახებ სტატისტიკური ინფორმაცია მიღებული იყო თითქმის იგივე პერიოდის (1955-1957) კოსმოსური სურათების საფუძველზე. საბჭოთა კავშირის კატალოგში მყინვარების რაოდენობისა და ფართობის დადგენისას ზოგიერთ მდინარეთა აუზებში დაშვებულია გარკვეული შეცდომები (კონკრეტულად - ბზიფის, კელასურის, ხობისწყალის, ლიახვის, არაგვის და თერგის აუზებში), სადაც დროებით თოვლის ლაქები ჩათვლილია მყინვარებად. შესაბამისად მყინვარების რაოდენობა და ფართობიც არასწორადაა მოცემული. იქიდან გამომდინარე, რომ მყინვარების რაოდენობისა და ფართობის განსაზღვრისას აღნიშნული ფაქტი გამოიწვევდა გარკვეულ ხარვეზებს, აღნიშნული კატალოგის მონაცემებს ჩემ კვლევაში მხოლოდ ცხრილის სახით ვიყენებ (ცხრილი 1).

რადგან გასული საუკუნის ინფორმაცია მოცემული გვექონდა მხოლოდ ნაბეჭდი სახით და არა ელექტრონულად, რუკების დასკანერების შემდეგ მოვახდინე ორივე პერიოდის რუკების (1960-1911) გეორეფერენსირება პროგრამა ArcGis-ის გამოყენებით და დავარეგისტრირე თანამედროვე კოორდინატთა სისტემაში Universal Transverse Mercator (UTM), zone 38-North on the WGS84 ellipsoid.

2.2. Landsat-ის და ASTER-ის სურათები და მყინვარების ფართობის კარტოგრაფირება

მსოფლიოს მყინვარების გარკვეული რაოდენობა განლაგებულია ადამიანისათვის მიუდგომელ ადგილებში, რაც იმას ნიშნავს, რომ სახმელეთო მეთოდებით მათი ცვლილებების გაზომვა ძვირი და შრომატევადია. დისტანციური ზონდირების მეთოდი კი ამ პრობლემის მოგვარების საშუალებას გვაძლევს. Landsat L8 OLI-ის 15/30 მეტრიანი გარჩევადობის სურათები, რომელიც ხელმისაწვდომია 2013 წლის თებერვლიდან და

ASTER-ის 15 მეტრიანი გარჩევადობის სურათები, ხელმისაწვდომი - 2000 წლის თებერვლიდან, მოსახერხებელი ინსტრუმენტია მცინვარების რაოდენობისა და ფართობის განსაზღვრის საქმეში. აღნიშნული სურათები ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებთან ერთად საშუალებას გვაძლევს, რომ მინიმალური ცდომილებით განვსაზღვროთ მცინვარების რაოდენობისა და ფართობის ცვლილება ბოლო ერთი საუკუნის განმავლობაში. აღნიშნული კოსმოსური სურათები (Landsat და ASTER) მიღებულია უღრუბლო ამინდის პირობებში აბლაციის სეზონის დასრულების ბოლოს, როდესაც მცინვარების ენა თავისუფალია სეზონური თოვლისაგან და მცინვარების კარტოგრაფირებისათვის ხელსაყრელი პირობებია (ნახ. 1). Landsat-ის სურათები, რომელიც გადმოვიწერეთ EarthExplorer-ის საშუალებით მიღებულია ამერიკის გეოლოგიური კვლევების, დედამიწის რესურსების და მეცნიერების ცენტრიდან. ASTER-ის სურათები, რომელიც გადმოვიწერეთ Reverb/ECHO-ის საშუალებით მიღებულია ეროვნული საავიაციო და კოსმოსური ადმინისტრაციის (NASA), დედადიმიწის დაკვირვების მონაცემების და ინფორმაციების სისტემიდან.



ნახაზი 1. Landsat-ის და ASTER-ის სურათებიდან მიღებული კავკასიონის მცინვარების კონტურები (ყვითელი ფერით). სხვადასხვა ფერის დროშებით ნაჩვენებია საქართველოს მთიანი მეტეო სადგურების მდებარეობა.

მცინვარების მოხაზულობის ზუსტად განსაზღვრის მიზნით, გამოვიყენე სხვადასხვა ფერთა კომპოზიცია. Landsat-ის სურათებისთვის - 7 (მოკლე ტალღური ინფრაწითელი), 5 (ახლო ინფრაწითელი) და 3 (მწვანე). ASTER-ის სურათებისთვის - 3N (ჩვეულებრივ შესამჩნევი ახლო ინფრაწითელი) და 2 (ხილული ინფრაწითელი).

აღნიშნული სამუშაოების საფუძველზე პროგრამა ArcGis-ში შევადგინე საქართველოს მცინვარების სრული მონაცემთა ბაზა.

2.3 მცინვარების განსაზღვრის ცდომილება და ანალიზი

2014 წლის 28 აგვისტოს Landsat-ის სურათის საფუძველზე (როგორც ძირითადი) დავარეგისტრირე ძველი რუკები. Landsat-ის სურათსა და ტოპოგრაფიულ რუკებს შორის რეგისტრაციის უზუსტობა არი 1 პიქსელი (30.0 მ). უფრო მეტი სიზუსტის

მიზნით თვითოეული მცენვარის კონტური ავციფრე მექანიკურად 2009 წლის საერთაშორისო პროტოკოლის მიხედვით. ჩემ მიერ ავციფრული ყველაზე პატარა მცენვარის ფართობია 0.01 კმ².

ნებისმიერი მთის მცენვარის კარტოგრაფირებისას დიდი ყურადღება ექცევა ფართობის ცდომილების განსაზღვრას. ზოგადად მცენვარის ფართობის ცდომილება მისი გარშემოწირულობის უკუპროპორციულია. ეს ძირითადად დამოკიდებულია მცენვარის ზომაზე (დიდ მცენვარს ფართობის შესაბამისად გარშემოწირულობაც მეტი აქვს). მცენვარის ფართობის ცდომილების შეფასებისათვის მიღებულია ბუფერის მეთოდი, რომელიც ითვლის მცენვარის პერიმეტრს. აღნიშნული მეთოდი ზოგიერთი მეცნიერის შეხედულებით კრიტიკული, მაგრამ ამჟამად მაინც ყველაზე რაციონალურია. ტოპოგრაფიული რუკების და კოსმოსური სურათებისათვის ბუფერის ზომა ავირჩიე 7.5 მეტრი, რამაც საშუალება მომცა დამედგინა ავციფრული მცენვარების ფართობის საშუალო ცდომილება: 2014 წლის კოსმოსური სურათებისთვის - 2.3%, 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკებისთვის - 2.0% და 1911 წლის პოდოზერსკის კატალოგისთვის - 1.6%.

მცენვარების კარტოგრაფირებისას ერთერთ მნიშვნელოვან ხელისშემშლელ ფაქტორს ნაშალი მასალა წარმოადგენს. ამიტომ, ისეთი მცენვარების ფართობის განსაზღვრისას, რომელიც ნაშალი მასალითაა დაფარული, მექანიკური ავციფრა უფრო მიზანშეწონილია ვიდრე ავტომატური. ზოგადად კი კავკასიონის მცენვარებზე ნაშალი მასალა შედარებით ნაკლებადაა წარმოდგენილი ვიდრე სხვა მთიან სისტემებზე, განსაკუთრებით კი აზიაში. ნაშალი მასალის უფრო დიდი სიზუსტით განსაზღვრის მიზნით ასევე გამოვიყენე ექსპედიციის მასალები. 2004-2014 წლებში თითქმის ყველა მცენვარულ აუზში ჩატარებული მაქვს საველე ექსპედიციები და ისეთი მცენვარები რომლებიც ყველაზე მეტადაა ნაშალი მასალით დაფარული (ხალდე, ლეხზირი, ჭალაათი, შხარა, დევდორაკი, ზოფხიტო, უშბა და სხვ.) აგემილი მაქვს გლობალური პიზიციების სიტემა GPS-ის გამოყენებით. რაც მცენვარების ზუსტი ფართობის დადგენაში კიდევ უფრო დამეხმარა.

2.4 კლიმატური მონაცემები

მცენვარების დინამიკის პარალელურად მნიშვნელოვანია საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონებში ჰაერის ტემპერატურების მსვლელობის დადგენა თითქმის იგივე პერიოდში. ამისათვის გამოვიყენე საქართველოს საშუალო და მაღალმთიანი მეტეო სადგურების ჰაერის ტემპერატურების მონაცემები. კერძოდ კი ენგურის აუზისათვის - მესტიის მეტეოსადგურის 1906-2013 წლების (ზ.დ. 1441), რიონის აუზისათვის - მამისონის 1907-1995 წლების (ზ.დ 2854), თერგის აუზისათვის - ჯვრის უღელტეხილის 1907-2009 წლების (ზ.დ. 2395 მ) და ყაზბეგის მაღალმთიანი მეტეო სადგურის 1907-2009 (ზ.დ. 3653 მ) ჰაერის ტემპერატურის საშუალოთვიურ და საშუალოწლიურ მონაცემი.

თავი 3. საქართველოს მცენარეების განაწილება მდინარეთა აუზების მიხედვით

3.1 მდინარე ბზიფის აუზის მცენარეები

მდინარე ბზიფის ხეობა საქართველოს ტერიტორიის უკიდურეს დასავლეთ აუზს წარმოადგენს, სადაც თანამედროვე მცენარეები მდებარეობს (ტიელიძე, 2014). მისი აუზი მდებარეობს დასავლეთ კავკასიონისა და ბზიფის ქედებს შორის. თანამედროვე მცენარეები განლაგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე და ბზიფის ქედის ჩრდილო ფერდობზე. მიუხედავად იმისა, რომ რელიეფი ჰიფსომეტრიულად მაღალი არ არის (3400 მეტრამდე სიმაღლის მწვერვალებით არის წარმოდგენილი), თანამედროვე მცენარეების გავრცელება განპირობებულია შავ ზღვასთან ახლო მდებარეობით, ჰაერის მასების ცირკულაციით და რელიეფის მორფოლოგიური და გეოლოგიური პირობებით. მდინარე ბზიფის ხეობაში თანამედროვე ფირნის ხაზი ყველაზე დაბლა მდებარეობს (3000 მ).

კ. პოდოზერსკის მიხედვით ამ აუზში 10 მცენარე მდებარეობდა 4.0 კმ² ფართობით. 1946-1950 წლების ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით კი აქ 18 მცენარე იყო, 9.36 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში კვლავ 18 მცენარეა, 7.22 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით მცენარეების რაოდენობა იგივე რჩება, ხოლო ფართობი 4.0 კმ²-მდე შემცირდა. უნდა აღინიშნოს, რომ მდინარე ბზიფის აუზი საქართველოში ერთადერთია სადაც მცენარეების რაოდენობა 1946 წლის შემდეგ არ შეცვლილა (თუ არ ჩავთვლით მდ. კელასურის აუზს სადაც დღესაც ერთი მცენარეა წარმოდგენილი მსგავსად 1960 წლისა). ხოლო თუ პოდოზერსკის მონაცემების მიხედვით ვიმსჯელებთ გამოდის, რომ ბოლო ერთი საუკუნის განმავლობაში მზიფის აუზში მცენარეების რაოდენობამ მოიმატა, ფართობი კი იგივე დარჩა, რაც არალოგიკურად მიგვაჩნია, ვინაიდან პოდოზერსკის რუკების შედგენისას მცენარეების რაოდენობისა და ფართობის განსაზღვრის დროს ზოგიერთ შემთხვევაში დაშვებულია გარკვეული შეცდომები. ხოლო ის ფაქტი, რომ მცენარეების რაოდენობა ბოლო 69 წლის განმავლობაში არ შეცვლილა, როგორც ჩანს დაკავშირებულია მცენარეების არსებობისათვის საჭირო რელიეფურ და კლიმატურ პირობებთან. მაგრამ კლიმატის გლობალური ცვლილება განსაკუთრებით ბოლო ათწლეულების განმავლობაში აქაც მკვეთრად შეიმჩნევა, რადგან 1946-2014 წლებში მცენარეების ფართობი 57.27%-ით შემცირდა.

მდ. ბზიფის აუზისათვის დამახასიათებელია მცირე ზომის მცენარეები: 0.5 კმ²-მდე ფართობის 16 მცენარეა, რომელთა საერთო ფართობი 1.80 კმ²-ს შეადგენს. დანარჩენი ორი მცენარე კარული ხეობის ტიპისაა, რომელთაგან ერთი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს, მეორე კი ბზიფის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე. მათი საერთო ფართობი 2.20 კმ²-ია.

ექსპოზიციის მიხედვით ჩრდილო-აღმოსავლეთურის გარდა მდ. ბზიფის აუზში ყველა ექსპოზიციის მცენარეა წარმოდგენილი.

3.2 მდინარე კელასურის აუზის მცენარეები

მდინარე კელასური სათავეს იღებს ბზიფის ქედის სამხრეთ ფერდობზე. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში ერთი მცენარე მდებარეობს, რომლის ფართობი 0.12 კმ²-ია. კ. პოდოზერსკი ამ აუზის მცენარეებზე არავითარ ცნობას არ გვაწვდის. 1960 წლის მონაცემებით კი იგივე მცენარის ფართობი 0.74 კმ² იყო. მისი მორფოლოგიური ნიშნები

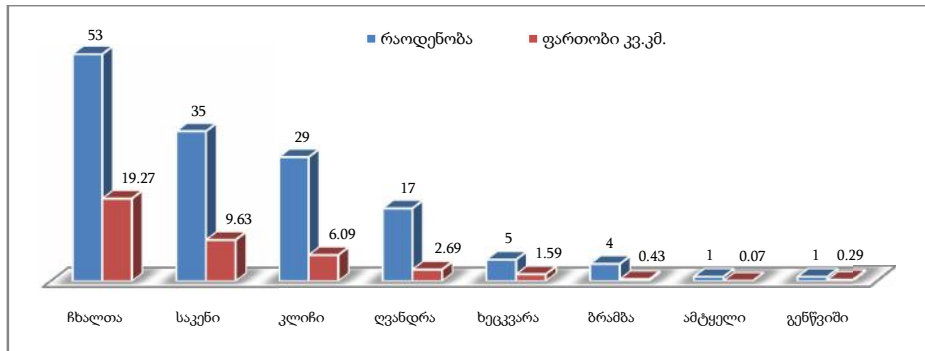
იმაზე მიგვითითებს რომ ამ მცინვარმა საკმაო ცვლილება განიცადა უკანასკნელი სტადიალური გამცინვარების დროს. მცინვარი მორფოლოგიურად კარული ტიპისაა, ჩრდილო-აღმოსავლეთური ექსპოზიციით.

3.3 მდინარე კოდორის აუზის მცინვარები

მდინარე კოდორის აუზში გამცინვარების ძირითად კერას წარმოადგენს დასავლეთ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობი - მარუხის უღელტეხილიდან დალარის უღელტეხილამდე. ამ მონაკვეთში მდებარეობს ისეთი მაღალი მწვერვალები როგორცაა: მარუხი, ერწახო, სოფრუჯუ, დომბაი ულგენი, ხაკელი, ღვანდრა. მათი სიმაღლე 3800-4000 მეტრს აღემატება. გამცინვარების ცალკეული კერები არის წარმოდგენილი - კოდორის, ჩხალთის (აფხაზეთის), ხუტიას და კლიჩის ქედებზე. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ხარიხრას ქედის დასავლეთი და სამხრეთ დასავლეთი ფერდობი, რომელიც მდინარე საკუნის აუზის გამცინვარების ძირითად კერას წარმოადგენს. ამ ქედზე მდებარეობს 3700 მეტრზე მაღალი მწვერვალები: ხარიხრა, მაგუაშიხრა და ოკრილათავი.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით XIX საუკუნის ბოლოს მდ. კოდორის აუზში 118 მცინვარი იყო, 73.15 კმ² ფართობით. დ. ტაბიძის მიხედვით კი 141 მცინვარი - 60.0 კმ² ფართობით. რ. გობეჯიშვილის მონაცემებით (1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკებზე დაყრდნობით) 160 მცინვარი - 64.54 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 145 მცინვარია, საერთო ფართობით 40.06 კმ². მდინარე კოდორის აუზში მცინვარები არათანაბრადაა განლაგებული, არამარტო ოროგრაფიული ერთეულების მიხედვით, არამედ ცალკეული შენაკადების აუზების მიხედვით.

რაოდენობის მხრივ აქ ჭარბობს მცირე ზომის მცინვარები¹. შენაკად მდინარეთა აუზების მიხედვით მცინვარები შემდეგნაირადაა განაწილებული (ნახ. 2).



ნახაზი 2. მდ. კოდორის აუზის მცინვარების განაწილება შენაკად მდინარეთა აუზების მიხედვით.

მდ კოდორის აუზში ხეობის რთული ტიპის გარდა ყველა მორფოლოგიური ტიპის მცინვარია გავრცელებული. რელიეფის მორფოლოგიური და მორფომეტრიული თავისებურებები და კლიმატური პირობები განაპირობებს მრავალრიცხოვან კარული

* საქართველოს მცინვარები ფართობის მიხედვით პირობითად სამ ჯგუფად შეიძლება დაყოფილი:

1. მცირე ზომის მცინვარები ზომით 0.5 კმ²-მდე;
2. საშუალო მცინვარები - 0.5 კმ²-დან 2.0 კმ²-მდე;
3. დიდი მცინვარები ზომებით 2.0 კმ²-ზე მეტი.

ტიპის მცინვარების არსებობას. კარული ტიპის მცინვარებს რაოდენობით და ფართობით პირველი ადგილი უკავია. მათზე მოდის კოდორის აუზის მცინვარების 66.20%, ფართობის 48.10%. დაკავებული ფართობის მიხედვით მეორე ადგილზეა კარული-ხეობის ტიპის მცინვარები, ხოლო რაოდენობის მიხედვით მეორე ადგილზე კარული-დაკიდული ტიპის მცინვარებია.

მდ. კოდორის აუზში ყველა ექსპოზიციის მცინვარია წარმოდგენილი. რაოდენობის მიხედვით ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარები ჭარბობს 31.03%, შემდეგ მოდის აღმოსავლეთური (15.17%) და სამხრეთ აღმოსავლეთური (14.48%). დაკავებული ფართობის მიხედვითაც იგივე თანმიმდევრობა გვაქვს: ჩრდილო-დასავლეთური - 30.47%, აღმოსავლეთური - 19.64%, სამხრეთ-აღმოსავლეთური - 14.12%.

მდ. კოდორის აუზი კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს და ძირითადად მცინვარებიც სამხრეთული ექსპოზიციის უნდა იყოს, მაგრამ ჩატარებული გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიციის მცინვარები ჭარბობს, როგორც რაოდენობით ასევე ფართობითაც. ჩრდილო ექსპოზიციის მცინვარების უპირატესი გავრცელება აიხსნება შტოქედების სუბგანედური ან განედური მიმართულებით.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ მდ. კოდორის აუზში მცინვარები არათანაბრადაა განაწილებული, არა მარტო ოროგრაფიული ერთეულების მიხედვით, არამედ ცალკეული მდინარეთა აუზების მიხედვითაც, ამიტომ უფრო ნათელი წარმოდგენა რომ გვექონდეს მდ. კოდორისა და მისი შენაკადების აუზების თანამედროვე მცინვარებზე და მათ ცვალებადობაზე დროსა და სივრცეში საჭიროა ცალ-ცალკე განვიხილოთ ეს აუზები.

მდ. ჩხალთის აუზი. მასზე მოდის მდ. კოდორის აუზის მცინვარების რაოდენობის 36.55% და ფართობის 48.10%. ისე როგორც მთლიანად კოდორის აუზში, აქაც მორფოლოგიური ტიპების და ექსპოზიციის მიხედვით მცინვარები არათანაბრადაა განაწილებული. მდ. ჩხალთის აუზში გამცინვარების ორი კერა გამოიყოფა.

მდ. მარუხის აუზის ცალკე დახასიათებას თავისი წინაპირობა აქვს: 1. იგი თანამედროვე გამცინვარების თვალსაზრისით სრულიად ცალკე კერას წარმოადგენს. 2. ძველი გამცინვარების მიხედვითაც ეს აუზი დამოუკიდებელს წარმოადგენდა.

მდ. მარუხის აუზში კ. პოდოხერსკის (1911) მიხედვით 12 მცინვარი იყო და მათი ფართობი 6.36 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 10 მცინვარი იყო 4.82 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით კი აქ 9 მცინვარია, საერთო ფართობით 3.85 კმ².

აუზის უდიდეს მცინვარს მარუხი წარმოადგენს, რომელიც ხეობის ტიპის მცინვარს მიეკუთვნება. მისი ფართობი 1.68 კმ², ხოლო სიგრძე 3.0 კმ-ია. მარუხს კარგად გამოხატული ენა და ~300 მ სიმაღლის ყინულჩანჩქერი აქვს. მცინვარის ენა ~1.0 კმ სიგრძისაა, რომელიც სუსტადაა დანაპრალებული და მცირე დახრით ხასიათდება. ენის ცენტრალური ნაწილი სუფთაა, მხოლოდ მისი ბოლო მონაკვეთია დაფარული ფხვიერი მასალით. მცინვარის ენის ზედაპირი მისი მცირე დანაპრალებისა და სუსტი დახრის გამო დაღარულია ნაღობი წყლებით. წყლის მიერ გაჩენილი ღარები საკმაოდ დიდი ზომისაა (~2-5 სმ სიგანე) და მხოლოდ სუფთა მცინვარის ზედაპირზე გვაქვს. მცინვარის ენის წინ ~800-900 მ სიგრძეზე, ხეობაში (მცინვარის ტროგი) სხვადასხვა ზომის მორენული სერებია წარმოდგენილი, რაც გვამღევეს საშუალებას აღვადგინოთ მცინვარის მდებარეობა მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის დროს და ვიმსჯელოთ მის დინამიკაზე უკანასკნელი ~200 წლის განმავლობაში. მართალია მარუხის მცინვარს არ აქვს გვერდითი სტადიალური მორენები, მაგრამ სტადიალური მცინვარის ნაკვალევი

ხეობის ორივე ფერდობზე მკვეთრი ხაზით გამოიყოფა (ფერდობზე მიფენილი მორენული მასალის, მცენარეული საფარის, ფერდობის ფერის ტონალობის და სხვა მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით). ხეობაში კარგად არის გამოხატული ბოლო სტადიალური და მიკროსტადიალური მორენები. მცირე გამყინვარების სტადიალური ბოლო მორენა დაფენილია რიგელის თავზე და ~10-15 მ სიმძლავრის ფხვიერი მასალით არის წარმოდგენილი. მიკროსტადიალური მორენების სიმძლავრე ~1/3 მ-ია. მიკროსტადიალურ მორენებს შორის ~150-200 მ სიგრძის სწორი ზედაპირია რომელიც აგებულია ფლუვიოგლაციალური ნალექებით. მთლიანად ხეობაში სამი მიკროსტადიალური მორენა მდებარეობს ორ-ორი მწკრივით.

მდ. მარუხის აუზის დანარჩენი მყინვარები მცირე ზომის კარული და კარულ-დაკიდული ტიპის მყინვარებს წარმოადგენს. ისინი ძირითადად განლაგებულია მდ. ბულონის და მდ. ჩვახრას სათავეებში. ეს აუზები მარუხთან ერთად ვიურმული გამყინვარების დროს კვებავდნენ მარუხის დიდ მყინვარს.

მდ. ჩხალთის ხეობის მარცხენა მონაკვეთი მ. ერწახოდან - მ პტიშამდე მოიცავს კავკასიონის სამხრეთ ფერდობს. აქ წარმოდგენილი მწვერვალები კარგ პირობებს ქმნის გამყინვარებისათვის. მყინვარები კარული, კარული-დაკიდული და კარული-ხეობის ტიპისაა. კ. პოდოზერსკის მიხედვით (1911) აქ 25 მყინვარი იყო 19.1 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით 32 მყინვარი 15.56 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით 25 მყინვარი - საერთო ფართობით 8.10 კმ². აღნიშნული მონაცემების ურთიერთ შედარება კარგად გამოსახავს მყინვარების დეგრადაციას უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში.

მოცემულ მონაკვეთში ყველაზე დიდ მყინვარს წარმოადგენს **სამხრეთი სოფრუჯუ** (ნახ. 3). მყინვარს ვრცელი ფირნის ველი აქვს, ხოლო ენა მცირე პარამეტრებით ხასიათდება და გადმოკიდებულია რიგელზე. მყინვარი მცირედ არის დანაპრალეული, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ენის ბოლო მონაკვეთს. ადგილის მორფოლოგიური პირობების გამო მყინვარი მორენულ მასალას მოკლებულია (როგორც ფსკერის მორენას, ასევე ზედაპირულ მორენას). მყინვარი ძირითადი ქანების ეკზარაციას ახდენს. მყინვარი სოფრუჯუ თავისი ზომებით ყველაზე დიდია მთელ მდ. კოდორის აუზში, მისი ფართობი 3.66 კმ²-ია.

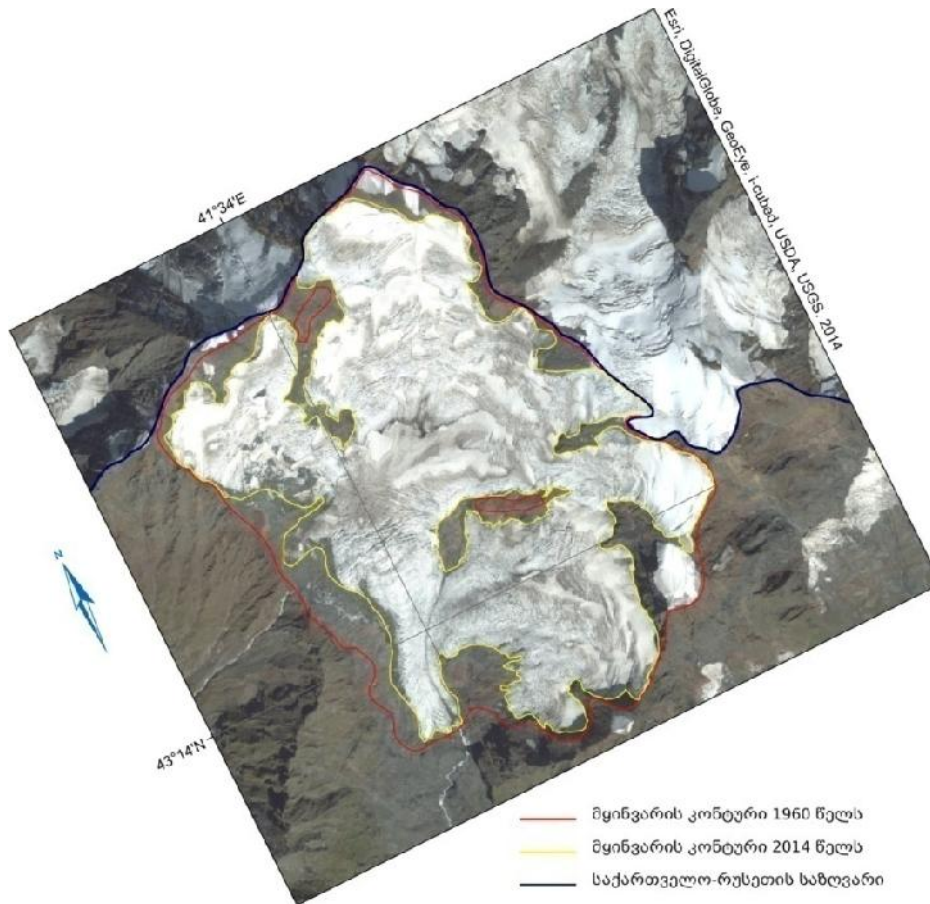
გამყინვარების დამოუკიდებელი კერით გამოირჩევა **მდ. აციაშ-აცგარას სათავეები**, რომელიც მორფოლოგიურად ძველ ცირკს წარმოადგენს. 2014 წლის მონაცემებით აქ რვა მყინვარია წარმოდგენილი. რვავე მყინვარი კარული-დაკიდული ტიპისაა. მათი საერთო ფართობი 3.75 კმ²-ია.

მდ. პტიში მდ. ჩხალთის მარცხენა შენაკადს წარმოადგენს. მისი სათავეების რელიეფის მორფოლოგია და მორფომეტრიული თავისებურება კარგ პირობებს ქმნის მყინვარების არსებობისათვის. 1960 წლის მონაცემებით აქ 12 მყინვარი იყო 4.0 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით კი 7 მყინვარია დარჩენილი, საერთო ფართობით 1.78კმ².

მდ. ხეცვარას აუზში მყინვარები განვითარებულია ხუტიას ქედის დასავლეთ ფერდობზე. კ. პოდოზერსკის მიხედვით ამ აუზში 6 მყინვარი მდებარეობდა 2.8 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით მყინვარების რაოდენობა და ფართობი არ შეცვლილა. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 5 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 1.58 კმ².

მორფოლოგიურად ოთხი მყინვარი კარული ტიპისაა, ხოლო ერთი დაკიდული.

რადგან მცინვარები განლაგებულია ხუტიას ქედის დასავლეთ ფერდობზე, ამიტომ მათი ექსპოზიციაც ჩრდილო-დასავლეთური და დასავლეთურია.



ნახაზი 3. მცინვარ სოფრუჯუს შემცირება 1960-2014 წლებში.

მდ. გენწვიშის აუზში 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით ორი მცირე ზომის სამხრეთული ექსპოზიციის კარული ტიპის მცინვარი მდებარეობდა. კ. პოდოზერსკის შრომაში მათ შესახებ ცნობები არა გვაქვს. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში ერთი მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარია დარჩენილი, სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციით.

მდ. კლიჩის აუზი. მდ. კოდორის აუზში მდ. კლიჩის ხეობა ერთადერთია, რომელიც მთელ სიგრძეზე ტროგული ხეობის ფორმას ინარჩუნებს. თანამედროვე მცინვარები ძალზე დაბლა ჩამოდის. მცინვარები ძირითადად წარმოდგენილია აჩაპარას, კლიჩის და ნახარის აუზებში. კ. პოდოზერსკის მიხედვით მდ. კლიჩის აუზში XIX საუკუნის ბოლოს 25 მცინვარი იყო, 16.55 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით მცინვარების რაოდენობა 28 იყო, ფართობი კი 9.45 კმ². აქვე უნდა მივუთითოთ რომ კ. პოდოზერსკის და 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკებზე მცინვარების განლაგება არ შეესატყვისება ერთმანეთს. პოდოზერსკის კატალოგში მოცემულმა მცინვარებმა 1960 წლის მონაცემებში ასახვა ვერ ჰპოვა. ეს ეხება მცირე მცინვარებს ან თოვლის ლაქებს, რომლებიც მცინვარების ინტენსური უკან დახევის შედეგად გაქრნენ ან ისევ თოვლის ლაქებს წარმოადგენენ (აჭაფარას ხეობაში და ქლუხორის უღელტეხილთან). 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში მცინვარების რაოდენობა 29 არის, საერთო ფართობით 6.09 კმ².

1960 წლის შემდეგ მცინვარების საერთო ფართობი 35.56%-ით შემცირდა, ხოლო რაოდენობამ ერთით მოიმატა.

მდ. კლიჩის აუზში ძირითადად კარული ტიპის მცირე ზომის მცინვარები მდებარეობს. ხუტიას ქედზე განლაგებულ მცინვარებს აღმოსავლეთური ექსპოზიცია აქვს. კლიჩის ქედზე მდებარე მცინვარების ექსპოზიცია კი დასავლეთური ან ჩრდილო-დასავლეთურია.

მდ. კლიჩის აუზზე მოდის მდ. კოდორის აუზის მცინვარების საერთო რაოდენობის 20.0% და საერთო ფართობის 15.20%. იგი გამცინვარების სიმძლავრით მხოლოდ მდინარეების ჩხალთისა და საკენის აუზებს ჩამორჩება. მდ. კლიჩის აუზში ყველაზე დიდია კლიჩის მცინვარი. მისი სიგრძე 3.08 კმ, ხოლო ფართობი 0.76 კმ²-ია. მცინვარი იწყება მ. კლიჩიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთური მიმართულებით ვრცელდება. მისი ენა 2450 მ სიმაღლეზე შუბლის მაგვარი ფორმით მთავრდება. მის წინ კი კარგად გამოხატული წლიური მორენული სერები გვაქვს, რომელთა სიმაღლე ~0.5-1.0 მეტრს არ აღემატება. ეს ფორმები შექმნილია მცინვარების ყოველწლიური მოძრაობის შედეგად და ფიქსირებას უკეთებენ მცინვარის უკანდახვევის სიდიდეებს დროში. რკალური სერების რაოდენობა თხუთმეტია და მცირედ გამოხატულ რიგელის თავზე მთავრდება, ქვემოთ კი წლიური მორენები გარეცხილია და ძირითადი ქანებია გაშიშვლებული. მორენები ერთმანეთის პარალელურადაა განლაგებული, ზოგჯერ კი ერთმანეთს გადაფარავენ. წლიურ მორენებს შორის მანძილი რამოდენიმე ადგილასაა გაზომილი (რ. გობეჯიშვილი 1995).

მცინვარ კლიჩს მარცხენა მხარეზე გაუყვება გვერდითი სტადიალური მორენა, თოვლის ზვავების მოქმედების გამო ძალზე დეფორმირებული. ეს მორენა გადადის რელიეფში, ასევე ცუდად შემონახულ ბოლო მორენაში. მცინვარის მარჯვენა მხარეზე ვერტიკალური კედელი გვაქვს და გვერდითი მორენული სერები არაა განვითარებული.

მცინვარ კლიჩის მარცხნივ სამი კარული ტიპის მცინვარი მდებარეობს. მცინვარები ძირითადი ქანების ეკზარაციას ახდენენ. მათი ფსკერი საკმაოდ დახრილია და მცინვარები ფსკერის მორენებს ვერ ინვითარებს. მცინვარები თითქმის ერთ სიმაღლეზე მთავრდება.

კარული ტიპის მცინვარებმა მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის შემდეგ უკან დაიხია ~400-450 მეტრით, რაზეც მიგვითითებს მცინვარების წინ კარგად განვითარებული გვერდითი მორენული სერები და ძალზე გადარეცხილი გვერდითი მორენები. ამ სამი მცინვარიდან გვერდითი მორენები ძალზე სუსტად აქვს მარჯვენა მცინვარს. იგი მცირე გამცინვარების დროს მცინვარ კლიჩის ტოტს წარმოადგენდა. მისი ძირი ძალზე დახრილია და მორენების ფორმირების საშუალებას არ იძლევა.

ყველა ადრეული მკვლევარი ქლუხორის უღელტეხილის მარჯვნივ ორ მცინვარს აღნიშნავს. დღეს კი მათ ადგილზე მძლავრი თოვლნარები მდებარეობს. რელიეფის მორფოსკულპტურული ხასიათი იმაზე მიგვითითებს, რომ აქ ადრე (XIX ს) მართლაც უნდა ყოფილიყო კარული ტიპის მცირე მცინვარები, რომლებიც დღეს გამდნარია და მათ ადგილს სქელი თოვლნარები იკავებს.

მდ. ღვანდრას აუზში კ. პოდოზერსკის მიხედვით 24 მცინვარი იყო 7.20 კმ² ფართობით. დ. ტაბიძის მონაცემებით 20 მცინვარი, 6.0 კმ² ფართობით, 1960 წლის მონაცემებით 22 მცინვარი, 6.20 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 17 მცინვარია, საერთო ფართობით 2.69 კმ².

მდ. ღვანდრას ხეობას ადგილ მინდორას ზემოთ ტიპური ტროგული ფორმა აქვს. მიუხედავად ამისა გვიან ჰოლოცენური სტადიალური მორენები სუსტად არის შემორჩენილი აქტიური ეროზიული და გრავიტაციული პროცესების გამო.

მდ. საკენის აუზი მდებარეობს კავკასიონის და კოდორის ქედებს შორის. მისი ფართობი 233 კმ²-ს შეადგენს. მყინვარები ძირითადად განლაგებულია მაღლა აზიდული კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე და ხარიხრას ქედის დასავლეთ ფერდობზე. მცირე ზომის მყინვარები მდებარეობს ღვალვას ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კალთაზე. მდ. კოდორის შენაკადებს შორის საკენის ხეობას მეორე ადგილი უკავია მყინვარების რაოდენობით და ფართობით. მდ. საკენის აუზზე მოდის მთელი კოდორის აუზის მყინვარების რაოდენობის 24.13% და ფართობის 24.03%. კ. პოდოზერსკის მიხედვით საკენის ხეობაში 17 მყინვარი იყო 15.51 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით 36 მყინვარი, 19.1 კმ² ფართობით. 2014 წლის მონაცემებით კი აქ 35 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 9.63 კმ².

1911-1960 წლებში მყინვარების რაოდენობის გაზრდა გამოწვეული იყო მყინვარული საფარის დეგრადაციის დროს მათი დაყოფით და აგრეთვე ტოპოგრაფიულ რუკებზე მათი სრული გამოსახვით. ფართობის ზრდა კი დაკავშირებული იყო კ. პოდოზერსკის დროინდელ რუკებზე მყინვართა ფართობების შემცირებული ჩვენებით. 1946-1950 წლების მონაცემებით მყინვარების ფართობი 27.18 კმ²-ს შეადგენდა. მათი რაოდენობა კი 30 იყო. ამ ორი პერიოდის (1946 და 1960 წწ) მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მყინვარების რაოდენობა გაიზარდა, ხოლო ფართობი შემცირდა. ეს მონაცემები კარგად ასახავს იმ სურათს რაც დამახასიათებელი იყო კავკასიონის გამყინვარების ევოლუციისათვის 1960-80-იან წლებამდე, როდესაც მყინვარების ფართობის შემცირების პარალელურად ადილი ქონდა მყინვარების რაოდენობის ზრდას. ამას ვეღარ ვიტყვით დღეს, რადგან როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ბოლო დაახლოებით ნახევარი საუკუნის განმავლობაში კავკასიონზე მყინვარების ფართობის შემცირებასთან ერთად ადგილი აქვს მყინვარების რაოდენობის კლებას. იგივე სურათი გვაქვს მდ. საკენის აუზშიც, როდესაც 1960-2014 წლებში მყინვარების ფართობი 49.59%-ით შემცირდა, ხოლო მყინვარების რაოდენობამ ერთით მოიკლო.

მდ. საკენის აუზში ფართობით ყველაზე დიდია **მყინვარი საკენი**, რომელიც კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს. იგი ხეობის ტიპის მყინვარია და სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიცია აქვს. 1960 წელს მყინვარის ფართობი 2.50 კმ² იყო. 2014 წლის მონაცემებით კი მისი ფართობი 1.96 კმ²-ია. 1960-2014 წლებში მყინვარის ფართობი 21.60%-ით შემცირდა.

მდ. ბრახმას აუზი მდებარეობს კოდორის ქედის ცენტრალური მონაკვეთის ჩრდილოეთ ფერდობზე. ქედს განედური მიმართულება აქვს და ჰიფსომეტრიულად მაღალი არ არის (მ. ხოჯალი - 3314 მ), რაც განაპირობებს მყინვარების სიმცირეს. ამ აუზში სულ 4 მყინვარია, რომელთა ფართობი 0.43 კმ²-ს შეადგენს. სამი მყინვარი კარული ტიპისაა, ხოლო ერთი კარული ხეობის. მყინვარები მცირე ზომებით გამოირჩევა. მათი ექსპოზიცია ჩრდილოეთური და ჩრდილო-დასავლეთურია. კ. პოდოზერსკის ამ აუზში მყინვარები მოცემული არ აქვს. 1960 წლის მონაცემებით კი ამ აუზში 4 მყინვარი მდებარეობდა, საერთო ფართობით 1.16 კმ².

მდ. ამტყელის აუზი. მდ. ამტყელი სათავეს იღებს ჩხალთის ქედის სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობზე. მის სათავეებში კარგად არის წარმოდგენილი ჩრდილო-დასავლეთური მიმართულების ვრცელი ძველი ცირკი. დღეს აქ ერთი მცირე ზომის,

ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციის, კარული ტიპის მცინვარი მდებარეობს. 1960 წელს მისი ფართობი 0.08 კმ² იყო, 2014 წლის მონაცემებით კი 0.07 კმ²-ია.

3.4 მდ. ენგურის აუზის მცინვარები

თანამედროვე მცინვარების რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით მდ. ენგურის აუზი უდიდესია საქართველოში. იგი აღემატება ყველა დანარჩენ აუზებს ერთად აღებულს.

კ. პოდოზერსკის (1911) მიხედვით მდ. ენგურის აუზში 174 მცინვარი იყო, რომელთა ჯამური ფართობი 333.03 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით (რ. გობეჯიშვილი) მცინვარების რაოდენობა 299, ფართობი კი 332.47 კმ²-იყო. მცინვარების რაოდენობის გაზრდა ამ პერიოდში განპირობებული იყო მცინვარების უკან დახევის დროს მათი დაყოფით და აგრეთვე იმით, რომ ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებზე ყველა მცინვარი არ იყო აღნიშნული, მაგრამ ფართობის შემცირება 0.17%-ით არ შეესაბამება სინამდვილეს. აქ პოდოზერსკის მონაცემები დაბალია, რაც გამოწვეული უნდა იყოს ამ პერიოდის ტოპოგრაფიულ რუკებზე მცინვარების არასწორი ჩვენებით (ეს ეხება ფირნის აუზებს) და ზოგიერთი მცინვარის გამოტოვებით. 2014 წლის მონაცემებით კი აქ 269 მცინვარია, საერთო ფართობით 223.39 კმ². 1960-2014 წლებში ენგურის აუზში მცინვარების რაოდენობა 30-ით შემცირდა (10.03%), ხოლო ფართობმა 109.08 კმ²-ით დაიკლო (32.78%).

მდ. ენგურის აუზში რაოდენობის მიხედვით პირველ ადგილზეა მცირე ზომის მცინვარები, რომელთა ფართობი 0.5 კმ²-ს არ აღემატება. ფართობის მიხედვით წამყვანი ადგილი უჭირავს დიდი ზომის მცინვარებს.

აღსანიშნავია, რომ ენგურის აუზში მდებარეობს სამი ისეთი მცინვარი რომელთა ფართობი 10.0 კმ²-ს აღემატება. ესაა - ლეხზირი 23.26 კმ², სამხრეთ წანერი 12.60 კმ² და ჩრდილოეთ წანერი 11.53 კმ². 1960 წლის მონაცემებით ენგურის აუზში ასეთი რვა მცინვარი იყო.

შემდეგ მოდის ის მცინვარები რომელთა ფართობი 8.0 კმ²-ს აღემატება. ესენია - ყვითლოდი 9.76 კმ², ადიში 9.50 კმ², ხალდე 8.78 კმ² და ჭალაათი 8.59 კმ².

ასევე არის 3 მცინვარი, რომელთა ფართობი 5.0 კმ²-ს აღემატება - ქვიში 7.45 კმ², ცენტრალური ლეხზირი 6.27 კმ² და დოლრა 5.48 კმ².

ზემოთ ჩამოთვლილ მცინვარების საერთო ფართობი 103.22 კმ²-ია და მათ წილად მოდის ენგურის აუზის მცინვარების საერთო ფართობის 46.20% და საქართველოს მცინვარების საერთო ფართობის 29.01%.

მდ. ენგურის აუზში კარული ტიპის მცინვარებს რაოდენობის მიხედვით წამყვანი ადგილი უკავია. მათზე მოდის აუზის მცინვარების რაოდენობის 36.80%. შემდეგ მოდის დაკიდული (21.93%), ხეობის (19.33%) და კარული-ხეობის (12.63%) ტიპის მცინვარები.

ფართობის მიხედვითაც პირველია ხეობის ტიპის მცინვარები (52.76%). მეორე ადგილი ხეობის-რთული ტიპის მცინვარებს უკავიათ (23.24%). ენგურის აუზში ასეთი სულ 6 მცინვარია (ჩდრ. უშბა, სამხ. უშბა, ჭალაათი, ლეხზირი, ხალდე და შხარა). უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე სულ ხეობის რთული ტიპის 7 მცინვარია, რომელთაგან 6 სწორედ მდ. ენგურის აუზში მდებარეობს, ხოლო ერთი მდ. რიონის აუზში (მცინვარი ბუბა).

ფართობის მიხედვით ყველაზე მცირე ტერიტორიას კარული-დაკიდული ტიპის მცინვარები იკავებს.

მდ. ენგურის ხეობის რთული და ძლიერ დანაწევრებული პირობების გამო აქ ყველა ექსპოზიციის მცინვარია წარმოდგენილი. რაოდენობის მიხედვით თანაბრადაა განაწილებული ჩრდილოეთური (49 მცინვარი) და სამხრეთული (49 მცინვარი) ექსპოზიციის მცინვარები. მიუხედავად იმისა, რომ გამცინვარების ძირითად კერას მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთი ფერდობი წარმოადგენს, რაოდენობის მიხედვით პირველ ადგილზე მაინც საერთო ჩრდილოეთური (ჩ, ჩა, ჩდ) ექსპოზიციის მცინვარებია, მათ ენგურის აუზის მცინვარების საერთო რაოდენობის 44.60% უკავიათ. მეორე ადგილი საერთო სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარებს უჭირავთ.

მდ. ენგურის აუზში დიდი მცინვარები ძირითადად კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზეა განლაგებული და ბუნებრივია მათი ექსპოზიციაც საერთო სამხრეთულია. ამიტომაცაა, რომ ფართობის მიხედვით პირველ ადგილს საერთო სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარები იკავებს, მათ ენგურის აუზის მცინვარების საერთო რაოდენობის 53.77% უკავიათ.

რაც შეეხება საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიციის მცინვარებს, ისინი ძირითადად განლაგებულია კავკასიონის შტოქედებზე, რომელთა მიმართულება განედური ან სუბმერიდიანულია და მცინვარების მცირე ფართობით ხასიათდება. ამიტომაცაა, რომ დაკავებული ფართობის მიხედვით პირველი ადგილი საერთო სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარებს უკავიათ.

მდ. ენგურის აუზში თანამედროვე მცინვარები არათანაბრადაა განლაგებული არამარტო ცალკეული ოროგრაფიული ერთეულების მიხედვით, არამედ ცალკეულ შემდინარეთა აუზების მიხედვითაც (ნახ. 4). უფრო ნათელი სურათის წარმოდგენისათვის განვიხილოთ თითოეული აუზი ცალცალკე.

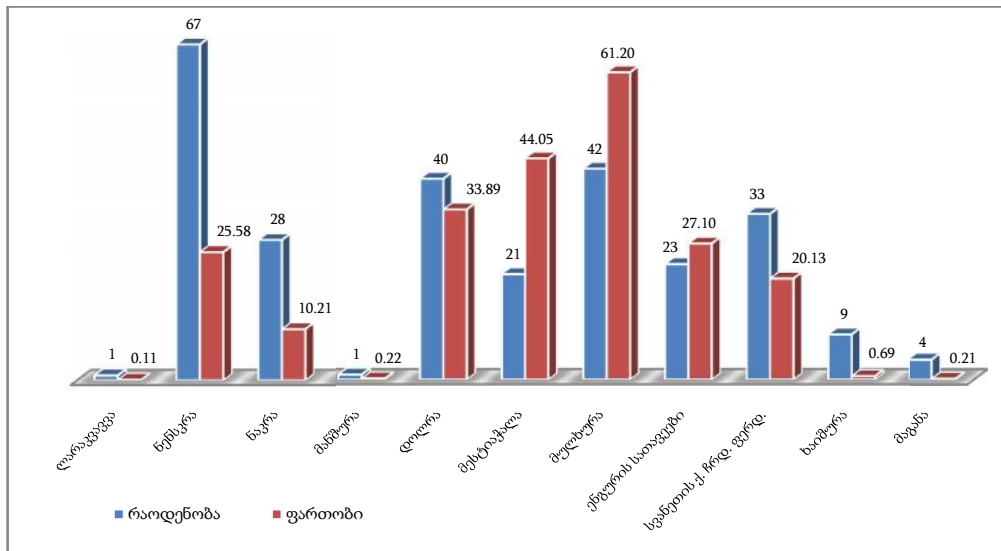
მდ. ლარიკვაკვას აუზი ხოჯალის მასივის სამხრეთ კალთაზე მდებარეობს, იგი მდ. ენგურის პირველი მარჯვენა შენაკადია, სადაც ერთი მცირე ზომის, სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის კარული ტიპის მცინვარი მდებარეობს. მისი ფართობი 0.11 კმ²-ია.

მდ. ნენსკრის აუზი მდ. ენგურის შენაკადებს შორის ფართობით ყველაზე დიდია. მას უკავია ~625 კმ². ამ აუზზე მოდის მდინარე ენგურის აუზის მცინვარების საერთო რაოდენობის 24.90% და ამ მხრივაც ენგურის აუზში პირველ ადგილს იკავებს. მცინვარების ფართობის მიხედვით იგი ჩამორჩება მდ. მულხურას, მდ. მესტიაჭალას, მდ. დოლრას აუზებს და ენგურის სათავეებს. ნენსკრის ხეობის რელიეფის მორფომეტრიული და მორფოგრაფიული პირობები განაპირობებს აქ მცინვარების არათანაბარ განლაგებას. ხეობის ტიპის მცინვარები ძირითადად გვხვდება მდ. ნენსკრის მარჯვენა შენაკადების აუზებში და შდავლერის ქედის ჩრდილო-დასავლეთ ფერდობზე. მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარები გვაქვს კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე (Tielidze et al., 2015a).

კ. პოდოზერსკის მიხედვით მდ. ნენსკრის აუზში 54 მცინვარი იყო, რომელთაც 50.54 კმ² ფართობი ეკავა. 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკების მონაცემებით (რ. გობეჯიშვილი) მცინვარების ფართობი 48.62 კმ² იყო, რაოდენობა კი 75. მცინვარების ასეთი ცვალებადობა გამოწვეული იყო ერთი მხრივ მცირე მცინვარების გაქრობით, ხოლო მეორეს მხრივ ხეობის ტიპის მცინვარების უკან დახევის დროს მათი დაყოფით. 2014 წლის მონაცემებით კი აქ 67 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 25.58 კმ².

მდ. ნენსკრის ხეობის რელიეფის მორფოლოგია განაპირობებს აქ მრავალრიცხოვანი მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარების არსებობას. ამ ტიპის მცინვარებს უკავია მთელი აუზის მცინვარების საერთო რაოდენობის 44.77%. შემდეგ მოდის კარულ-ხეობის

(22.38%) და ხეობის (19.40%) ტიპის მცენარეები. მათ მიერ დაკავებული ფართობის მიხედვით კი შეზღუდული სურათი გვაქვს. ხეობის ტიპის მცენარეებზე მოდის მდ. ნენსკრის აუზის მცენარეების საერთო ფართობის 55.98%, კარულ ხეობის ტიპზე 25.99% და კარულზე 14.69%. სხვა მორფოლოგიური ტიპის მცენარეების წილი უმნიშვნელოა.



ნახაზი 4. მდინარე ენგურის აუზის თანამედროვე მცენარეების განაწილება შენაკად მდინარეთა აუზების მიხედვით.

მდ. ნენსკრის ხეობაში მცენარეები ძირითადად განლაგებულია ხარიხრას და შდავლერის ქედებზე, რომელთაც სუბმერიდიანული მიმართულება აქვთ, ამიტომაც აქ როგორც რაოდენობით, ასევე ფართობითაც საერთო ჩრდილო ექსპოზიციის მცენარეები ჭარბობს, მათზე მოდის მთელი აუზის მცენარეების საერთო რაოდენობის 53.73% და დაკავებული ფართობის 59.81%.

თავისი მორფოლოგიურ-მორფომეტრიული თავისებურებებით და ზომებით მდ. ნენსკრის აუზში გამოიყოფა შდავლერისა და ხარიხრას მცენარეები.

მცენარეული შდავლერი - ჩრდილოეთური ექსპოზიციის ხეობის ტიპის მცენარეა, მისი სიგრძე 3.32 კმ-ია, ფართობი 2.31 კმ². 1960 წელს მისი ფართობი 2.48 კმ² იყო. მცენარის ენა 2730 მ სიმაღლეზე მთავრდება. მცენარე იწყება ორი დამოუკიდებელი ფირნიდან, რომლებიც მდებარეობენ მ. შდავლერის (3994 მ.) ჩრდილო ფერდობზე. აღმოსავლეთის ფირნი შეერთებულია მდ. ნაკრას მცენარეების ფირნთან. მცენარეული შდავლერი მთელ სიგრძეზე ორ ყინულჩანჩქერს ინვითარებს - ერთი ფირნიდან გამოსვლისას, მეორე კი ენის შუა მონაკვეთში. მცენარის ენა თხელი ნაშალი მასალითაა დაფარული და რელიეფში კარგადაა გამოხატული. მისი ენა წაწვეტებული ფორმით მთავრდება. ენას დანაგვიანებისაგან იცავს მის ორივე მხარეზე კარგად გამოხატული გვერდითი სტადიალური მორენები, რომლის შიგნით კარგად გამოხატული მიკროსტადიალური მორენა გვხვდება, აღნიშნული მორენის საშუალებით შეიძლება დადგინდეს მცენარის შემცირების პარამეტრები. 2014 წლის მონაცემებით მცენარეული შდავლერის ფართობი 2.31 კმ²-ია. მისი ენა ზ.დ. 2730 მ-ზე მთავრდება.

მდ. ნაკრას აუზი ერთ-ერთი ყველაზე პატარაა მდ. ენგურის აუზში. მისი ფართობი ~150 კმ²-ს შეადგენს. მდ. ნაკრას აუზს მერიდიანული მიმართულება აქვს. დასავლეთიდან იგი შდავლერის ქედით არის შემოსაზღვრული, აღმოსავლეთიდან

ქვიშის ქედით (აქ ზოგიერთი მწვერვალის სიმაღლე 3900 მ-ს აღემატება), ხოლო ჩრდილოეთიდან მცირე ნაწილით კავკასიონის წყალგამყოფი ქედი საზღვრავს.

კ. პოდოზერსკის მიხედვით მდ. ნაკრას აუზში 26 მყინვარი იყო, რომელთა საერთო ფართობი 20.24 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 31 მყინვარი მდებარეობდა და მათი ფართობი 18.49 კმ² იყო. აღნიშნულ ორ პერიოდს შორის მყინვარების რაოდენობის გაზრდა და მათი ფართობის შემცირება კარგად ექვემდებარებოდა XX საუკუნის პირველ ნახევარში გამყინვარების საერთო ფართობის შემცირების პარალელურად მყინვარების რაოდენობის მატებას, მაგრამ ბოლო 54 წლიან პერიოდში განსხვავებული სურათი გვაქვს. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 28 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 10.21 კმ². ბოლო 54 წლის განმავლობაში მყინვარების რაოდენობამ სამით მოიკლო, ხოლო ფართობი 44.79%-ით შემცირდა.

მდ. ნაკრას აუზი მყინვარების რაოდენობის მიხედვით ენგურის აუზში ჩამორჩება მდ. ნენსკრას, მულხურას, დოლრას და სვანეთის ქედის ჩრდილო ფერდობს.

მყინვარების რაოდენობისა და ფართობის ასეთი შეფარდება იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ამ ხეობაში ძირითადად მცირე ზომის კარული ტიპის მყინვარები მდებარეობს.

აუზის ყველაზე დიდი მყინვარები ნაკრა და ლეადაშტი განლაგებულია ქვიშის ქედის დასავლეთ ფერდობზე.

მყინვარი ლეადაშტი - ყველაზე დიდი მყინვარია მდ. ნაკრას აუზში, მისი ფართობი 3.47 კმ²-ია. იგი ხეობის ტიპის მყინვარია და აქვს ვრცელი ფირნის ველი, მყინვარის ენა სუფთაა და ფირნიდან გამოსვლის შემდეგ მთავრდება რიგელზე. მისი სიგრძე 4.02 კმ-ია. მყინვარის ენა 3170 მ სიმაღლეზე მთავრდება. ფირნის ექსპოზიცია სამხრეთულია, ხოლო ფირნის ქვემო მონაკვეთი და ენა დასავლეთური მიმართულებისაა. გრანდიოზული რიგელის გამო მყინვარს მორენები არ აქვს. ადრე ენას ყინულჩანჩქერის ფორმა უნდა ჰქონოდა და ფხვიერი მასალა რიგელის ძირში გროვდებოდა. მყინვარის ენა რიგელის თავზე მცირე მანძილზე ეხლაც გადმოედინება. 1960 წელს მყინვარ ლეადაშტის ფართობი 4.29 კმ² იყო. 1960-2014 წლებში მყინვარის ფართობი 19.11%-ით შემცირდა.

რაც შეეხება მყინვარ ნაკრას მისი ფართობი 1960 წელს 2.02 კმ² იყო, 2014 წლის მდგომარეობით კი 1.42 კმ²-ია. ამ პერიოდში მისი ფართობი 29.70%-ით შემცირდა.

მდ. მანშურას აუზი მდებარეობს ქვიშის ქედის სამხრეთ კალთაზე. აქ ერთი მცირე ზომის კარული ტიპის, სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მყინვარია შემორჩენილი 0.22 კმ² ფართობით. 1960 წელს ამ აუზში ორი მცირე ზომის კარული ტიპის მყინვარი მდებარეობდა, საერთო ფართობით 0.48 კმ².

მდ. დოლრას აუზი მდებარეობს კავკასიონის წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ ფერდობზე. დოლრას ხეობას მთელ სიგრძეზე ტროგული ფორმა აქვს. მის სათავეებში კარგად არის შემონახული ძველი ცირკი, რომელიც წარმოქმნილია გვიან პლეისტოცენში გამყინვარების მოქმედების შედეგად. ეს ვრცელი ცირკი წარმოადგენდა დოლრას ძველი გამყინვარების კვების არეს. ერთიანი მყინვარის ენა ვიურმის დროს ენგურის ხეობაში გამოდიოდა (Tielidze et al., 2015b).

მდ. დოლრას აუზში მყინვარები ძირითადად მდებარეობს ქვიშის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე, ზაკის ქედის ჩრდილო ფერდობზე და კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, მ. დონლუზორუნსა (4454 მ) და მ. უშბას (4700 მ) შორის. კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) ამ აუზში 16 მყინვარი იყო, საერთო ფართობით 48.51 კმ². 1960 წლის მონაცემებით მყინვარების რიცხვი 28-მდე გაიზარდა, ხოლო მათი ფართობი თითქმის არ შეცვლილა - 48.60 კმ². როდესაც აღნიშნული ორი პერიოდის ტოპოგრაფიული

რუკები ერთმანეთს შევადარეთ, ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებზე ძალიან დამახინჯებულად არის გამოსახული ფირნის ველები. კერძოდ, ეს ეხება ხეობის უდიდეს მყინვარებს ქვიშს, დოლრას და უშბას. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 40 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 33.89 კმ². 1960-2014 წლებში მდ. დოლრას აუზში მყინვარების რაოდენობამ 12-ით მოიმატა, ხოლო ფართობი 30.26%-ით შემცირდა.

მდ. დოლრას აუზის მყინვარების წილად მოდის ენგურის აუზის მყინვარების საერთო რაოდენობის 14.86% და ფართობის 15.17%.

მდ. დოლრას აუზში გამყინვარების ძირითად ფონს ხეობის ტიპის მყინვარები ქმნის. განსაკუთრებული ზომებით გამოირჩევა მყინვარი ქვიში 7.45 კმ² ფართობით და მყინვარი დოლრა 5.48 კმ² ფართობით. აღნიშნულ მყინვარებზე მოდის დოლრას აუზის მყინვარების საერთო ფართობის 38.15%. ფართობის მიხედვით მეორე ადგილზე ხეობის-რთული ტიპის მყინვარებია (7.74 კმ²). ასეთი ტიპის სულ ორი მყინვარია (ჩრდილოეთი და სამხრეთი უშბა). დანარჩენ მორფოლოგიური ტიპის მყინვარებს მცირე ფართობი უკავია.

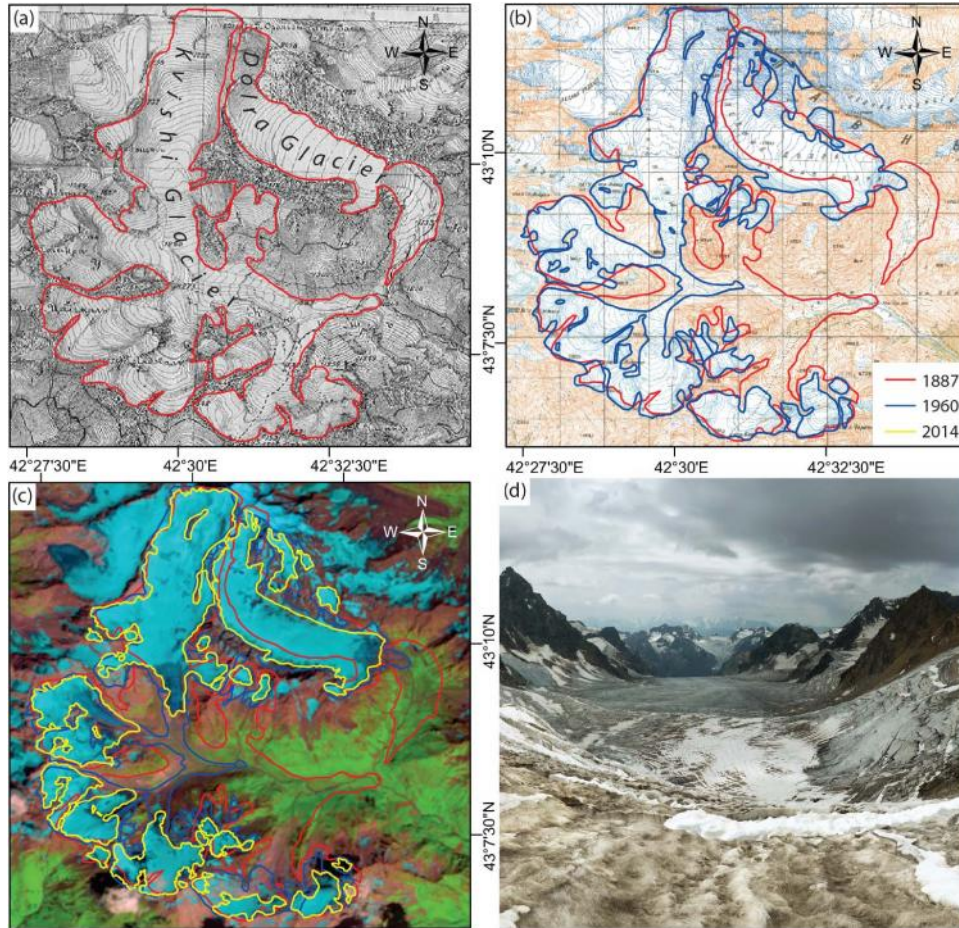
მდ. დოლრას აუზში რაოდენობისა და ფართობის მიხედვით საერთო სამხრეთული ექსპოზიციის მყინვარები ჭარბობს, რომლებიც ძირითადად განლაგებულია განედური მიმართულების ბაკის ქედზე.

მდ. დოლრას აუზის მყინვარების დეტალური დახასიათება მოცემული აქვთ ვ. რუტკოვსკაიას (1933), პ. კოვალიოვს (1961), გ. კურდელაიძეს (1966), რ. ხაზარაძეს (1968), რ. გობეჯიშვილს (1995) და სხვებს. ჩვენ მოკლედ დავახასიათებთ ზოგიერთ ძირითად მყინვარს.

მყინვარი ქვიში - ასეთი დასახელების მყინვარი ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებზე ერთიანი მყინვარის სახით არის მოცემული. 1887 წლის მონაცემებით მყინვარი ქვიში ხეობის რთული ტიპის დოლრას აუზის უდიდეს მყინვარს წარმოადგენდა, რომლის ფართობი 34.3 კმ² იყო (ნახ. 5a). 1960 წელს მყინვარ ქვიშის ფართობი 19.10 კმ² იყო. იგი წარმოიქმნებოდა რამოდენიმე მძლავრი მყინვარის შეერთებით და ხეობის რთული ტიპის მყინვარს წარმოადგენდა. 1977 წელს ჩატარებული ექსპედიციის დროს (რ. გობეჯიშვილი), მყინვარი ქვიში უკვე გაყოფილი იყო და შედგებოდა ოთხი დამოუკიდებელი მყინვარისაგან - ქვიში, ლადევალი, ცალგმილი და ლაკრა. 2014 წლის კოსმოსურ სურათზე კარგად ჩანს რომ ამ ხეობაში უკვე ხუთი მყინვარი მდებარეობს. ეს გამოწვეულია იმით, რომ 1977 წლის შემდეგ დნობის შედეგად ცალგმილის მყინვარი ორ ნაწილად გაიყო (ჩრდ. და სამხ. ცალგმილი). ქვიშის აუზის მყინვარების ენები ერთმანეთისგან ~0.3-0.5 კმ-ით არის დაცილებული და ინტენსიურ უკანდახევას განიცდის. უნდა აღინიშნოს, რომ თუ ადრე მყინვარ ქვიშის ენა ძალზე სქელი, ფხვიერი მასალით იყო დაფარული, (ეს ფაქტორი განაპირობებდა იმას, რომ აქ ყოველთვის გვექონდა დიდი ზომის მკვდარი მყინვარი) დღეს კი ცალკეული მყინვარის ენები თითქმის სუფთა ზედაპირით ხასიათდება.

მყინვარი დოლრა - სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის, ხეობის ტიპის მყინვარია. როგორც 1887 წლის ძველ ტოპოგრაფიულ რუკაზე ჩანს, მყინვარ დოლრას კონტური საკმაოდ დამახინჯებულადაა გამოსახული (ნახ. 5a). შესაბამისად, ვ. პოდოზერსკის კატალოგშიც მისი ფართობი არასწორადაა დასახელებული (7.9 კმ²). 1960 წელს მყინვარის სიგრძე 6.32 კმ, ხოლო ფართობი 8.01 კმ² იყო. 2014 წლის მონაცემებით მისი სიგრძე 5.68 კმ, ხოლო ფართობი 5.48 კმ²-ია. მისი სიგრძეში დამოკლება ძირითადად გამოწვეულია იმით, რომ 1960 წელს მყინვარი რიგელზე გადმოკიდებული

ენით მთავრდებოდა და ძლიერ მექანიკურ ნგრევას განიცდიდა. მიუხედავად ამისა კავკასიონის სხვა მყინვარებთან შედარებით მყინვარ დოლრაზე უკანდახევის დიდი მაჩვენებელი არ ფიქსირდება. ამ ამბის ერთ-ერთი განმარტობებელი ფაქტორი შეიძლება ის იყოს, რომ დოლრას ენა ენგურის აუზის სხვა დაახლოებით იგივე ზომის მყინვარებთან შედარებით ზღვის დონიდან ყველაზე მაღალ სიმაღლეზე 2940 მეტრზე მთავრდება.



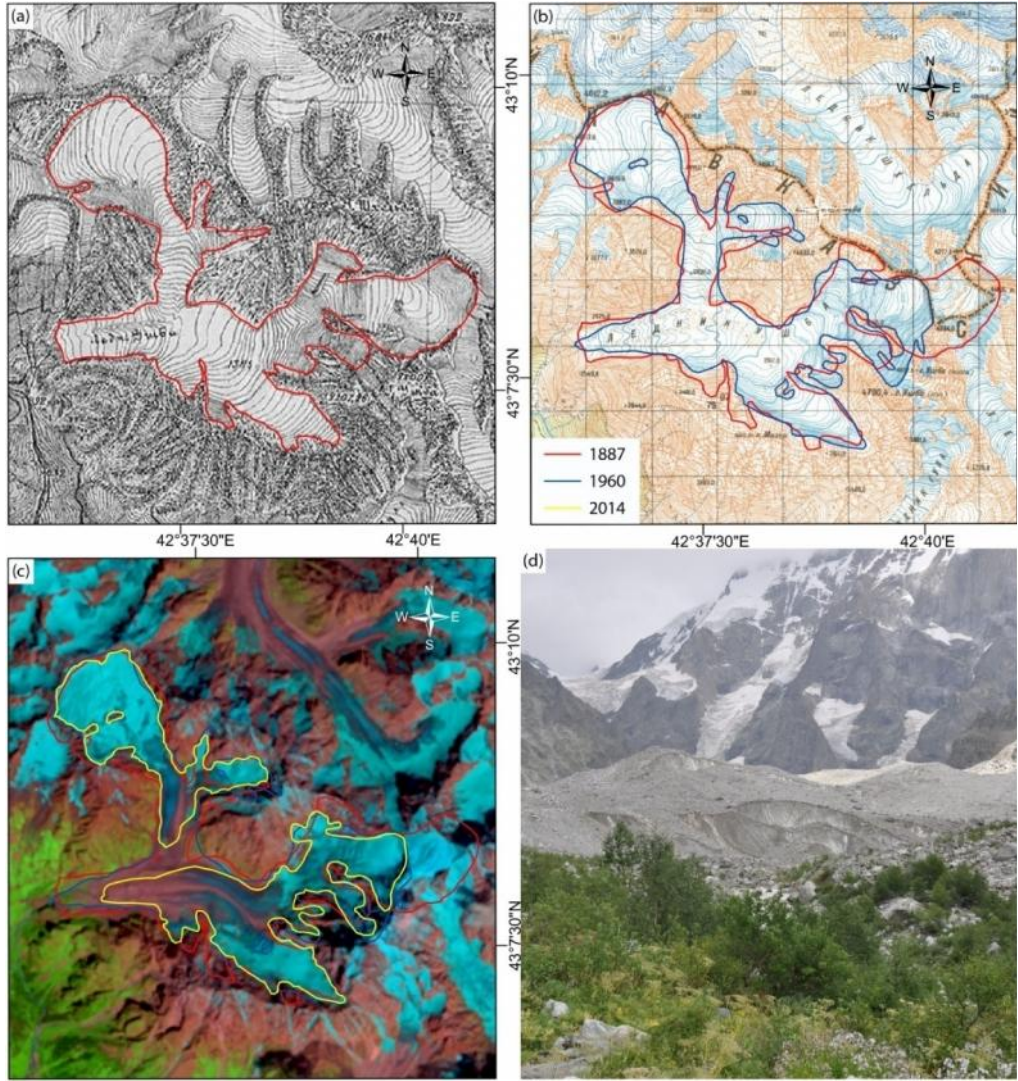
ნახაზი 5. ქვიშის და დოლრას მყინვარების შემცირება 1887 (a) - 1960 (b) - 2014 (c) წლებში.

რიგელის ქვემოთ მდ. დოლრის ხეობის ორივე ფერდობს კარგად გამოხატული გვერდითი სტადიალური და მიკროსტადიალური მორენები გაუყვება, რაც საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ მის დინამიკაზე მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ.

მყინვარ უშბას კონტური ისევე როგორც დოლრა პოდოზერსკის კატალოგში მცირედი დამახინჯებითაა გამოსახული, კერძოდ მარცხენა ნაკადის ფინის ველის კონტური, რეალური ფირნის ველის საზღვრებს ცდება და უფრო დიდ ტერიტორიას მოიცავს. რაც შეეხება მყინვარის ენას, 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკაზე დატანილ ენესთან შედარებით ცოტათი უფრო მოკლეა, რაც ჩვენი აზრით რეალობას არ შეესაბამება. კ. პოდოზერსკის კატალოგის მიხედვით (1911) მყინვარის ფართობი 11.3 კმ² იყო და ხეობის რთული ტიპის მყინვარს წარმოადგენდა (ნახ. 6a).

მყინვარები, ჩრდილოეთი და სამხრეთი უშბა 1960 წელს ერთი, ხეობის რთული ტიპის მყინვარის სახით იყო წარმოდგენილი, მისი ფართობი 9.50 კმ² იყო. მყინვარი

ოთხი ნაკადისაგან შედგებოდა. აქედან ორი ძირითადი მარცხენა ნაკადი ჩამოედინებოდა უშბის ფერდობებიდან, ხოლო მარჯვენა ორი ნაკადი კი შხელდას ფერდობებიდან. მყინვარს საერთო ჯამში დასავლეთური ექსპოზიცია ჰქონდა. მისი ენა ზ.დ. 2400 მეტრზე მთავრდებოდა.



ნახაზი 6. მყინვარ უშბას შემცირება 1887 (a) -1960 (b) - 2014 (c) წლებში.

ბოლო მონაცემებით დგინდება რომ ხეობის რთული ტიპის მყინვარი გაყოფილია და წარმოდგენილია ორი ხეობის რთული ტიპის მყინვარის სახით (თითოეული ორ-ორი ნაკადისაგან შემდგარი). როგორც კოსმოსური სურათებიდან ჩანს მისი გაყოფა დაახლოებით 2000-2005 წლებში უნდა მომხდარიყო, რადგან 2000 წლის კოსმოსურ სურათზე მცირე კონტაქტი მაინც შეინიშნება, მაგრამ 2014 წელს გადაღებულ ფოტოზე ჩრდილოეთის ნაკადი უკვე დაცილებულია სამხრეთის ნაკადს. ამდენად, დღეს ორი მყინვარის სახით არის წარმოდგენილი. აქედან, ძირითად ნაკადს, მაინც სამხრეთი უშბა წარმოადგენს, მისი ფართობი 4.74 კმ²-ია, ხოლო ჩრდილოეთის 2.99 კმ². 1960-2014 წლებში მყინვარის ფართობი 18.63%-ით შემცირდა (ნახ. 6 b, c).

მცინვარ სამხრეთი უშბის ენის ზედაპირს (შუა მონაკვეთიდან) სამი შუა მორენა გაუყვება, რომლებიც მცინვარის ენის ბოლო მონაკვეთში ერთმანეთს ებჯინება და მის ზედაპირს მძლავრი ფხვიერი მასალით ფარავს, მიუხედავად ამისა შუა მორენები თავის მორფოლოგიურ ნიშნებს არ კარგავენ მათ შორის არსებული ჩადაბლებების გამო.

მცინვარ უშბის სტადიალური მორენები სუსტად არის გამოხატული აქ არსებული მაღალი რიგელის გამო. ისინი შედარებით კარგად არის წარმოდგენილი ენის წინა მონაკვეთში. 2014 წლის მონაცემებით მცინვარის ენა ზ.დ. 2600 მეტრზე მთავრდება.

მცინვარ უშბიდან გამომავალი წყლის ნაკადი, დაახლოებით ერთ კილომეტრში გადმოედინება რიგელზე და ქმნის საქართველოში ერთ-ერთ უდიდეს და ულამაზეს ჩანჩქერ შტუგრას.

მდ. მესტიაჭალის აუზი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს მ. უშბიდან მ. ბაშილამდე. იგი წარმოადგენს მდ. მულხურას მარჯვენა შენაკადს. მისი სიგრძე ~11 კილომეტრია. აუზის ფართობი კი ~150 კმ². მდ. მესტიაჭალის ხეობა მესტიამდე ტროგულ ფორმას ინარჩუნებს, ხოლო მესტიის ქვემოთ სოფ. ლატალამდე ეროზიული პროცესების შედეგად ხეობის ძირი გარდაქმნილია. მიუხედავად ამისა, ძველი გამცინვარების კვალი ფერდობზე კარგად არის შემონახული (Tielidze et al., 2015c). გვიან პლეისტოცენში მდინარეების მულხურას და მესტიაჭალის ხეობების მცინვარები ერთდებოდა და ერთიანი ენით სოფ. ლატალამდე ჩამოდიოდა. ამ აუზში მდებარე მცინვარი ჭალაათი კავკასიონის მცინვარებს შორის ყველაზე დაბალ სიმაღლეზე, ზღვის დონიდან 1960 მ-ზე ჩამოდის და ტყის ზონაში იჭრება.

კ. პოდოზერსკის მიხედვით მდ. მესტიაჭალის აუზში 10 მცინვარი იყო, საერთო ფართობით 55.23 კმ². 1960 წლის მონაცემებით აქ 25 მცინვარი მდებარეობდა 57.52 კმ² ფართობით. თუ მცინვარების რაოდენობის გაზრდა საერთო კანონზომიერებას ეთანხმებოდა, იგივეს ვერ ვიტყვით ფართობზე, რადგან როგორც სხვა აუზებში, ფართობი აქაც უნდა შემცირებულიყო. მიზეზი კი ადვილი ასახსნელია. ძველ რუკებზე ჭალაათის და ლეხზირის მცინვარების ფორმის ველები ძალზე არაზუსტად არის ნაჩვენები, რამაც განაპირობა 1911-1960 წლებში მცინვარების საერთო უკანდახვევის ფონზე ფართობის გაზრდა. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 21 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 44.05 კმ². ბოლო 54 წლიან პერიოდში მცინვარების რაოდენობამ 4-ით მოიკლო, ხოლო ფართობი 23.41%-ით შემცირდა.

უნდა ავლნიშნოთ, რომ დღესდღეობით კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე არსებული ყველაზე დიდი მცინვარი ამ აუზში მდებარეობს - ხეობის რთული ტიპის მცინვარ ლეხზირის სახით. ამ აუზში აგრეთვე გვაქვს მეორე ხეობის რთული ტიპის მცინვარი - ჭალაათი. გამცინვარების ძირითად ფონსაც სწორედ ეს ორი მცინვარი ქმნის (უკვე ცალკე გამოყოფილ ცენტრალურ ლეხზირთან ერთად). მათზე მოდის მთელი აუზის გამცინვარების ფართობის 86.56%.

თავისი მორფოგრაფიული და მორფომეტრიული თავისებურებებით და ზომებით გამოირჩევა საქართველოს უდიდესი **მცინვარი ლეხზირი**.

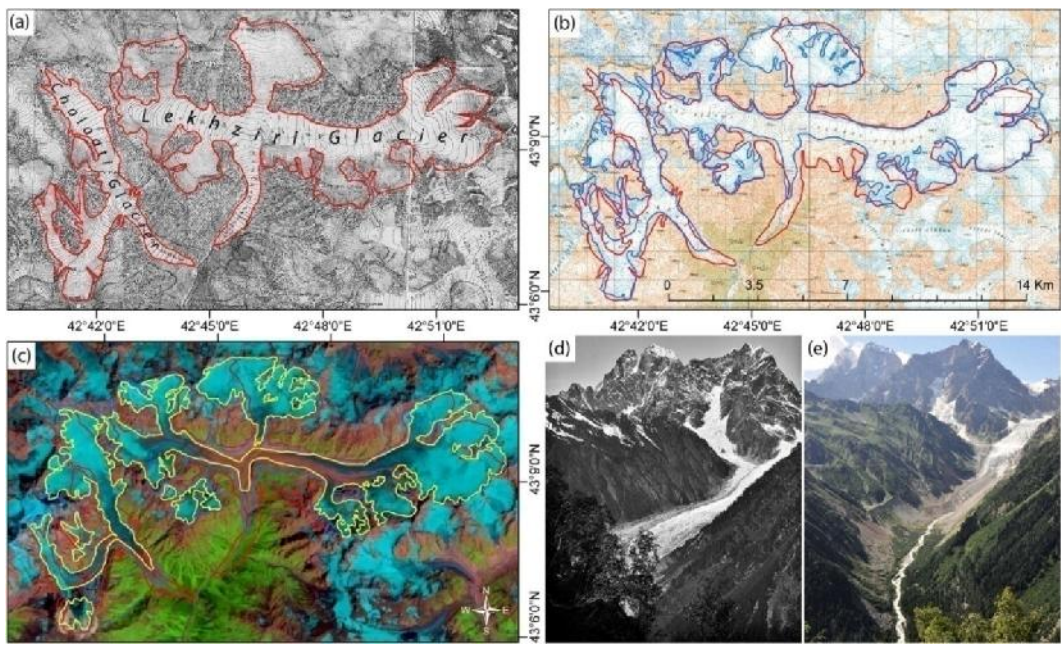
იგი ხეობის რთული ტიპის მცინვარია და ორი ძირითადი ნაკადისაგან შედგება. 1911 წლის მონაცემებით მცინვარის ფართობი 40.8 კმ² იყო და მისი ენა ზ.დ. 1730 მეტრზე ჩამოდიოდა (ნახ. 7a). ამ დროისათვის ლეხზირი ტვიბერისა (49.0 კმ²) და წანერის (ნაგებასთან ერთად 48.9 კმ²) შემდეგ საქართველოს სიდიდით მესამე მცინვარს წარმოადგენდა. 1960 წელს მცინვარი სამი ნაკადისაგან შედგებოდა და გეგმაში მას ჯვრისმაგვარი ფორმა ჰქონდა. მცინვარის ფართობი 35,96 კმ² იყო. მცინვარის ენა ზ.დ. 1970 მეტრზე მთავრდებოდა (ნახ. 7b).

მცინვარზე ბოლო ექსპედიცია 2011 წელს გვექონდა. ვიზუალური დათვალიერებით აღმოჩნდა, რომ მცინვარის ცენტრალურ ნაკადს ძირითად ორ ნაკადთან ძალიან სუსტი კონტაქტი ჰქონდა. 2012 წლის კოსმოსურ სურათზე ეს კონტაქტი უკვე გაწყვეტილი იყო. ვფიქრობთ, რომ მათი გაყოფა სწორედ 2012 წელს მოხდა. ამის შედეგად მივიღეთ ერთი ყველაზე დიდი კარული ხეობის ტიპის მცინვარი საქართველოში - ჩრდილოეთ ლეხზირის სახით (ცენტრალური ნაკადი) და ერთი ხეობის რთული ტიპის, ორი ნაკადისაგან შემდგარი, საქართველოს ყველაზე დიდი მცინვარი ლეხზირი.

აღნიშნული ორი მთავარი ნაკადი ერთმანეთთან შეერთების ადგილიდან საერთო ენის დაბოლოვებამდე ნაშალი მასალითაა დაფარული. როგორც ჩანს მცინვარის ამ მონაკვეთში მკვეთრი ზედაპირული აბლაცია მიმდინარეობს რადგან ყინული ბევრ ადგილას გათხელებული და დასუსტებულია. სავარაუდოდ რამდენიმე წელიწადში ამ ორ ნაკადს შორის კონტაქტი გაწყდება და ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი მცინვარი ფორმირდება.

მარჯვენა და მარცხენა ნაკადების ენის ზედაპირს რამოდენიმე შუა მორენა გაუყვება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ენა რამოდენიმე მცინვარის შეერთებით წარმოიქმნება. აღსანიშნავია, რომ ლეხზირის ენის ბოლო მონაკვეთში შუა მორენები ერთმანეთს უერთდებიან და მძლავრი ზედაპირული მორენით გადაფარავენ მცინვარის ენას, ეს კი ართულებს ცალკეული ნაკადების ენების გამოყოფას. ენიდან ~1 კმ-ის ზემოთ კი, ცალკეული ნაკადები ადვილად განირჩევა მათი მორფოგრაფიული ნიშნებით და ზედაპირის გაჭუჭყიანების ხარისხით.

2014 წლის მონაცემებით ჩრდილოეთ (ცენტრალური) ლეხზირის მცინვარის ფართობი 6.27 კმ²-ია. ლეხზირის ორი მთავარი ნაკადისაგან შემდგარი მცინვარის ფართობი 23.26 კმ², ხოლო სიგრძე (მარცხენა ნაკადის) 10.73 კმ. მცინვარის ენა ზღვის დონიდან 2320 მეტრზე მთავრდება. 1960-2014 წლებში მცინვარი ლეხზირის ფართობი 17.88%-ით შემცირდა, ხოლო მცინვარის ენამ ზ.დ. 350 მეტრით მალლა აიწია (ნახ. 7c). მცინვარის ექსპოზიცია ჯერჯერობით საერთო სამხრეთულია.



ნახაზი 7. მცინვარების ლეხზირისა და ჭალაათის შემცირება 1887 (a) – 1960 (b) – 2014 (c) წლებში. მცინვარი ჭალაათი 1890 (d) – 2011 (e).

მცინვარ ლეხზირის აღმოსავლეთი (მარცხენა) ნაკადი ხუთი მცინვარისგან იქმნება, რომელთა შერთების შემდეგ ვითარდება ~300 მეტრამდე სიმაღლის ყინულჩანჩქერი, შემდეგ მცინვარის ენა სუსტი დახრილობით ხასიათდება. მის ზედაპირზე ხუთი შუამორენული სერი გვაქვს, რომლებიც ენის ბოლო მონაკვეთში ერთმანეთს უერთდება და ორი მძლავრი შუა მორენით არის წარმოდგენილი. საერთოდ მცინვარის ენა ნაშალი მასალითაა დაფარული.

მცინვარის ენის ზედაპირზე მრავლადაა სხვადასხვა მორფო-სკულპტურული ფორმები, კერძოდ, უნდა აღვნიშნოთ კლასიკურად გამოხატული ოგივები, რომლებიც იწყება ყინულჩანჩქერიდან და ~1.0-1.5 კმ-ის შემდეგ თანდათანობით ქრება. მათი გაქრობა გამოწვეულია მცინვარის ენის ბოლო მონაკვეთში მცინვარში ყინულის მოძრაობის შესუსტებით. დიდი რაოდენობით გვაქვს მცინვარული მაგიდები, ჭები, „ჭიანჭველას გროვები“ და სხვა. გვერდითი მორენები განვითარებულია ნაკადის მარჯვენა მხარეზე ყინულჩანჩქერამდე. ქვემოთ კი მორენები თოვლის ზვავების მოქმედების გამო არაა შემორჩენილი. სამაგიეროდ, ფერდობებზე კარგადაა შემონახული მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის ნაკვალევი.

მცინვარ ლეხზირის მარჯვენა დასავლეთი ნაკადი ორი ენისაგან შედგება, მათი შერთების შემდეგ მცინვარის ზედაპირზე კარგად გამოხატული შუა მორენებია წარმოდგენილი. ნაკადის ორივე ენა ბოლო მონაკვეთში გადაფარულია ფხვიერი მასალით.

მცინვარ ლეხზირის ცენტრალური ნაკადი სამხრეთული ექსპოზიციისაა. მისი სიგრძე 4.08 კმ, ფართობი კი 6.27 კმ²-ია. ენიდან ~1.5 კმ მანძილზე, ხეობაში კარგად შემონახული გვერდითი და ბოლო სტადიალური მორენები მდებარეობს.

მცინვარი ჭალაათი - ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდ მესტიაჭალის აუზში მდებარეობს. ჭალაათი ხეობის რთული ტიპის მცინვარია და ორი ნაკადისაგან შედგება. იკვებება 4000 მეტრზე მაღალი მწვერვალების: უშბის, ჩათინის, კავკასის და ბჟედუხის ფერდობებიდან. იგი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე არსებული მცინვარებიდან ყველაზე დაბალ ნიშნულამდე – ზ.დ. 1960 მ ჩამოდის.

1911 წლის მონაცემებით მცინვარ ჭალაათის ფართობი 12.2 კმ² იყო და მისი ენა ზ.დ. 1650 მეტრზე მთავრდებოდა (ნახ. 7a). 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკაზე მცინვარის ფართობი 0.6 კმ²-ით მეტია ვიდრე 1911 წელს. აღნიშნულ მონაცემს თუ ვენდობით, გამოდის, რომ ამ პერიოდში მცინვარის ფართობის მატებას ქონდა ადილი, მაგრამ თუ დავაკვირდებით მცინვარის ენის დინამიკას, ვნახავთ რომ მისი ენა დაახლოებით 1.1 კმ-ით მოკლეა და ზ.დ. 150 მეტრით მაღლაა აწეული (ნახ. 7b).

1911-1960 წლებში მცინვარის ფართობის მატება სიმართლეს არ შეესაბამება და აღნიშნული ხარვეზი გამოწვეულია ძველ ტოპოგრაფიულ რუკაზე ჭალაათის ფირნის კონტურის არასწორად გამოსახვით, კერძოდ მცინვარის მარცხენა მათავარი ნაკადის ფირნის თითქმის 1/3 რუკაზე საერთოდ არაა დატანილი.

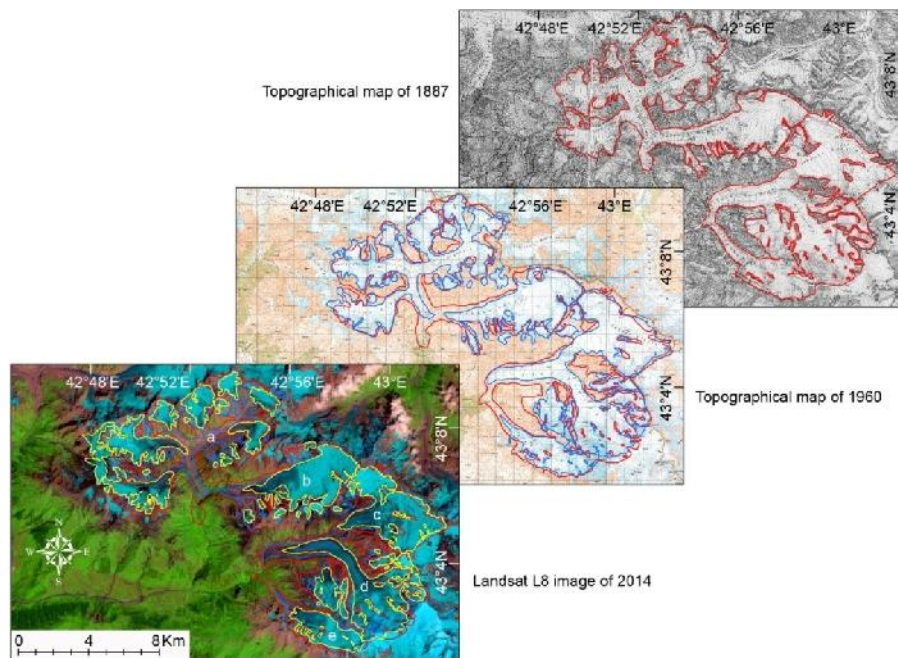
2014 წლის მონაცემებით მცინვარის ფართობი 8.59 კმ²-ია (ნახ. 7c), მარცხენა მათავარი ნაკადის სიგრძე 6.90 კმ-ია. როგორც აღვნიშნეთ მცინვარი ჭალაათი ორი ნაკადისაგან შედგება. ძირითადია მარცხენა ნაკადი, მის ზედაპირზე სამი ყინულჩანჩქერია განვითარებული, რაც მიგვანიშნებს მცინვარქვეშა რელიეფში რიგელების არსებობაზე. ყველაზე მძლავრი ზედა ყინულჩანჩქერის სიმაღლე ~300 მეტრია, სიგანე ~700 მეტრი. ქვედა ორი ყინულჩანჩქერი შედარებით მცირეა. ყინულვარდნილების მიდამოებში მცინვარის ენა სხვადასხვა მიმართულების ნაპრალებით არის დასერილი (სერაკები). მცინვარის გვერდები სხვადასხვა სისქის ნაშალი მასალითაა დაფარული. მარჯვენა და მარცხენა ნაკადების კონტაქტის მიდამოებში და ქვემოთ, შუა მორენა ვითარდება და

მცინვარც ნაშალი მასალის სქელი ფენით არის დაფარული. ახლო მომავალში ეს ნაკადები გაიყოფა.

მცინვარის ენის შუა ნაწილი ძლიერ დახრილი და ნაპრალიანია. მცინვარის ენის მორფოლოგიას მასზე დაგროვილი ფხვიერი მასალის სისქე განსაზღვრავს. მცინვარის ზედაპირზე ნაშალი მასალის არსებობა დნობის სიჩქარეს ზრდის. ქალაათის ენის ქვემოთ შეინიშნება შუბლის მორენები, რომლებიც ხეობაში განივად, ზვინულების სახით, გარკვეული მანძილის დაშორებითაა განლაგებული. შუბლის მორენების განლაგება მიუთითებს მცინვარის მოძრაობაზე. შუბლის მორენის თითოეული ზოლი კი მის ხანმოკლე შეჩერებაზე.

მულხურას აუზი მდ. ენგურის ხეობაში თანამედროვე გამცინვარების უმთავრეს კერას წარმოადგენს. აქ არსებული მცინვარების წილად მოდის მდ. ენგურის ხეობის თანამედროვე მცინვარების ფართობის 27.39%. მცინვარები განლაგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, რომელიც გამოირჩევა რელიეფის ღრმა დანაწევრებით და მაღალი მწვერვალებით, მათი სიმაღლე 4500 მეტრს აღემატება (Tielidze et al., 2015d).

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით 1887 წლის მიხედვით მდ. მულხურას აუზში 11 მცინვარი იყო, 92.70 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით - 31 მცინვარი. 2014 წლის მონაცემებით კი 42 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 61.20 კმ² (ნახ. 8). ბოლო ერთი საუკუნის განმავლობაში რაოდენობის ასეთი მკვერი ზრდა და ფართობის მკვეთრი შემცირება გამოწვეულია იმით, რომ ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში აქ მდებარეობდა საქართველოს უდიდესი მცინვარი ტვიბერი რომელიც ერთი მცინვარის სახით იყო წარმოდგენილი (ნახ. 8a, b) და აგრეთვე მცინვარი წანერი, რომელიც საქართველოს ერთ-ერთი უდიდესი მცინვარი იყო (ნახ. 8c, d). დღესდღეობით კი ეს მცინვარები დანაწევრებულია და ცალკეული ხეობის მარტივი ტიპის მცინვარების სახით არის წარმოდგენილი.



ნახაზი 8. მულხურას აუზის მცინვარების შემცირება 1887 - 1960 - 2014 წლებში. (a) - მცინვარი ტვიბერი, (b) - მცინვარი ყვითლოდი, (c) - მცინვარი ჩრდილოეთ წანერი, (d) - მცინვარი სამხრეთ წანერი, (e) - მცინვარი ნაგება.

მდ. მულხურას აუზის მცენარეების ფართობის 76.84% მხოლოდ ექვსი მცენარის წილად მოდის: სამხრეთ წანერი - 12.60 კმ², ჩრდილოეთ წანერი - 11.53 კმ², ყვითლოდი - 9.76 კმ², ნაგება - 4.54 კმ², ასმაში - 4.45 კმ², სერი - 4.15 კმ², რაც იმას გვიჩვენებს, რომ გამცენარეების ძირითად ფონს ამ აუზში სწორედ ეს მცენარეები ქმნის.

დანარჩენი 36 მცენარე კი შედარებით მცირე ზომისაა, განლაგებული არიან ძირითადი მცენარეების ფერდობებზე და მთავრდებიან ~2650-3500 მეტრის სიმაღლის ფარგლებში. ხეობის ტიპის მცენარეების ენები ჩამოდის უფრო დაბალ სიმაღლეზე, ზ.დ. ~2140-2480 მ-ზე.

მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით მდ. მულხურას აუზში გამცენარეების ძირითად ფონს ხეობის ტიპის მცენარეები ქმნის, მათ აუზის მცენარეების საერთო ფართობის 82.95% უკავია.

რაც შეეხება ექსპოზიციას, რაოდენობის და ფართობის მიხედვით პირველ ადგილზეა საერთო სამხრეთული ექსპოზიციის მცენარეები, მათ საერთო რაოდენობის 45.23% და საერთო ფართობის 46.14% უკავია.

მცენარე ტვიბერი ამავე სახელწოდების მდინარის აუზში მდებარეობს (მდ. ტვიბერი მდ. მულხურას სათავეა). იგი ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს. მიუხედავად ამისა, აქ მდებარე მწვერვალები დიდი სიმაღლით არ გამოირჩევა. უმაღლესი მწვერვალი 4250 მეტრისაა და 600-800 მეტრით დაბალია მეზობლად მდებარე მწვერვალებზე. აუზში მძლავრი გამცენარეების წარმოქმნაში კლიმატურ პირობებთან ერთად დიდ როლს თამაშობს რელიეფის მორფოლოგიური პირობები. მდინარე ტვიბერის აუზი გარშემო საკმაოდ მაღალი ქედებითაა გარშემორტყმული. კრისტალური ქანებით აგებულ რელიეფში მცენარეული ფორმები ღრმადაა ჩამჯდარი და თოვლ-ყინულოვანი საფარის დაგროვების კარგ პირობას ქმნის. XIX საუკუნის დასაწყისიდან XX საუკუნის მეორე ნახევრამდე მდ. ტვიბერის აუზის მცენარეები ერთმანეთთან შეერთებული იყო და ხეობის რთული ტიპის მცენარეს ქმნიდა. დაახლოებით 1820 წლისათვის მცენარის ერთიანი ენა ზ.დ. ~2010 მეტრის სიმაღლემდე ჩამოდიოდა. ამ დროს მცენარე ტვიბერის საერთო ფართობი 53.3 კმ²-ს შეადგენდა და ამ ამჟვენებით საქართველოს უდიდეს მცენარე იყო. მცენარის მაქსიმალური საზღვრების დადგენა, მცირე გამცენარეების მაქსიმუმის დროს დიდ სირთულეს არ წარმოადგენს, რადგან რელიეფში შემორჩენილია გლაციალური მორფოსკულპტურული ფორმები (მორენები, ვერძის შუბლები). ისინი უკანასკნელი სტადიალური გამცენარეების დროს მცენარეების წინ წამოწევის შედეგადაა წარმოქმნილი.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ 1820-ანი წლებიდან კავკასიონის მცენარეები უკან იხევს. 1887 წლის ტოპოგრაფიულ რუკაზე მცენარე ტვიბერი ისევ ერთიანი სისტემით იყო წარმოდგენილი (ნახ. 8a). მისი ფართობი 49.0 კმ²-ს შეადგენდა. ამ დროისათვის მცენარის ენა ზ.დ. ~2030 მეტრზე მთავრდებოდა. 1959-1960 წლების აეროსურათების დეშიფრირებამ და ამავე დროის ტოპოგრაფიული რუკების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მცენარე ტვიბერმა საკმაოდ დიდი ცვლილება განიცადა. მცენარის ფართობი ~24.3 კმ²-ით შემცირდა. მცენარეს მარცხნიდან გამოეყო მისი უდიდესი ტოტი ყვითლოდი, რომელიც დამოუკიდებელი მცენარე გახდა. მცენარე ყვითლოდის ენა მცენარე ტვიბერიდან ~300-400 მეტრით იყო დაცილებული და მთავრდებოდა ~2290 მ სიმაღლეზე. მცენარე ტვიბერის სისტემას გამოეყო აგრეთვე მცირე ზომის 5 მცენარე (ნახ. 8b).

მცინვარ ტვიბერის ენა 1960 წელს მთავრდებოდა ~2140 მ სიმაღლეზე. მისი ენის ზედაპირი ~0.5-0.8 მეტრის სისქის ნაშალი მასალით იყო დაფარული, რაც ზედაპირის აბლაციას ძლიერ ამცირებდა. ერთიანი ენის არეში მცინვარის სუფთა ზედაპირი უფრო ძლიერ დნობას განიცდიდა, ვიდრე ნაშალი მასალით დაფარული ზედაპირი. ამიტომ, რომ მცინვარის ზედაპირის სუფთა მონაკვეთი ~10-15 მეტრით დაბლა მდებარეობდა. 1960 წელს მცინვარ ტვიბერის ფართობი ~24.7 კმ² იყო.

ჩვენმა გამოკვლევებმა და XIX-XX საუკუნის ტოპოგრაფიული რუკების და 2014 წლის აეროკოსმოსური სურათების დეშიფრირებამ აჩვენა, რომ ხეობის რთული ტიპის მცინვარი ტვიბერი უკან დახევის შედეგად დაიშალა ხეობის ტიპის მცინვარებად - სერი, ასმაში, თოთი, ირითი, ლიჩათი, ლასხედარი და ძინალი. მცინვარების ენები ერთმანეთისაგან ~1.0 კილომეტრითაა დაცილებული. ფართობით და სიგრძით მცინვარი ასმაში ყველაზე დიდია, მისი ენა 2540 მ სიმაღლეზე მთავრდება. მცინვარის ენის ზედაპირის გვერდები დაფარულია ~0.5-1.0 მ სისქის ნაშალი მასალით და მათ შორის სოლისებურად შეჭრილია ~200 მეტრის სიგანის სუფთა ყინულის ნაკადი. მისი ზედაპირი ~5-10 მეტრით დაბალია გვერდებთან შედარებით.

მცინვარი ყვითლოდი - XX საუკუნის პირველ ნახევრამდე შეერთებული იყო მცინვარ ტვიბერის ენასთან. 1960 წლის მონაცემებით ყვითლოდი უკვე მოწყვეტილი იყო ტვიბერისაგან და მთავრდებოდა ~700-800 მეტრის დაშორებით 2290 მეტრის სიმაღლეზე (ნახ. 8b). მცინვარ ყვითლოდის ფართობი 1960 წელს 12.15 კმ² იყო. 2014 წლის მონაცემებით მისი ფართობი 9.76 კმ², სიგრძე კი 6.64 კმ-ია. მცინვარის ფირნის ველი საკმაოდ ვრცელია. ქვემოთ კი ენის ზედაპირის დახრილობა მცირდება. მცინვარის ენა ბოლომდე თითქმის თავისუფალია მორენული საფარისგან. ზედაპირი მცირედ არის დანაპრალელებული. სტადიალური მორენები მცინვარის ენას ორივე მხარეზე გაუყვება.

მცინვარი წანერი მცინვარ ნაგებსათან ერთად მე19 საუკუნის 80-იან წლებში ტვიბერის შემდეგ სიდიით საქართველოს მეორე მცინვარს წარმოადგენდა და მისი ფართობი 48.9 კმ² იყო (ნახ. 8 c, d, e). მცინვარების გაყოფა XIX საუკუნის ბოლოს მოხდა. 1960 წელს მცინვარი წანერი ჯერ კიდევ ხეობის რთული ტიპის მცინვარს წარმოადგენდა და მისი ფართობი 28.3 კმ² იყო. ამ პერიოდისათვის წანერი მცინვარ ლეხზირის შემდეგ სიდიდით საქართველოს მეორე მცინვარს წარმოადგენდა. აღნიშნული მცინვარი დღეს უკვე ორი მცინვარის სახითა წარმოდგენილი (ჩრდილოეთ და სამხრეთ წანერი) რომლებიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ფირნის ველებიდან ემშვიდებიან.

1986 წელს გადაღებულ კოსმოსურ სურათზე ჩანს რომ ამ ორი ნაკადს ერთმანეთთან მცირე კონტაქტი აქვს. 2000 წელს გადაღებულ კოსმოსურ სურათზე კი მათი კონტაქტი გაწყვეტილია და ჩრდილოეთის ნაკადი საკმაოდ მანძილითაა დაცილებული სამხრეთისას. სავარაუდოდ მათი გაყოფა 1986-1990 წლებში უნდა მომხდარიყო.

მათი ფირნები ერთმანეთისაგან გამოყოფილია კავკასიონის ქედიდან გამოსული განშტოებით. მცინვარული ენები ერთმანეთს უერთდებოდნენ ზ.დ. 2750 მ სიმაღლეზე და წარმოიქმნებოდა დასავლეთური ექსპოზიციის ერთიანი ენა, რომელიც მთავრდებოდა 2380 მ სიმაღლეზე. მცინვარის ფართობი 28.28 კმ² იყო.

სამხრეთ წანერი საქართველოში სიდიდით მეორე მცინვარია, მისი ფართობი 12.60 კმ² ხოლო სიგრძე 8.62 კილომეტრია (ნახ. 8c). მცინვარის ზედაპირზე ნაპრალელები სუსტად არის განვითარებული. მცინვარის ენის ზედაპირი მდიდარია აბლაციური ფორმებით (ქები, მცინვარული მაგიდები, ჭიქები, ნადნობი წყლებისაგან გაჩენილი ღარები და სხვ.). მცინვარის ენა ზ.დ. 2525 მეტრზე მთავრდება. მას ორივე მხარეზე კარგად გამოხატული გვერდითი სტადიალური მორენები გაუყვება.

ჩრდილოეთ წანერი საქართველოში სიდიდით მესამე მყინვარია, მისი ფართობი 11.53 კმ²-ია. იგი ხეობის ტიპის მყინვარია და სამხრეთ დასავლეთური ექსპოზიცია აქვს. მყინვარის ენის ბოლო ნაწილი რიგელებზეა გადმოკიდებული და ზღვის დონიდან 3020 მ სიმაღლეზე მთავრდება (ნახ. 35d).

მყინვარი ნაგება - ხეობის ტიპის მყინვარია ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციით. მყინვარის ფირნი იწყება მწვერვალ თეთნულდიდან 4858 მ და შემოფარგლულია ლაკჩხილდასა და ყვარაშის ქედებით. ფირნიდან გამოსვლის შემდეგ ორ ყინულვარდნილს აჩენს სხვადასხვა მიმართულების ნაპრალებით. 2014 წლის მონაცემებით მყინვარის ფართობი 4.54 კმ²-ია, მისი ენა ზ.დ. 2800 მ სიმაღლეზე მთავრდება (ნახ. 8e).

მყინვარს ორივე მხარეზე გაუყვება კარგად გამოხატული გვერდითი სტადიალური მორენები, რომლებიც უერთდება მყინვარ წანერის მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის სტადიალურ მორენას. ეს ფაქტი კი, მიუთითებს იმაზე, რომ მყინვარები ბოლო სტადიალური გამყინვარების დროს შეერთებული იყო და ერთ მყინვარს წარმოადგენდა.

1960 წლის მონაცემებით მყინვარ ნაგებას ფართობი 6.07 კმ² იყო. მისი ენა ზ.დ. 2413 მ-ზე მთავრდებოდა. ბოლო 54 წელიწადში მყინვარის ენამ დაახლოებით 400 მეტრით მაღლა აიწია. ასეთი მკვეთრი ცვლილება გამოწვეულია იმით, რომ 1960 წელს მყინვარის ენის ბოლო დაახლოებით 1.5 კილომეტრიანი მონაკვეთი ვიწრო და მკვეთრად წამახვილებული იყო, შესაბამისად ეს მონაკვეთი მალე დადნა.

მდ. ენგურის სათავეები მოიცავს ცენტრალურ კავკასიონს მ. გისტოლადან მ. ნამყვანამდე. ე.ი. საკუთრივ მდ. ენგურის სათავეს და მისი მარჯვენა შენაკადების ადიშქალისა და ხალდექალის აუზებს. ლიტერატურაში კავკასიონის ეს მონაკვეთი ცნობილია ბეზინგის კედლის სახელწოდებით. ბეზინგის კედლის სამხრეთი ფერდობის პროფილი მოკლე და ციცაბოა, რაც სრულიად ასახავს „კედლის“ (ფიცრულას) სახელწოდებას. აქ მდებარეობს ისეთი მწვერვალები, რომელთა სიმაღლე 5000 მ-ს აღემატება (Tielidze et al., 2015e).

აღნიშნულ ფარგლებში მოქცეულ ტერიტორიაზე მდებარეობს ხეობის ტიპის დიდი მყინვარები ადიში, ხალდე, შხარა და ნამყვანი. მთელ სიგრძეზე აღნიშნულ მდინარეთა ხეობებს კარგად გამოხატული ტროგული ფორმები აქვს. ბოლო წლების სავსე გამოკვლევების და 2014 წლის კოსმოსური სურათების მონაცემებით ამ ტერიტორიაზე 23 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 27.10 კმ². ეს შეადგენს მდ. ენგურის აუზის მყინვარების საერთო ფართობის 12.13%.

მთელი აუზის გამყინვარების ფართობის 88.96% მოდის 4 ძირითად მყინვარზე - ადიში 9.50 კმ², ხალდე 8.78 კმ², შხარა 3.55 კმ², ნამყვანი 2.28კმ². დანარჩენი მყინვარების ზომები არ აღემატება 1.0 კმ²-ს. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 21 მყინვარი იყო, საერთო ფართობით 34.42 კმ².

მყინვარი ადიში ერთ-ერთი ყველაზე ლამაზი მყინვარია კავკასიონზე, იგი სამ ნაწილად იყოფა: მაღლა 3800 მეტრს ზემოთ ვრცელი ფირნის ველით, რომელიც გარშემორტყმულია მაღალი მწვერვალებით (თეთნულდი, ადიში, გისტოლა, ლაქუცა და სხვა). დიდი ყინულვარდნილით (~1000-1300 მეტრის სიმაღლის) და კლასიკურად გამოხატული ენით. ადიში ხეობის ტიპის სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მყინვარია. 2014 წლის მონაცემებით მისი ფართობი 9.50 კმ²-ია.

მყინვარის მეორე მონაკვეთი - ყინულვარდნილი გრანდიოზული ზომებისაა; ~50⁰-იანი კუთხით მყინვარის ენა ეშვება ~1500 მეტრ სიმაღლეზე და მნახველი აღტაცებაში

მოჰყავს. მისი სიგანე ~700-800 მეტრია. იგი ხასიათდება აშლილი ნაპრალებით; მრავლადაა სერაკები და ქარაფები. ყინულვარდნილი თეთნულდის მხარეზე შეწყვეტილია ~40-50 მეტრის სიმაღლით. ამ მონაკვეთში მყინვარი ინტენსიურ მექანიკურ ნგრევას განიცდის. მონგრეული ყინული ყინულვარდნილის ძირში გროვდება და ყინულის მცვივანას კონუსს ქმნის, რომელიც შემდეგ მყინვარის ენას უერთდება.

ყინულის ძირიდან (2650 მ) მყინვარის ფორმა მკვეთრად იცვლება; ენა სუსტად დახრილია (~10-15°) და ლამაზი მარაოსებრი ფორმით ზ.დ. 2485 მეტრ სიმაღლეზე მთავრდება. მყინვარის ენის სიგრძე ~2.5 კილომეტრამდეა. 1960 წლის დახასიათებით მყინვარის ენა მცირე რაოდენობის ნაშალი მასალით იყო დაფარული, მაგრამ ბოლო ვიზუალური დათვალიერებით და კოსმოსურ სურათზე დაკვირვებით ჩანს, რომ ნაშალი მასალის რაოდენობა მკვეთრადაა მომატებული, განსაკუთრებით გვერდებზე და ბოლო მონაკვეთში. ენა ცენტრალურ ნაწილში ამობურცულია. მთელ სიგრძეზე მას მიუყვება ოგივები და მის სილამაზეს თავისებურ ელფერს აძლევს. მყინვარების ზედაპირი ტალღოვანია, მრავალრიცხოვანი მყინვარული ჭებით, წისქვილებითა და აბლაციური ფორმებით. მის ზედაპირზე ბევრი ღარი და ხევი გვაქვს, რომელთაც ნადნობი წყალი აჩენს. მყინვარის ზედაპირი ნაპრალებს მოკლებულია, ისინი მხოლოდ გვერდებზე და ყინულჩანჩქერის ძირში გვხვდება.

მყინვარის ენას ორივე მხარეზე მკვეთრად გამოხატული სტადიალური მორენები მიუყვება, რომლებიც ენის ბოლოდან ~1.5 კმ-ის შემდეგ ირკალება და ბოლო სტადიალურ მორენეში გადადის. მყინვარის წინ სტადიალური მორენის ფერდობზე და ხეობის ძირზე მიკროსტადიალური მორენებია განვითარებული. უშუალოდ ენის წინ რამდენიმე წლიური რკალური სერი აღინიშნება.

მყინვარი ხალდე ხეობის რთული ტიპის სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მყინვარია. ფირნის ველი შემოფარგლულია კავკასიონის მთავარი ქედის უმაღლესი მწვერვალებით (შხარა, პუშკინის პიკი, ჯანლა, რუსთაველის პიკი და სხვ.), რომელთა სიმაღლე 5000 მ-ს აღემატება. ზემო ნაწილში იგი წარმოდგენილია სამი ყინულვარდნილით, რომლებიც დიდი ნაპრალიანობით ხასიათდება. ყინულვარდნილთა შეერთება ხდება 2800 მეტრზე. ქვემოთ კი მყინვარის ენა იცვლის მიმართულებას სამხრეთ-დასავლეთისაკენ და ბოლოვდება 2545 მეტრის სიმაღლეზე (ნახ. 9). სამივე მყინვარის შეერთების ადგილას მყინვარი ფართოვდება და ვრცელ მოედანს აჩენს, რომლის ქვემოთ მყინვარი ერთ მძლავრ ნაკადად მოედინება. ენის ბოლო დაფარულია სქელი მორენული საფარით და მყინვარის ზედაპირს ინტენსიური დნობისაგან იცავს. ამიტომ, რომ 1960-2014 წლებში მყინვარ ხალდეს საშუალო წლიური უკანდახევა 10 მ/წელიწადშიც კი არ ფიქსირდება. კავკასიონის ამ ზომის მყინვარებში ეს ყველაზე დაბალი მაჩვენებელია. მყინვარის ენაზე ორი შუა მორენაა. ხალდეს მყინვარს ორივე მხარეზე სტადიალური მორენა გაუყვება, რომლებიც ირკალება და ბოლო მორენეში გადადის. მყინვარის ფართობი 8.78 კმ²-ია.

მდინარე ხალდეჭალას ხეობაში დიდი რაოდენობით გვხვდება ერატიული ლოდები, რომელთაგან ერთ-ერთი - „ფერხულის ლოდი“, თავისი გრანდიოზული ზომების გამო საქართველოს წითელ წიგნშია შეტანილი. დიდი ზომის ერატიული ლოდების ასეთი სიმრავლე ამ ხეობაში ძველი გამყინვარების დიდ მასშტაბებზე მიუთითებს.

მყინვარი შხარა - სამხრეთული ექსპოზიციის ხეობის რთული ტიპის მყინვარია. იგი შედგება სამი ნაკადისაგან, რომლებიც ზ.დ. 2900 მეტრზე ერთდება. აქედან კი მყინვარის ენას სამხრეთ-დასავლეთური მიმართულება აქვს. მყინვარის ენა საკმაოდ

დანაპრალებულია, განსაკუთრებით მისი მარჯვენა მონაკვეთი. შუა ნაწილიდან მცინვარის ზედაპირი იფარება ფხვიერი მასალით. მისი ზედაპირი მდიდარია აბლაციური ფორმებით (მაგიდები, ჭიანჭველას გროვები და სხვა). მცინვარის სიგრძე (ცენტრალური ნაკადიდან) 3.78 კმ, ხოლო ფართობი 3.55 კმ²-ია. მცინვარის ენა ზ.დ. 2540 მეტრზე მთავრდება. რადგან მცინვარის ზედაპირი დაფარულია საკმაოდ სქელი ნაშალი მასალით, ამიტომ ყინულის დნობა ძალზე სუსტია. ენისაგან განსხვავებით როგორც ჩანს კვების არეში დნობა საკმაოდ ინტენსივობით მიმდინარეობს, რადგან სამივე კვების ნაკადი 1960 წელთან შედარებით საკმაოდ დასუსტებულია.



ნახაზი 9. მცინვარ ხალდეს ენა, 2013 წ.

მცინვარს ორივე მხარეზე კარგად გამოხატული გვერდითი სტადიალური მორენები აქვს, რომლებიც ბოლო სტადიალური მორენით მთავრდება.

სვანეთის ქედის ჩრდილო ფერდობის მცინვარები. სვანეთის ქედი ზაგაროს (ატკვერის) გადასასვლელიდან სოფ. ხაიშამდე ვრცელდება, მისი სიგრძე დაახლოებით 100 კილომეტრია.

იგი წარმოადგენს მდ. ენგურისა და მდ. ცხენისწყლის წყალგამყოფს. თანამედროვე მცინვარული საფარით იგი კავკასიონის შემდეგ საქართველოს ქედებს შორის პირველია. ამავე ნიშნებით იგი სამ მონაკვეთად იყოფა: აღმოსავლეთი, ცენტრალური და დასავლეთი. აქედან აღმოსავლეთი და დასავლეთი მონაკვეთები ჰიფსომეტრიულად უფრო დაბალია და თანამედროვე ყინულსაფარი აქ არ გვხვდება (გარდა მწვერვალ დადიაშისა).

მცინვარები წარმოდგენილია ცენტრალურ მონაკვეთზე, რომელიც მდებარეობს ლასილისა და ლეშნურის მონაკვეთებს შორის. აქ მდებარეობს ქედის უმაღლესი მწვერვალი: ლაილა (ლაილა-ლეჰლი) - 4009 მ. ენგურის ყველა მარცხენა შენაკადი ხაიშამდე სათავეს სწორედ სვანეთის ქედზე იღებს. 1960 წლის მონაცემებით აქ 48 მცინვარი იყო, რომელთა საერთო ფართობი 27.76 კმ²-ს შეადგენდა. 2014 წლის მონაცემებით 33 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 20.13 კმ².

სვანეთის ქედის ჩრდილო ფერდობის უდიდესი მცინვარები მწვერვალ ლაილას ფერდობზე ფორმირდება, თვით მწვერვალი ლაილა მცინვარული ქუდიტაა დაფარული.

ამ მცინვარებს შორის უდიდესია **მცინვარი აღმოსავლეთ ლაილა**, რომელიც მდებარეობს მდ. ხუმფრერის აუზში. 1960 წელს მცინვარის ფართობი 5.96 კმ² იყო, მას ჩრდილო დასავლეთური ექსპოზიცია ჰქონდა. შედგებოდა ორი ნაკადისაგან და ხეობის რთული ტიპის მცინვარს წარმოადგენდა. მისი ენა ზ.დ. 2300 მეტრზე მთავრდებოდა.

2014 წლის მონაცემებით მცინვარი ორ ნაწილადაა გაყოფილი. აქედან აღმოსავლეთი ლაილას ფართობი 3.55 კმ²-ია და დაახლოებით ორჯერ აღემატება დასავლეთ ლაილას ფართობს (1.24 კმ²). როგორც კოსმოსური სურათებიდან ჩანს, მათი გაყოფა დაახლოებით 2000 წელს უნდა მომხდარიყო.

აღმოსავლეთი ლაილა სვანეთის ქედის ყველაზე დიდი მცინვარია და მას ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიცია აქვს. მისი ენა ზ.დ. 2640 მეტრზე მთავრდება. მცინვარის სიგრძე 4.52 კილომეტრია. მცინვარის უკანდახევის ასეთი მაღალი მაჩვენებელი და მისი ენის 340 მეტრით მაღლა აწევა დაკავშირებულია იმ ფაქტთან, რომ 1960 მცინვარების შეერთების ადგილიდან ენა ძლიერ შევიწროვებული იყო და შესაბამისად დნობის პროცესიც მაღალი ინტენსივობით მიმდინეარობდა.

სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე სიდიდით მეორე მცინვარია ლაილჭალა, მისი ფართობი 2.31 კმ²-ია. იგი ჩრდილოეთური ექსპოზიციის ხეობის ტიპის მცინვარია. მისი ენა ზ.დ. 2640 მეტრზე მთავრდება.

სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე ფართობის მიხედვით პირველ ადგილს ხეობის ტიპის მცინვარები იკავებს. რაოდენობის მიხედვით კი პირველ ადგილზე კარული ტიპის მცინვარებია.

რაკი მცინვარები სვანეთის ქედის ჩრდილო ფერდობზეა განლაგებული, მათი ექსპოზიციაც შესაბამისად საერთო ჩრდილოეთურია, მხოლოდ ერთი მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარი გვაქვს აღმოსავლეთური ექსპოზიციის, რომელიც მცინვარ ლაილჭალას გაყოფის შედეგად წარმოიქმნა.

მდ. ხაიშურას აუზი ენგურის ხეობის მარცხენა მხარეზე მდებარეობს სვანეთის და სამეგრელოს ქედებს შორის. ამ აუზში მცინვარები მხოლოდ სამეგრელოს ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე გვხვდება. 1960 წლის მონაცემებით ხაიშურას აუზში თორმეტი მცინვარი მდებარეობდა, საერთო ფართობით 1.61 კმ². 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 9 მცინვარია, საერთო ფართობით 0.69 კმ². მორფოლოგიურად ყველა მცინვარი კარულ ტიპს მიეკუთვნება. საერთო ჯამში მათ საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიცია აქვს. აღნიშნული მცინვარები ჰიფსომეტრიულად ზ.დ. 2600-3000 მ-ზე მდებარეობს.

მდ. მაგანა მდ. ენგურის ბოლო მარცხენა შენაკადია, რომლის აუზშიც თანამედროვე მცინვარებია წარმოდგენილი. მდ. მაგანას აუზი სამეგრელოს ქედის სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობზე მდებარეობს. სამეგრელოს ქედის მწვერვალები 3150 მეტრს არ აღემატება, მაგრამ ქედს ისეთი ორიენტაცია აქვს შავი ზღვის მიმართ, რომ მასზე მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარების განვითარება ყოფილიყო შესაძლებელი (მყარი ატმოსფერული ნალექების სიჭარბისა და რელიეფის მორფოლოგიური პირობების გამო). 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 20 მცინვარი იყო. რომელთა საერთო ფართობი 0.97 კმ² შეადგენდა. 2014 წლის მონაცემებით მაგანას აუზში 4 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 0.21 კმ². მორფოლოგიურად მცინვარები კარული ტიპისაა და ძირითადად ჩრდილოეთური ექსპოზიცია აქვთ. ოთხიდან სამ მცინვარს საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიცია აქვს, ხოლო ერთს სამხრეთული.

3.5 მდ. ხობისწყლის აუზის მყინვარები

მდ. ხობისწყალი სათავეს იღებს სამეგრელოს ქედის სამხრეთ ფერდობზე. მიუხედავად იმისა, რომ სამეგრელოს ქედის მწველვალეები ჰიფსომეტრიულად 3150 მეტრს არ აღემატება, აქ მცირე ზომის მყინვარები მაინც არის წარმოდგენილი. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 16 მყინვარი იყო, რომელთა საერთო ფართობი 0.88 კმ²-ს შეადგენდა. 2014 წლის მონაცემებით აქ 9 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 0.46 კმ². თანამედროვე მყინვარების ფორმირებას აქ განსაზღვრავს: 1. რელიეფის მორფოლოგიური თავისებურება და ფერდობის ექსპოზიცია, 2. შავი ზღვისადმი მიმართული ხელსაყრელი მდებარეობა, რაც განაპირობებს მყარი ატმოსფერული ნალექების სიუხვეს ზამთრის პერიოდში, 3. მყარი ატმოსფერული ნალექების გადაქარვა და რელიეფის ღრმად ჩამჯდარი უარყოფით ფორმებში დაგროვება.

ამ აუზის მყინვარები კარული ტიპისაა. ექსპოზიციის მიხედვით ორი მყინვარი აღმოსავლეთურია, ხოლო დანარჩენ შვიდ მყინვარს საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიცია აქვს.

3.6 მდ. რიონის აუზის მყინვარები

მდ. რიონის აუზში გამყინვარების ძირითად ცენტრს წარმოადგენს ცენტრალური კავკასიონის წყალგამყოფი ქედი. მ. ნამყვანიდან მ. კოზიხობამდე. აქ მდებარეობს ისეთი მასივები, რომელთა სიმაღლე 4000 მეტრს აღემატება. გამყინვარების ცალკეული კერები წარმოდგენილია სვანეთის, ლეჩხუმის, შოდა-კედელას და ლეთის ქედების იმ მონაკვეთებში, რომელთა სიმაღლე 3500 მეტრს აჭარბებს.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე თანამედროვე მყინვარების რაოდენობით რიონის აუზი ჩამორჩება მხოლოდ მდ. ენგურის და მდ. კოდორის აუზებს, ხოლო ფართობის მიხედვით მხოლოდ მდ. ენგურის აუზს. საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში თანამედროვე მყინვარები ფართოდ არის გავრცელებული.

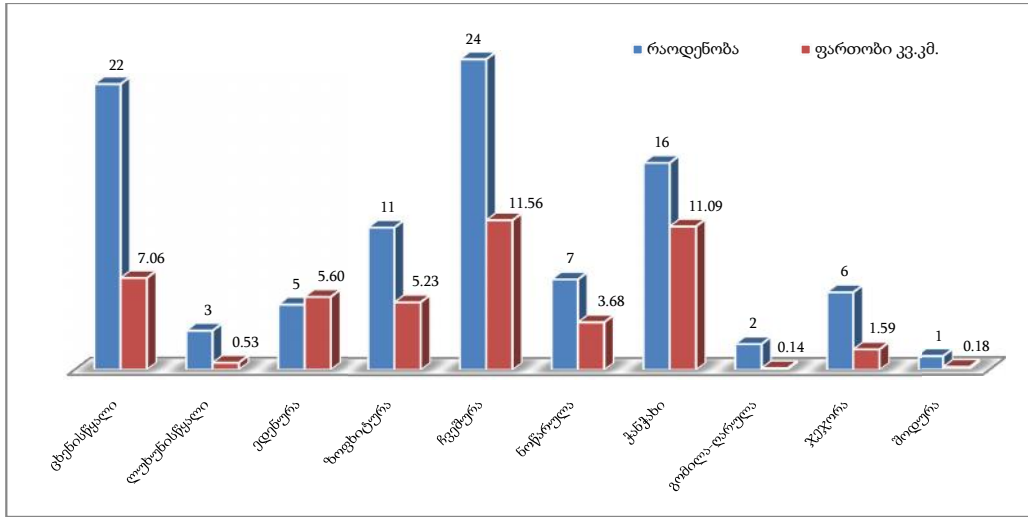
2005-2014 წლებში ინტენსიურად ვატარებდით ყოველწლიურ ექსპედიციებს რაჭის კავკასიონის ყველა მდინარეთა აუზში. სავსე კვლევებისა და უახლესი აეროკოსმოსური სურათების გამოყენებით შევისწავლეთ და დავადგინეთ თანამედროვე მყინვარების რაოდენობა, დინამიკა და მორფოლოგიური მახასიათებლები. აგრეთვე დავაზუსტეთ ძველი გამყინვარების საზღვრები.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) მდ. რიონის აუზში 85 მყინვარი იყო, რომელთა ფართობი 78.06 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკების მონაცემებით (რ. გობეჯიშვილი) მდ. რიონის აუზში მყინვარების რაოდენობა 112 იყო, საერთო ფართობით 75.10 კმ².

როგორც ვხედავთ 1911-1960 წლების პერიოდში მყინვარების ფართობი 3.79%-ით შემცირდა, რაოდენობამ კი 27-ით მოიმატა. ფართობის ასე უმნიშვნელო შემცირება გამოწვეული იყო იმით, რომ ბევრი მცირე მყინვარი ძველ რუკებზე ნაჩვენები არ არის, ხოლო ზოგიერთი მყინვარის ფირნი არასწორად არის გამოსახული. იგივეს ვერ ვიტყვით 1960-2014 წლების პერიოდზე, რადგან ამ დროის განმავლობაში ფართობთან ერთად რაოდენობის კლებასაც აქვს ადგილი. დღევანდელი მგომარეობით მდ. რიონის აუზში 97 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 46.66 კმ². ბოლო 54 წლის განმავლობაში 15 მყინვარი საერთოდ დადნა, ხოლო ფართობი კი 37.86%-ით შემცირდა.

მდინარე რიონის აუზში ყველაზე დიდი მყინვარია კირტიშო, მისი ფართობი 4.41 კმ²-ია. იგი ხეობის ტიპის ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციის მყინვარია.

მდ. რიონის აუზში მყინვარები არათანაბრადაა განლაგებული, არა მარტო ოროგრაფიული და ჰიფსომეტრიული ერთეულების მიხედვით, არამედ ცალკეულ შემდინარეთა აუზების მიხედვითაც (ნახ. 10).



ნახაზი 10. მდინარე რიონის აუზის თანამედროვე მყინვარების განაწილება შენაკად მდინარეთა აუზების მიხედვით.

მდ. რიონის აუზში გავრცელებულ მყინვართა მორფოლოგიური ტიპებიდან რაოდენობის მიხედვით წამყვანი ადგილი უკავია კარული ტიპის მყინვარებს. მათზე მოდის აუზის მყინვარების რაოდენობის 34.02%. საკმაოდ ბევრია დაკიდული ტიპის მყინვარები - 26.80%. კარული-დაკიდული ტიპის მყინვარები მესამე ადგილს იკავებს - 14.43%. თანაბარი რაოდენობითაა განაწილებული კარული-ხეობის და ხეობის ტიპის მყინვარები.

ხეობის ტიპის მყინვარები განლაგებულია ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, კარული ტიპისა კი ძირითადად შტოქედებზე.

აღსანიშნავია, რომ მდ. რიონის აუზში წარმოდგენილია ერთადერთი ხეობის რთული ტიპის მყინვარი - ბუბა, რომელიც მდ. ჭანჭახის აუზში მდებარეობს.

მდ. რიონის აუზის მყინვარები ძირითადად განლაგებულია ცენტრალური კავკასიონის და სვანეთის ქედების სამხრეთ ფერდობზე. ამიტომაცაა, რომ აქ საერთო სამხრეთული (ს, სა, სდ) ექსპოზიციის მყინვარებს წამყვანი ადგილი უკავიათ, როგორც რაოდენობის, ასევე ფართობის მიხედვით. მათზე მოდის აუზის მთელი მყინვარების რაოდენობის 62.88% და ფართობის 73.76%. დანარჩენი ექსპოზიციის მყინვარები თითქმის თანაბარი გავრცელებით ხასიათდება.

იმისათვის, რომ მდ. რიონის აუზის მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობა უკეთესად დავახასიათოთ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ განვიხილოთ ცალკეულ მდინარეთა აუზების მიხედვით.

მდ. ცხენისწყლის აუზში 2014 წლის მონაცემებით 22 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 7.06 კმ².

მდ. ცხენისწყლის აუზში რაოდენობის მიხედვით წამყვანი ადგილი კარული ტიპის მცენარებს ეკუთვნით, ხოლო ფართობით პირველ ადგილზე ხეობის ტიპის მცენარებია.

მცენარების ექსპოზიცია ძირითადად საერთო სამხრეთულია. მის ექსპოზიციას განსაზღვრავს კავკასიონის ქედის საერთო სუბგანედური და სვანეთის ქედის განედური მიმართულება.

მდ. ცხენისწყლის აუზი პირობითად შეიძლება ორ ნაწილად გავყოთ, რადგან თანამედროვე გამყინვარების თვალსაზრისით სწორედ ეს ორი ძირითადი კერა გამოიყოფა: ცენტრალური კავკასიონის და სვანეთის ქედის სამხრეთი ფერდობის.

განვიხილოთ ეს რეგიონები ცალ-ცალკე. ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, რომელიც ორ ძირითად აუზს მოიცავს (მდ. ზესხო, მდ. ცხენისწყალი), მდებარეობს 17 მცენარი, და მათზე მოდის ცხენისწყლის აუზის მცენარების საერთო რაოდენობის 68.18% და საერთო ფართობის 57.50%. მცენარები ძირითადად კარული და დაკიდული ტიპისაა და უმეტესად საერთო სამხრეთული ექსპოზიცია აქვთ.

აუზში უდიდესია **მცენარი ყორულდაში**. იგი ხეობის ტიპის სამხრეთ აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მცენარია, რომელიც მდებარეობს ამავე სახელწოდების მდინარის სათავეში და მწვერვალ აილამას დასავლეთ მონაკვეთს მოიცავს. მცენარის ფართობი 2.20 კმ²-ია.

მცენარი ხასიათდება გაშლილი ფირნის ველით და დაკიდებული შუა მონაკვეთით. მცენარის ენა თოვლის ზვავების შედეგად ჩამოტანილი მასალით ძლიერ დანაგვიანებულია. ფხვიერი მასალა ზოგიერთ მონაკვეთში საკმაო სიმძლავრეს აღწევს, რაც განაპირობებს მცენარის ფრონტალურ ნაწილში ზედაპირული აბლაციის შემცირებას. მცენარის ენის ზედაპირის ცალკეულ მონაკვეთში მცენარეული საფარია წარმოდგენილი. მიუხედავად მცენარის ზედაპირის თავისებურებისა, მცენარის ენის შემცირება ინტენსიურია, რაც ძირითადად განპირობებულია ენის ბოლოს გაშიშვლებული ვერტიკალური კედლის დნობით. ყინულვარდნილი ნუნატიკით ორ ენათ არის გაყოფილი და ასე ჩამოდის რიგელის ძირამდე, მცენარის ენა ზ.დ. 2680 მ სიმაღლეზე ბოლოვდება. ფირნის აუზი, რომელიც 3500 მეტრზე ზემოთ მდებარეობს ოვალური ფორმისაა. იგი კარულ ფორმაშია ჩამჯდარი და ნაკლები დახრილობით ხასიათდება.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით მცენარე ყორულდაშის სიგრძე 3.2 კმ, ფართობი კი 3.1 კმ² იყო. 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკებზე მცენარის ფართობი 3.23 კმ² იყო. ამ პერიოდში მცენარების პარამეტრების გაზრდა გამოწვეული იყო ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებზე მისი ფირნის ველის დამახინჯებული გამოსახვით. 1960-2014 წლებში კი მცენარის ფართობი 31.88%-ით შემცირდა. მდ. ყორულდაშის ხეობაში კარგად არის გამოხატული სტადიალური გამყინვარების კვალი. გვერდითი მორენები ბოლოს ირკალებიან და ბოლო მორენაში გადადიან.

სვანეთის ქედის სამხრეთ ფერდობის თანამედროვე მცენარეები სუსტად არის შესწავლილი. აქ სულ ხუთი მცენარი მდებარეობს. სამი მცენარი მდ. ხელედულას აუზში, ხოლო ორი მცენარი მდ. ლასკადურას აუზში. მათი საერთო ფართობი 1.07 კმ²-ია. მცენარების გავრცელება დაკავშირებულია ქედის ცენტრალურ მონაკვეთთან (განსხვავებით ქედის ჩრდილო ფერდობის მცენარებიდან), აქ ძირითადად კარული ტიპის სამხრეთული ექსპოზიციის მცირე ზომის მცენარეები მდებარეობს.

1960 წლის მონაცემებით სვანეთის ქედის სამხრეთ ფერდობზე 23 მცენარი იყო, რომელთა ჯამური ფართობი 5.10 კმ²-ს შეადგენდა. კ. პოდოზერსკის მიხედვით კი სულ

7 მცინვარი იყო - 3.24 კმ² ფართობით. ეს მონაცემები ძალზე მცირეა და ვერ ასახავს გამცინვარების დინამიკას. ძირითად მიზეზს კი წარმოადგენს მცინვარების არასწორი გამოსახვა ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებზე. უახლეს აეროკოსმოსურ სურათებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ 1960-2014 წლებში მცინვარულმა საფარმა დიდი ცვლილება განიცადა. მცინვარების საერთო ფართობი 79.01%-ით შემცირდა. ყველაზე დიდი მცინვარი მდ. სვილორის სათავეში მდებარეობს (მდ. ხელედულას აუზი), რომლის ფართობი 0.68 კმ²-ია.

მდ. ლუხუნისწყლის აუზი. ცნობებს ამ აუზის მცინვარების შესახებ 1960 წლამდე მკვლევარების შრომებში ვერ ვხვდებით, რაც არ გვაძლევს საშუალებას ვიმსჯელოთ აქ მომხდარ ცვლილებებზე. მცინვარები კარეტა, ჭუთხარო და სამერცხლე განლაგებულია ლეჩხუმის ქედის ყველაზე მაღალ ჭუდხარო-სამერცხლეს მასივის ჩრდილო ფერდობზე. 1960 წლის მონაცემებით მათი ფართობი 1.10 კმ² იყო, ხოლო დღევანდელი მდგომარეობით 0.53 კმ²-ია. ექსპოზიციის მიხედვით მცინვარი კარეტა ჩრდილოეთური ექსპოზიციისაა, ხოლო მცინვარები ჭუდხარო და სამერცხლე ჩრდილო-აღმოსავლეთური. მათგან ყველაზე დიდია მცინვარი ჭუდხარო, მისი ფართობი 0.27 კმ²-ია.

მდ. შოდურას აუზს მცირე ფართობი უკავია. ყველა მკვლევარი აქ ერთ მცინვარს მიუთითებს, 1960 წლის მონაცემებით კი ორი მცინვარი მდებარეობდა. მათი ფართობი 0.39 კმ² იყო. დღევანდელი მონაცემებით აქ მხოლოდ ერთი მცინვარი მდებარეობს 0.18 კმ² ფართობით. მცინვარი შოდა მწვერვალ შოდას ჩრდილო მონაკვეთში მდებარეობს. მისი სიგრძე ~800 მეტრია და ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციისაა. მცინვარის ზედაპირი არ არის დანაგვიანებული და წლის უმეტეს დროს დაფარულია თოვლით. 1960 წლის მონაცემებით მეორე მცინვარი (შოდურა) მდ. შოდურას სათავეში მდებარეობდა და ხეობის ტიპის მცინვარი იყო. მდ. შოდურას სათავეში დღესაცაა შემორჩენილი კარგად გამოხატული მცირე გამცინვარების მაქსიმალური სტადიის მორენა, ხოლო ხეობაში გვხვდება გვიან ჰოლოცენური დროის სტადიალური მორენები. შოდას მთის სამხრეთ აღმოსავლეთ ფერდობზე (მდ. ლაგორულას სათავეში) მესამე მცინვარი მდებარეობდა, რომელიც მორფოლოგიურად მცირე ზომის კარული ტიპის იყო და მისი ფართობი 0.12 კმ²-ს შეადგენდა.

მდ. ედენურას აუზში კ. პოდოხერსკის მონაცემებით 4 მცინვარი მდებარეობდა. აქედან ორ მცინვარს - დიდ და პატარა ედენას 7.25 კმ² ფართობი ეკავათ. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზის მცინვარების რაოდენობა და ფართობი არ შეცვლილა. 2014 წლის მონაცემებით მდ. ედენურას აუზში 5 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 5.60 კმ².

მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით ორი კარული და ორი კარული-დაკიდული ტიპის მცინვარია, ხოლო ერთი, ხეობის ტიპის - დიდი ედენა, რომელიც ფართობით ყველაზე დიდია ამ აუზში.

დიდი ედენა ხეობის ტიპის სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია, მისი ფართობი 3.52 კმ²-ია. მცინვარს კარგად გამოკვეთილი ენა და კვების აუზი (ფირნი) აქვს. მისი ზედაპირი სუფთაა და მოკლებულია ნაშალ მასალას. მხოლოდ მარჯვენა მხარეს გაუყვება გვერდითი ზედაპირული მორენა, რომელიც მარჯვენა ფერდობიდან ჩამოშლილი ნაშალი მასალის შედეგად ჩნდება.

XIX საუკუნის ბოლოს „მცინვარი გადმოკიდებული იყო რიგელზე და მის შუა მონაკვეთამდე აღწევდა“. მცინვარის ენის შემცირება გამოწვეულია ერთის მხრივ ინტენსიური დნობით და მეორეს მხრივ მისი მექანიკური ნგრევით. რიგელის ძირიდან

ხეობის დაყოფებით კარგად გამოხატული მცირე გამყინვარების მასქსიმალური სტადიის მორენები გვაქვს. მყინვარის მიერ წარმოქმნილი სხვა მორფოსკულპტურული ფორმები გარეცხილია.

მდ. ზოფხიტურას აუზი. მდ. ზოფხიტურას ხეობის საერთო მოხაზულობა ასიმეტრიულია, ხეობის მარცხენა კალთა გამოირჩევა ნაზი მოხაზულობით და შედარებით ძლიერი ეროზიული დანაწევრებით, ვიდრე მარჯვენა კალთა. ხეობის ორივე კალთა დაფარულია უმეტესწილად საკმაოდ მძლავრი (~5-30 მ) დელუვიური შლეიფებით, ქვაყრილებით, მცვივანას კონუსებით და მორენული წარმონაქმნებით. ხეობაში ციკლური ტერასები არ გვხვდება, თუმცა „გეოლოგების ბინებთან“ და მდინარის ქვემო წელში რელიეფში კარგად გამოკვეთილი დატერასებული ფლუვიოგლაციალური ნაფენები გვხვდება. ამ მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებოა მდ. ზოფხიტურას და მდ. რიონის შესართავთან განვითარებული ფლუვიოგლაციალური ტერასები.

რელიეფში მდინარის დონიდან კარგად არის გამოხატული სამი ტერასული საფეხური ~8-12; 25-30; და 40-50 მ სიმაღლეზე. ტერასების ჭრილი წარმოდგენილია კარგად დამუშავებული ფლუვიოგლაციალური ქვამრგვალებით და ქვიშა-ქვიშნარით, რომლის შემადგენლობაში ჭარბობს კრისტალური ფორმაციების მასალა. ამავე დროს ამ ნალექებს შორის გამოერევა დიდი ზომის დაკუთხული გრანიტული ლოდები, რომლებიც ადგილზე სუსტად დამუშავებული მორენების ნარჩენებს უნდა წარმოადგენდნენ. ასეთი ლოდები განლაგებულია ტერასების ზედაპირზე და თვით მდინარის კალაპოტში. ამავე მიდამოებში უკანასკნელი გამყინვარების მორენები გვხვდება ზოფხიტურას მარჯვენა მხარეზე შესართავიდან ~500-600 მ დაშორებით ზ.დ. ~1600-1650 მ სიმაღლეზე.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტები, სხვა მორფოლოგიურ ნიშნებთან ერთად, დამაჯერებელ საბუთს გვაძლევს იმის შესახებ, რომ ვიურმის დროს მყინვარი ზოფხიტო აღწევდა ამავე სახელწოდების მდინარის შესართავამდე და გრძელდებოდა რიონის ხეობაში, რაც საშუალებას გვაძლევს აღვადგინოთ უკანასკნელი ფაზური გამყინვარების საზღვრები.

მდ. ზოფხიტურას ხეობაში ზ. დ. 2150-2120 მეტრის სიმაღლეზე კარგადაა გამოხატული მცირე გამყინვარების პერიოდის გვერდითი და ბოლო მორენები, რომლის საშუალებით ამ პერიოდის მყინვარის საზღვრების, სისქის, მოცულობის და ფართობის აღდგენაა შესაძლებელი (გობეჯიშვილი და სხვ. 2012a).

მდ. ზოფხიტურას ხეობა მთელ სიგრძეზე ტროგულ ფორმას ინარჩუნებს. კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) ამ აუზში 7 მყინვარი იყო, რომელთა ფართობი 7.81 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის მონაცემებით მყინვართა რაოდენობა 9 იყო, რომელთა ფართობი 7.92 კმ²-ს უდრიდა. ამ პერიოდში მყინვართა რაოდენობის გაზრდა გამოწვეული იყო უკანდახევის დროს მათი განცალკევებით, ხოლო ფართობის გაზრდა კი ძველ რუკაზე კარული ტიპის მყინვარების არასწორი ჩვენებით. 2014 წლის მონაცემებით მდ. ზოფხიტურას აუზში 11 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 5.23 კმ². 54 წლის განმავლობაში მყინვარების ფართობი 33.96%-ით შემცირდა, რაოდენობა კი ორით გაიზარდა.

აუზის უდიდესი მყინვარებია ზოფხიტო და ლაბოდა, რომლებიც 1955 წლამდე შეერთებული იყო და ერთი ენით მთავრდებოდა, ამიტომაცაა, რომ მყინვარი ლაბოდა ადრეულ მკვლევართა ნაშრომებში ცალკე არ არის განხილული. 1958 წლის აეროფოტოსურათებზე ისინი უკვე დამოუკიდებელ მყინვარებს წარმოადგენდნენ.

მცინვარების ენები დღეს ერთმანეთისაგან დაახლოებით 1100 მეტრით არის დაცილებული. მათ შორის მდებარე არე კი მძლავრი ფლუვიოგლაციალური ნაფენებით არის ამოვსებული.

მცინვარი ზოფხიტო ხეობის მარტივი ტიპის სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. იგი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს და იწყება მწვერვალ გეზეს აღმოსავლეთით. 2014 წლის მონაცემებით მცინვარის ფართობი 2.42 კმ², ხოლო სიგრძე 3.60 კილომეტრია. მისი ენა ზ.დ. 2605 მეტრზე მთავრდება. მცინვარის ფირნის აუზი და ენა ~300 მეტრის სიმაღლის ყინულვარდნილითაა გამოყოფილი, ენას იდეალური მოხაზულობა აქვს, მისი სიგანე დაახლოებით ~500 მეტრია.

ყინულვარდნილის ძირში სხვადასხვა მიმართულების ნაპრალები ვითარდება, მისი ზედაპირი, განსაკუთრებით კი გვერდები დაფარულია ზვავების მიერ ჩამოტანილი ნაშალი მასალით (ზედაპირული მორენებით). მცინვარის ენა და ფირნი სუსტად დახრილია (~10-20°) და ზოგიერთ ადგილას დაფარულია მორენული საფარით. მისი ფირნის აუზი ჩაწოლილია რელიეფის მკვეთრად გამოხატულ ცირკში, რომელიც მწვერვალებს გეზესა და ედენას შორის მდებარეობს. ერთი მხრივ, იგი შემოსაზღვრულია ცენტრალური კავკასიონის წყალგამყოფის მონაკვეთით და მეორე მხრივ, კავკასიონის შტოქედით, რომელიც ასევე წარმოადგენს წყალგამყოფს მცინვარების - დიდი და პატარა ედენასა და ზოფხიტოს აუზებს შორის.

მდ. ჩვეშურას აუზი მდებარეობს კავკასიონის წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ ფერდობზე მწვერვალ წითელადან მწვერვალ ციხვარგამდე. აქ 24 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 11.56 კმ². ამ მონაცემებით ჩვეშურას აუზი, რიონის მდინარეთა აუზებს შორის პირველ ადგილზეა და მასზე მოდის მცინვარების საერთო რაოდენობის 24.74%, და ფართობის 24.77%.

აქ მდებარეობს ისეთი მცინვარები როგორცაა: კირტიშო, წითელა, ხვარგულა, შთალა. ყველა ადრეული მკვლევარები (Ращевский, 1904; Подозерский, 1911; დ. წერეთელი 1943, 1959) თავის შრომებში განიხილავენ ძირითადად მხოლოდ მცინვარ კირტიშოს. რადგან იგი აუზის ყველაზე დიდ მცინვარს წარმოადგენდა. ამჟამად კი მცინვარი კირტიშო არამარტო ჩვეშურას, არამედ რიონის აუზშიც ფართობის მიხედვით პირველ პოზიციას იკავებს.

კ. პოდოზერსკის მიხედვით მდ. ჩვეშურას აუზში 17 მცინვარი იყო, რომელთა ფართობი 20.99 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის მონაცემებით მცინვარების რაოდენობა 20-მდე გაიზარდა, ხოლო მათი საერთო ფართობი შემცირდა 16.27 კმ²-მდე. 1960-2014 წლების პერიოდში კი მცინვარების რაოდენობა 4-ით გაიზარდა, ფართობი კი 28.94%-ით შემცირდა.

მცინვარი კირტიშო რიონის აუზის ყველაზე დიდი მცინვარია. იგი ფირნის აუზით შეერთებულია კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის მცინვარ ბართუის ფირნის ველთან. კვების აუზის სიგანე ~2.5 კმ-ია, სიგრძე ~2.8 კმ. მცინვარი ხეობის ტიპისაა, კარგად გამოხატული დანაპრალებული ენით. მცინვარის სიგრძე 4.76 კმ-ია, ენის სიგანე შუა წელში ~450 მ. მცინვარის ზედაპირი სუფთაა. მდ. ჩვეშურას ხეობის ძირის ვარდნა მცინვარის წინ ძალზე მცირეა ~2-3 მ/კმ. ხეობის ასეთი მორფოლოგიური თავისებურება განაპირობებს, რომ აქ კარგად არის შემონახული გლაციალური მორფოსკულპტურული ფორმები: მორენები, მორენული ბორცვები, ვერძის შუბლები და სხვ. მცინვარის ექსპოზიცია ჩრდილო-დასავლეთურია. 1930-1940-იან წლებში მცინვარის ენა მის წინ მდებარე რიგელზე იყო გადმოკიდებული (ნახ. 11). ამჟამად მისი ენა ზ.დ. 2655 მეტრზე მთავრდება.



ნახაზი 11. მყინვარ კირტიშოს ენა 1935-2010 წწ.

მდ. ჩვეშურას აუზში სიდიდით მეორეა **მყინვარი ხვარგულა**, იგი სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის ხეობის ტიპის მყინვარია. 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკებზე ჩანს რომ მყინვარს კარგად გამოხატული ენა ქონდა და მყინვარის ფართობი 1.89 კმ² იყო. უნდა ვთქვათ ისიც რომ 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკებზე ფირნი არასწორად იყო შემოხაზული და მყინვარის კვების აუზის გარკვეული ნაწილი საქართველო-რუსეთის საზღვარს მიღმა ხვდებოდა, რაც გამოწვეული იყო საზღვრის ხაზის არასწორად გატარებით. დღეს სხვადასხვა კოსმოსურ სურათებზე ნათლად ჩანს, რომ საზღვრის ხაზი უფრო ჩრდილოეთით გადის და შესაბამისად მყინვარის ფირნიც სრულადაა შემოხაზული. მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული მიზეზის გამო ფირნის ფართობმა მოიმატა, მაინც მყინვარის ფართობის 29.10%-ით შემცირებას აქვს ადგილი. დღეს მყინვარის ფართობი 1.34 კმ²-ია.

მდ. ხვარგულას ხეობაში სამი საფეხური გვაქვს, რომელიც წარმოქმნილია გვიან პოლოცენური სტადიალური გამყინვარების დროს. მორენული საფეხურების სიმაღლე ~30-50 მ-ია.

მდ. ნოწარულას აუზი. კ. პოდოზერსკის მონაცემებით ამ აუზში 6 მყინვარი იყო ფართობით 7.05 კმ². 1960 წლის მონაცემებით მყინვარების რაოდენობა ისევ ექვსი იყო, ხოლო მათი ფართობი 5.45 კმ²-ს შეადგენდა. აქვე აღვნიშნავთ რომ 1960 წელს სხვა ექვს მყინვარებთან გვქონდა საქმე. პოდოზერსკის კატალოგში მოცემული კარული მყინვარი №357 გაქრა, ხოლო მყინვარი ნოწარა გაიყო ორად, ამიტომ მყინვართა რაოდენობა იგივე დარჩა, ხოლო ფართობი შემცირდა. 2014 წლის მონაცემებით მდ. ნოწარულას აუზში 7

მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 3.68 კმ². ბოლო 54 წლის განმავლობაში მცინვარების რაოდენობამ ერთით მოიმატა, ხოლო ფართობი 32.47%-ით შემცირდა.

მდ. ნოწარულას აუზში ყველაზე დიდი მცინვარია კოცონიარა, მისი ფართობი 0.96 კმ²-ია. იგი კარული ტიპის სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია.

მდ. ჭანჭახის აუზი მოიცავს რაჭის კავკასიონის აღმოსავლეთ მონაკვეთს და შოდა-კედელას ქედის ჩრდილო ფერდობს. მთიან რაჭაში იგი მდ. რიონის ყველაზე დიდი შენაკადია. ამ აუზშია მოქცეული რაჭის კავკასიონის ჰიფსომეტრიულად ყველაზე მაღალი მწვერვალები, რომელთა სიმაღლე 4000 მ-ს აღემატება (ჭანჭახი, თბილისას წვერი, ბუბის წვერი, ბურჭულა), მაგრამ გამცინვარების ფართობის თვალსაზრისით იგი ჩამორჩება მდ. ჩვეშურას ხეობას. ხოლო მცინვარების რაოდენობის მიხედვით მდ. რიონის აუზში ჩვეშურას და ცხენისწყლის აუზებს შემდეგ მესამე პოზიციას იკავებს.

მცინვარები ძირითადად გვხვდება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე (ბოყო, ბუბა, თბილისა, ჭანჭახი). ხოლო კედელას ქედის ჩრდილო ფერდობზე მდ. ხამიჯოუს სათავეში შემორჩენილია ერთი დეგრადირებული კარული ტიპის მცინვარი.

უნდა აღვნიშნოთ რომ მდ. ჭანჭახის აუზში 2005-2014 წლებში თითქმის ყოველწლიურად ვატარებდით ექსპედიციებს, რომლის დროსაც ვახდენდით მცინვარების ვიზუალურ დათვალიერებას, დინამიკის დაფიქსირებას და მცინვარების ენების GPS-ით აგეგმვას.

მდ. ჭანჭახის აუზში კ. პოდოზერსკის მიხედვით (1911) 15 მცინვარი იყო, 18.37 კმ² ფართობით. რ. გობეჯიშვილის მონაცემებით (1960) მცინვარების რაოდენობა შემცირდა 14-მდე ხოლო ფართობი 3.57 კმ²-ით. აქვე აღვნიშნავთ, რომ მცინვართა რაოდენობის შემცირება ამ პერიოდში გამოწვეული იყო შოდა-კედელას ქედის ჩრდილო ფერდობზე მცირე მცინვარების გაქრობით. შემცირება მეტი იქნებოდა, რომ მცინვარ თბილისას არ გამოყოფოდა მცირე ზომის მცინვარები. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 16 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 11.09 კმ².

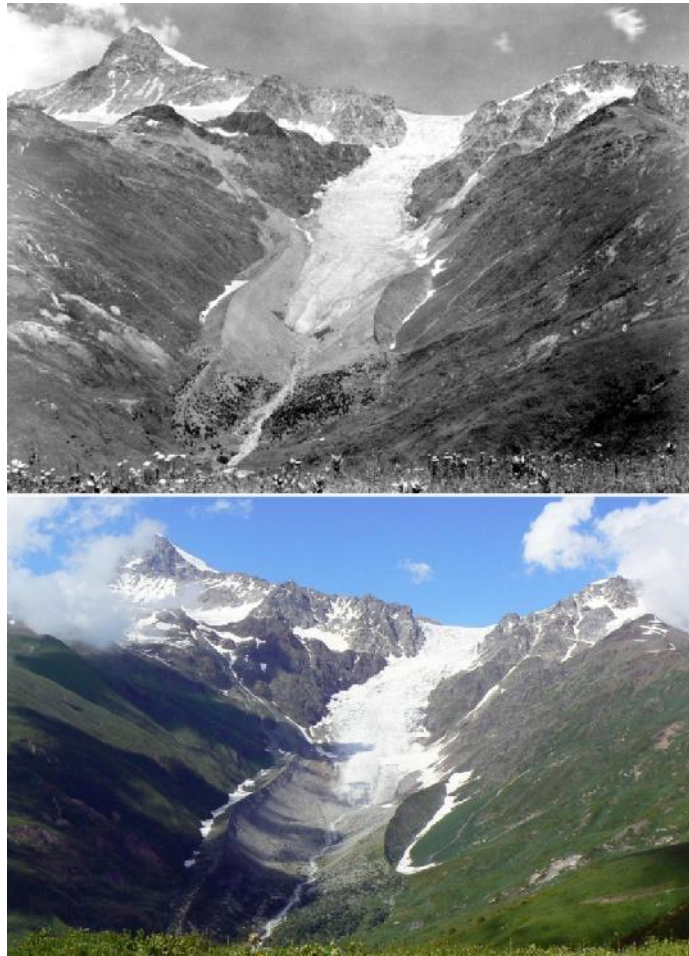
მცინვარი ბოყო მდ. ჭანჭახის აუზში თავისი მორფომეტრიული პარამეტრებით პირველ ადგილს იკავებს. მისი ფართობი 3.88 კმ²-ია. იგი ხეობის ტიპის სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია და კირტიშოს შემდეგ მდ. რიონის აუზში ფართობის მიხედვით მეორე ადგილი უკავია.

მცინვარის ფირნი და ენა კარგადაა გამოიჯნული ერთმანეთისაგან, მცინვარის ენა ხეობაშია ჩაწოლილი დაახლოებით ორი კილომეტრის მანძილზე. მისი სიგანე ~400 მ-ია და დასერილია სხვადასხვა მიმართულებების ნაპრალებით. მცინვარ ბოყოს ფირნი ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით გადაჭიმულია ~3.8 კილომეტრის მანძილზე. ფირნი შეერთებულია კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობის მცინვარ ყარაუგომთან. შეერთების ადგილთან ფირნის სიგანე ~1.0 კმ-ია. მცინვარის ენის ზედაპირი ძირითადად სუფთაა.

1960 წელს მცინვარის ფართობი 4.62 კმ², ხოლო სიგრძე 4.8 კმ იყო. მცინვარის ენა ზ.დ. 2440 მეტრზე მთავრდებოდა. 2014 წლის მონაცემებით მცინვარის ფართობი 3.88 კმ², ხოლო სიგრძე 4.10 კილომეტრია. ბოყოს მცინვარის ენა ზ.დ. 2660 მეტრზე მთავრდება. ბოლო 54 წლის განმავლობაში მცინვარის ფართობი 16.01%-ით შემცირდა, მცინვარის ენამ ~700 მეტრით დაიხია უკან, სიმაღლებრივად კი მცინვარის ენამ ~120 მეტრით მაღლა აიწია (ნახ. 12).

მდ. ბოყოსწყლის ხეობაში კარგად არის გამოხატული ბოლო სტადიალური გამცინვარების კვალი. მცინვარს ორივე მხარეზე გაუყვება გვერდითი სტადიალური მორენები, რომლებიც ქვემოთ ირკალებიან და ბოლო მორენაში გადადიან. გვერდითი

მორენების გარე ფერდობები მცირედ დახრილია და ძირითადი ფერდობიდან გამოყოფილია ჩადაბლებით, სადაც მცირე ზომის ტბა მდებარეობს. შიგნითა ფერდობი ძლიერ დახრილია და ეროზიული და გრავიტაციული პროცესებითაა დანაწევრებული. ხეობის ძირზე კარგად ჩანს მიკროსტადიალური მორენები.



ნახაზი 12. მცინვარ ბოყოს შემცირება 1970 - 2008 წლებში.

მცინვარი ბუბა - ხეობის რთული ტიპის სამხრეთ დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. იგი სამი ნაკადისაგან შედგება და ერთიანი განიერი ენით ხეობაში ზ.დ. 3020 მეტრზე მთავრდება. ხშირად სამეცნიერო ლიტერატურაში მცინვარ ბუბას შეცდომით თბილისას ემახიან, რაც არასწორია. ყველა ადრეულ გამოცემებში და რაც მთავარია ადგილობრივი მოსახლეობა მას ბუბას უწოდებს. ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის ეგიდით მცინვარზე წლების განმავლობაში ტარდებოდა სტაციონალური კვლევები, გლაციო-გეომორფოლოგიური და გლაციო-ჰიდრო-კლიმატური მიმართულებით.

უნდა აღვნიშნოთ ისიც რომ ყოფილ საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე მცინვარ ბუბაზე დაფიქსირებული იყო სტაციონალური დაკვირვების ყველაზე გრძელი რიგი - 1965 წლიდან, რომელსაც სწორედ გეოგრაფიის ინსტიტუტი ატარებდა. აღნიშნული კვლევები 1990-იან წლებში შეწყდა.

მცინვარი თბილისა მდებარეობს მდ. ბუბისწყლის მარცხენა შენაკადის თბილისას აუზში. იგი ხეობის ტიპის სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. მცინვარის ენა GPS-ის გამოყენებით ბოლოს 2010 წელს დავაფიქსირეთ, ამ დროს ენის ბოლო მონაკვეთი რიგელზე იყო გადმოკიდებული. 2012 წლის ექვედიციის დროს მცინვარის ენის GPS-ით აგეგმვა უკვე შეუძლებელი იყო, რადგან მექანიკური ნგრევის და აბლაციის შედეგად ენის ბოლო მონაკვეთი ჩამოშლილი დაგვხვდა, შესაბამისად რიგელის საკმაოდ დიდი სიმაღლის გამო მიახლოებაც ვეღარ შევძელით. აქედან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ მომავალში მცინვარის დინამიკის დაფიქსირება მხოლოდ კოსმოსური სურათების და ფოტო გადაღების საშუალებით იქნება შესაძლებელი.

2014 წლის მონაცემებით მცინვარის ფართობი 1.90 კმ²-ია. ამ მაჩვენებლით თბილისა, ბოყოს და ბუბას შემდეგ მესამე მცინვარია მდ. ჭანჭახის აუზში. მისი ენა ზ.დ. 2990 მეტრზე მთავრდება. მცინვარის ზედაპირი დანაპრალებულია. მისი სიგრძე 2.87 კილომეტრია.

1960 წლის მონაცემებით მცინვარ თბილისას ფართობი 2.76 კმ² იყო, მისი ენა ზ.დ. 2820 მეტრზე მთავრდებოდა. ბოლო 54 წლის განმავლობაში მცინვარის ფართობი 31.15%-ით შემცირდა. მცინვარის ენამ 170 მეტრით მაღლა აიწია.

მცინვარის აუზში კარგად არის გამოხატული სტადიალური და მიკროსტადიალური მორენები, რაც საშუალებას იძლევა აღვადგინოთ მცინვარის დინამიკა დროსა და სივრცეში.

მდინარეების, ღარულას და გომილას აუზში მხოლოდ ორი მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარი მდებარეობს 0.14 კმ² ფართობით. მცინვარები განლაგებულია შოდაკედელას ქედის სამხრეთ ფერდობზე. მათ უკანასკნელ 54 წელიწადში საკმაოდ ცვლილებები განიცადეს როგორც რაოდენობით ასევე ფართობითაც. 1960 წლის მონაცემებით აქ 5 მცინვარი იყო 0.82 კმ² ფართობით.

მდ. ჯეჯორას აუზში თანამედროვე მცინვარები წარმოდგენილია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მ. საუხოხის სამხრეთით და ლეთის ქედის ჩრდილო-დასავლეთ ფერდობზე. ბოლო მონაცემებით სულ 6 მცინვარი მდებარეობს, მათგან ოთხი კარული და ორიც კარული ხეობის. საერთო ფართობით 1.59 კმ².

კ. პოდოზერსკის მიხედვით (1911) აქ 11 მცინვარი იყო, 7.24 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 9 მცინვარი იყო, საერთო ფართობით 5.73 კმ². მცინვარი ზეკარა 1890 წლიდან გაიყო ორად და მისი ფართობი შემცირდა 0.7 კმ²-ით. 1960 წლის შემდეგ სამხრეთ ზეკარა კიდევ ორ ნაწილად გაიყო. ხალაწას მცინვარი მის გვერდებზე მდებარე სამ პარატა კარულ მცინვართან ერთად საერთოდ დადნა. ბოლო 54 წლის განმავლობაში ამ აუზში მცინვარების ფართობი 72.25%-ით შემცირდა.

3.7 მდ. ლიახვის აუზის მცინვარები

თანამედროვე გამცინვარების კერებს მდ. ლიახვის ხეობაში წარმოადგენს ბრუტსაბძელის (ჯავის) ქედი (კავკასიონის შტოქედი) და მდ. თერგისა და მდ. ლიახვის აუზების წყალგამყოფი კავკასიონის ქედი მ. ზილგახოხის და მ. ლალზციტის მიმდებარედ. საკვლევ აუზში ეს მონაკვეთები ჰიფსომეტრულად ყველაზე მაღალია.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) ამ ხეობაში 12 მცინვარი მდებარეობდა 5.08 კმ² ფართობით. კ. ივანკოვის მიხედვით მდ. ლიახვის აუზში 34 მცინვარი იყო 10.41 კმ² ფართობით. მისი მონაცემები ჩვენი აზრით გაზრდილია და რეალობას არ შეესაბამება.

უნდა აღინიშნოს, რომ პ. ივანკოვს მცინვარებად ჩათვლილი აქვს სეზონური თოვლის ლაქები, რომლითაც ეს აუზი ძალზე მდიდარია. 1960 წლის მონაცემებით მთლიანად მდ. ლიახვის აუზში 16 მცინვარი იყო, რომელთა ჯამური ფართობი 3.95 კმ²-ს შეადგენდა. კ. პოდოზერსკისა და 1960 წლის მონაცემები კარგად ასახავს ამ ხეობის გამცინვარების დინამიკას და ეთანხმება საერთოდ კავკასიონის გამცინვარების იმდროინდელ დინამიკას.

2014 წლის მონაცემებით მდ. ლიახვის აუზში 10 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 1.83 კმ². აღნიშნულიდან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ 1911-1960 წლებში მცინვარების ფართობი 22.24%-ით შემცირდა, მაგრამ იგივე პერიოდში მცინვარების რაოდენობა ოთხით გაიზარდა. ბოლო 54 წლის განმავლობაში კი ადგილი აქვს როგორც მცინვარების რაოდენობის, ასევე ფართობის კლებას.

მცინვარი ლაღზციტი მდ. ლიახვის აუზის ყველაზე დიდი მცინვარია. იგი ჩრდილოეთური ექსპოზიციისაა და კარული ხეობის ტიპის ერთადერთი მცინვარია ამ აუზში. კოსმოსური სურათის გეგმაში ჩანს, რომ თითქოს ორი ერთმანეთისაგან საკმაოდ დამორეზული ენა აქვს, მაგრამ სინამდვილეში აღმოსავლეთი ყინულის ნაკადი ფირნის ველის გაგრძელებას წარმოადგენს, ხოლო დასავლეთი, მცინვარის რეალურ ენას, მათ შორის სიმაღლებრივი სხვაობა ~300 მეტრამდეა. მცინვარის ფართობი 0.99 კმ²-ია და მასზე მოდის ლიახვის აუზის მცინვარების საერთო ფართობის 54.09%. იგი მდ. ერმანისწყლის აუზში მდებარეობს.

დანარჩენი ფართობი, მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარებზე ნაწილდება, რომელთაგან ერთი მცინვარი მდებარეობს კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობზე მ. ზილგახოხის სამხრეთ-დასავლეთით, ხოლო მეორე მცინვარი, იმ ადგილში სადაც ლეთის ქედი გამოეყოფა კავკასიონის ქედს. დანარჩენი 7 მცინვარი კი ჯავის ქედის ფერდობებზე. რაოდენობის მიხედვით ჭარბობს ჩრდილოეთური ექსპოზიციის მცინვარები, დანარჩენი ექსპოზიციის მცინვარები კი თითქმის თანაბრადაა განაწილებული.

მცინვარები ძირითადად მდინარეების - ჭომალისწყლის, ქეშელთას და ერმანისწყლის აუზებში მდებარეობენ.

3.8 მდინარე არაგვის აუზის მცინვარები

მდ. არაგვის აუზი განსხვავებით ცენტრალური კავკასიონისაგან, შედარებით დაბალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობით ხასიათდება, ამას ემატება კლიმატური პირობების თავისებურებანი, კერძოდ მშრალი კონტინენტური ჰაერის მასების გავლენა. ამ ყველაფრის შედეგად მდ. არაგვის აუზში (ხევსურეთის არაგვი) დღეს მხოლოდ აბუდელაურის ერთი მცინვარია წარმოდგენილი, 0.32 კმ² ფართობით. 1960 წლის მონაცემებით მდ. არაგვის აუზში აბუდელაურის გარდა კიდევ ორი მცინვარი იყო, რომლებიც მდ. თეთრი არაგვის აუზში ყელის ვულკანურ ზეგანზე მდებარეობდნენ. დღეს ეს მცინვარები აღარ არსებობს. სამივე მცინვარის საერთო ფართობი 0.88 კმ² იყო. კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) აღნიშნული სამი მცინვარის საერთო ფართობი 2.15 კმ²-ს შეადგენდა.

მცინვარი აბუდელაური - კარული-ხეობის ტიპის, ჩრდილო-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. 1960 წელს მცინვარის ფართობი 0.68 კმ², ხოლო სიგრძე 2.96 კმ იყო. 2014 მონაცემებით მცინვარის ფართობი 0.32 კმ²-ია, სიგრძე კი 1.36 კმ.

მცინვარი ღრმად არის ჩამჯდარი ძველ მცინვარულ ცირკში. ენა დანაგვიანებულია და სუსტადაა გამოხატული თანამედროვე სტადიალური მორფოსკულპტურული ფორმები. სამაგიეროდ მდ. რომკას ხეობის ძირზე კარგად არის შემონახული გვიან პლეისტოცენური და ჰოლოცენური ასაკის მორენები, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია აღმოსავლეთ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ძველი გამცინვარების რეკონსტრუქცია.

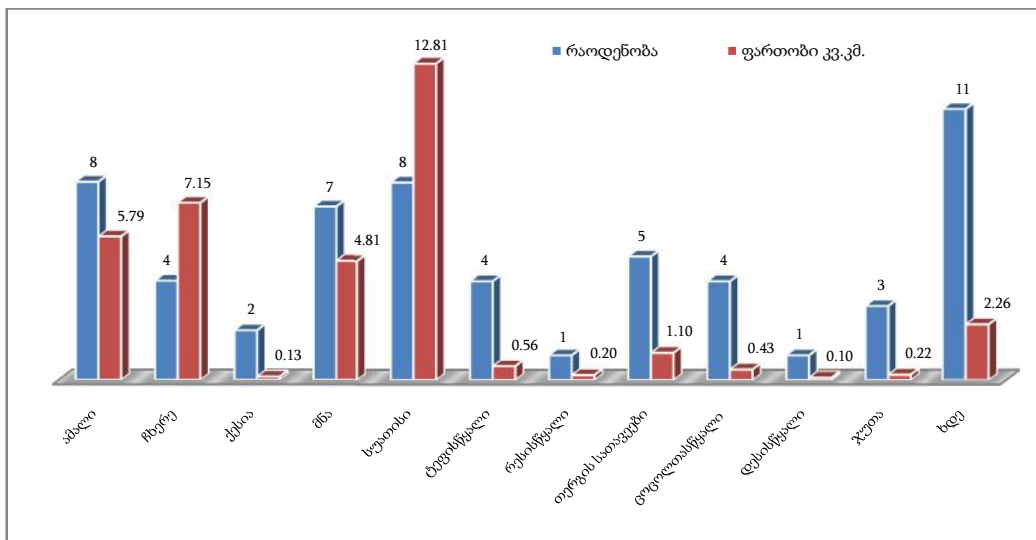
3.9 მდ. თერგის აუზის მცინვარები

გამცინვარების მთავარ კერას თერგის აუზში წარმოადგენს ჯიშარა-ყაზბეგის მასივი (ხობის ქედი). ამ მასივის საშუალო სიმაღლეა 4500 მ. მასივის ფერდობებიდან სათავეს იღებს ისეთი მძლავრი ხეობის ტიპის მცინვარები, როგორცაა: დევდორაკი, გერგეთი (ორწვერი), მნა, სუათისი და სხვა. გამცინვარების ცალკეული კერები დაკავშირებულია მთავარი წყალგამყოფი ქედის მწვერვალებთან, რომელთა სიმაღლე 3800 მეტრს აღემატება (ზილგახოხი, კალასანი) და მდ. ხდეს აუზთან.

ცალკეულ მდინარეთა აუზების მიხედვით მცინვარები და მათ მიერ დაკავებული ფართობი საკმაოდ არათანაბრადაა განაწილებული (ნახ. 13).

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) მდ. თერგის აუზში 63 მცინვარი იყო, რომელთა საერთო ფართობი 89.13 კმ²-ს შეადგენდა. რ. გობეჯიშვილის მონაცემებით (1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკებზე დაყრდნობით) მდ. თერგის აუზში 99 მცინვარი მდებარეობდა, საერთო ფართობით 67.19 კმ².

2014 წლის მონაცემებით მდ. თერგის აუზში 58 მცინვარია, საერთო ფართობით 35.56 კმ². მცინვარების რაოდენობის მიხედვით მდ. თერგის აუზს ენგურის, კოდორის და რიონის შემდეგ მეოთხე ადგილი უკავია და მასზე მოდის საქართველოს მცინვარების საერთო რაოდენობის 9.10%. მცინვარების ფართობის მიხედვითაც იგი მეოთხე ადგილს იკავებს ენგურის, რიონის და კოდორის შემდეგ და მასზე მოდის საქართველოს მცინვარების საერთო ფართობის 9.99%.



ნახაზი 13. მდინარე თერგის აუზის თანამედროვე მცინვარების განაწილება შენაკად მდინარეთა აუზების მიხედვით.

ბოლო 54 წლის განმავლობაში მდ. თერგის აუზში მცინვარების რაოდენობა 41.41%-ით შემცირდა, ხოლო ფართობი 47.07%-ით. მცინვარების რაოდენობისა და ფართობის კლების ამ მონაცემებით საქართველოს დიდ მდინარეთა აუზებში თერგი ლიდერობს. ამის მიზეზი რამოდენიმე ბუნებრივი ფაქტორია, რომელთაგან სამ ძირითად ფაქტორს გამოვყოფთ:

1. როგორც აღვნიშნეთ მდ. თერგის აუზი გავასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის ჩრდილოეთით მდებარეობს. ჰავაც მკვეთრად კონტინენტურია, რაც განაპირობებს მყარი ატმოსფერული ნალექების სიმცირეს (განსაკუთრებით ეს შეინიშნება ბოლო წლებში), რომელიც მცინვარების არსებობის და მათი კვების რეჟიმისათვის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა;

2. ასევე მნიშვნელოვანია ოროგრაფიული პირობები, კერძოდ, აქ არსებული რელიეფის დანაწევრება საკმაოდ მაღალია, რამოდენიმე მწვერვალის სიმაღლე 4000-5000 მეტრსაც აჭარბებს, ხოლო ისეთი მწვერვალები რომელთა სიმაღლე 3500 მეტრს აღემატება ამ ადგილებში უხვადაა წარმოდგენილი, ამის შედეგად მკვეთრია ფერდობების დახრილობა, რაც პირდაპირ აისახება მცინვარების მორფოლოგიურ ტიპებზე. საქართველოს სხვა მდინარეთა აუზებთან შედარებით პროცენტულად თერგის აუზში ყველაზე მეტი დაკიდული ტიპის მცინვარია, მათზე მოდის თერგის აუზის მცინვარების საერთო რაოდენობის 41.37%. ამას თუ დავუმატებთ კარული-დაკიდული (8.62%) და დაკიდული-ხეობის (13.79%) ტიპის მცინვარებს გამოდის, რომ მცინვარების რაოდენობის 63.78% საერთო დაკიდული (კარული-დაკიდული, დაკიდული-ხეობის, დაკიდული) მორფოლოგიური ტიპის მცინვარებზე მოდის.

ასეთი პირობების გამო, ამ რეგიონში ხშირია მცინვარების მექანიკური ნგრევა, რაც ყინულის დნობის ინტენსივობას აჩქარებს. გარდა ამისა მცინვარების მექანიკური ნგრევა გლაციალური ღვარცოფების განმაპირობებელი ერთ-ერთი აუცილებელი ხელშემწყობი ფაქტორია. აღნიშნული გლაციალური ღვარცოფები ხშირ შემთხვევაში იწვევს მაღალმთიან რეგიონებში ინფრასტრუქტურის მოშლას, გზებისა და ხიდების დაზიანებას და ზოგიერთ შემთხვევაში ადამიანთა მსხვერპლითაც მთავრდება. საქართველოში ასეთი შემთხვევები არც თუ ისე იშვიათია. ბოლოს ასეთი ღვარცოფი დაფიქსირებულია მცინვარ დევედორაკზე 2014 წლის 17 მაისს, რომელმაც რამდენიმე ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა. ამ პროცესის დეტალური განხილვა მოცემული გვაქვს ქვემოთ, მცინვარ დევედორაკის დახასიათებისას.

3. ყოველივე ზემოთქმულის გარდა, ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, მდ. თერგის აუზში ისევე როგორც მსოფლიოს მრავალ მთიან რეგიონში შეინიშნება ტემპერატურის მატება, რაც მცინვარების დნობის პროცესს აჩქარებს. იმ ადგილებში კი სადაც უმეტესად მცირე ზომის მცინვარებია ფართობის შემცირების პარალელურად ადგილი აქვს მათი რაოდენობის კლებას. სწორედ ასეთ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე 1960-2014 წლების პერიოდში, როდესაც მდ. თერგის აუზში მცინვარების ფართობის და რაოდენობის კლების ასეთი მაღალი მაჩვენებელია დაფიქსირებული.

ფართობის მიხედვით მდ. თერგის აუზში წამყვანი ადგილი ხეობის ტიპის მცინვარებს უკავია, მათზე მოდის მცინვარების საერთო ფართობის 38.49%. მეორე ადგილს 34.47%-ით დაკიდული-ხეობის ტიპის მცინვარები იკავებს, შემდეგ კი დანარჩენი მორფოლოგიური ტიპის მცინვარები მოდის. ყველაზე მცირე ფართობი კარული-ხეობის ტიპის მცინვარებს უკავია. რაოდენობის მიხედვით კი როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ პირველ ადგილზე 41.37%-ით დაკიდული ტიპის მცინვარებია, ხეობის ტიპის მცინვარები კი სულ ორია.

მდ. თერგის აუზის მცინვარები საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი სხვადასხვა წლებში სხვადასხვა მკვლევარების მიერ, ამიტომ ჩვენ შევჩერდებით ცალკეული აუზების მოკლე დახასიათებაზე.

მდ. ამაღის აუზი მდებარეობს ჯიმარა-ყაზბეგის მასივის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე. იგი მდ. თერგის მარცხენა შენაკადს წარმოადგენს. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 8 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 5.79 კმ². 1960 წლის მონაცემებით კი მცინვარების რაოდენობა ერთით ნაკლები იყო და მათი საერთო ფართობი 11.74 კმ²-ს შეადგენდა. ბოლო 54 წლის განმავლობაში ამ აუზის მცინვარებმა დიდი ცვლილება განიცადა. კერძოდ, ჩაჩის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობზე მდებარე სამი მცირე ზომის მცინვარი საერთოდ დადნა, მცინვარ ჩაჩის ფართობი საგრძნობლად შემცირდა და ორ ნაწილად გაიყო, დევდორაკისა და ჩაჩის მცინვარებს შორის მდებარე ერთი უსახელო მცინვარი თითქმის განახევრდა და სამ ნაწილად დაიშალა, დევდორაკის სამხრეთ აღმოსავლეთით მდებარე მცირე ზომის მცინვარი ბოლომდე დადნა და უკვე აღარ არსებობს, თავად დევდორაკის მცინვარიც სამ ნაწილად გაიყო, კერძოდ ორ მთავარ და ერთ მცირე ზომის მცინვარად. ამდენად 1960-2014 წლებში მდ. ამაღის აუზში მცინვარების ფართობი 50.68%-ით შემცირდა, ხოლო მათი რაოდენობა ერთით გაიზარდა.

რაც შეეხება მცინვარების მორფოლოგიურ ტიპებს აქ ყველა მცინვარი დაკიდული ტიპისაა, გარდა ჩრდილოეთ და სამხრეთ დევდორაკისა, რომლებიც დაკიდული-ხეობის ტიპის მცინვარებია.

რელიეფის ოროგრაფიული თავისებურებები განაპირობებს აქ მცინვარების საერთო ჩრდილოეთურ ექსპოზიციას (სხვა ექსპოზიციის მცინვარები ამ აუზში არ გვხვდება), რომელთაგან წამყვანი ადგილი ჩრდილო-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მცინვარებს უკავია. ჩრდილო-დასავლეთური და ჩრდილოეთური მხოლოდ თითო მცინვარი მდებარეობს.

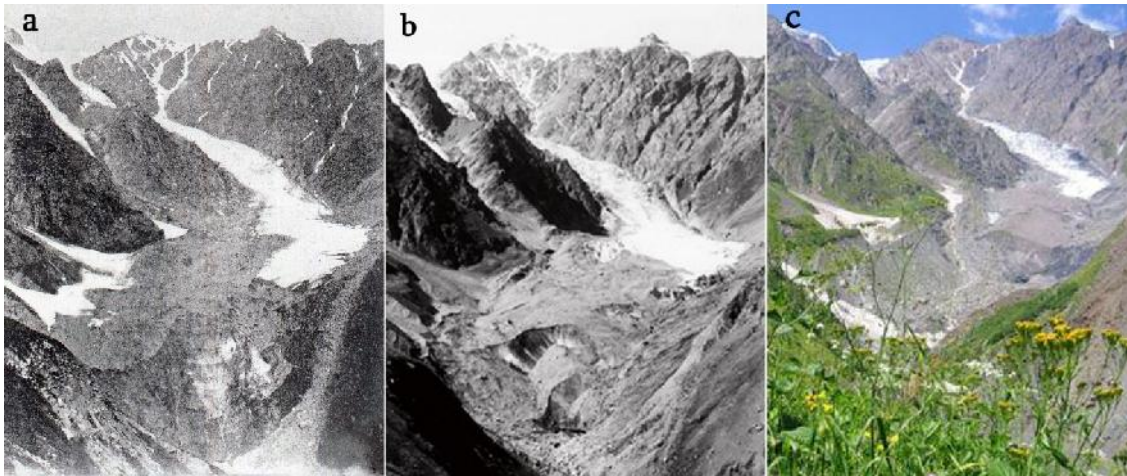
მცინვარები ჩრდილოეთ და სამხრეთ დევდორაკი მდ. ამაღის აუზში ყველაზე დიდი მცინვარებია რომელთა საერთო ფართობი 4.0 კმ²-ია. ორივე მათგანი დაკიდული ხეობის ტიპის მცინვარია და ჩრდილო-აღმოსავლური ექსპოზიციით ხასიათდება. აღნიშნული მცინვარები 1960 წელს ერთი მცინვარის სახით იყო წარმოდგენილი რომლის ფართობი 4.82 კმ² იყო.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ დევდორაკის მცინვარი სამ ნაწილად დაიშალა, ჩრდილოეთით მდებარე ნაკადს გამოეყო ჰიფსომეტრიულად უფრო მაღალ სიმაღლეზე მდებარე სამხრეთი ნაკადი. კოსმოსური სურათების მიხედვით ირკვევა, რომ მცინვარების ერთმანეთისაგან გაყოფა დაახლოებით 2000 წელს უნდა მომხდარიყო. მესამე მცირე ზომის დაკიდული ტიპის მცინვარი მათგან სამხრეთ აღმოსავლეთით ზ.დ. დაახლოებით 4000 მ სიმაღლეზე მდებარეობს.

ბოლო 54 წლის განმავლობაში მცინვარის ფართობი 17.01%-ით შემცირდა. მის ადგილას კი სამი მცინვარის ფორმირება მოხდა. ჩრდილოეთ და სამხრეთ დევდორაკის ფორმის საკმაოდ დიდი ნაწილი საქართველოს საზღვრის მიღმა ტერიტორიაზე ექცევა.

ჩვენ მოვიპოვეთ მცინვარწვერის მასივის ძველი ტოპოგრაფიული რუკა, რომელიც შედგენილია 1882 წელს, სადაც მკვეთრად ჩანს, რომ დევდორაკის მცინვარი ზ.დ. ბევრად დაბლა ჩამოდიოდა და შესაბამისად 1960 წელთან შედარებით ფართობიც ბევრად მეტი იყო. გარდა ამისა თსუ გეოგრაფიის მუზეუმში მოვიძიეთ დაახლოებით იგივე პერიოდში, 1880-1897 წლებში გადაღებული მცინვარ დევდორაკის ფოტოები.

რომელიც შევადარეთ 2011 წელს იგივე ადგილიდან გადაღებულ თანამედროვე მყინვარის ფოტოს, ვიზუალურადაც ჩანს რომ შემცირება აშკარად მაღალია (ნახ. 14).



ნახაზი 14. მყინვარ დევდორაკის შემცირება 1880 (a) - 1897 (b) -2011 (c) წლებში.

დევდორაკის მყინვარი ცნობილია თავისი მძლავრი ყინულოვანი ჩამოზვავებით რომელიც აღინიშნა 1776, 1778, 1785, 1808, 1817 და 2007 წლებში მძლავრი ჩამოზვავება მოხდა 1832 წელს, როდესაც ყინულოვანმა ზვავმა დააგუბა მდ. თერგი და მისი დინება შეაჩერა 8 საათით. ჯებირის გარღვევის შემდეგ გლაციალურმა ღვარცოფმა დიდი ზიანი მიაყენა ქ. ვლადიკავკაზს.

ბოლო პერიოდში მსგავსი სახის კატასტროფული გლაციალური ღვარცოფი მყინვარ დევდორაკზე 2014 წლის 17 მაისის დილას დაფიქსირდა. როდესაც მყინვარწვერის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე ზ.დ. დაახლოებით 4400-4500 მეტრიდან მოწყდა თოვლ-მყინვარული მასა (ძირითად ქანებთან ერთად). მოწყეტილმა მასამ თავისი მოძრაობის გზაზე ჩაითრია მყინვარის ენის ბოლო მონაკვეთი. ამას დაემატა ამაღლისწყლის ხეობაში მანამდე არსებული ნაშალი მასალა. ამ ყველაფერს კი ხელი შეუწყო უხვი ატმოსფერული ნალექების არსებობამ დროის იგივე მონაკვეთში. შედეგად წარმოიშვა დაახლოებით 4-5 მილიონი მ³ მოცულობის გრანდიოზული გლაციალური ღვარცოფი. აღნიშნულმა ღვარცოფმა დარიალის ხეობაში გამოსვლის შემდეგ რამდენიმე საათით გადაკეტა მდ. თერგი და დაახლოებით 20 მეტრი სიღრმის ტბა გააჩინა. საბედნიეროდ შეგუბებულმა წყალმა მალე მონახა გასასვლელი და სიტუაცია შედარებით განიმუხტა, მაგრამ მიუხედავად ამისა აღნიშნულ კატასტროფას რამდენიმე ადამიანის სიცოცხლე ემსხვერპლა, დაზიანდა საქართველოს სამხედრო გზის გარკვეული მონაკვეთი და მნიშვნელოვანი გაზსადენი. შესაბამისად ქვეყანასაც დიდი მატერიალური ზარალი მიადგა (ნახ. 15).

ჩრდილოეთ და სამხრეთ დევდორაკის შემდეგ მდ. ამაღლის აუზში სიდიდით მესამეა **მყინვარი ჩაჩი**. მორფოლოგიურად იგი ხეობის დაკიდული ტიპის, ჩრდილო-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მყინვარია. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მყინვარის უკანდახევის მაჩვენებელი დიდი არ არის და საშუალო წლიურ 10 მეტრამდეც არ აღის. რაც გამოწვეულია იმით, რომ მყინვარ ჩაჩს შედარებით პატარა ენა და ბევრად უფრო დიდი ფირნი აქვს, რომელიც დევდორაკისა და განსაკუთრებით კი რუსეთის მყინვარ მაილის ფირნთანაა დაკავშირებული. ბოლო წლების კოსმოსურ

სურათებზე ჩანს, რომ მათი ფირნები გაყოფის პირასაა. რამოდენიმე წელიწადში ისინი დამოუკიდებელ მყინვარებად ფორმირდებიან.



ნახაზი 15. მყინვარ დევედორაკის გლაციალური დვარცოფის შედეგი დარიალის ხეობაში, 2014 წლის 17 მაისი.

რაც შეეხება მყინვარის ფართობს, სახელმწიფო საზღვრის ხაზი მყინვარს ჩაჩს შუაზე „ჭრის“ და მისი სამხრეთ დასავლეთი ნაწილი (ფირნი და ენის მცირე მონაკვეთი) რუსეთის ტერიტორიაზე ხვდება, დანარჩენი ჩრდილო აღმოსავლეთი ნაწილი კი (ენის ძირითადი ნაწილი) საქართველოს ტერიტორიაზე. საერთოდ უნდა ვთქვათ, რომ აქ საზღვარი არასწორადაა გატარებული და არ ემთხვევა ოროგრაფიულ საზღვარს ანუ მყინვარების ფირნის გამყოფ თხემს, ე.ი. საზღვრის ხაზი საქართველოს ტერიტორიაზეა შემოწეული. ამის გამო მყინვარის ზუსტი ფართობის დასახელება თითქოს გამძლეობულია. ოროგრაფიული და მორფომეტრიული პირობების გათვალისწინებით მყინვარის კონტური ჩვენ მაინც ბუნებრივ საზღვარში შემოვხაზეთ, რომლის ფართობი 1.27 კმ²-ია. მყინვარის ენა ზ.დ. 3350 მეტრზე მთავრდება.

მდ. ჩხერეს აუზი მდებარეობს ყაზბეგის მასივის სამხრეთ-აღმოსავლეთ და აღმოსავლეთ ფერდობზე. ბოლო მონაცემებით ამ აუზში 4 მყინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 7.15 კმ². 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში 7 მყინვარი იყო, საერთო ფართობით 9.86 კმ². როგორც ვხედავთ მყინვარების რაოდენობის კლებასთან ერთად ადგილი აქვს მათი ფართობის 27.48%-ით შემცირებას. პირველ რიგში ეს ეხება მცირე ზომის მყინვარების გაქრობას.

მდ. ჩხერეს აუზში ფართობით ყველაზე დიდია **მყინვარი გერგეთი (ორწვერი)**. იგი ეშვება ყაზბეგის მასივის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობიდან. მორფოლოგიურად მყინვარი გერგეთი ხეობის ტიპისაა. მისი ფართობი 6.0 კმ²-ია.

ფირნის აუზი მდებარეობს დაახლოებით 3900 მეტრზე. მყინვარებს გერგეთსა და დევედორაკს გააჩნიათ საერთო ყინულგამყოფი, ამიტომ იმ მყინვარების ფართობი,

რომლებიც იწყებიან ყაზბეგ-მაილის მყინვარულ პლატოზე, განისაზღვრება მიახლოებით. ფირნის აუზიდან მყინვარი მოედინება სამხრეთით, შემდეგ მწვერვალ ორწვერიდან უხვევს აღმოსავლეთით და ქმნის ყინულვარდნილს. ქვემოთ მყინვარის ენა თანდათან ვიწროვდება და ზ.დ. 3200 მეტრზე მთავრდება. მდ. ჩხერეს ხეობაში მყინვარის ენის წინ კარგად მოჩანს გვერდითი და ბოლო სტადიალური მორენები.

1960 წლის მონაცემებით მყინვარ გერგეთის ფართობი 6.77 კმ² იყო. მისი ენა ზ.დ. 2880 მეტრზე მკვეთრად წამახვილებული ფორმით მთავრდებოდა. ბოლო 54 წლის განმავლობაში მყინვარმა დაახლოებით 0.9 კილომეტრით დაიხია უკან. ცალკე აღებული წლების მიხედვით კი, მაგალითად 2010-2011 წლებში მყინვარის ენის მექანიკური ნგრევა დავაფიქსირეთ, რის შედეგადაც მყინვარმა დაახლოებით 40 მეტრით უკან დაიხია. დნობის ამ მაჩვენებლით გერგეთის მყინვარი საქართველოს სხვა, დაახლოებით იგივე ზომის მყინვარებთან შედარებით პირველ ადგილზეა. თუ არ ჩავთვლით მყინვარ ჭალათის მხოლოდ ბოლო 3 წლის მონაცემებს, როდესაც მყინვარის საშუალოწლიურ უკან დახევამ გერგეთზე მეტი შეადგინა, თუმცა გასათვალისწინებელია ის, რომ ჭალათის ენა ზ.დ. 1960 მეტრამდე ჩამოდის და გერგეთის ენასთან შედარებით 1240 მეტრით დაბლა მთავრდება. ამდენად ჭალათის შემთხვევა შეიძლება გასაკვირი არ იყოს მაგრამ გერგეთის შემთხვევაში აშკარად შემცირების მომატებულ მაჩვენებლებთან გვაქვს საქმე. ამის გამომწვევი მიზეზები ჩვენ უკვე განვიხილეთ, როდესაც მდ. თერგის აუზის მყინვარების საერთო ფართობისა და რაოდენობის შემცირებაზე გვექონდა საუბარი.

მყინვარის მკვეთრი ცვლილების დადგენა ძველი და თანამედროვე ფოტოების ერთმანეთთან შედარებითაც შეგვიძლია (ნახ. 16).



ნახაზი 16. მყინვარ გერგეთის შემცირება 1890 (a) -1950 (b) -2011 (c) წლებში.

მდ. ქესიას აუზი მდებარეობს ხოხის ქედის სამხრეთ ფერდობზე. 1960 წლის მონაცემებით ამ აუზში სამი მყინვარი იყო, საერთო ფართობით 1.10 კმ². დღეს მყინვარების რაოდენობა ორია და მათი საერთო ფართობი 0.13 კმ²-ს შეადგენს. მყინვარები სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციისაა და მორფოლოგიურად კარულ ტიპს განეკუთვნება. ეს მყინვარები ზ.დ. დაახლოებით 3700-4000 მეტრზე მდებარეობს.

მდ. მნას აუზი მდებარეობს ხოხის ქედის სამხრეთ ფერდობზე და მერიდიანული მიმართულება აქვს. ბოლო მონაცემებით ამ აუზში 7 მყინვარია, საერთო ფართობით 4.82 კმ². ფერდობების მაღალი დახრილობის გამო შვიდივე მყინვარი მორფოლოგიურად დაკიდული ტიპისაა. რაც შეეხება ექსპოზიციას ოთხი მყინვარი სამხრეთული ექსპოზიციისაა, ხოლო სამი სამხრეთ-დასავლეთური.

1960 წლის მონაცემებით მდ. მნას აუზში იგივე რაოდენობის, ანუ შვიდი მცინვარი იყო, საერთო ფართობით 9.55 კმ².

ამ აუზში **მცინვარი მნა** ყველაზე დიდია. მისი ფართობი 2.60 კმ², ხოლო სიგრძე 2.50 კილომეტრია. მცინვარი ზ.დ. 3360 მეტრზე მთავრდება. საველე კვლევებისა და უახლეს კოსმოსურ სურათებზე დაკვირვების საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ამ ზომის მცინვარებში მნას მცინვარი საქართველოში პირველია თავისი უკანდახევის მაჩვენებლებით (არ ვგულისხმობთ ისეთი დიდი ზომის მცინვარებს როგორც იყო მაგალითად ტვიბერი და ქვიში, სადაც უკანდახევის მაჩვენებელი იგივე პერიოდში კიდევ უფრო მაღალი იყო).

1960 წლის მონაცემებით მცინვარის ფართობი 3.19 კმ², ხოლო სიგრძე 4.08 კმ იყო. მისი ენა ზ.დ. 2855 მეტრზე მთავრდებოდა. ბოლო 54 წლის განმავლობაში მცინვარის ფართობი 18.49%-ით შემცირდა, რაც არც თუ ისე დიდი მაჩვენებელია სხვა მცინვარებთან შედარებით. მაგრამ თუ გადავხედავთ მცინვარის სიგრძეში შემცირებას და ენის სიმაღლის ცვალებადობას ვნახავთ, რომ აქ განსაკუთრებულად მაღალ ციფრებთან გვაქვს საქმე. კერძოდ მცინვარის ენა ზ.დ. 505 მეტრით მაღლაა აწეული, ხოლო სიგრძე 1.58 კილომეტრითაა მოკლებული. ამის მიზეზი კი შემდეგია.

მცინვარი მნა იწყება ყაზბეგ-მაილის პლატოზე. 1960 წლის მდგომარეობით, მცინვარი ფირნიდან გამოსვლის შემდეგ ქმნიდა ~200 მეტრის სიმაღლის ყინულვარდნილს, შემდეგ ენა ძლიერ ვიწროვდებოდა (~150-200 მ) და გრძელდებოდა ~1.4 კმ-ზე მდ. მნას ხეობაში. ენის ზედაპირი დაფარული იყო თხელი მორენული საფარით, განსაკუთრებით მისი ბოლო ნაწილი. სწორედ ვიწრო ენის დნობის გამოა მცინვარის უკანდახევის ასეთი მაღალი მაჩვენებელი. თავად ენის დნობა კი ასეთი სწრაფი ტემპით კლიმატურ ფაქტორებთან ერთად იმის შედეგია, რომ თხელი მორენული საფარი აბლაციის პროცესს უფრო ინტენსიურს ხდიდა. გარდა ამისა, როგორც ზემოთ ავლინებთ მცინვარის ენა იყო ძალიან ვიწრო და არც დიდი სისქით ხასიათდებოდა, შესაბამისად მისი არსებობაც ხანმოკლე აღმოჩნდა. როგორც კოსმოსური სურათებიდან ჩანს მცინვარის ენის ძირითადი ნაწილის გადნობა 1986 წლამდე მოხდა, ხოლო დანარჩენი დაახლოებით 200 მეტრიანი მონაკვეთი 1986 წლის შემდეგ გადნა.

მდ. მნას აუზში სიდიდით მეორე უსახელო მცინვარი, რომლის ფართობი 1.26 კმ²-ია, მდებარეობს მცინვარ მნასა და მცინვარ აღმოსავლეთ სუათისს შორის. იგი აღნიშნულ ორ აუზს შორის მდებარე წყალგამყოფში ისეა ჩამჯდარი რომ ძნელია გარჩევა რომელ აუზს უფრო მიეკუთვნება. პირობითად ჩვენ მდ. მნას აუზს მივაკუთვნეთ.

მდ. სუათისის აუზი მდებარეობს ხოხის ქედის სამხრეთ ფერდობზე. თანამედროვე გამცინვარების ფართობით მდ. თერგის აუზში იგი პირველ პოზიციას იკავებს. მასზე მოდის თერგის აუზის მცინვარების საერთო ფართობის 36.02%.

1960 წლის მონაცემებით მდ. სუათისის აუზში 9 მცინვარი იყო საერთო ფართობით 17.32 კმ². მორფოლოგიურად 5 მცინვარი ფართობით 0.75 კმ² კარული ტიპის იყო, ოთხი კი დაკიდული-ხეობის ტიპის.

2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 8 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 12.81 კმ². მცინვარების ფართობის დასახელებისას აქაც იგივე პრობლემას ვხვდებით რასაც მდ. ამალის აუზში. ამის შესახებ ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ. კერძოდ ეს ეხება მცინვარ აღმოსავლეთ სუათისს, რომლის ფირნიც სახელმწიფო საზღვრით შუაზეა „გაჭრილი“ და ფირნის ჩრდილოეთი ნაწილი საზღვრის მიღმა რჩება. მცინვარების კონტური ჩვენ ბუნებრივ საზღვრებში შემოვხაზეთ.

ამ აუზში ფართობით ყველაზე დიდია **მეინვარი აღმოსავლეთ სუათისი**. მეინვარი ხოხის ქედის სამხრეთ ფერდობიდან მოედინება. მას ორ კამერიანი ფორნი აქვს. მორფოლოგიურად ხეობის ტიპის მეინვარია, რომელსაც სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიცია აქვს. მეინვარის ფართობი 7.68 კმ²-ია. ამ მაჩვენებლით მეინვარი აღმოსავლეთ სუათისი საქართველოს მეინვარებს შორის მერვე ადგილს იკავებს და ისეთ მეინვარებსაც კი აჭარბებს ფართობით როგორცაა ქვიში (7.45 კმ²), ცენტრალური ლეხზირი (6.27 კმ²), დოღრა (5.48 კმ²) და სხვა. უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ საქართველოში მდ. ენგურის აუზის შემდეგ ასეთი დიდი ზომის მეინვარი არც რიონის და არც კოდორის აუზებში არ გვხვდება. მეინვარის სიგრძე 4.95 კილომეტრია. მისი ენა ზ.დ. 2240 მეტრზე მთავრდება. მეინვარის ენიდან გამომავალი წყალი ორ ნაკადად მოედინება, რომელსაც მეინვარის ენის წინ, გასწვრივად მდებარე რიგელი ყოფს. აღნიშნულ წყალგამყოფ რიგელზე 0.01 კმ² ფართობის მეინვარული წარმოშობის მცირე ტბა მდებარეობს.

1960 წლის მონაცემებით მეინვარის ფართობი 11.17 კმ² იყო. ბოლო 54 წლის განმავლობაში მეინვარის ფართობის 31.24%-ით შემცირება ენის დნობასთან ერთად ფორნის შემცირებასაც უკავშირდება.

ამ აუზში ფართობის მიხედვით შემდეგ პოზიციას ცენტრალური სუათისის მეინვარი იკავებს (1.91 კმ²). იგი დაკიდული-ხეობის ტიპის სამხრეთული ექსპოზიციის მეინვარია. შემდეგ მოდის დასავლეთი სუათისის მეინვარი (1.48 კმ²), რომელიც სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის დაკიდული-ხეობის ტიპის მეინვარია.

მდინარეების, ჯიშარას, ტეფისწყლის, რესისწყლის, ცოცოლთასწყლის, დესისწყლის აუზებში და მდ. თერგის სათავეებში სულ 15 მეინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 2.39 კმ². მდ. ჯიშარასწყლის აუზში კი თანამედროვე მეინვარები საერთოდ აღარ გვხვდება. რაოდენობის მიხედვით 8 მეინვარი საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიციისაა, დანარჩენები კი სამხრეთული, სამხრეთ-აღმოსავლეთური და დასავლეთური. მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით ძირითადად კარული და კარული-დაკიდული ტიპის მეინვარებია გავრცელებული.

1960 წლის მონაცემებით მდ. ჯიშარასწყლის აუზში 8 მეინვარი მდებარეობდა, მდ. ტეფისწყლის აუზში 10 მეინვარი, მდ. რესისწყლის აუზში 6 მეინვარი, მდ. ცოცოლთასწყლის აუზში 2 მეინვარი, მდ. დესისწყლის აუზში 6 მეინვარი, მდ. თერგის სათავეებში 11 მეინვარი. საერთო ჯამში მათი რიცხვი 43 იყო. მეინვარების რაოდენობის მატებას მხოლოდ მდ. ცოცოლთასწყლის აუზში აქვს ადგილი სადაც ორი მეინვარის გაყოფის შედეგად ოთხი დამოუკიდებელი მეინვარი ფორმირდა. ხოლო ყველა დანარჩენ აუზებში მეინვარების რაოდენობის კლებას აქვს ადგილი. აქედან ჯიშარასწყლის აუზში კი მეინვარები საერთოდ გაქრა. საერთო ჯამში მეინვარების რაოდენობა 65.11%-ით შემცირდა. ისინი ძირითადად მცირე ზომის მეინვარები იყო და შესაბამისად მათი არსებობაც ხანმოკლე აღმოჩნდა.

მდ. ჯუთას აუზი (სნოსწყალი). მდ. ჯუთა მდ. სნოსწყლის სათავეს წარმოადგენს, რომელიც თავის მხრივ მდ. თერგის მარჯვენა შენაკადია, სამხრეთიდან ის შემოსაზღვრულია მთავარი წყალგამყოფი ქედით, ჩრდილოეთიდან კი ჯუთას, ხდეს, შანისწყლის და ასას აუზების წყალგამყოფით.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით ამ აუზში 13 მეინვარი იყო, საერთო ფართობით 3.83 კმ². 1960 წლის მონაცემებით 6 მეინვარი, რომელთა ფართობი 1.81 კმ² იყო. 2014 წლის მონაცემებით ჯუთას აუზში მხოლოდ 3 მეინვარია დარჩენილი, საერთო ფართობით 0.22 კმ². ამათგან სამივე განსხვავებული მორფოლოგიური ტიპისაა - დაკიდული,

კარული-დაკიდული და კარული. ორი მცინვარი სამხრეთ-აღმოსავლეთური ექსპოზიციისაა, ხოლო ერთი ჩრდილო-აღმოსავლეთური. ეს მცინვარები მდებარეობს მდინარეების, ვეშათწყაროს და ჯავართხობის სათავეებში და მათ შორის მდებარე მდ. ჯუთის მარჯვენა უსახელო შენაკადის სათავეში. ჭაუხების მასივზე თანამედროვე მცინვარები აღარ გვხვდება.

მდ. ხდეს თერგის მარჯვენა შენაკადია. ხეობას სუბმერიდიანული მიმართულება აქვს და სათავეებში ტროგულ ფორმას ინარჩუნებს. მდ. ხდეს აუზი გარშემორტყმულია მაღალი წყალგამყოფი ქედებით, რომლებზეც ზოგიერთი მწვერვალი 4000 მ-ს აღწევს (ყურო, შანი, შინო, ბაჩახი). კ. პოდოზერსკის მიხედვით ამ აუზში 7 მცინვარი იყო, საერთო ფართობით 10.85 კმ². 1960 წლის მონაცემებით მცინვარების რაოდენობა სამჯერ გაიზარდა, ხოლო ფართობი ორჯერ შემცირდა. 2014 წლის მონაცემებით ხდეს აუზში 11 მცინვარი მდებარეობს, საერთო ფართობით 2.26 კმ².

რაოდენობის მიხედვით დაკიდული ტიპის მცინვარები პირველ ადგილს იკავებენ, შემდეგ მოდის კარული და კარული ხეობის ტიპის მცინვარები. კარული-დაკიდული ტიპის მცინვარი ამ ხეობაში მხოლოდ ერთია.

მდ. ხდეს აუზში ფართობით ყველაზე დიდია **მცინვარი კიბეშა**. იგი კარული ხეობის ტიპის ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. მდებარეობს ხეობის სათავეში, მდ. ხდესა და მდ. ჯუთას აუზების წყალგამყოფის ჩრდილო დასავლეთ ფერდობზე. მცინვარის ფართობი 0.90 კმ², ხოლო სიგრძე 1.75 კილომეტრია. მისი ზედაპირი თხელი ნაშალი მასალითაა დაფარული. მცინვარის ენის წინ შემორჩენილია გვერდითი და ბოლო მორენები.

1960 წელს მცინვარ კიბეშას ფართობი 2.06 კმ², სიგრძე კი 1.27 კმ იყო. ფართობის შემცირების პარალელურად მცინვარი ამ პერიოდში ორ ნაწილად გაიყო. მთავარ მცინვარს დასავლეთის მხრიდან გამოეყო მცირე ზომის კარული ტიპის, ჩრდილოეთური ექსპოზიციის მცინვარი.

მდ. ხდეს აუზში სიდიდით მეორეა **მცინვარი ბაჩახი**. იგი დაკიდული ტიპის ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. მდებარეობს ხეობის მარჯვენა მხარეს, შავანას ქედის დასავლეთ ფერდობზე. მცინვარის ფართობი 0.37 კმ²-ია.

3.10 მდ. ასას აუზის მცინვარები

მდ. ასას აუზი მდებარეობს კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე. საქართველოს ტერიტორიაზე მას არხოტისწყალი ჰქვია. მდ. ასას აუზს დასავლეთიდან ესაზღვრება კიდევანის ქედი, აღმოსავლეთიდან ხევსურეთის ქედი ხოლო სამხრეთიდან კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედი. იგი მოიცავს ისტორიული მხარის, პირიქითა ხევსურეთის, კერძოდ კი არხოტის ტერიტორიას. ამ რაიონში ზოგიერთი მწვერვალის სიმაღლე (ჩამდისმაღალი, მარტინისმთა, მახისმაღალი, არწივისმაღალი) 3700 მეტრს აღემატება.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით მდ. ასას აუზში 17 მცინვარი იყო, რომელთა საერთო ფართობი 4.10 კმ²-ს შეადგენდა. 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით ამ აუზში 9 მცინვარი მდებარეობდა, საერთო ფართობით 2.59 კმ². 2014 წლის მონაცემებით მხოლოდ სამი მცინვარია დარჩენილი, რომელთა საერთო ფართობი 0.55 კმ²-ია.

რადგან ეს მცინვარები კიდევანის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე მდებარეობს, ამიტომ ორი მცინვარი აღმოსავლეთური, ხოლო ერთი ჩრდილო-აღმოსავლეთური ექსპოზიციისაა. მორფოლოგიურად ისინი დაკიდული, კარული და კარული-ხეობისაა.

3.11 მდ. არღუნის აუზის მცენარეები

მდ. არღუნის აუზი მდებარეობს კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე. მასში შედის არღუნისა და ანდაქის ხეობები, რომელთაც მერიდიანული მიმართულება აქვთ. თანამედროვე მცენარეები ძირითადად აწუნთას ქედის დასავლეთ ფერდობზეა თავმოყრილი, მხოლოდ ერთი მცენარე მდებარეობს კავკასიონის ქედის ჩრდილო ფერდობზე იმ ადგილის აღმოსავლეთით სადაც ხევსურეთის ქედი გამოეყოფა მთავარ ქედს.

მიუხედავად იმისა, რომ რელიეფის ჰიფსომეტრული ნიშნულები საკმაოდ მაღალია, თანამედროვე გამცენარება მცირე მასშტაბებითაა წარმოდგენილი, ხოლო მცენარეები პატარა ზომებით ხასიათდება.

კ. პოდოზერსკის მონაცემებით (1911) მდ. არღუნის აუზში იყო 10 მცენარე, საერთო ფართობით 5.35 კმ². 1960 წლის მონაცემებით აქ 17 მცენარე იყო, რომელთა ფართობიც 2.70 კმ²-ს შეადგენდა. მცენარეები ძირითადად თავმოყრილი იყო ხევსურეთის ქედის აღმოსავლეთ და აწუნთას ქედის დასავლეთ ფერდობებზე. 2014 წლის მონაცემებით აქ მხოლოდ 6 მცენარეა დარჩენილი, საერთო ფართობით 0.43 კმ². აქედან, ხევსურეთის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე მდებარე მცენარეები საერთოდ აღარ არსებობს.

მცენარეების ასეთი ტემპით დნობა განპირობებულია არა მარტო კლიმატური პირობებით, არამედ რელიეფის მორფოლოგიური თავისებურებებით. მდ. არღუნის აუზის რელიეფი აგებულია იურული დანალექი ქანებით, რომლებიც ძლიერ დენუდაციას განიცდიან. სწორედ ამიტომ პლეისტოცენური გამცენარეების ფორმები, სადაც ყველაზე კარგად ინახება და გროვდება თოვლი, და შესაბამისად მცენარეების არსებობისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა, აქ ცუდად არის შემონახული.

თანამედროვე მცენარეების უმეტესობა დაკიდული ტიპისაა, მხოლოდ თითო მცენარეა კარული და კარული-დაკიდული. მათი უმეტესობა საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიციისაა.

3.12 მდინარე პირიქითა ალაზნის აუზის მცენარეები

მდ. პირიქითა ალაზნის აუზი კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე მდებარეობს და განედური მიმართულება აქვს. ამ რეგიონში მცენარეები განლაგებულია პირიქითას ქედის სამხრეთ (ქაჩუსა და დიკლოსმთას მწვერვალებს შორის) და აწუნთას ქედის აღმოსავლეთ ფერდობებზე (ამულოსა და თებულოს შორის). აქ ცალკეული მწვერვალების სიმაღლე 3800-4000 მეტრს აღემატება. მხოლოდ ერთი კარული ტიპის მცირე ზომის მცენარე მდებარეობს რუანის ქედის ჩრდილო ფერდობზე.

კ. პოდოზერსკის კატალოგის მიხედვით ამ აუზში 23 მცენარე იყო, საერთო ფართობით 19.07 კმ². 1960 წლის მონაცემებით გამცენარეების ზომები აქ ძალზედ შემცირდა და მიუხედავდ მცენარეების რაოდენობის 36-მდე გაზრდისა, მათი ფართობი 7.70 კმ²-მდე შემცირდა. 2014 წლის მონაცემებით ამ აუზში 20 მცენარე მდებარეობს, რომელთა საერთო ფართობი 2.42 კმ²-ია.

რაოდენობის მიხედვით კარული ტიპის მცენარებს პირველი პოზიცია უკავია, შემდეგ მოდის კარული-ხეობის ტიპის მცენარეები. ხეობის ტიპის მცენარე კი მხოლოდ ერთია. ფართობის მიხედვით წამყვანი ადგილი კარული ხეობის ტიპის მცენარებს უკავია. ყველაზე მცირე ფართობით სამი დაკიდული ტიპის მცენარე გამოირჩევა, რომელთა საერთო ფართობი 0.13 კმ²-ია.

ექსპოზიციის მიხედვით, საერთო სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარები გამოირჩევა, მათ რაოდენობის მიხედვით პირველი პოზიცია უკავია. პირიქითა ალაზნის აუზში საერთო ჩრდილოეთური ექსპოზიციის შვიდი მცინვარია, დასავლეთური ექსპოზიციის კი მხოლოდ ერთი მცირე ზომის დაკიდული ტიპის მცინვარი.

1960 წლის მონაცემებით მდ. პირიქითა ალაზნის აუზში ფართობით ყველაზე დიდი იყო **მცინვარი თებულო**. ის ჩაწოლილი იყო თებულოს მთის სამხრეთ ფერდობის ღრმა ცირკში. მცინვარი ხეობის ტიპის სამხრეთული ექსპოზიციისა იყო. გ. კურდღელაიძის (1983) მონაცემებით, 1953-1968 წლებში მცინვარმა უკან დაიხია 107 მ-ით. მცინვარის ენის ბოლოს რელიეფში გლაციალური მორფოსკულპტურული ფორმებია შემონახული, რაც მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის საზღვრების დასადგენის საშუალებას იძლევა. როგორც კოსმოსური სურათებიდან ჩანს მცინვარის დნობა შემდგომ წლებშიც მაღალი ინტენსივობით მიმდინარეობდა, რასაც შედეგად მცინვარის ორად გაყოფა მოყვა. ამჟამად ამ მცინვარის ადგილზე ორი მცირე ზომის კარული და ხეობის ტიპის, სამხრეთული ექსპოზიციის მცინვარი მდებარეობს.

ამჟამად მდ. პირიქითა ალაზნის აუზში ფართობით ყველაზე დიდია **მცინარი დაქუეხი**, რომელიც მდ. ქვახიდისწყლის აუზში მდებარეობს. მისი ფართობი 0.30 კმ², ხოლო სიგრძე 1.09 კმ-ია. იგი კარული ხეობის ტიპის ჩრდილო-აღმოსავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია.

თავი 4. საქართველოს მცინვარების დინამიკა, ტემპერატურის ცვალებადობა, თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა

4.1 მცინვარების დინამიკა 1890-1960 წლებში

მცინვარების დინამიკის დახასიათებისათვის საჭიროა სხვადასხვა წლების რუკები და კოსმოსური სურათები. 1880-1890 წლებში შედგა კავკასიონის მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკები. მენზულური აგეგმვის ხერხით. ხოლო 1946-1950 და 1960 წლებში შედგენილი რუკების საფუძველს წარმოადგენს 1946 და 1958-1960 წლებში ჩატარებული აეროფოტო გადაღების მასალები. აღნიშნული მასალები გამოყენებული აქვთ კავკასიონის მკვლევარებს, რომელთა შრომებში მოცემულია მცინვარების მორფომეტრიული და მორფოგრაფიული დახასიათება.

ჩვენ შრომაში ვისარგებლეთ რ. გობეჯიშვილის მიერ 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკებით და აეროფოტო მასალების საფუძველზე ჩატარებული გამოკვლევებით. დავადგინეთ მცინვარების რაოდენობა და ფართობი, საქართველოს ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის და შევადარეთ წინამორბედ მკვლევართა მონაცემებს (ცხრილი 1).

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ავტორები იძლევიან განსხვავებულ მონაცემებს მცინვარების ფართობებსა და რაოდენობაზე, როგორც ცალკეულ მდინარეთა აუზების მიხედვით, ასევე მთლიანად საქართველოს ტერიტორიისათვის. მოცემული მასალების მიხედვით ძნელია დავადგინოთ გამცინვარების დინამიკა დროსა და სივრცეში. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის მცინვარებისათვის პ. ივანკოვის და რ. გობეჯიშვილის მონაცემები მიღებულია ერთიდაიგივე პერიოდის ტოპოგრაფიული რუკებიდან (1946-1950 წწ) და ბუნებრივია მცინვარების ფართობი და რაოდენობა თითქმის თანაბარი უნდა იყოს. მიუხედავად ამისა პ. ივანკოვის მონაცემების მიხედვით მცინვარების ფართობი 2%-ით ხოლო რაოდენობა 9.7%-ით მეტია. განსაკუთრებით საგრძნობი სხვაობაა მცინვარების რაოდენობაში (122 მცინვარი). ჩვენი აზრით სხვაობის მიზეზი შემდეგია: პ. ივანკოვს არ ჩაუტარებია კარტოგრაფიული და აეროფოტო მასალების დეშიფრირება, ამიტომ მრავალრიცხოვანი მცირე ზომების თოვლნარები მის მიერ ჩათვლილი იქნა მცინვარებად (მდინარეების ბზიფის, კოდორის, არაგვის და ლიახვის ხეობებში) (Tielidze et, 2016a).

კ. პოდოზერსკის (1911) და რ. გობეჯიშვილის მიერ 1946-1950 წლების რუკებით მიღებული მონაცემების შედარებამ გვაჩვენა, რომ ამ პერიოდში საქართველოს მცინვარების ფართობი გაიზარდა 2.1%-ით, რაოდენობა კი 22.0%-ით. ცნობილია, რომ უკანასკნელი 200 წლის განმავლობაში მცინვარების ფართობი მცირდება კავკასიონზეც და საერთოდ დედამიწის ზედაპირზე, ამიტომ ეს მონაცემები ეწინააღმდეგება გამცინვარების განვითარების საერთო კანონზომიერებას. მცინვარების ფართობის გაზრდა, ჩვენი აზრით განპირობებულია შემდეგი მიზეზებით: ცნობილია, რომ კ. პოდოზერსკის მონაცემები მიღებულია 1880-1910 წლების რუკებიდან, მისმა დეტალურმა ანალიზმა გვიჩვენა შემდეგი: 1. კავკასიონის შტოქედებზე მდებარე მცინვარები კ. პოდოზერსკის შრომაში გამორჩენილია; 2. ამ პერიოდის რუკებზე კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ხეობის ტიპის მცინვარების ძნელად მისადგომი ფირნის ველები ძალზე არასრულად არის გამოსახული, რამაც ბუნებრივია, კ. პოდოზერსკის შრომაში მცინვარების ფართობის შემცირება გამოიწვია. ამ ნაკლზე

მიუთითებენ კავკასიონის მცენარების მკვლევარები, რომლებიც შეეცადნენ დაეზუსტებინათ კ. პოდოზერსკის მონაცემები (В. Панов 1971; О. Виноградов 1976).

ცხრილი 1. საქართველოს მცენარების ცვლილება მდინარეთა აუზების მიხედვით

აუზის დასახელება	კ. პოდოზერსკი 1911		პ. ივანკოვი 1958		სსრკ მცენარების კატალოგი 1975	
	რაოდენობა	ფართ. კმ ²	რაოდენობა	ფართ. კმ ²	რაოდენობა	ფართ. კმ ²
ბზიფი	10	4.03±0.085	45	9.66	16	7.80
კელასური					3	1.50
კოდორი	118	73.20±1.55	174	87.54	141	60.00
ენგური	174	333.03±4.57	210	349.58	250	288.30
ხობისწყალი					7	1.60
რიონი	85	78.12±1.61	121	84.92	124	62.90
ლიახვი	12	5.15±0.13	34	10.41	22	6.60
არაგვი	3	2.21±0.04	35	2.64	6	1.60
თერგი	63	89.12±1.22			129	72.13
ასა	17	4.14±0.13			3	1.12
არღუნი	10	5.43±0.12			14	1.70
პირიქითა ალაზანი	23	19.12±0.32			40	8.90
სულ	515	613.55±9.80			755	514.15
აუზის დასახელება	რ. გობეჯიშვილი 1946-1950 წწ რუკების მიხედვით		რ. გობეჯიშვილი 1960 წ რუკების მიხედვით			
	რაოდენობა	ფართ. კმ ²	რაოდენობა	ფართ. კმ ²		
ბზიფი	18	9.36	18	9.90±0.20		
კელასური			1	0.26±0.015		
კოდორი	144	81.05	160	63.73±1.63		
ენგური	187	349.99	299	323.70±5.72		
ხობისწყალი	7	2.36	16	1.12±0.07		
რიონი	100	81.64	112	76.77±1.66		
ლიახვი	17	8.22	16	4.27±0.13		
არაგვი	3	1.20	3	0.88±0.03		
თერგი	106	75.66	99	67.01±1.33		
ასა	10	4.02	9	2.59±0.085		
არღუნი	17	7.08	17	2.92±0.12		
პირიქითა ალაზანი	25	6.66	36	10.48±0.32		
სულ	634	627.24	786	563.70±11.31		

მდინარეთა აუზებში მცენარეთა ფართობების შედარება გვიჩვენებს, რომ დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში მცენარეთა ფართობი გაიზარდა 7.0%-ით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში შემცირდა 17.6%-ით. აღმოსავლეთ საქართველოს მცენარეთა ფართობის შემცირება კარგად ასახავს იმ დინამიკას, რომელიც დამახასიათებელია კავკასიონის მცენარებისათვის. უნდა აღინიშნოს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა ხეობები ადვილად მისადგომია მენზულური აგეგმვისათვის. ბუნებრივია მცენარებიც უფრო სრულად და ზუსტად არის ნაჩვენები რუკაზე, ვიდრე დასავლეთ და ცენტრალურ კავკასიონის ძნელად მისადგომი მცენარების ფირნის ველები.

1960 წლის რუკებით რ. გობეჯიშვილის მიერ მიღებული მონაცემების შედარება ყოფილი საბჭოთა კავშირის მცენარების კატალოგის (1975) მასალებთან გვიჩვენებს, რომ რ. გობეჯიშვილის მონაცემებით საქართველოს მცენარების ფართობი გაიზარდა 8.1%-ით. ეს მაჩვენებელი არ შეესაბამება სინამდვილეს (ცხრილი 1). ჩანს, რომ მცენარების ფართობის მატება აღინიშნება ძირითადად დასავლეთ საქართველოს მცენარებზე (11.1%), ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მცენარების ფართობი

შემცირდა 5.6%-ით. კატალოგში მოყვანილი მონაცემები საქართველოს მცინვარებზე მიღებულია 1946-1950 წლების რუკებიდან, სადაც შეტანილია ცვლილებები 1958-1960 წლების აერო სურათების მიხედვით. ამიტომ კატალოგში მოტანილი დასავლეთ საქართველოს მცინვარების მონაცემები ახლოს უნდა იყოს რ. გობეჯიშვილის მონაცემებთან ან უნდა განლაგდეს 1946-1950 და 1960 წლების რუკებით მიღებულ მონაცემებს შორის.

იგივე ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ რ. გობეჯიშვილის (1960) და კატალოგის მონაცემებს შორის ძალიან დიდი სხვაობაა მდინარეების ენგურის და რიონის აუზებში. მდინარე ენგურის აუზის მცინვარები შესწავლილი აქვთ გ. კურდღელაიძეს (1966) და რ. ხაზარაძეს (Хазарадзе, Р. Д. 1971). გ. კურდღელაიძის მონაცემებით აქ 320.4 კმ² ფართობის მცინვარები გვაქვს, ხოლო ხაზარაძის მიხედვით კი 319.6 კმ². ორივე მკვლევარის მონაცემები მიღებულია 1946-1950 წლების რუკებიდან და შესწორებები შეაქვთ 1958-1960 წლების აეროფოტო სურათებით და ველზე ჩატარებული მასალების მიხედვით. ამ მკვლევარების ფონზე მდინარე ენგურის აუზში კატალოგის მიხედვით მოცემული მცინვარების საერთო ფართობი 288.3 კმ², ექვსის ქვეშ დგება. მდ. ენგურის აუზში გ. ვართანოვის (1978) გამოკვლევებით მცინვარების ფართობი დაახლოებით 300.0 კმ²-ია.

მცინვარების ფართობში ასეთი დიდი სხვაობის მიზეზს ჩვენი აზრით წარმოადგენს კატალოგის შედგენის დროს დაშვებული უზუსტობანი, კერძოდ 1946-1950 წლების რუკებზე ავტორების მიერ მცინვარების კონფიგურაცია გადატანილია 1958-1960 აეროფოტო სურათებიდან ვიზუალურად და შემდეგ ჩატარებულია კარტომეტრიული სამუშაოები. გამოკვლევებში ასეთი ხერხის გამოყენებამ გამოიწვია მცინვარების ფართობების დამახინჯება. რ. გობეჯიშვილის მონაცემებით (1960) მცინვარების რაოდენობა 4.1%-ით მეტია ვიდრე კატალოგშია (1975) ნაჩვენები. ეს სხვაობა ძირითადად გამოწვეულია იმით, რომ კატალოგში შეტანილი არ არის შტოქედებზე განლაგებული მცირე ზომის მცინვარები.

კ. პოდოხერსკის (1911) და რ. გობეჯიშვილის (1960) მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ საქართველოში 1911-1960 წლების პერიოდში მცინვარების ფართობი შემცირდა 9.5%-ით. მცინვარების ფართობი მდინარეების ენგურის და რიონის აუზებში შემცირდა შესაბამისად 3.8% და 4.3%, ხოლო მდ. თერგის აუზში 24.6%; თერგის ხეობაში მცინვარების შემცირება კარგად ასახავს იმ საერთო სურათს, რომელიც დამახასიათებელია საქართველოს მცინვარებისათვის.

აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების ფართობი შემცირდა 30.4%-ით. ასეთი დიდი შემცირება გამოწვეულია იმით, რომ მდინარეების არაგვის, პირიქითა ალაზნის, არღუნის, ასას, ხდეს და ჯუთას აუზებში გავრცელებული იყო მცირე ზომის მცინვარები, რომელთა ფართობი შემცირდა საშუალოდ 49.0%-ით. ამავე დროს ყაზბეგის მასივის (ხორხის ქედი) მცინვარების ფართობი შემცირდა მხოლოდ 16.8%-ით.

მდინარეების ენგურისა და რიონის აუზებში მცინვართა ფართობის საერთო შემცირების ფონზე, ზოგიერთ შენაკადთა აუზებში მცინვართა ფართობმა 1890-1960 წლებში მოიმატა (დოღრა, მესტიაჰალა, ენგურის სათავეები, ზოფხიტურა). მცინვარების ფართობის მომატება გამოწვეულია იმით, რომ ძველ რუკებზე ამ აუზებში განლაგებული ძნელად მისადგომი მცინვარების ფირნის ველები არასრულად არის ნაჩვენები (ცხრილი 2).

ცხრილიდან კარგად ჩანს, რომ ყველა მცინვარის ფართობი 1946-1960 წლების მონაცემებით მეტია 1890 წლის მონაცემებზე. ამის მიზეზი ჩვენ ზემოთ გვაქვს ახსნილი

და პრაქტიკულად მისი გამოსწორება შეუძლებელია. მცინვარების ფართობი 1946 წლიდან 1960 წლამდე შემცირდა 11.3%-ით ხოლო 1890-1960 წლებში გაიზარდა 5.0%-ით.

ცხრილი 2. ხეობის ტიპის მცინვარების ცვლილება 1890-1960 წწ.

მცინვარების დასახელება	მცინვარების ფართობი კმ ²		
	1890 წ	1946 წ	1960 წ
ლეადაშტი	3.90	4.84	4.30
დოღრა	6.03	9.40	8.24
ჭალაათი	11.25	13.82	12.32
ლებზირი	38.49	40.44	35.80
შხარა	3.26	6.14	5.60
ნამყვანი	3.64	4.40	3.70
ყორულდაში	2.67	4.38	4.12
ზოფხიტო-ლაბოდა	5.90	6.08	5.90
ბოყო	4.90	5.18	5.02
სულ	80.04	94.68	84.00

საქართველოს მცინვარების დინამიკაზე ნათელი სურათის წარმოდგენისათვის რ. გობეჯიშვილს შედარებული აქვს ისეთი ხეობის ტიპის მცინვარები, რომელთა ფირნის აუზები მენზულური აგეგმვისათვის ადვილია და ამიტომ 1890 წლის რუკებზე კარგად არის გამოსახული (ცხრილი 3)

ცხრილი 3. ხეობის ტიპის მცინვარების ცვლილება 1890-1960 წწ.

მცინვარების დასახელება	მცინვარების ფართობი კმ ²		
	1890 წ	1946 წ	1960 წ
შდავლერი	3.16	2.74	2.48
ხალდე	13.37	12.80	11.86
ნაგება	7.70	7.06	6.16
ორწვერი	7.13	6.80	6.85
ცენტრ. სუათისი	3.35	3.06	2.74
დას. სუათისი	3.02	2.80	2.50
მნა	4.10	3.24	3.22
სულ	41.83	38.50	35.81

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ 1890-1960 წლებში მცინვარების ფართობი შემცირდა 14.2%-ით. ეს მონაცემები კარგად ასახავენ იმ კანონზომიერებას რაც დამახასიათებელი იყო საქართველოს მცინვარებისათვის ამ 70 წლის განმავლობაში.

1890-1960 წლების პერიოდში საქართველოს მცინვარების რაოდენობა გაიზარდა 51.7%-ით. მცინვარების რაოდენობა გაიზარდა თითქმის ყველა მდინარის აუზში (მდ. ასას აუზის გამოკლებით). რაოდენობის გაზრდა განპირობებულია მცინვარების დეგრადაციის დროს მათი დაყოფით.

* ლეზირის ფართობში არ არის შეტანილი ამ პერიოდში მისგან გამოყოფილი პატარა მცინვარების ფართობი.

4.2 მცინვარების დინამიკა 1960-2014 წლებში

ცნობილია, რომ თანამედროვე მსოფლიოს ყველა რეგიონში კლიმატის ცვლილების შედეგად მიმდინარეობს მცინვარების ინტენსიური დნობა. კავკასიონზე, კერძოდ საქართველოში მიმდინარე გლაციალური პროცესებიც ამის ერთერთი დამადასტურებელი ფაქტია. საერთოდ, ხშირ შემთხვევაში მცინვარების დნობის შედეგად ადგილი აქვს მათი მორფოლოგიური ტიპების, ექსპოზიციის და ზღვის დონიდან სიმაღლის ცვალებადობას, ფართობის შემცირებასა და რაოდენობის ზრდას. საქართველოს შემთხვევაში ყველა ეს პროცესი ნორმის ფარგლებში ჯდება, გარდა ფართობის შემცირების პარალელურად რაოდენობის ზრდისა.

უახლესმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ 1960-2014 წლების პერიოდში კავკასიონზე ადგილი აქვს მცინვარების მორფოლოგიური ტიპების, ექსპოზიციის, მცინვარების ენების ზღვის დონიდან სიმაღლის, თოვლისა და ფირნის ხაზების ცვალებადობას. რაც შეეხება ფართობს და რაოდენობას, აქ ორივე შემთხვევაში ადგილი აქვს მათ კლებას.

საქართველოს მცინვარების შესახებ სრული სტატისტიკური და აღწერილობითი ინფორმაცია ბოლოს მოცემული აქვს რ. გობეჯიშვილს 1989 წელს (Гобеджишвили Р. Г. 1989), რომელიც ეყრდნობა 1960-იან წლებში შედგენილი 1:25 000 და 1:50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკების და იმ პერიოდის აეროკოსმოსური სურათების დამუშავების შედეგად მიღებულ მასალებს. მისი მონაცემებით 1960 წლისათვის საქართველოში დაფიქსირებულია 786 მცინვარი, საერთო ფართობით 563.70 ± 11.31 კმ².

თითქმის ნახევარი საუკუნის შემდეგ, თანამედროვე მეთოდების, ახალი აეროკოსმოსური სურათების და სავლე ექსპედიციების საფუძველზე ჩვენ მივიღეთ უახლესი ინფორმაცია საქართველოს მცინვარების შესახებ. შედეგად, 2014 წლის მონაცემებით საქართველოში 637 მცინვარი გვაქვს, საერთო ფართობით 355.80 ± 8.25 კმ². 54 წლის განმავლობაში კავკასიონზე მცინვარების რაოდენობა 149-ით, ხოლო ფართობი 200.08 კმ²-ით შემცირდა. პროცენტულად კი ადგილი აქვს მცინვარების რაოდენობის 18.95%-ით და ფართობის 35.99%-ით შემცირებას. ეს ფაქტი გამოწვეულია იმით რომ 1960 წლისათვის საქართველოში მცინვარების ძირითად რაოდენობას წარმოადგენდა მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარები, რომლებიც ბოლო ნახევარი საუკუნის განმავლობაში საერთოდ გაქრა (Tielidze et, 2016b).

ცალკეულ მდინარეთა აუზების მიხედვით მცინვარების დინამიკა 1960-2014 წლებში მოცემული გვაქვს ცხრილი 4-ში.

ბოლო ნახევარი საუკუნის განმავლობაში კავკასიონზე მცინვარების რაოდენობისა და ცვალებადობის სურათის უკეთ დანახვის მიზნით სამოდელოდ გამოყავით მცინვარი ჭალაათი. თანამედროვე მეთოდების, უახლესი აეროკოსმოსური სურათების და სხვადასხვა კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით ჩავატარეთ მცინვარის დეტალური გამოკვლევა კლიმატურ ელემენტებთან კავშირში. შედეგად კი ძალიან საინტერესო სურათი მივიღეთ:

მცინვარი ჭალაათი - ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდ. ჭალაათის სათავეში მდებარეობს. ჭალაათი ხეობის რთული ტიპის მცინვარია და ორი ნაკადისაგან შედგება. იკვებება 4000 მეტრზე მაღალი მწვერვალების: უშბის, ჩათინის, კავკასის და ბჟედუხის ფერდობებიდან (გობეჯიშვილი და სხვები. 2012b). იგი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე არსებული მცინვარებიდან ყველაზე დაბალ ნიშნულამდე – ზ.დ. 1960 მ ჩამოდის და ტყის ზონაში იჭრება. მცინვარის ფართობი 8.59 კმ²-ია. როგორც აღვნიშნეთ მცინვარი ჭალაათი ორი ნაკადისაგან შედგება. ძირითადია მარცხენა ნაკადი, მის

ზედაპირზე სამი ყინულჩანჩქერია განვითარებული, რაც მიგვანიშნებს მყინვარქვეშა რელიეფში რიგელების არსებობაზე. ყველაზე მძლავრი ზედა ყინულჩანჩქერის სიმაღლე 300 მეტრია, სიგანე 700 მეტრი. ქვედა ორი ყინულჩანჩქერი შედარებით მცირეა. ყინულვარდნილების მიდამოებში მყინვარის ენა სხვადასხვა მიმართულების ნაპრალებით არის დასერილი (სერაკები). მყინვარის გვერდები სხვადასხვა სისქის ნაშალი მასალითაა დაფარული. მარჯვენა და მარცხენა ნაკადების კონტაქტის მიდამოებში და ქვემოთ, შუა მორენა ვითარდება და მყინვარიც ნაშალი მასალის სქელი ფენით არის დაფარული. ახლო მომავალში ეს ნაკადები გაიყოფა.

ცხრილი 4. საქართველოს მყინვარების დინამიკა 1960-2014 წლებში.

1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკები			Landsat და ASTER სურათები, 2014		
რაოდენობა	ფართობი, კმ ²	ცდომილება (%)	რაოდენობა	ფართობი, კმ ²	ცდომილება (%)
18	9.90±0.20	±2.07	18	3.99±0.13	±3.25
1	0.26±0.015	±5.76	1	0.11±0.005	±4.54
160	63.73±1.63	±2.55	145	40.06±1.29	±3.22
299	323.70±5.72	±1.76	269	223.39±4.6	±2.05
16	1.12±0.07	±6.25	9	0.46±0.03	±6.52
112	76.77±1.66	±2.16	97	46.65±1.15	±2.47
16	4.27±0.13	±3.04	10	1.82±0.07	±3.84
3	0.88±0.03	±3.40	1	0.31±0.015	±4.83
99	67.01±1.33	±1.99	58	35.56±0.8	±2.24
9	2.59±0.085	±3.28	3	0.54±0.025	±4.62
17	2.92±0.12	±4.10	6	0.43±0.025	±5.81
36	10.48±0.32	±3.10	20	2.42±0.11	±4.54
786	563.70±11.31	±2.00	637	355.80±8.25	±2.32

მყინვარის ენის შუა ნაწილი ძლიერ დახრილი და ნაპრალიანია. მყინვარის ენის მორფოლოგიას მასზე დაგროვილი ფხვიერი მასალის სისქე განსაზღვრავს. მყინვარის ზედაპირზე ნაშალი მასალის არსებობა დნობის სიჩქარეს ზრდის. ჭალათის ენის ქვემოთ შეინიშნება შუბლის მორენები, რომლებიც ხეობაში განივად, ზვინულების სახით, გარკვეული მანძილის დაშორებითაა განლაგებული. შუბლის მორენების განლაგება მიუთითებს მყინვარის მოძრაობაზე. შუბლის მორენის თითოეული ზოლი კი მის ხანმოკლე შეჩერებაზე.

კვლევის დროს გამოვიყენეთ 1960 წელს შედგენილი 1:50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკები და "Landsat"-ის ხელოვნური თანამგზავრიდან 1986 წლის 6 აგვისტოს, 2000 წლის 12 აგვისტოს და 2011 წლის 11 აგვისტოს მიღებული სპექტრული გამოსახულებები LandsatTM (Thematic Mapper) (USGS). სამივე შემთხვევა შეესაბამება მოწმენდილი ამინდის პირობებს, როდესაც თოვლის საფარის გავლენა მყინვარებზე და ღრუბელთა არარსებობა ხელს უწყობს დედამიწის ზედაპირზე ობიექტების სრულფასოვან გარჩევას. შემდეგ გამოვიყენეთ სხვადასხვა ფერთა კომპოზიცია პროგრამა ArcGis-ის დახმარებით და გამოსახულებები დავალაგეთ 7-4-2 ის თანმიმდევრობით. აღნიშნული მეთოდის გამოყენების შედეგად დავადგინეთ მყინვარ ჭალათის ფართობის ცვალებადობა 1960-1986-2000-2013 წლებში, აგრეთვე მისი ენის სიგრძის და სიმაღლებრივი ცვალებადობა აღნიშნული წლების მიხედვით.

ზემოაღნიშნული კოსმოსური სურათების საშუალებით და ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით შევისწავლეთ მყინვარის ფირნის ხაზის სიმაღლებრივი ცვალებადობა.

გამოვიანგარიშეთ აკუმულაციის (ფირნი) და აბლაციის ზონების ფართობის ცვალებადობა და დავადგინეთ მათი დინამიკა.

ასევე გამოვიყენეთ 2011 წლის საველე მასალები, როდესაც მცინვარზე 3 თვის განმავლობაში (ივნისი-ივლისი-აგვისტო) გვექონდა სტაციონალური ბანაკი და ვზომავდით ჰაერის ტემპერატურას ზ.დ. 2140 მ სიმაღლეზე - ტემპერატურის თვითმწერი ხელსაწყო Data Logger-ის საშუალებით. სხვადასხვა სიმაღლეზე ვზომავდით მცინვარის ზედაპირულ მოდნობას, მდინარის დონეებსა და ხარჯებს მცინვარიდან 500 მეტრის დაშორებით.

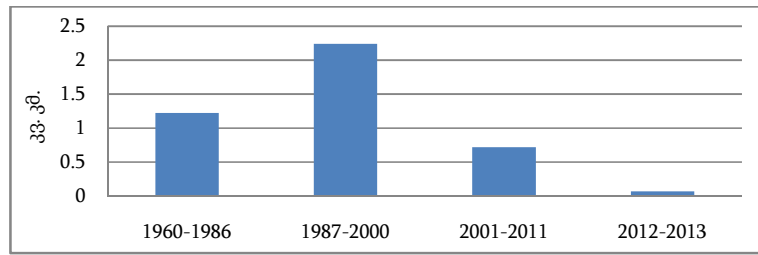
მცინვარების დინამიკის კვლევისა და მათი მონიტორინგისათვის მნიშვნელოვანია კლიმატური ელემენტების, კერძოდ ჰაერის ტემპერატურის მონაცემების არსებობა. 2011 წელს ჩვენ მიერ მცინვარზე მოპოვებული ჰაერის ტემპერატურებისა და იგივე პერიოდის მესტიის მეტეო სადგურის ჰაერის ტემპერატურებს შორის დავადგინეთ სიმაღლებრივი ტემპერატურული გრადიენტი. მოვახდინეთ მათ შორის კორელაციური კავშირი. შემდეგ „გადაცემის ფუნქციის“ (Transfer Function) საშუალებით (Trandline-Excel) მიღებული ფორმულით ავადგინეთ ჭალათის 1961-2013 წლების პერიოდის ტემპერატურული მონაცემების მსვლელობა, როგორც საშუალო წლიური, ასევე საშუალო თვიური, აგრეთვე ტემპერატურული ანომალიები.

ზედაპირული მოდნობის დასაანგარიშებლად გამოვიყენეთ მცინვარის ზედაპირზე ორ სხვადასხვა სიმაღლეზე თერმული ბურღის საშუალებით ჩაბურღული სპეციალური მილის მონაცემი, რომელსაც ივლისი-აგვისტოს განმავლობაში ყოველ ხუთ დღეში ერთხელ ვზომავდით. აღნიშნული სიმაღლეები და მოდნობის მონაცემები გავსაშუალოვით და დავუკავშირეთ იგივე სიმაღლეზე (2040 მ) ჭალათის საშუალო დღიურ ტემპერატურულ მონაცემებს, (ჭალათზე დამონტაჟებულ ტემპერატურის თვითმწერსა და აღნიშნულ საშუალო სიმაღლეს შორის სხვაობა 100 მეტრია. ტემპერატურები მივიღეთ ზემოთნახსენები გრადიენტის საშუალებით).

მცინვარზე ბოლო ექსპედიცია ჩავატარეთ 2013 წლის 16 აგვისტოს, რომლის დროსაც მოვახდინეთ მცინვარის ენის მარკირება GPS-ის გამოყენებით. ასე რომ ფართობისა და ენის სიმაღლებრივი ცვალებადობა მოცემული გვაქვს 1960-2013 წლების პერიოდში.

2013 წლის საველე მასალების და სხვადასხვა წლების (1986, 2000, 2013) Landsat-ის კოსმოსური სურათების შედარებამ 1960 წლის ტოპოგრაფიულ რუკასთან დაგვანახა რომ, ჭალათმა ამ პერიოდში დიდი ცვლილება განიცადა. კოსმოსურ სურათზე ნათლად ჩანს, რომ მცინვარის მარჯვენა და მარცხენა ნაკადი ჯერ კიდევ ერთმანეთთან კონტაქტშია. შესამჩნევი ცვლილება განიცადა მარჯვენა ნაკადმა. მას ორი მცინვარი გამოეყო, ერთი ჩათინის ფერდობზე მდებარე მცინვარი 0.80 კმ² ფართობით და მეორე მარჯვენა მხრიდან 1.10 კმ² ფართობით. ამ პერიოდში მცინვარის ფართობი შემცირდა 4.22 კმ²-ით.

ცალკეული პერიოდების მიხედვით კი ფართობის ცვალებადობა განსხვავებულია. მაგალითად 1960-1986 წლების პერიოდში მცინვარის ფართობი შემცირდა 1.22 კმ²-ით, საშუალო წლიური შემცირება 0.05 კმ², მომდევნო 14 წელიწადში (1987-2000) ფართობის შემცირება 2.24 კმ²-ს შეადგენდა, საშუალო წლიური 0.16 კმ². 2001-2011 წლების პერიოდში - 0.72 კმ², საშუალო წლიური 0.07 კმ². ბოლო ორ წელიწადში ფართობის შემცირება 0.04 კმ² იყო, საშუალო წლიური 0.02 კმ². ცვალებადობის უკეთესად აღქმის მიზნით ავაგეთ გრაფიკები, სადაც გამოსახულია მცინვარის ფართობის შემცირება სხვადასხვა წლების მიხედვით, (ნახ. 17).



ნახაზი 17. მცირე მასშტაბის ფართობის შენობების მნიშვნელობა სხვადასხვა წლების მიხედვით, 1960-2013 წწ.

ნახაზიდან ჩანს, რომ მცირე მასშტაბის ფართობის ყველაზე დიდი შემცირება 1987-2000 წლებში გვაქვს, ეს ლოგიკურია, რადგან მცირე მასშტაბის მარჯვენა ნაკადს სწორედ ამ პერიოდში გამოეყო ორი მცირე ზომის მცირე. რაც შეეხება ბოლო ორ წელიწადს, ვხედავთ რომ აქ ფართობის შემცირება ყველაზე მცირეა, ეს აიხსნება იმით რომ ამ პერიოდში საქმე გვაქვს ისეთ შემთხვევასთან, როდესაც ადგილი აქვს მხოლოდ მცირე მასშტაბის შენობების და არა მთლიანი ფართობის ცვალებადობას. 2000-2011 წლიანი პერიოდის ფართობის შემცირების შედეგით მაღალი მაჩვენებელი 1960-1986 წლიან პერიოდთან კი აიხსნება იმით, რომ ამ პერიოდში, როგორც ქვემოთ არის მოცემული, საქმე გვაქვს ტემპერატურის შედეგით მაღალ მაჩვენებლებთან და ამიტომ ეს ცვლილებაც ლოგიკურად მიგვაჩნია.

მცირე მასშტაბის ფართობის ხაზი და შესაბამისად ფართობის აუზი 3155 მ სიმალიდან იწყება. ფართობი რამდენიმე მცირე მასშტაბის ნაკადი იყრის თავს. ძირითადს კი მწვერვალ კავკასიდან ჩამომავალი ნაკადი წარმოადგენს. ფართობის აუზი 3155 მეტრიდან 3800 მეტრამდე ვრცელდება. ფართობის ფართობი 4.16 კმ²-ია. 1960 წლიდან 2013 წლამდე გამოვიანგარიშეთ ფართობის ხაზის სიმალით ცვალებადობა, აღმოჩნდა, რომ 53 წლის განმავლობაში ფართობის ხაზმა 35 მეტრით აიწია - 1960 წელს ფართობის ხაზი მდებარეობდა 3120 მეტრზე, 1986 წელს 3131 მეტრზე, 2000 წელს 3141 მეტრზე, 2013 წელს 3155 მეტრზე (2011 წლიდან 2013 წლამდე ფართობის ხაზის სიმალი არ შეცვლილა). აგრეთვე გამოვიანგარიშეთ აკუმულაციის და აბლაციის ზონების (ფართობის) ცვლილება (ცხრილი 5).

ცხრილი 5. მცირე მასშტაბის აკუმულაციის და აბლაციის ზონების ცვალებადობა 1960-2013 წწ.

წლები	აკუმულაციის ზონის (ფართობის) ფართობი კმ ²	საერთო ფართობი კმ ²	ფართობის და აბლაციის ზონების თანაფარდობა
1960	4.96	12.81	0.39
1986	4.64	11.59	0.40
2000	4.45	9.35	0.48
2011	4.16	8.63	0.48
2013	4.16	8.59	0.48

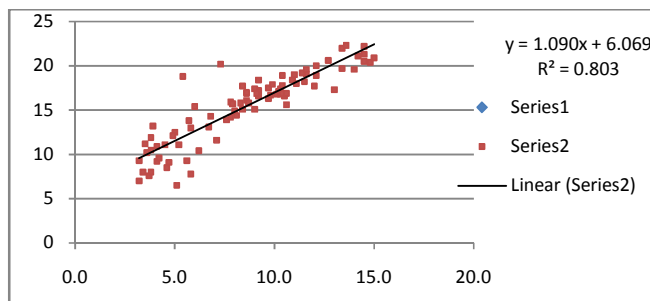
2011 წელს მცირე მასშტაბის მეტეოროლოგიური დაკვირვება 92 დღე (ივნისი-ივლისი-აგვისტო), აბლაციის თითქმის მთელი პერიოდის განმავლობაში მიმდინარეობდა. კვლევა მოიცავდა ჰაერის ტემპერატურაზე და ატმოსფერულ ნალექებზე დაკვირვებას. ჰაერის ტემპერატურის ავტომატური თვითმწერი ხელსაწყო დამონტაჟებული იყო მცირე მასშტაბის ზედაპირზე ზ.დ. 2140 მ სიმალიზე. ხელსაწყო

მონაცემს საათში ერთხელ აფიქსირებდა. ატმოსფერული ნალექები კი იზომებოდა ბანაკის ტერიტორიაზე მოწყობილ მოედანზე ზ.დ. 1525 მ. საკვლევ რეგიონში მეტეოროლოგიური სადგური მოწყობილია მხოლოდ დაბა მესტიაში (ზ.დ. 1440 მ), სადაც ავტომატურ რეჟიმში, სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე ხდება დაკვირვება. ჩვენ კვლევისათვის ამ ორი პუნქტის ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების მონაცემს ვიყენებთ.

კვლევის სრულფასოვანი წარმოებისათვის მოვიპოვეთ მესტიის მეტეო სადგურის ნალექების საშუალო დღიური და ტემპერატურების საშუალო საათობრივი მონაცემები 1961 წლიდან 2013 წლის ჩათვლით. შემდეგ ცალკე გამოვყავით 2011 წლის ივნისი-ივლისი-აგვისტოს თვეების საშუალო საათობრივი ტემპერატურები და გამოვიანგარიშეთ საშუალო დღიური ტემპერატურები. შემდეგ დავამყარეთ კორელაციური კავშირი ჩვენ მიერ 2011 წლის ივნისი-ივლისი-აგვისტოს თვეებში ჭალაათის მყინვარზე (2140 მ) საშუალო საათობრივით მიღებულ საშუალო დღიურ ტემპერატურებსა და იგივე პერიოდის მესტიის ტემპერატურულ მონაცემებს შორის. კორელაციის კოეფიციენტი მივიღეთ 0.9, რაც ძალიან კარგი მაჩვენებელია. მიღებული ტემპერატურული სხვაობისა და სიმაღლებრივი სხვაობის გათვალისწინებით გამოვიანგარიშეთ ვერტიკალური გრადიენტი, რამაც ყოველ 100 მეტრზე 0.98°C შეადგინა. აღნიშნული სამი თვის მესტიისა და ჭალაათის მონაცემების საფუძველზე გამოვიყენეთ კლიმატოლოგიაში მიღებული „გადაცემის ფუნქციის“ (Transfer function) მეთოდი (ნახ. 18).

მოცემულ ფორმულაში y - არის მესტია, x - არის ჭალაათი. $x=y/1.0909-6.0692$ სწორედ ამ ფორმულის საშუალებით მესტიის ტემპერატურულ მონაცემებზე დაყრდნობით აღვადგინეთ ჭალაათის 53 წლიანი საშუალო თვიური და საშუალო წლიური ტემპერატურები.

კვლევის შედეგად დავადგინეთ, რომ 1960-2013 წლებში მყინვარის ფართობი 12.81 კმ²-დან 8.59 კმ²-მდე შემცირდა. საშუალო წლიური შემცირება - 0.079 კმ². იგივე პერიოდში მყინვარის სიგრძე 10.30 კმ-დან 9.35 კმ-მდე შემცირდა, საშუალო წლიური შემცირება - 17.9 მ. რაც შეეხება მყინვარის ენის სიმაღლებრივ ცვალებადობას, აქაც მომატებულ ციფრებთან გვაქვს საქმე, ბოლო 53 წლის განმავლობაში მყინვარის ენამ 1800 მეტრიდან 1960 მეტრამდე აიწია, საშუალო წლიური აწევა - 3.01 მ.



ნახაზი 18. „გადაცემის ფუნქციის“ საშუალებით მიღებული ხაზობრივი კორელაცია.

დასკვნის სახით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ კლიმატის გლობალური ცვლილება პირდაპირ აისახება მყინვარ ჭალაათის შემცირებაზე. ტემპერატურის მატება ბოლო 53 წლის განმავლობაში განსაზღვრავს მყინვარის პარამეტრების შემცირებას, რასაც დამატებით ხელს უწყობს მყარი ატმოსფერული ნალექების გარკვეული დოზით

შემცირება. გარდა ამისა, ამ ყველაფერზე უარყოფითად მოქმედებს მცინვარის ენის ზღვის დონიდან დაბალ სიმაღლეზე მდებარეობა და მცინვარის ზედაპირზე ნაშალი მასალით დაფარული ტერიტორიის ზრდა. ასევე მცინვარის ყოველწლიური შემცირება იწვევს მის დასუსტებას და იგი არსებობისათვის ნაკლებ ბრძოლისუნარიანი ხდება.

4.3 ტემპერატურის ცვალებადობა ბოლო ერთი საუკუნის განმავლობაში

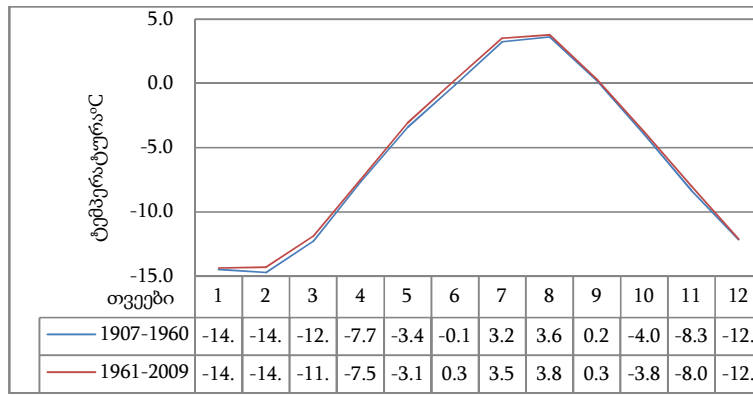
მცინვარების დინამიკის უკეთესად დადგენის მიზნით ჩვენ აგრეთვე ვიყენებთ მეტეო მონაცემებს. თერგის აუზში მდებარე ყაზბეგის მაღალმთიანი მეტეო სადგური კავკასიის რეგიონში არსებულ სხვა მეტეოსადგურებთან შედარებით ზღვის დონიდან ყველაზე მაღლა (3653 მ), მცინვარწყერის მასივზე მდებარეობს. სწორედ აღნიშნული მეტეო სადგურის საშუალოწლიური ტემპერატურების მსვლელობა 1907-2009 წლებში მკვეთრად დადებითი ტრენდით ხასიათდება.

ყაზბეგის 1907-1960 წლების საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურაა -5.8°C , ხოლო 1961-2009 წლების – -5.6°C . შესაბამისად 1960 წლის შემდეგ ყაზბეგის მეტეოროლოგიურ სადგურში შეინიშნება ტემპერატურის მატება $+0.2^{\circ}\text{C}$ -ით (ცხრილი 6). იგივეს ადასტურებს ცალკეული საშუალოთვიური ტემპერატურის მონაცემები, როდესაც თორმეტივე თვის შემთხვევებში უფრო მაღალი ტემპერატურები ფიქსირდება 1961-2009 წლებში, ვიდრე 1907-1960 წლებში (ნახ. 19).

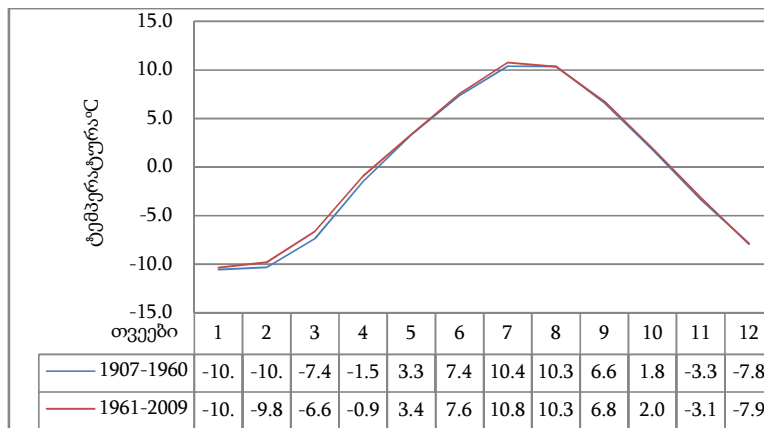
თერგის აუზში მეორე რეპრეზენტატულ მეტეოსადგურად შევარჩიეთ ჯვრის უღელტეხილის სადგური, რომელიც მდებარეობს ყაზბეგის მასივის სამხრეთით (კავკასიონის წყალგამყოფ ქედზე), ყაზბეგის მასივიდან დაახლოებით 20 კმ-ში, ზღვის დონიდან 2395 მეტრ სიმაღლეზე. აღნიშნული მეტეოსადგურის ჰაერის საშუალოწლიური ტემპერატურების მსვლელობა მკვეთრად დადებითი ტრენდით ხასიათდება 1907-2009 წლებში. ჯვრის უღელტეხილზე 1907-1960 წლების ჰაერის საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურაა -0.1°C , ხოლო 1961-2009 წლების – $+0.2^{\circ}\text{C}$. შესაბამისად 1960 წლის შემდეგ ჯვრის უღელტეხილის მეტეოროლოგიური სადგურზე შეინიშნება ტემპერატურის $+0.3^{\circ}\text{C}$ -ით მატება (ცხრილი 6), რომელიც ყველაზე მაღალი მაჩვენებელია დანარჩენ სადგურებთან შედარებით. თითქმის იგივეს ადასტურებს ცალკეული საშუალოთვიური ტემპერატურული მონაცემები, როდესაც თორმეტიდან ათი თვის შემთხვევაში (გარდა აგვისტოსა და დეკემბერში) უფრო მაღალი ტემპერატურა ფიქსირდება 1961-2009 წლებში, ვიდრე 1907-1960 წლებში (ნახ . 20).

ცხრილი 6. საქართველოს საშუალო და მაღალმთიანი მეტეოსადგურების საშუალოწლიური ტემპერატურები სხვადასხვა პერიოდების მიხედვით.

მეტეო სადგურები	წელი/თვე	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	საშუალო წლიური
მესტია	1906-1960	-5.7	-4.6	-0.5	5.4	10.9	14.1	16.6	16.5	12.3	7.1	2.0	-3.8	5.9
მესტია	1961-2013	-5.5	-3.8	0.1	5.9	10.8	13.8	16.6	16.3	12.0	7.2	1.5	-3.7	6.0
მამისონი	1907-1960	-11.6	-11.6	-9.0	-3.8	0.9	4.2	7.8	7.8	4.2	-0.6	-5.1	-9.1	-2.2
მამისონი	1961-1995	-9.8	-11.1	-10.0	-7.5	-3.1	1.4	5.0	6.8	6.6	2.9	-1.6	-5.9	-2.2
ჯვრის უღ.	1907-1960	-10.5	-10.3	-7.4	-1.5	3.3	7.4	10.4	10.3	6.6	1.8	-3.3	-7.8	-0.1
ჯვრის უღ.	1961-2009	-10.4	-9.8	-6.6	-0.9	3.4	7.6	10.8	10.3	6.8	2.0	-3.1	-7.9	0.2
ყაზბეგი	1907-1960	-14.5	-14.7	-12.3	-7.7	-3.4	-0.1	3.2	3.6	0.2	-4.0	-8.3	-12.2	-5.8
ყაზბეგი	1961-2009	-14.4	-14.3	-11.9	-7.5	-3.1	0.3	3.5	3.8	0.3	-3.8	-8.0	-12.1	-5.6



ნახაზი 19. ყაზბეგის მეტეოსადგურის ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურების მსვლელობა 1907-1960 და 1961-2009 წლებში.

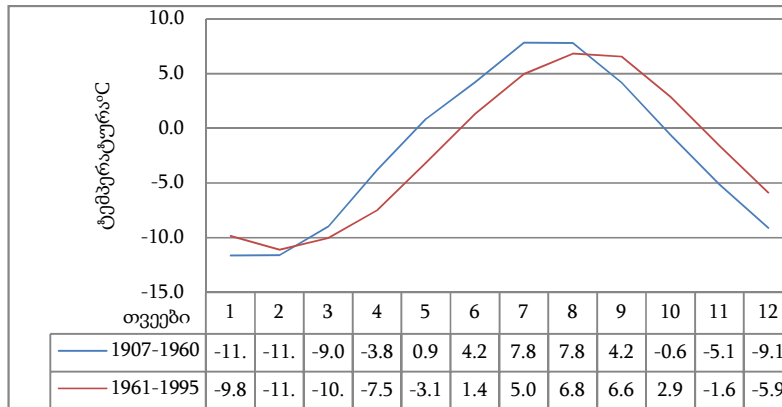


ნახაზი 20. ჯვრის უღელტეხილის მეტეოსადგურის ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურების მსვლელობა 1907-1960 და 1961-2009 წლებში.

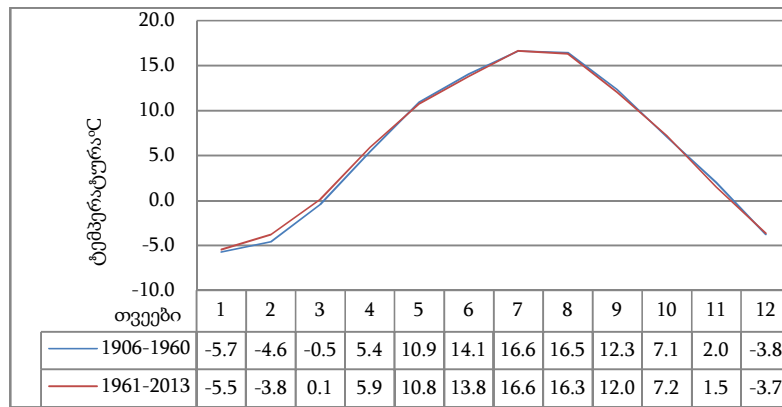
მდინარე რიონის აუზში ტემპერატურის მსვლელობის დადგენის მიზნით ყველაზე ხელსაყრელია მამისონის მეტეოსადგური, რომელიც მდებარეობს მამისონის უღელტეხილზე 2854 მ სიმაღლეზე. ჩვენ დავამუშავეთ ჰაერის ტემპერატურის 1907-1995 წლების მონაცემები. მამისონზე საშუალოწლიური ტემპერატურის მსვლელობა 1907-1970 წლებში გამოირჩევა დადებითი ტენდენციით; მაგრამ შემდეგ, როგორც ჩანს, 1970-1988 წლებში ჰაერის ტემპერატურა მცირდება, თუმცა ტენდენცია კვლავ დადებითი ხდება 1988-1995 წლებში. საერთო ჯამში, მამისონზე, ცალკე აღებულ 1907-1960 და 1961-1995 წლებში, ორივე შემთხვევაში ჰაერის საშუალოწლიური ტემპერატურა შეადგენს -2.2°C და ყაზბეგისა და ჯვრის უღელტეხილის სადგურებისაგან განსხვავებით, საშუალოწლიური ტემპერატურის ზრდა არ აღინიშნება 1960 წლის შემდეგ (ცხრილი 6). რაც შეეხება საშუალოთვიური ტემპერატურებს, ამ შემთხვევაში 1961-1995 წლების მარტი-აგვისტოს (6 თვე) ტემპერატურები შედარებით დაბალია, ვიდრე 1907-1960 წლების იგივე თვეების ტემპერატურები, ხოლო სექტემბერ-თებერვალში (დარჩენილი 6 თვე) ტემპერატურები შედარებით მაღალია (ნახ. 21).

მდინარე ენგურის აუზისთვის ჩვენ დავამუშავეთ მესტიის მეტეო სადგურის 1906-2013 წლების მონაცემები. აღნიშნული მეტეოროლოგიური სადგური მდებარეობს მესტიაში 1440 მ სიმაღლეზე. ამ შემთხვევაშიც ტრენდი ასევე მკვეთრად დადებითია. მესტიის 1906-1960 წლების საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურა არის +5.9°C, ხოლო

1961-2013 წლების – +6.0°C. შესაბამისად 1960 წლის შემდეგ მესტიის მეტეოროლოგიურ სადგურზე დაიკვირვება ტემპერატურის +0.1°C-ით მატება (ცხრილი 6). რაც შეეხება საშუალოთვიურ ტემპერატურებს, ამ შემთხვევაში ცალკე აღებული მაისი-ივნისის, აგვისტო-სექტემბრისა და ნოემბრის ტემპერატურები 1961-2013 წლებში შედარებით დაბალია, ვიდრე 1906-1960 წლების იმავე თვეების მონაცემები, ხოლო და დეკემბერ - აპრილის (ხუთი თვე) და ცალკე ოქტომბრის მონაცემები შედარებით მაღალია. რაც შეეხება ივლისის საშუალო თვიური ტემპერატურას, ის უცვლელია ორივე პერიოდში (ნახ. 22).



ნახაზი 21. მამისონის მეტეოსადგურის ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურების მსვლელობა 1907-1960 და 1961-1995 წლებში.



ნახაზი 22. მესტიის მეტეოსადგურის ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურების მსვლელობა 1906-1960 და 1961-2013 წლებში.

ჰაერის ტემპერატურების ტრენდის უკეთ დადგენის მიზნით, ჩვენ გამოვიყენეთ Mann Kendall test-ის ანალიზი. სტატისტიკური ტესტის ჩასატარებლად გამოვიყენეთ პროგრამა Addinsoft's XLSTAT 2015. ტესტის მიხედვით დადგინდა, რომ საშუალო წლიური ტემპერატურები დადებითი ტრენდით ხასიათდება როგორც მთელი დაკვირვების პერიოდში (1906/1907-2009/2013), ასევე ცალკეულ პერიოდებში (1907-1960, 1961-2009) ყაზბეგისა და ჯვრის უღელტეხილის მეტეოროლოგიურ სადგურებზე. დადებითი ტრენდი არ იყო მამისონის უღელტეხილზე, ხოლო მესტიის მეტეოსადგურზე დადებითი ტრენდი შეინიშნება მხოლოდ 1961-2013 წლების პერიოდში.

4.4 თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა

თოვლისა და ფირნის ხაზების შესწავლა გეოგრაფიული მეცნიერების მრავალი დარგის ინტერესს წარმოადგენს. მათი მდებარეობით ნათელი წარმოდგენა გვეძლევა ნებისმიერი რეგიონის გამყინვარების ხასიათზე. ამ ხაზების მდებარეობის ცვლილება გავლენას ახდენს მდინარეთა მყინვარულ ჩამონადენზე ნივალურ-გლაციალური პრცესების ხასიათზე, ხოლო თავის მხრივ მისი მდებარეობა დამოკიდებულია კლიმატის ცვლილებაზე. თოვლის ხაზი წარმოადგენს დედამიწის ბუნებრივი ზონების საზღვარს ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ განფენილობაში. აქედან გამომდინარე ამ საკითხის გამოკვლევას თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

საქართველოს თანამედროვე გამყინვარების და მყინვარების რეჟიმის ხასიათის განსაზღვრაში დიდი მნიშვნელობა აქვს თოვლისა და ფირნის ხაზების სიმაღლით მდებარეობას. გეოგრაფიულ ლიტერატურაში თოვლისა და ფირნის ხაზების განსაზღვრაში განსხვავებული შეხედულებები არსებობს (С. В. Калесник, 1963; М. В. Тронов, 1972; П. А. Шумский, и др. 1963).

თანამედროვე ფირნის ხაზის მდებარეობა ჩვენ მიერ ძირითადად განსაზღვრულია აეროკოსმოსური სურათების, აგრეთვე 1960-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკების და ნაწილობრივ ლიტერატურული წყაროების დახმარებით. ფირნის ხაზის მდებარეობა განვსაზღვრეთ გეფერის მეთოდით. ამ მეთოდის არჩევა განპირობებულია ორი მიზეზით: 1. ფირნის ხაზის მდებარეობაზე მიღებული მონაცემები თითქმის არ განსხვავდება სხვა მეთოდებით მიღებული მონაცემებისაგან; 2. ფირნის ხაზის დებრესიის გამოთვლისას ჩვენ ვეყრდნობით მყინვარის მიერ წარმოქმნილ ფორმებს, სტადიალურ და მიკროსტადიალურ მორენებს. ამ შემთხვევაში აღნიშნული მეთოდი უფრო ხელსაყრელია.

საქართველოს მდინარეების და მათი შენაკადების აუზებისათვის ფირნის ხაზის მდებარეობა ადრე გამოთვლილი იყო ა. რეინჰარდის (1916, 1917) მიერ ერთვერსიანი ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით. რ. გობეჯიშვილის მიერ სხვადასხვა პერიოდის ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით გამოთვლილია ფირნის ხაზის მდებარეობა 1946-1950 და 1960-1965 წლებისათვის (ცხრილი 7, 8).

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ ფირნის ხაზის სიმაღლე იზრდება. ფირნის ხაზი ყველაზე მაღლა (3500 მ) აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზში მდებარეობს.

ცხრილი 7. ფირნის ხაზის სიმაღლე საქართველოს მდინარეთა აუზებში 1946-1950 წლების მდგომარეობით.

№	აუზის დასახელება	ფირნის ხაზის მდებარეობა (მ)
1	ბზიფი	3030
2	კოდორი	3070
3	ენგური	3320
4	რიონი	3380
5	ლიახვი	3480
6	არაგვი	3500
7	თერგი	3450
8	ასა	3460
9	არღუნი	3460
10	პირიქითა ალაზანი	3480

ფირნის ხაზის სიმაღლითი მდებარეობა ცალკეულ მდინარეთა აუზების შიგნით არაერთგვაროვანია. ცენტრალური კავკასიონის ზოგიერთ მდინარეთა აუზში (დოღრა, მულხურა, ენგურის სათავეები) ფირნის ხაზი უფრო მაღლა მდებარეობს ვიდრე მის აღმოსავლეთით განლაგებულ აუზებში (მდ. რიონის აუზი). ჩვენი აზრით, ამის მიზეზია ამ მონაკვეთში ცენტრალური კავკასიონის მაღალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობა და მისი სამხრეთი ფერდობის დიდი დახრილობა.

ერთი მდინარის აუზის ფარგლებში ფირნის ხაზის სიმაღლე მცინვარზე და თვით აუზში სხვადასხვა სიმაღლეზე მდებარეობს. დიდი მცინვარების ზედაპირზე ფირნის ხაზის სიმაღლე ყოველთვის დაბალია, ვიდრე მდინარის აუზში. მაგალითად მდ. ჩვეშურას აუზში ფირნის ხაზი მდებარეობს 3370 მ სიმაღლეზე, მაშინ როცა ამ აუზის უდიდეს მცინვარ კირტიშოზე მისი სიმაღლე 3150 მეტრია. მდ. მულხურას აუზში ფირნის ხაზი საშუალოდ 3380 მ სიმაღლეზე მდებარეობს, ხოლო მცინვარ ლეხზირსა და ტვიბერზე კი შესაბამისად 3120 და 3150 მ სიმაღლეზეა.

ფირნის ხაზის მდებარეობაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მცინვარის აუზის რელიეფის მორფოლოგიურ და მორფომეტრიულ თავისებურებებს და მცინვარის მორფოლოგიურ ტიპს. დიდი ზომის მცინვარზე ფირნის ხაზი უფრო დაბლა მდებარეობს ვიდრე მცირე ზომის მცინვარზე. დაკიდული ტიპის მცინვარზე ფირნის ხაზს ყველაზე მაღალი მდებარეობა უკავია (ხორხისა და აწუნთას ქედები).

ცხრილი 8. ფირნის ხაზის ცვალებადობა 1890-1960 წწ.

აუზის დასახელება	ა. რეინჰარდი		რ. გობეჯიშვილი		ფირნის ხაზის დეპრესია	
	1890-1900 წწ რუკებით	1946-1950 წწ რუკებით	1960 წ რუკებით	1890-1960 წწ რუკებით	1946-1960 წწ რუკებით	
ჩახლთა	2890	2990	3030	140	30	
კლიჩი	2860	3040	3070	210	30	
ღვანდრა	2770	2990	3040	270	40	
საკენი	3090	3090	3150	60	60	
საშ. კოდორის აუზში	2900	3030	3070	170	40	
ნენსკრა	3080	3120	3170	90	50	
ნაკრა	3190	3150	3230	40	80	
დოღრა	3210	3360	3380	170	20	
მულხურა	3200	3380	3400	200	20	
ენგურის სათავეები	3200	3410	3450	250	40	
საშ. ენგურის აუზში	3175	3285	3325	150	40	
ედენურა	3180	3350	3370	190	10	
ზოფხიტურა	3180	3260	3330	150	70	
ჩვეშურა	3140	3315	3370	230	55	
ნოწარულა	3140	3305	3350	210	45	
ჭანჭახი	3370	3460	3490	120	30	
საშ. რიონის აუზში	3200	3340	3380	180	40	
კავკასიონის სამხრეთ ფერდობი	3090	3220	3260	170	40	

ცნობილია, რომ მცინვარების წარმოქმნაში სხვა ფაქტორებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერდობების ექსპოზიციას. საქართველოს ისეთ ქედებზე სადაც

მცინვარები წარმოდგენილია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ფერდობებზე ფირნის ხაზი სამხრეთ ფერდობზე ყოველთვის მაღლა მდებარეობს ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობზე. ასე მაგალითად: სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე ფირნის ხაზი მდებარეობს 3230 მ სიმაღლეზე, ხოლო სამხრეთზე 3350 მ სიმაღლეზე. ხორხის ქედის სამხრეთ ფერდობზე იგი 3650 მ სიმაღლეზე მდებარეობს, ხოლო ჩრდილოეთზე 3580 მ-ზე.

კოდორის და სამეგრელოს ქედებზე ფირნის ხაზი დაბლა, 3050-3100 მ სიმაღლეზე მდებარეობს. რაც განპირობებულია ზამთარში ატმოსფერული ნალექების სიუხვითა და რელიეფის ოროგრაფიული პირობებით.

1890-1960 წლებში ფირნის ხაზის მდებარეობამ საკმაო ცვლილებები განიცადა (ცხრ. 6). ზემოთ მოტანილ ცხრილში განხილულია მხოლოდ კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი - დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე 1890 წლიდან 1960 წლამდე ფირნის ხაზმა მაღლა აიწია საშუალოდ 160 მეტრით. ე. ი. 2.3 მ წელიწადში, ხოლო 1946-1960 წლებში კი 2.5 მ წელიწადში.

ვინაიდან ფირნის ხაზის დეპრესია დიდ მდინარეთა აუზებში ერთნაირია ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამ პერიოდში საქართველოში ადგილი ქონდა ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების თანაბარ ცვალებადობას.

კავკასიონზე თოვლის ხაზის მდებარეობაზე უშუალო დაკვირვების მასალები ჩვენი აზრით, ლიტერატურაში არ მოგვეპოვება, მაგრამ მისი განსაზღვრა შეიძლება არაპირდაპირი მეთოდების საშუალებით. ვ. კოტლიაკოვი (1968) აღნიშნავს: „იგი წარმოადგენს ჰიონოსფეროს ქვედა დონის ანაბეჭდს დედამიწის რელიეფის ზედაპირის რეალურ პირობებში”.

ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ჰიონოსფეროს ქვედა საზღვარს წარმოადგენს ივლის-აგვისტოს თვეების ნულოვანი იზოთერმის საშუალო სიმაღლე. ნულოვანი იზოთერმის განსაზღვრა შეიძლება ორი ხერხით: 1. ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის საშუალებით და 2. აეროლოგიური დაკვირვების მასალების მიხედვით.

შრომაში „Климат и Климатические ресурсы Грузии” (1971), მოცემულია ცენტრალურ კავკასიონზე ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის დახმარებით. მ. გავაშელის (1971) მიხედვით ივლის-აგვისტოში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე შეადგენს 4100-4200 მეტრს. ანალოგიური მონაცემები აქვთ მიღებული მ. კორძახიას (1961) და შ. ინაშვილს (1975) მდ. ენგურის აუზისათვის.

აეროლოგიური დაკვირვების მასალებზე დაყრდნობით რ. გობეჯიშვილის მიერ შესწავლილი იყო თავისუფალ ატმოსფეროში ჰაერის ტემპერატურის განაწილება ყოფილ საბჭოთა კავშირის მრავალი სადგურისათვის. კავკასიაში ივლის-აგვისტოს თვეებში ჰაერის ნულოვანი იზოთერმის საშუალო სიმაღლე ტოლია მინერალური წყლების თავზე (ჩრდ. კავკასია) - 4120 მ, სოხუმის თავზე - 4465 მ, ხოლო თბილისის თავზე - 4500 მ (И. Ф. Кварацхелия, 1964). ცენტრალური კავკასიონისათვის ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე განვსაზღვრეთ ამ მონაცემების საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით, რაც 4360 მეტრს უტოლდება.

ზემოთ მოტანილი მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ცენტრალურ კავკასიონზე მდ. ენგურის აუზში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე მერყეობს 4200-4480 მეტრის ფარგლებში. როგორც ვხედავთ ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის მიხედვით მიღებული მონაცემები უფრო დაბალია, ვიდრე თავისუფალ ატმოსფეროში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე, რაც გამოწვეულია კავკასიონის რელიეფის გავლენით.

პ. შუმსკი (Шумский, 1963) აღნიშნავს, რომ თოვლის საზღვარი, ესაა თოვლით კვების ოლქის ან ზონის ქვედა საზღვარი (სახელდობრ „მუდმივი თოვლის“ ზონა, რეკრისტალიზაციური).

კავკასიონის მყინვარებისათვის ყინულწარმოქმნის ზონების საკითხები ლიტერატურაში სუსტად არის განხილული. მეორე საერთაშორისო გეოფიზიკური პერიოდის დროს მწვერვალ იალბუზზე ჩატარდა კომპლექსური გამოკვლევები, რომლის შედეგად განსაზღვრული იყო ყინულწარმოქმნის ზონები, რეჟელაციურ-რეკრისტალიზაციური ფირნის ქვედა საზღვარი მდებარეობდა საშუალოდ 4200 მ სიმაღლეზე (Оледенение Эльбруса, 1968).

1987 წლის სექტემბერში სვანეთში ჩატარდა ქართველი და რუსი გლაციოლოგების კომპლექსური ექსპედიცია რომლის პროგრამაში შედიოდა ადიშის მყინვარის მაღლა მდებარე ფირნული პლატოს გამოკვლევა. დაკვირვებამ აჩვენა, რომ აქ რეჟელაციურ-რეკრისტალიზაციური ფირნი 4200-4300 მ სიმაღლეზე იწყებოდა (Дюргеров, Михаленко, Гобеджишвили, 1989).

ზემოთ მოტანილი მასალების ანალიზი საშუალებას გვამძლევს განვსაზღვროთ თოვლის ხაზის სიმაღლე ცენტრალური კავკასიონისათვის. იგი ივლის-აგვისტოში მერყეობს 4200-4400 მეტრის ფარგლებში. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ კავკასიონის ქედს სუბგანედური მიმართულება აქვს, იგი გადაჭიმულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ და საქართველოს ფარგლებში მდებარეობს ჩრდილო განედის 42⁰-44⁰ შორის, მაშინ თოვლის ხაზის სიმაღლე დასავლეთ, ცენტრალურ და აღმოსავლეთ კავკასიონზე სხვადასხვა სიმაღლეზე გვექნება. მაგალითად, მდ. ენგურის აუზი (ცენტრალური კავკასიონი) ჩრდილო განედის 43 გრადუსზე მდებარეობს და აქ თოვლის ხაზის სიმაღლე 4200-4400 მ სიმაღლეზეა.

დასავლეთ კავკასიონი უფრო ჩრდილოეთით მდებარეობს ცენტრალურიდან, ხოლო აღმოსავლეთ კავკასიონი უფრო სამხრეთით. ამიტომ თოვლის ხაზის სიმაღლე ცენტრალურთან შედარებით დასავლეთში უფრო დაბალი იქნება, აღმოსავლეთში კი უფრო მაღლა. ცნობილია, რომ ჰაერის ტემპერატურა ეკვატორიდან ჩრდილოეთისაკენ ყოველ 1⁰ განედზე 0.5⁰-ით იცვლება, ხოლო ვერტიკალურად ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ტემპერატურა 0.5-0.7⁰-ით ეცემა. გამომდინარე აქედან და აეროლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით (თბილისი, მინ. წყლები (ჩრდ. კავკასია)), შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ თოვლის ხაზი დასავლეთ კავკასიონზე მდებარეობს 4100-4200 მ სიმაღლეზე, ხოლო აღმოსავლეთ კავკასიონზე კი 4400-4500 მ სიმაღლეზე.

თავისუფალ ატმოსფეროში ნულოვანი იზოთერმის საშუალო მრავალწლიური სიმაღლითი მდებარეობა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროსათვის - ქალაქ თბილისის განედზე მოცემული აქვთ თ. დავითაიას და კ. თავართქილაძეს (1981). მათი მონაცემებით ივლის-აგვისტოში ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე იცვლება ქვეფენილი ზედაპირის გეოგრაფიული პირობებით და მერყეობს 4150-4300 მეტრის ფარგლებში.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე მოვახდინეთ თოვლისა და ფირნის ხაზების შედარებითი ანალიზი, საიდანაც კარგად ჩანს, რომ სხვაობა თოვლსა და ფირნის ხაზებს შორის კავკასიონზე არაერთგვაროვანია. დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში ეს სხვაობა 1000-1200 მეტრს შეადგენს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 800-1000 მეტრს უდრის.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ 1960 წლის მდგომარეობით დასავლეთ კავკასიონზე ფირნის ხაზის საშუალო სიმაღლე 3050 მეტრი იყო, ცენტრალურზე (დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში) - 3350 მ, აღმოსავლეთზე კი

3450 მ. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ფირნის ხაზმა 1890-1960 წლებში მაღლა აიწია 170 მ, ხოლო 1946-1960 წლების პერიოდში - 40 მეტრით. თოვლის ხაზი განსაზღვრულია სხვადასხვა მეთოდებით, იგი დასავლეთ კავკასიონზე მდებარეობდა 4100-4200 მ სიმაღლეზე, ცენტრალურზე 4200-4400 მეტრზე, აღმოსავლეთ კავკასიონზე კი 4400-4500 მ სიმაღლეზე. თოვლისა და ფირნის ხაზების მდებარეობა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ მაღლა იწევს, რაც სხვა ფაქტორებთან ერთად კავკასიონის სუბგანედური მიმართულებით არის გამოწვეული.

თავი 5. მცირე გამყინვარება

გლაციოლოგიური გაგებით მცირე გამყინვარების მაქსიმუმში, იგულისხმება დროის ის პერიოდი, როდესაც გამყინვარების მასშტაბი იყო უფრო დიდი, ვიდრე მანამდე და მას შემდეგ (Holzhauser 1983). მსოფლიოს სხვადასხვა მთიან სისტემებზე მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დასასრული დაახლოებით 150-200 წლის წინ ფიქსირდება. დღეს უკვე კარგადაა ცნობილი, რომ მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ მყინვარების ცვლილება ერთერთი მთავარი ინდიკატორია მსოფლიოს მასშტაბით კლიმატის გლობალური ცვლილების დადგენის საქმეში. აღნიშნული თემის კვლევა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, როდესაც მსოფლიოს თითქმის ყველა მთიან რეგიონში მყინვარების ზომების შემცირება ფიქსირდება. კავკასიონის სამხეთ ფერდობზე ჩატარებული კვლევებიც ამის ერთერთი დადასტურებაა. წინამდებარე თავში მოცემული გვაქვს დასავლეთ, ცენტრალურ და აღმოსავლეთ კავკასიონის სხვადასხვა მყინვარებზე (საერთო ჯამში 24 მყინვარზე) ჩატარებული კვლევის შედეგები. მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენების საშუალებით, რომელიც ძირითად მყინვარულ ხეობებში ძალიან კარგადაა შემორჩენილი, აღდგენილია ძველი მყინვარების პარამეტრები - ფართობი, სიგრძე, უკანდახევა და ენების ჰიფსომეტრიული მდებარეობა.

5.1 ხეობის ტიპის მყინვარების შემცირება მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ

კავკასიონზე უკანასკნელი სტადიალური გამყინვარება დაიწყო XVI საუკუნეში და XIX საუკუნის დასაწყისში განვითარების მაქსიმალურ საზღვარს მიაღწია. მე19 საუკუნის დასაწყისიდან (1820-1850) დედამიწის ზედაპირზე კლიმატური პირობები შეიცვალა და დაიწყო დათბობა, რომელიც დღესაც გრძელდება. ამ პროცესს მოჰყვა მყინვარების უკან დახევა მსოფლიოს თითქმის ყველა მთიან სისტემაზე და მათ შორის კავკასიონზეც.

კავკასიონზე ჩვენ მიერ გამოკვლეულია თითქმის ყველა მდინარეთა აუზის მყინვარები. განსაკუთრებით დეტალურად შევისწავლეთ ის აუზები, სადაც ხეობის ტიპის მყინვარები მდებარეობს. მოვახდინეთ მყინვართა ენებისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიის GPS-ით აგეგმვა, ჩავატარეთ გეომორფოლოგიური გამოკვლევა. მოვახდინეთ აეროსურათების გლაციო-გეომორფოლოგიური დემიფირირება და მათზე ზუსტად მოვაზაზეთ სტადიალური მორენების კონფიგურაცია. მიღებული შედეგები გადავიტანეთ მსხვილ მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკებზე და ახალ აეროკოსმოსურ სურათებზე.

აღნიშნული სამუშაოების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კავკასიონზე მდებარე მყინვარები ძლიერ შემცირებულია უკანასკნელი 200 წლის განმავლობაში. მყინვარების შემცირების მაჩვენებლები, როგორც სიგრძეში, ასევე ფართობსა და მოცულობაში ძალიან განსხვავდება ერთმანეთისგან. შემცირების ტემპის მიხედვით გამოიყოფა მყინვართა სამი ჯგუფი: პირველ ჯგუფში შედის მყინვარები, რომელთა ენებმა უკან დაიხია 1.5 კმ-ით და მეტით, მეორე ჯგუფში ერთიანდება მყინვარები, რომელთა ენები შემცირდა 1.0-1.5 კმ-ით; ხოლო მესამე ჯგუფის მყინვარების უკანდახევის მაჩვენებლები 1.0 კმ-ზე ნაკლებია.

პირველ ჯგუფში ხვდება ძირითადად ხეობის რთული ტიპის მყინვარები, ამ ტიპის მყინვარები რამდენიმე ნაკადის შეერთების შედეგად წარმოიშობა. თითოეულ ნაკადს

დამოუკიდებელი კვების აუზი და ხეობა აქვს. მათი რეჟიმიც და მოძრაობის ხასიათიც განსხვავებულია შეერთებამდე. ეს ნაკადები შეერთებისას დაწოლას ახდენს (ხეობაში ადგილის დასაკავებლად). მათი ენის სიმძლავრე იზრდება, მოძრაობის სიჩქარეც მატულობს და გაერთიანებული მცინვარის ენა დაბალ ჰიფსომეტრიულ დონეზე ჩამოდის. მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის შემდეგ მცინვარის შემოსავალს გასავალი აჭარბებს, ამიტომ ცალკეულ ნაკადებს აღარ ძალუძთ თავიანთი ენების ინტენსიური კვება. მათი მოძრაობის სიჩქარე კლებულობს. ამას ემატება დაბალ სიმაღლეზე მდებარეობა, სადაც მცინვარის დნობა დიდია და იწყება მათი სწრაფი დეგრადაცია. შემდეგში, როგორც კი მცინვარები ერთმანეთს დაცილდა, უკან დახევის ტემპიც კლებულობს.

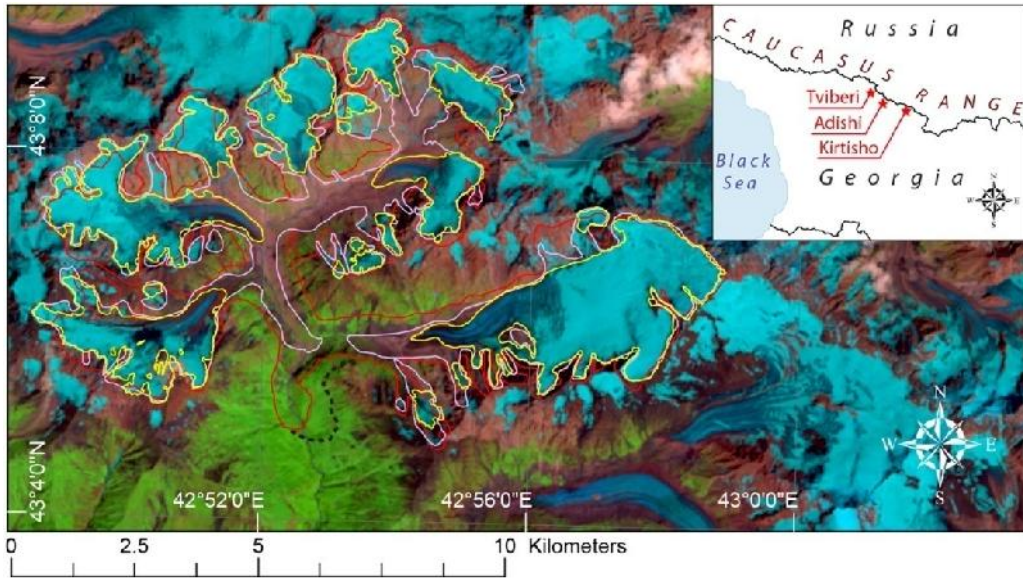
მცინვარი ტვიბერი ამავე სახელწოდების მდინარის აუზში მდებარეობს (მდ. ტვიბერი მდ. მულხურას სათავეა). იგი ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარეობს. მიუხედავად ამისა, აქ მდებარე მწვერვალები დიდი სიმაღლით არ გამოირჩევა. უმაღლესი მწვერვალი 4250 მეტრისაა და 600-800 მეტრით დაბალია მეზობლად მდებარე მწვერვალებზე. აუზში მძლავრი გამცინვარების წარმოქმნაში კლიმატურ პირობებთან ერთად დიდ როლს თამაშობს რელიეფის მორფოლოგიური პირობები. მდინარე ტვიბერის აუზი გარშემო საკმაოდ მაღალი ქედებითაა გარშემორტყმული. კრისტალური ქანებით აგებულ რელიეფში მცინვარული ფორმები ღრმადაა ჩამჯდარი და თოვლ-ყინულოვანი საფარის დაგროვების კარგ პირობას ქმნის. XIX საუკუნის დასაწყისიდან XX საუკუნის მეორე ნახევრამდე მდ. ტვიბერის აუზის მცინვარები ერთმანეთთან შეერთებული იყო და ხეობის რთული ტიპის მცინვარს ქმნიდა. მათი ერთიანი ენა ზ.დ. 2030 მეტრის სიმაღლემდე ჩამოდიოდა (ნახ. 23). ამ დროს მცინვარი ტვიბერი ფართობის მიხედვით საქართველოში უდიდესი იყო. მცინვარის მაქსიმალური საზღვრების დადგენა, მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის დროს დიდ სირთულეს არ წარმოადგენს, რადგან რელიეფში შემორჩენილია გლაციალური მორფოსკულპტურული ფორმები (მორენები, ვერძის შუბლები). ისინი უკანასკნელი სტადიალური გამცინვარების დროს მცინვარების წინ წამოწევის შედეგადაა წარმოქმნილი.

1820-იანი წლებიდან კავკასიონის მცინვარები უკან იხევს. 1887 წლის ტოპოგრაფიულ რუკაზე მცინვარი ტვიბერი ისევ ერთიანი სისტემით არის წარმოდგენილი. 1959-1960 წლების აეროსურათების დეშიფრირებამ და ამავე დროის ტოპოგრაფიული რუკების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მცინვარმა ტვიბერმა საკმაოდ დიდი ცვლილება განიცადა. მცინვარს მარცხნიდან გამოეყო მისი უდიდესი ტოტი ყვითლოდი, რომელიც დამოუკიდებელი მცინვარი გახდა. მცინვარ ყვითლოდის ენა მცინვარ ტვიბერიდან 300-400 მეტრით იყო დაცილებული და მთავრდებოდა 2290 მ სიმაღლეზე. მცინვარ ტვიბერის სისტემას გამოეყო აგრეთვე მცირე ზომის 5 მცინვარი.

მცინვარ ტვიბერის ენა 1960 წელს მთავრდებოდა 2140 მ სიმაღლეზე. მისი ენის ზედაპირი 1-3 მეტრის სისქის ნაშალი მასალით იყო დაფარული, რაც ზედაპირის აბლაცის ძლიერ ამცირებდა. ერთიანი ენის არეში მცინვარის სუფთა ზედაპირი უფრო ძლიერ დნობას განიცდიდა, ვიდრე ნაშალი მასალით დაფარული ზედაპირი. ამიტომ, რომ მცინვარის ზედაპირის სუფთა მონაკვეთი 10-15 მეტრით დაბლა მდებარეობდა. 1960 წელს მცინვარ ტვიბერის ფართობი 24.72 კმ² იყო.

ჩვენმა გამოკვლევებმა და 1887-2014 წლების ტოპოგრაფიული რუკების და აეროკოსმოსური სურათების დეშიფრირებამ აჩვენა, რომ ხეობის რთული ტიპის მცინვარი ტვიბერი უკან დახევის შედეგად დაიშალა ხეობის ტიპის მცინვარებად - სერი,

ასმაში, თოთი, ირითი, ლიჩათი, ლასხედარი და ძინალი. მცინვარების ენები ერთმანეთისაგან 200-500 მეტრითაა დაცილებული. ფართობით და სიგრძით მცინვარი ასმაში ყველაზე დიდია, მისი ენა 2540 მ სიმაღლეზე მთავრდება. მცინვარის ენის ზედაპირის გვერდები დაფარულია 0.5-1.0 მ სისქის ნაშალი მასალით და მათ შორის სოლისებურად შეჭრილია 200 მეტრის სიგანის სუფთა ყინულის ნაკადი. მისი ზედაპირი 5-10 მეტრით დაბალია გვერდებთან შედარებით.



ნახაზი 23. Landsat L8 2014 წლის ფოტო. მცინვარ ტვიბერის შემცირება მცირე გამყინვარების მაქსიმუმიდან (~1820) - 2014 წლის ჩათვლით. შავი წყვეტილი ხაზით აღნიშნულია მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენა; წითელი ფერით აღნიშნულია მცინვარ ტვიბერის კონტური 1887 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით; იასამნის ფერით აღნიშნულია ტვიბერის აუზის მცინვარების კონტური 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით; ყვითელი ფერით აღნიშნულია ტვიბერის აუზის მცინვარების კონტური 2014 წლის Landsat-ის კოსმოსური სურათის მიხედვით.

მსგავსი მორფოლოგიური პირობები აქვს მცინვარ ძინალის ენასაც. დანარჩენი მცინვარების ენები სუსტად არის დაფარული ლოდნარი მასალით. ყველა მცინვარი ვრცელი ფირნის ველიდან გამოსვლის შემდეგ 100-300 მ სიმაღლის ყინულჩანჩქერს (ყინულვარდნილს) ინვითარებს და რელიეფში მკვეთრად გამოხატულ საფეხურს აჩენს. ამის გამო მცინვარი ორ ნაწილად იყოფა. ზედა საფეხური კვების არეა, ხოლო ქვედა - დნობის. ზოგიერთი ხეობის ტიპის მცინვარს პატარა ზომის კარული მცინვარები გამოეყო.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ხეობის მარტივი ტიპის მცინვარები, რომლებმაც მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ 1.0-1.5 კმ-ით დაიხია უკან. ამ ჯგუფის მცინვარებისათვის დამახასიათებელია კარგად გამოხატული ფირნის ველი და ენა. მცინვარების ზედაპირს გამყოლ პროფილზე მკვეთრი საფეხურები არ გააჩნია. ამ მცინვარების ფართობი 6 კმ²-ზე ნაკლებია. მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დროს მცინვართა ენები 2220 მეტრზე ქვემოთ არ ჩამოდიოდა. ამ ტიპის მცინვარებს მიეკუთვნება კირტიშო, შდავლერი და სხვა.

მცინვარი კირტიშო რაჭის კავკასიონზე მდ. ჩვეშურას აუზში მდებარეობს. იგი ხეობის მარტივი ტიპის ჩრდილო-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარია. მცინვარზე დაკვირვება 1937 წლიდან იწყება (დ. წერეთელი 1943).

მცინვარის წინ ხეობის ორივე ფერდობზე (განსაკუთრებით მარცხენა ფერდობზე) შემორჩენილია მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენა. პროგრამა Google Earth-ის დახმარებით, ძველი ტოპოგრაფიული რუკების (1887, 1960), დ. წერეთლის (1937) მონაცემების და 2014 წლის GPS-ით მონაცემების საშუალებით აღვადგინეთ კირტიშოს შემცირენა ბოლო ორი საუკუნის განმავლობაში (ნახ. 24).



ნახაზი 24. GoogleEarth-ის ფოტო. მცინვარ კირტიშოს შემცირენა მცირე გამყინვარების მაქსიმუმიდან 2014 წლამდე. წითელი ფერის ისრებით აღნიშნულია მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენები; ყვითელი ფერის წერტილებით აღნიშნულია GPS-ით აგებული მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენის ფრაგმენტები; ყვითელი ფერის ხაზით აღნიშნულია მცინვარ კირტიშოს აღდგენილი კონტური მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დროს; წითელი ფერის ხაზით აღნიშნულია მცინვარის კონტური 1887 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით; მწვანე ფერის ხაზით აღნიშნულია მცინვარის კონტური 1937 წლის მდგომარეობით (დ. წერეთლის მონაცემების მიხედვით); ლურჯი ფერის ხაზებით აღნიშნულია მცინვარის კონტური 1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით; წითელი წერტილებით აღნიშნულია მცინვარის ენის დაბოლოება 2014 წლის GPS-ით აგებვის შედეგად.

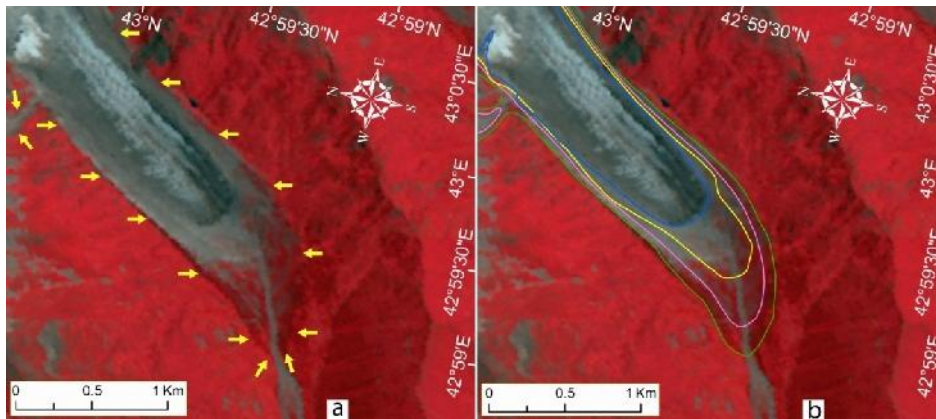
როგორც დავადგინეთ, ~1820 წლისათვის მცინვარ კირტიშოს ფართობი ~6.6 კმ² იყო და მისი ენა ზ.დ. ~2325 მ-ზე ჩამოდიოდა. 1820-1887 წლებში (1887 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით) კირტიშოს ენამ ~240 მეტრით დაიხია უკან, ხოლო ჰიფსომეტრიულად ზ. დ. ~2335 მ-ზე გადაინაცვლა. 1887-1937 წლებში (დ. წერეთლის 1937 წლის მონაცემების მიხედვით) მცინვარმა კიდევ ~740 მეტრით დაიხია უკან, ხოლო ჰიფსომეტრიულად ~2380 მ-ზე გადაინაცვლა. 1937-1960 წლებში (1960 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით) მცინვარის უკანდახევამ ~300 მ შეადგინა, ხოლო ჰიფსომეტრიულად ~2420 მ-ზე გადაინაცვლა. 1960-2014 წლებში მცინვარმა კიდევ ~460 მეტრით დაიხია უკან. ამჟამად მისი ენა ზ.დ. 2660 მეტრზე მთავრდება. საერთო ჯამში 1820-2014 წლებში მცინვარის უკანდახევამ ~1740 მეტრი შეადგინა, ხოლო მისი ფართობი ~6.6კმ²-დან ~4.4 კმ²-მდე შემცირდა.

მესამე ჯგუფში ერთიანდებიან ხეობის მარტივი ტიპის მცინვარები, რომელთა ენებმა მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ ~1.5 კმ-ზე ნაკლებით დაიხიეს უკან. ამ ჯგუფის მცინვარების კლასიკურ მაგალითს **მცინვარი ადიში** წარმოადგენს, რომელიც მდ. ენგურის აუზში მდებარეობს. მცინვარს გაშლილი ფირნი აქვს, რომელიც ~3700 მეტრზე მდებარეობს. ფირნი რამდენიმე ნაკადით იკვებება. მცინვარი ფირნიდან გამოსვლის

შემდეგ ~1000-1500 მ სიმაღლის მძლავრ ყინულვარდნილს ინვიტარებს, რომელიც დაახლოებით ~2.5 კმ სიგრძის იდეალური ფორმის ენაში გადადის. ენა სუსტად არის დახრილი. მყინვარის ენას ორივე მხარეზე მკვეთრად გამოხატული მცირე გამყინვარების მორენები მიუყვება, რომლებიც ენის ბოლოდან ~1.1 კმ-ის შემდეგ ირკალება და ბოლო მორენაში გადადის. რელიეფის ამ ფორმებით (მორენებით) ადვილია აღვადგინოთ მყინვარის გავრცელების საზღვრები. გვერდითი მორენის თხემის სიმაღლის შეფარდება ხეობის ფსკერის სიმაღლესთან საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ მყინვარის სისქე. მყინვარის წინ ასევე კარგადაა შემორჩენილი მიკროსტადიალური მორენები, რომლებიც მინიმალური ცდომილებით ემთხვევა ჩვენ მიერ მოხაზულ მყინვარის კონტურებს 1887-1960 წლების ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე. მორენების GPS-ით აგეგმვის შემდეგ გავაკეთეთ მყინვარის დნობის მოდელი მცირე გამყინვარების მაქსიმუმიდან 2014 წლამდე, სადაც მოცემული გვაქვს მყინვარის შემცირება როგორც სიგრძეში, ასევე სისქეში.

მიღებული შედეგით დადგინდა რომ, მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დროს მყინვარ ადიშის ენის სისქე ~110-120 მეტრს შეადგენდა, მე19 საუკუნის ბოლოსთვის ~90-100 მეტრს, მე-20 საუკუნის 60იანი წლებისათვის ~70-80 მეტრს, ხოლო 2014 წლის მდგომარეობით მყინვარის სისქე ~50-60 მეტრია. მყინვარის ენა ~0.1-0.2 მ სისქის ნაშალი მასალითაა დაფარული.

მყინვარ ადიშის მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენა იდეალურად ჩანს ასტერის კოსმოსურ სურათზე. ამიტომ ცდომილების მინიმუმადე დაყვანის მიზნით, სავლელ სამუშაოების პარალელურად გამოვიყენეთ აღნიშნული კოსმოსური სურათი, რომელზეც ასევე დავიტანეთ 1887 და 1960 წლების მყინვარის კონტურები (ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით) (ნახ. 25).



ნახაზი 25. (a) ASTER -ის 2014 წლის ფოტო. ყვითელი ისრებით აღნიშნულია მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის მორენები. (b) მწვანე ფერით აღნიშნულია მყინვარის 1820 წლის კონტური; იასამნის ფერით აღნიშნულია მყინვარის კონტური მე19 საუკუნის ბოლოს (1887 წლის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით); ყვითელი ფერით აღნიშნულია მყინვარის კონტური 1960 წელს (ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით); ლურჯი ფერით აღნიშნულია მყინვარის 2014 წლის კონტური.

როგორც კვლევამ გვიჩვენა, აღნიშნულია მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დროს მყინვარ ადიშის ენა ზ.დ. ~2280 მეტრზე ჩამოდიოდა. მომდევნო დაახლოებით 70 წლის მანძილზე (1887) მყინვარის ენამ ~230 მეტრით დაიხია უკან, ხოლო ჰიფსომეტრიულად ~20 მეტრით მაღლა აიწია (~2300). 1887-1960 წლებში მყინვარის ენამ კიდევ ~380 მეტრით დაიხია უკან, ხოლო ჰიფსომეტრიულად ~30 მეტრით აიწია მაღლა (~2330).

ჰიფსომეტრიულად მცინვარის ენის ყველაზე სწრაფი აწევა 1960-2014 წლებში ფიქსირდება, როდესაც მისმა ენამ კიდევ ~155 მეტრით აიწია მაღლა, ხოლო სიგრძეში ~500 მეტრით დამოკლდა. საერთო ჯამში ადიშის ფარშობი 1820-2014 წლებში ~14.0 კმ²-დან ~9.5 კმ²-მდე შემცირდა, ხოლო მისმა ენამ ~1110 მეტრით დაიხია უკან.

საერთო ჯამში კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ანალოგიური სამუშაოები ჩავარატეთ 24 მცინვარზე (ცხრილი 9). კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ უკანდახევის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები ხეობის რთული ტიპის მცინვარებზე ფიქსირდება (ქვიში, ტვიბერი, ლეხზირი და სხვ.), რომელთა ფართობი (თვითოეულის) მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის დროს 40.0-50.0 კმ²-ს აღემატებოდა, ხოლო მათი ენები დღევანდელთან შედარებით ~400-500 მეტრით დაბალ ჰიფსომეტრიულ ნიშნულზე ჩამოდიოდა, შესაბამისად დნობაც უფრო სწრაფი ტემპით მიმდინარეობდა. მათი დაყოფის შემდეგ (1900-1960 წწ) კი უკანდახევის ტემპი შენელებულია.

ცხრილი 9. ხეობის ტიპის მცინვარების შემცირება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე 1820-2014 წლებში

პირველი ჯგუფის მცინვარები			მეორე ჯგუფის მცინვარები			მესამე ჯგუფის მცინვარები		
სახელი	მორფოლოგიური ტიპი	უკანდახევა ~კმ.	სახელი	მორფოლოგიური ტიპი	უკანდახევა ~კმ.	სახელი	მორფოლოგიური ტიპი	უკანდახევა ~კმ.
ქვიში	ხეობის რთული	5.5	უშბა	ხეობის რთული	1.9	ჭანჭახი	ხეობის მარტივი	1.5
ტვიბერი	ხეობის რთული	4.4	სოფრუჯუ	კარული ხეობის	1.8	ბანგურიანი	კარული ხეობის	1.4
ლეხზირი	ხეობის რთული	3.8	საკენი	ხეობის მარტივი	1.8	წითელა	დაკიდული ხეობის	1.4
დოღრა	ხეობის რთული	3.3	კირტიშო	ხეობის მარტივი	1.7	ფსიში	ხეობის მარტივი	1.3
ადმ. სუათისი	ხეობის რთული	3.3	შდავლერი	ხეობის მარტივი	1.7	შხარა	ხეობის რთული	1.2
წანერი	ხეობის რთული	3.0	თბილისა	ხეობის მარტივი	1.6	ადიში	ხეობის მარტივი	1.1
ბუზა	ხეობის რთული	2.7	ბოყო	ხეობის მარტივი	1.6	გული	ხეობის მარტივი	1.0
ჭალაათი	ხეობის რთული	2.1	მარუხი	ხეობის მარტივი	1.3	ხალდე	ხეობის რთული	0.8

უკანდახევის პატარა მაჩვენებლებით გამოირჩევა ხეობის მარტივი ტიპის მცინვარები (მცინვარ ხალდეს და შხარას გამოკლებით), რომელთა ფართობი მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის დროს 14.0 კმ²-ს არ აღემატებოდა. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ხეობის რთული ტიპის მცინვარი ხალდე, რომელიც მდ. ენგურის სათავეში (მდ. ხალდეჭალა) მდებარეობს (ფართობი 8.8 კმ², სიგრძე 7.5 კმ., ენის სიმაღლე ზ.დ. 2545მ). მისი უკანდახევა მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის შემდეგ მხოლოდ ~0.8 კმ-ს შეადგინს. ასეთი მცირე მაჩვენებელი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე არცერთ სხვა ხეობის მარტივ თუ რთული ტიპის მცინვარზე არ ფიქსირდება. ამ ფაქტის ერთერთი მიზეზი შეიძლება ის იყოს, რომ ხალდეს ენა სქელი ნაშალი მასალითაა დაფარული (~1.0-1.5 მ), რომელიც მცინვარის ენას ინტენსიური დნობისაგან იცავს.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარე ხეობის ტიპის მცინვარების ფართობი 1820-2014 წლებში ~25-35%-ით შემცირდა, ხოლო მათმა ენებმა საშუალოდ ~2.1 კმ-ით დაიხია უკან. მცირე გამცინვარების მაქსიმუმის შემდეგ ენების ჰიფსომეტრიულად მაღლა გადაადგილება სხვადასხვა მაჩვენებლით ხასიათდება. აქ ძირითად როლს თამაშობს მცინვარქვემა ხეობის ფსკერის მორფოლოგიური პირობები და მორფომეტრიული მაჩვენებლები. ჰიფსომეტრიულად ყველაზე მაღლა აიწია იმ მცინვარებმა რომელთაც ენის წინ მაღალი რიგელი აქვთ (წანერი, უშბა, დოღრა, სუათისი, კირტიშო, დიდი ედენა და სხვ.) და ადრე მცინვართა ენები სწორედ ამ რიგელებზე იყო გადმოკიდებული. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს მდ. ენგურის აუზში მდებარე ხეობის რთული ტიპის მცინვარი

ჭალაათი (ფარობი 8.6 კმ²), რომლის ენა ზ.დ. 1960 მეტრზე ჩამოდის და ტყის ზონაში იჭრება. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარე არცერთი სხვა მყინვარი ასეთ დაბალ ჰიფსომეტრიულ სიმაღლეზე არ ჩამოდის. მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ მყინვარის ენამ ჰიფსომეტრიულად ~340 მეტრით აიწია მაღლა.

თავი 6. გამყინვარების ევოლუცია გვიან პლეისტოცენსა და ჰოლოცენში

ა. პენკის და ე. ბრიუკნერის ცნობილი სქემის, პალეო-გლაციოლოგიური კონცეფციის შემდეგ თითქმის ყველა მკვლევარი ცდილობდა კავკასიონი შეედარებინა ალპებთან, სადაც ძველი მყინვარები ვაკეზე წინა მთების ზონიდან გამოდიოდნენ. ასეთი სურათის დახატვა კავკასიონისათვის მისაღები იყო მკვლევართათვის. მათ არ გაითვალისწინეს, რომ ალპები და კავკასიონი სხვადასხვა განედებზე მდებარეობს და ის, რაც ალპებში ხდებოდა სივრცითი მასშტაბის მიხედვით კავკასიონისათვის იდენტური არ იქნებოდა. რა თქმა უნდა კავკასიონზე და ალპებში გამყინვარებას თანხვედრილი ხასიათი ჰქონდა. თანხვედრილი იყო ისიც, რომ ამ პერიოდის გამყინვარება ყველაზე ძლიერი იყო, მაგარმ მათი გავრცელების საზღვრები მსგავსი არ შეიძლება ყოფილიყო. ამ საქმეს ბევრი მოწინააღმდეგე გამოუჩნდა და თვლიდნენ, რომ ალპების შედარება სხვა მთიან რეგიონებთან არ იყო მართებული.

ამ საკითხის გადაწყვეტა დღესაც პრობლემური და ძალზე აქტუალურია. ბოლო პერიოდში ჩამოყალიბდა ორი განსხვავებული კონცეფცია:

1. მთებში გამყინვარებას გვიან პლეისტოცენში ჰქონდა საფარისებრი ან მთის-საფარისებრი სახე;
2. გამყინვარება მთებში მთა ხეობის ტიპისა იყო.

საქართველოში მყინვარების ევოლუცია

თანამედროვე გეოგრაფიული მეცნიერების კვლევის ერთ-ერთ პრობლემურ საკითხს წარმოადგენს პალეოგლაციოლოგიური საკითხების კვლევა. დედამიწის ზედაპირზე ბუნებრივი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ცვალებადობა ზედა მეოთხეულში და ჰოლოცენში დიდად არის დამოკიდებული გამყინვარების დინამიკასთან. მყინვარები ამ პერიოდში ცვლიდა არამარტო გეოსფეროს სტრუქტურას, არამედ აყალიბებდა სრულიად ახალ ურთიერთდამოკიდებულებას გეოგრაფიულ ელემენტებს შორის. ცნობილია, რომ დედამიწის ზედაპირმა მეოთხეულ პერიოდში განიცადა რამდენიმეჯერადი გამყინვარება, რომელთა გავრცელების საზღვრების შესახებ მრავალნაირი მოსაზრებაა. ეს მოსაზრებები ზოგჯერ ერთმანეთს ავსებენ, ზოგჯერ კი ერთმანეთის გამომრიცხავია.

ძირითადად, ყველა კვლევის მეთოდი, რომელიც ძველი გამყინვარების რეკონსტრუქციას ეხება, დაფუძნებულია მყინვარების მიერ წარმოქმნილი მორფოსკულპტურული ფორმების ანალიზზე. გლაციოგენური ფორმების ანალიზი ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს; კერძოდ, როცა საქმე გვაქვს რამდენიმეჯერად გამყინვარებასთან. მრავალჯერადი გამყინვარების ფორმები - მორენების სახით, რელიეფში ყოველთვის არ არის შემონახული, ან ზოგჯერ ყველაზე მძლავრი გამყინვარება წაშლის დედამიწის ზედაპირზე მის წინამორბედ სუსტი გამყინვარების კვალს. ასეთი მაგალითები ბევრი გვაქვს კავკასიონზე და სხვა მთიან მასივებზე, სადაც ბოლო ვიურმულმა გამყინვარებამ წაშალა მინდელური და რისული გამყინვარების რეალური კვალი.

თანამედროვე ეტაპზე კავკასიონის ქედის რეგიონში გლაციალური და ფლუვიოგლაციალური ფორმები და ნაფენები საკმაოდ ფართოდ არის წარმოდგენილი, რაც მყინვარების გავრცელების საკმაოდ დიდ მასშტაბებზე მიგვანიშნებს.

განსაკუთრებით კარგად გლაციალური ფორმები შემორჩენილია ცენტრალური და დასავლეთ კავკასიონის მთავარ მდინარეთა აუზებში და აგრეთვე კავკასიონის შტოქედების ფერდობებზე. ბოლო მორენების კარგი გავრცელება, მათთან დაკავშირებული ტროგული ფორმების არსებობა, ზოგჯერ გვერდითი მორენების განლაგება მდინარეთა ხეობების ფერდობებზე, კარგად შემონახული კარული ფორმები - საშუალებას იძლევა საკმაო სიზუსტით დავადგინოთ მცინვარების გავრცელების საზღვრები.

ძველი გამყინვარების საზღვრების დადგენისას მკვლევარები სხვადასხვა მეთოდს იყენებენ: გეომორფოლოგიურს, გლაციოლოგიურს, პეტროგრაფიულს, ლითონდინამიურს, მტვრის ანალიზის, პალეობიოლოგიურს, აბსოლუტური ასაკის და სხვა. ყველა ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ გამყინვარება გარკვეულ მდინარეთა აუზების მიხედვით. ყველა ამ მეთოდსაც აქვს გარკვეული ხარვეზი, რამაც შეიძლება მკვლევარი უხეშ შეცდომამდე მიიყვანოს.

ამ მეთოდებით მიღებული მასალის ინტერპრეტაცია კი ხდებოდა და ხდება ერთიან მეთოდოლოგიურ საფუძველზე, რომელიც ლიტერატურაში ცნობილია ალპური სქემის მიხედვით.

ჯერ კიდევ 1956 წელს ლ. მარუაშვილი თავის მონოგრაფიაში (Маруашвили 1956), კრიტიკულად აფასებს რა კავკასიაში ძველი მცინვარების შესწავლას, მიუთითებს იმ შეცდომების შესახებ, რაც თან სდევდა მათ შრომებს. ლ. მარუაშვილი აკრიტიკებს ალპური სკოლის მიმდევრებს ა. რეინჰარდს, ლ. ვარდანიანს, რომლებმაც ალპურ სქემაზე დაყრდნობით შეადგინეს კავკასიის პალეოგლაციოლოგიური რუკა (კავკასიის პალეოგეოგრაფიული სქემა გამყინვარების ეპოქაში). ეს მასალები კი წარმოადგენდა საფუძველს ყველა შემდგომი მკვლევარებისათვის. ამ აზრს თითქმის ყველა ერთხმად იზიარებდა.

ალპური სქემის საწინააღმდეგო აზრი გამოთქვა ლ. მარუაშვილმა, რომელმაც უარყო ალპური სქემის გადმოტანა და გავრცელება კავკასიაში და გამოთქვა მოსაზრება, რომ კავკასიონზე გამყინვარება უფრო სუსტი იყო ვიდრე ამ სკოლის წარმომადგენლებს ქონდათ მოცემული. ლ. მარუაშვილი თვლიდა, რომ მცინვარების ენები მეოთხეულში ჩამოდიოდნენ 1100-1500 მეტრზე დასავლეთ და ცენტრალურ კავკასიონზე (ბზიფი-კოდორის აუზი), 2000-2500 მეტრზე აღმოსავლეთ კავკასიონზე (თერგი, ასა). თოვლის ხაზის დეპრესია შეადგენდა 600-800 მეტრს.

დ. წერეთლის (Церетели, 1968) აზრით კავკასიონის გამყინვარების შედარება შესაძლებელია ალპებთან და სხვა მთიან მხარეებთანაც. მისი აზრით კავკასიონზე გამყინვარების სვლა ნახევარი ციკლით ჩამორჩება ალპების გამყინვარებას. იგი თვლიდა, რომ მცინვარები კავკასიონზე საკმაოდ დაბლა ჩამოდიოდნენ (წებელდის მორენის მიხედვით. ხოლო თოვლის ხაზის დეპრესია 1200 მეტრს შეადგენდა. ეს მოსაზრება ახლოს არის ყველა ალპურ მოსაზრებასთან და ჩვენი აზრით ზოგადად სწორია. რაც შეეხება მდინარეების ენგურის და რიონის აუზებში 800-1000-1100 მეტრზე მცინვარების ენების ჩამოსვლას, ეს მოსაზრება სწორია და მისი დამადასტურებელია აქ არსებული მორენული კომპლექსის არსებობა.

მდ. ენგურის აუზში ნენსკრის, მესტიის, დოღრას და უშგულის მორენები სხვადასხვა სიმაღლეზე მდებარეობს. ამის გამო დ. წერეთელი მათ სხვადასხვა ასაკად (სტადიად) თვლიდა. ეს მოსაზრება, ჩვენი აზრით, შემდგომ დაზუსტებას მოითხოვს.

პეტროგრაფიული მეთოდით გამყინვარების საკითხებს სწავლობს რ. ხაზარაძე (Хазарадзе Р. Д. 1985; ხაზარაძე, 2004), მის შრომებში მოცემულია საქართველოს

მდინარეთა აუზებში მცინვარების გავრცელების საზღვრები ერატიული ლოდების განლაგებით.

კავკასიონის ძველ გამყინვარებას განიხილავენ თავიანთ შრომებში გ. აბიხი (1865), ა. რეინჰარდი (1925, 1936, 1937), ი. კუზნეცოვი (1931), ლ. ვარდანიანცი (1933, 1935), ს. კუზნეცოვი (1940), ბ. კლოპოტოვსკი (1949), ნ. დუმიტრაშკო (1949), კ. პაფენგოლცი (1958), ს. ნემანიშვილი (1959), გ. დონდუა (1959), ნ. ასტახოვი (1960), ე. მილანოვსკი (1960), პ. კოვალიოვი (1961, 1963, 1965), დ. ტაბიძე (1966), ე. წერეთელი (1966), ნ. დოწენიძე (1972), ე. შჩერბაკოევა (1973), შ. ცხოვრებაშვილი (1978), ჯ. ჯანელიძე (1980), ლ. სერებრიანი და ა. ორლოვი (1978, 1985), გ. მაისურაძე (1990), რ. გობეჯიშვილი (1995) და სხვები.

კავკასიონის ძველი გამყინვარების შესახებ ჩამოყალიბებულია ძირითადად ორი მიმდინარეობა: 1. ალპური სკოლის მიდევრები რომლებიც თვლიან, რომ გამყინვარება ვიურმის დროს ზეწრული ან ნახევრად ზეწრული იყო. თოვლის ხაზის დეპრესია 1100-1300 მეტრია, მცინვარების ენები ძალზე დაბალ ჰიფსომეტრიულ საფეხურზე ჩამოდიოდა. მცინვარები მდინარეთა აუზებში ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი ენის სახით წინა მთების ზონაში გამოდიოდა (თერგი, ენგური, ბაქსანი, ჩერეკი, ყუბანი, კოდორი და სხვა). 2. მეორე ჯუფის მოსაზრებით გამყინვარება ვიურმის დროს სუსტი იყო, თოვლის ხაზის დეპრესია 600-800 მეტრია, ხოლო მცინვარების ენები 1500-2000 მეტრის სიმაღლეზე ჩამოდიოდა (კოდორიდან თერგამდე (Маруашвили 1956).

როგორც ვნახეთ კავკასიონზე გამყინვარების შესახებ ორი განსხვავებული მოსაზრება გვაქვს. ორივე მოსაზრება გარკვეულ ფაქტიურ მასალას ეყრდნობა და ერთი შეხედვით ძნელია შეაფასო რომელი მოსაზრებაა სწორი, თუმცა ჩვენი აზრით ორივე მოსაზრებაში არის სიმართლე და მათი შედარებითი ანალიზი სასურველ შედეგამდე მიგვიყვანს.

ამ მიზნით ჩვენ გადავწყვიტეთ ახალი მიდგომით შეგვესწავლა ეს საკითხები. საკვლევად ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო, გეომორფოლოგიური, კარტოგრაფიული, პეტროგრაფიული და აეროკოსმოსური სურათების დემიფირების (მორენების გავრცელების არეალების დადგენის მიზნით) მეთოდები. ამ მეთოდების კომპლექსურმა გამოყენებამ მიგვიყვანა კვლევის განსხვავებულ მეთოდამდე, რომელიც ძველი გამყინვარების საზღვრების დადგენაში დაგვეხმარება ცალკეული ოროგრაფიული ერთეულებისა და იმ მდინარეთა აუზების მიხედვით, რაც საერთო ჯამში კავკასიონზე ვიურმული გამყინვარების გავრცელების სრულ სურათს იძლევა. ამის საფუძველზე შევადგინეთ კავკასიონის ვიურმული გამყინვარების რუკა (გობეჯიშვილი, ტიელიძე 2012).

აღნიშნული მეთოდის დამუშავებისას გამოვიყენეთ სამეცნიერო ლიტერატურაში კარგად ცნობილი ანალოგიის მეთოდი. მისი არსი ასეთია: მსგავსი ბუნებრივი პირობების (ფაქტორების) შემთხვევაში ერთი და იგივე პროცესი ან მოვლენა შეიძლება შევისწავლოთ ერთ რეგიონში და მიღებული ინფორმაცია გადავიტანოთ მეორე რეგიონში. გლაციოლოგიაში და გეომორფოლოგიაში ანალოგიის მეთოდს ფართო გამოყენება აქვს. მაგალითად, ავიღოთ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე განლაგებული მცინვარები. თუ ავიღებთ ხეობის ტიპის მცინვარს და შევისწავლით მის მოდნობას ან დაგროვებას დავინახავთ, რომ მისთვის მიღებული რიცხობრივი მონაცემები შეიძლება განვავრცოთ მიმდებარე აუზებში მდებარე მსგავსი მცინვარებისათვის. ასეთ მცინვარს გლაციოლოგები სამოდელიო მცინვარს უწოდებენ.

ძველი გამყინვარების მორფოლოგიის და ზომების რეკონსტრუქციისას ობიექტურ სირთულეს წარმოადგენს ის, რომ ძველი გამყინვარების კვალი რელიეფში სუსტად არის

შემონახული და მრავალი ნაფენი ფორმა გარეგნულად ძლიერ ჰგავს მცინვარულს. მრავალ ადგილას ხეობის ტროგული ფორმა სახეცვლილია ფიტვითი, ეროზიული და დენუდაციური პროცესების მოქმედების გამო. მათი მოქმედებით ფერდობებზე გვერდითი მორენები სრულებით წაშლილია ან ფრაგმენტების სახით გვაქვს შემორჩენილი. უფრო ცუდად არის შემონახული ბოლო მორენები, რომლებიც გარეცხილია ფლუვიოგლაციალური და ღვარცოფული ნაკადის მოქმედებით. ეგზოგენური პროცესების აქტიური მოქმედების წყალობით ძველი მცინვარული მასალა გადაიტანება უფრო დაბალ ჰიფსომეტრიულ საფეხურებზე და ქმნის ცრუ წარმოდგენას მცინვარების რეალურ გავრცელებაზე.

მრავალწლიანი დეტალური გამოკვლევების მიუხედავად, ძალზე ხშირად არ ხერხდება ამ წარმონაქმნების გენეზისის დადგენა ტრადიციული გლაცო-გეომორფოლოგიური მიდგომით. ამის გამოა ის არსებითი განსხვავებები, რომლებიც გვაქვს პრაქტიკულად მსოფლიოს მრავალ მთიან რეგიონში გამცინვარების მორფოლოგიისა და მასშტაბის გამოვლენის საქმეში.

ძალზე საყურადღებოა, რომ პალეოგლაცოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის საქმეში არ გამოიყენება თანამედროვე მცინვარებზე არსებული მონაცემები. ამ ხარვეზების გამოსწორების მიზნით, ჩვენს მიერ შესწავლილი იყო თანამედროვე მცინვარები.

დავადგინეთ კავშირი თანამედროვე მცინვარების სიგრძესა და მის მკვებავ ფირნის აუზებს შორის. აეროკოსმოსური და კარტოგრაფიული მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ თანამედროვე ხეობის ტიპის მცინვარების ენების კვება ხდება მაღლა მდებარე ვრცელ კარულ ფორმებში განლაგებული ფირნიდან. რაც უფრო დიდია ფირნის აუზი, მით უფრო დიდია მცინვარის სიგრძე. თუ თანამედროვე მცინვარის კვების არეს შეესაბამება გარკვეული სიგრძის მცინვარი, ბუნებრივია ძველი მცინვარის კვების არეს უნდა წარმოექმნა გარკვეული სიგრძის მცინვარი (რ. გობეჯიშვილი, ლ. ტიელიძე და სხვ. 2012). ეს მოსაზრება შეიძლება გამოიხატოს პირდაპირ პროპორციული დამოკიდებულების ფორმულით:

$$\frac{L_c}{S_c} = \frac{L_d}{S_d}$$

სადაც, L_c არის თანამედროვე მცინვარის სიგრძე.

S_c - თანამედროვე მცინვარის ფირნის აუზის ფართობი;

L_d - ძველი მცინვარის სიგრძე;

S_d - ძველი მცინვარის ფირნის აუზის ფართობი.

ამ ფორმულაში L_c და S_c მნიშვნელობები საქართველოს და ევრაზიის ზოგიერთი მთების (ტიან-შანი, შპიცბერგენი, ტიბეტი, ჰიმალაი) ხეობის ტიპის მცინვარებისათვის განსაზღვრულია ტოპოგრაფიული რუკების დახმარებით (რ. გობეჯიშვილი, 1995).

$$\frac{L_c}{S_c}$$

შედარებისათვის მიღებული რაოდენობრივი მაჩვენებლები დავალაგეთ სიდიდის მიხედვით და დავაჯგუფეთ. გამოვყავით მცინვარების ოთხი ჯგუფი, რომლებიც ნათლად განსხვავდებიან აღნიშნული დამოკიდებულების მიხედვით. ამ დამოკიდებულებას ავლნიშნავთ K კოეფიციენტით .

$$\frac{Lc}{Sc} = K$$

პირველ ჯგუფში გაერთიანდნენ დაკიდული-ხეობის და ხეობის-მარტივი ტიპის მცინვარები, მათთვის $K=0,81$ (კორელაციის კოეფიციენტით - 0,96); მეორე ჯგუფში მოხვდნენ ხეობის მარტივი ტიპის მცინვარები მრავალკამერიანი ფირნით $K=0,50$ (0,95); მესამე ჯგუფში გაერთიანდნენ ხეობის რთული ტიპის მცინვარები $K=0,33$ (0,99); ხოლო მეოთხე ჯგუფში დატოტვილი მცინვარები $K=0,13$ (0,86). მეოთხე ჯგუფის მცინვარები დღეს კავკასიონზე არ მდებარეობს. აზიის მთებში დატოტვილი მცინვარების კლასიკური წარმომადგენელია ინილჩევი, კონდი, მუშკეტოვი ტიან-შანში, რონგბუკი - ჰიმალაიში და სხვ. სხვა მთიანი რეგიონებისათვის (ალასკა, ყარაყორუმი, ჰინდიყუში) ამ ჯგუფის მცინვარების შემდგომი დაყოფა აუცილებელი იქნება მონაცემების სიზუსტის ამაღლებისათვის (მცინვარის მდგენელი ტოტების რაოდენობის მიხედვით). უფრო მაღალი სიზუსტისათვის უმჯობესია კოეფიციენტი გამოვითვალოთ ცალკეული ტიპის მცინვარისათვის.

ცალკეული ჯგუფებისათვის მიღებული მონაცემების საფუძველზე შედგენილია ნომოგრამა, სადაც მოცემულია კავშირი მცინვარის ფირნის აუზის ფართობსა და მცინვარის სიგრძეს შორის. კოეფიციენტის (K) განსაზღვრის შემდეგ პროპორციული დამოკიდებულების ფორმულა ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\frac{Ld}{Sd} = K \text{ აქედან } Ld = Sd \times K.$$

ამ ფორმულაში Sd არის ძველი მცინვარის კვების ფართობი, ე.ი. ძველი მცინვარის ცირკი, საიდანაც ხდებოდა მცინვარის კვება.

რელიეფის მორფოლოგიურმა და მორფომეტრიულმა ანალიზმა და თანამედროვე აეროკოსმოსური სურათების დამუშავებამ გვიჩვენა, რომ რელიეფში ძალზე კარგად არის შემონახული ძველი ცირკები, რომლებიც გამომუშავებულია კრისტალური ქანებით აგებულ კავკასიონის ღერძულ ზოლში. ძველი ცირკები ძირითადად წარმოქმნილია გვიან პლეისტოცენური გამცინვარების დროს. ეს გამცინვარება ლიტერატურაში ვიურმული გამცინვარებით არის ცნობილი. ვიურმის შემდგომი სტადიალური გამცინვარება უკვე წარმოქმნილი ცირკის მცირედ გადაღრმავებას ახდენდა. ჩავატარეთ თითქმის ყველა მცინვარული ცირკის კარტოგრაფირება და გავზომეთ მათი ფართობი. ამასთან ერთად განვსაზღვრეთ ცირკების ქვედა ზღურბლის სიმაღლე. ჩვენი აზრით, ცირკების ქვედა ზღურბლის სიმაღლე წარმოადგენს ფირნის ხაზის მდებარეობის მაჩვენებელს. მიღებული მასალების საფუძველზე გამოვითვალოთ გვიან პლეისტოცენური მცინვარების სიგრძეები, მათი ენების სიმაღლეები და ფირნის ხაზის მდებარეობა.

აღნიშნული მეთოდის საიმედოობაში რომ დავრწმუნებულიყავით, მისი აპრობაცია (გამოცდა) მოვახდინეთ ენგურის ხეობაში, სადაც ძველი გამცინვარების კვალი რელიეფში კარგად არის შემონახული. მდინარე ენგურის აუზის არჩევა სამოდულო ობიექტად განსაზღვრა შემდეგმა ფაქტორებმა:

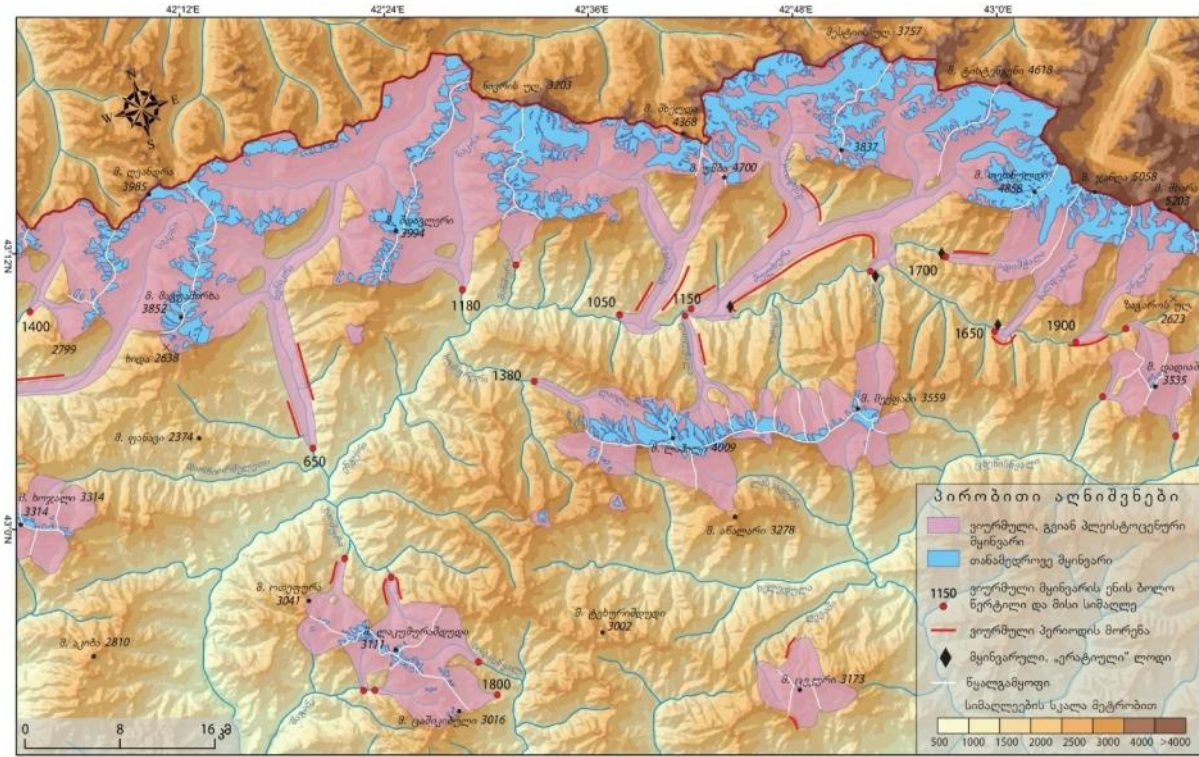
1. მდ. ენგურის ხეობაში და მის შენაკადებში კარგად არის შემონახული ვიურმული (გვიანპლეისტოცენური) და მისი შემდგომი გამცინვარების კვალი მცინვარული ცირკების, მორენებისა და ტროგების სახით.

2. მდ. ენგურის აუზში გვაქვს კავკასიონისათვის დამახასიათებელი თანამედროვე მცინვარების ყველა მორფოლოგიური ტიპი.

3. მდ. ენგურის აუზში ძველი გამყინვარების რეკონსტრუქცია სხვა მკვლევარებსაც აქვთ ჩატატებული (Ковалев 1961, Церетели 1968, Хазарадзе 1985).

ჩვენ ჩავატარეთ დეტალური გლაცო-გეომორფოლოგიური გამოკვლევები, თანამედროვე აეროკოსმოსური სურათების დეშიფრირება და ძველი მცინვარული ფორმების კარტოგრაფირება. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი წარმოადგენს საიმედო საფუძველს შეგვემოწმებინა ჩვენი მეთოდით მიღებული მონაცემები.

მდ. ენგურის აუზში ძველი გლაციალური მორფოსკულპტურული ფორმების (ტროგები, ცირკები, მორენები, მდინარეული ტერასები) კარტოგრაფირება მოვახდინეთ 1:50 000 და 1:200 000 მასშაბში, თანამედროვე აეროკოსმოსური სურათების დეშიფრირების საფუძველზე და შევადგინეთ მათი გავრცელების რუკა (ნახ. 26).



ნახაზი 26. მდ. ენგურის აუზის თანამედროვე და გვიანპლეისტოცენური (ვიურმული) პერიოდის მცინვარები.

ჩატარებულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ძველი ცირკები ძალზე კარგად არის გამოხატული არა მარტო კავკასიონის მთავარ წყალგამყოფ ქედზე, არამედ მის შტოქედებზე.

ენგურის ხეობაში გლაციალური ფორმების კარტოგრაფირებისას ტოპოგრაფიული რუკების და კოსმოსური სურათების საშუალებით პროგრამა ArcGis-ის დახმარებით განვსაზღვრეთ ძველი ცირკების ქვედა ზღურბლის სიმაღლეები. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მათი სიმაღლეები აფიქსირებს ფირნის ხაზის მდებარეობას გვიან პლეისტოცენში.

მდ. ენგურის აუზში ცირკების ქვედა ზღურბლი ყველაზე დაბლა მდებარეობს სამეგრელოს ქედზე (2000 მ). მდ. ნენსკრის აუზში და სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე იგი 2100 მეტრზე მდებარეობს. მდინარეების: ნაკრის, დოღორის, მულხურას და ენგურის (სათავეები) აუზებში ცირკების ქვედა ზღურბლი 2200 მეტრზე გვაქვს (ცხრილი 10).

ცხრილი 10. მდ. ენგურის აუზში გვიანპლეისტოცენური მყინვარების მორფოლოგიური მაჩვენებლები.

მყინვარის დასახელება	ძველი ცირკის ფართობი კმ ²	მყინვარების გამოთვლილი სიგრძე კმ	მყინვარის სიგრძე ბოლო მორენების მიხედვით კმ	ცირკის ქვედა ზღურბლის სიმაღლე (ფირნის ხაზი) ზ.დ. მ	მყინვარის ენის ბოლოს სიმაღლე ზ.დ. მ
ნენსკრა	275.0	36.0	40.0	2100	650.0
დოღორა	105.0	34.5	33.0	2200	1050.0
ა) მულხურა საერთო	270.0	35.1	38.0	2200	1150.0
ბ) ლეხზირი	102.0	33.7	32.5	2200	1150.0
ადიში	24.0	19.4	18.5	2200	1700.0
ხალდე	31.0	15.5	16.0	2200	1650.0
ენგური (შხარა)	35.0	17.5	17.0	2200	1900.0
ლაილჭალა	23.0	11.5	12.0	2100	1100.0
ლაილა	17.0	13.7	13.0	2100	1380.0

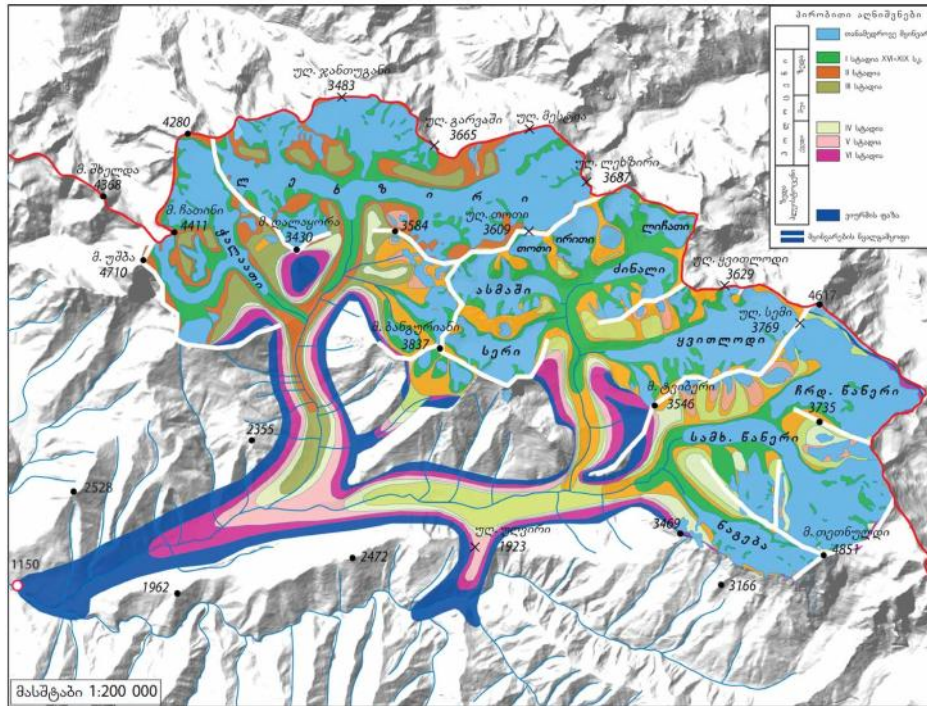
მდ. ენგურის აუზში მყინვარების მორფოლოგიური ტიპების გათვალისწინებით გამოვყავით ოთხი აუზი: მდ. მულხურას აუზი, წარმოდგენილია ხეობის რთული ტიპის მყინვარებით. მდ. დოღორას აუზი ხეობის რთული და მარტივი ტიპის მყინვარების გავრცელებით. მდ. ადიშურას - ხეობის ტიპის მყინვარებით და მდ. ნენსკრის - ხეობისა და კარული ტიპის მყინვარების სიმრავლით.

მდ. მულხურას აუზში ორი ძველი ცირკი გამოიყო, მდ. მესტიაჭალის სათავეებში და თვით მულხურას სათავეებში. მაგრამ რელიეფის მორფოლოგიურმა ანალიზმა გვიჩვენა რომ მესტიაჭალაში ორი დამოუკიდებელი ცირკი გვაქვს ჭალათის და ლეხზირის, ასევე ორი დამოუკიდებელი ცირკი გამოიყოფა თვით მულხურას სათავეებში - ტვიბერი და წანერი. ყველა ამ მყინვარების შეერთების შემდეგ, მულხურას ხეობაში, მესტიის ქვემოთ გვქონდა ოთხი ნაკადისაგან შემდგარი დატოტვილი ტიპის მყინვარი, ერთიანი ენის სახით. მყინვარის სიგრძე 35.1 კმ იყო (ნახ. 27).

გლაციო-გეომორფოლოგიური დაკვირვების მასალების მიხედვით კი მყინვარის უდიდესი სიგრძე 38.0 კმ-ია. მათ შორის სხვაობა 8,2%-ია, მყინვარის სიგრძემ მესტიაჭალის ხეობაში (ლეხზირის პალეომყინვარი) შემოაღნიშნული მეთოდით 33.7 კმ შეადგინა, ხოლო გლაციო-გეომორფოლოგიური მეთოდით 32.5 კმ. სხვაობამ 1.2 კმ (3.7%) შეადგინა. მყინვარი ხეობის რთული ტიპისა იყო, მყინვარის ენა ლატალის მიდამოებში მთავრდებოდა 1150 მეტრ სიმაღლეზე. მართლაც, სოფ. ლატალის მიდამოებში კარგად არის წარმოდგენილი გვერდითი მორენა. ხეობაც აქამდე ტროგულ ფორმას ინარჩუნებს (რ. გობეჯიშვილი, ლ. ტიელიძე და სხვები 2012).

ბოლო მორენების კვალი მდ. ენგურის მარცხენა მხარეზეც შეინიშნება, სოფ. ლაილას ტერიტორიაზე. ეს იმას მიგვანიშნებს, რომ მყინვარის ენა ვიურმის დროს მარაოსებურად მთავრდებოდა. ბოლო მორენის ნიშნები სოფ. ლახუმტის მიდამოებში მდ. ენგურის აყოლებით 0.5-1.0 კმ-ზე მდებარეობს. მყინვარი წანერი რომ ლატალამდე ვერ აღწევდა ამის კარგ ნიშანს წარმოადგენს ზაგარის ქედზე კარგად გამოხატული გვერდითი მორენა,

რომელიც სოფ. სოლის მიდამოებში მთავრდება და ლატალამდე მორენის მორფოლოგიური ნიშნებით აღარ ვრცელდება, თუმცა ფერდობზე გვაქვს მორენული მასალა. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღნიშნული მეთოდით გამოთვლილი მცინვარების სიგრძეები საიმედოა.



ნახაზი 27. მდ. მულხურას და მდ. მესტიაჭალის ხეობების გვიანპლეისტოცენური (ვიურმული) და თანამედროვე პერიოდის მცინვარები.

ამის შემდეგ ჩვენთვის აუცილებელი იყო ეს მეთოდი შეგვემოწმებინა ისეთი აუზებისათვის, რომელიც ხეობის ტიპის ერთი მცინვარითაა წარმოდგენილი. ასეთ მდინარეთა აუზებია ადიშურა, ხალდეჭალა და თვით ენგურის სათავეები. ვინაიდან გეომორფოლოგიურად ყველაზე დეტალურად მდ. ადიშურას ხეობაა შესწავლილი, მეთოდის შემოწმება აქ უფრო მიზანშეწონილი იყო. **ადიშურას ხეობაში** მორენების სახით (გვერდითი მორენები, ბოლო მორენის ფრაგმენტები) წარმოდგენილია მთელი სპექტრი ვიურმისა და ვიურმის შემდგომი გამცინვარებისა.

ვიურმის დროს მცინვარ ადიშის სიგრძე 19.4 კმ იყო. ამ სიგრძის მცინვარი ჩამოდიოდა სოფ. ადიშის ქვემოთ 4 კმ-ზე და მთავრდებოდა დიდ ქვასთან. ამ მიდამოებში მორფოლოგიურად ვიურმის ასაკის ბოლო მორენების ნიშნები გვაქვს (1760 მ სიმაღლეზე). უფრო ქვემოთ ადიშურას ხეობაში ლოდნარი მასალა აღარ გვხვდება. ზემოთ კი ხეობას სახეშეცვლილი ტროგის ფორმა აქვს სოფ. ადიშამდე. ამ სოფლიდან კი ხეობა ტროგულია და მისი მარჯვენა ფერდობი დაფარულია მორენებით. ყველაზე მაღალი გვერდითი მორენა 1750 მ ნიშნულის მიდამოებში მთავრდება. როგორც ვნახეთ, მცინვარი ადიშის სიგრძე ბევრად ჩამორჩება მულხურას აუზის მცინვარების სიგრძეებს ვიურმის დროს. დღეს კი ამ მცინვარების სიგრძეები თითქმის თანაბარია. ამ მოვლენას მხოლოდ ერთი ახსნა აქვს. ისეთი აუზები სადაც დღეს მხოლოდ ერთი მცინვარი მდებარეობს და ვიურმის დროსაც ეს აუზი ერთ მცინვარიანი იყო, მისი კვების ფართობი ფირნის ხაზის

დეპრესიის დროს დიდად არ იცვლება და ამ ზომის ფირნს მხოლოდ შედარებით მცირე მცინვარების წარმოქმნა შეუძლიათ.

მდ. ნენსკრის აუზი ერთ-ერთი უდიდესია მდ. ენგურის აუზში. ერთი შეხედვით მდ. ნენსკრის აუზი ადგილ ტიტას ზემოთ ერთიან ძველ ცირკს წარმოადგენს. ველზე ჩატარებულმა გამოკვლევამ და თანამედროვე აეროკოსმოსური სურათების დამუშავებამ გვიჩვენა, რომ იგი რამდენიმე დამოუკიდებელ ძველ ცირკებად იყოფა, რომლებიც მოიცავს ცალკეულ შენაკადთა აუზებს. მდ. ნენსკრის აუზში 5 ძველი ცირკი გამოიყოფა, რომელთაგან გამოსული მძლავრი მცინვარული ენები ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი ენის სახით მდ. ლახამის შესართავამდე ჩამოდიოდა (ნახ. 26). მორფოლოგიურად ამის ნიშნები რელიეფში კარგად არის გამოხატული მარდის გვერდითი მორენების სახით. თითოეულ გამოყოფილ ცირკში დღეს განსხვავებული მორფოლოგიური ტიპის რამდენიმე მცინვარი მდებარეობს.

გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ყველაზე ძველი მცინვარი საკუთრივ ნენსკრის სათავეებში ფორმირდებოდა. მისი სიგრძე 36.0 კმ-ს უდრიდა. ოკრილას მცინვარის კი 13.2 კმ-ს, ეს ორივე მცინვარი სოფ. მარლამდე ჩამოდიოდა. აქ როგორც აღვნიშნეთ, გვერდითი მორენა კარგად არის გამოხატული, ხოლო მარდის მიდამოებში ბოლო მორენის ნიშნებია წარმოდგენილი. ნენსკრას მცინვარის ენა ვიურმის დროს თითქმის 650 მ სიმაღლეზე ჩამოდიოდა. მართალია, იგი ჰიფსომეტრიულად უფრო დაბლა ჩამოდის, რაც მდ. ენგურის აუზში მისი მდებარეობით უნდა აიხსნას. იგი მდ. ენგურის პირველი მძლავრი შენაკადია.

მდ. დოლრას აუზი სათავეებში ვიურმის დროს ერთიან ფირნის აუზს წარმოადგენდა, საიდანაც 34.5 კმ სიგრძის მცინვარი ჩამოდიოდა ენგურის კალაპოტში და ენგურის ხეობას 2 კმ-ზე გაუყვებოდა. მცინვარი მაშინ ცხუმარის თემის ტერიტორიასაც იკავებდა და ენგურის ხეობის აყოლებითაც 0.5 კმ-ზე ვრცელდებოდა - რელიეფში ამ მოსაზრების უტყუარი ნიშნები გვაქვს.

მდ. ენგურის აუზში მძლავრი მცინვარები განვითარებული იყო მის შენაკადებში. ზოგიერთი ხეობიდან ისინი ჩამოდიოდნენ ენგურის კალაპოტში და ერთგვარ საცობებს ქმნიდნენ.

მდ. ენგურს გადაკეტავდა შემდეგი მცინვარები: ხალდე, მულხურა (ორ ადგილას - სოფ. იფართან და სოფ. ლატალთან), დოლრა და ლაიჭალა. ამ მონაკვეთების ზემოთ შექმნილი იყო ტბები, რაც დასტურდება აქ შემორჩენილი ტბიური ნაფენებით.

ვიურმული ასაკის მცინვარების ნაფენების არსებობა მდ. ენგურის ხეობაში სხვადასხვა სიმაღლეზე კანონზომიერია და აქ არსებულ გამცინვარების რეალურ სურათს გვაძლევს. მცინვარები გავრცელებული იყო არა თვით ენგურის ხეობაში, არამედ მის შენაკადებში, რომლებიც ენგურს სხვადასხვა ადგილას ერთვის სხვადასხვა სიმაღლეზე - ნენსკრა (590 მ), დოლრა (1120 მ), მულხურა (1200 მ), ხალდეჭალა (1760 მ) და ბუნებრივია ვიურმული ასაკის მორენებიც და მცინვარის კვალიც დაახლოებით ამ სიმაღლეზე მდებარეობს.

მდ. ენგურის აუზში ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ჩვენ მიერ გამოყენებული მეთოდი საიმედო შედეგებს იძლევა და შეიძლება მისი გამოყენება სამეცნიერო სფეროში.

6.1 დასავლეთ კავკასიონი

გვიან პლეისტოცენური გამცინვარება დასავლეთ კავკასიონზე მთა-ხეობის ტიპისა იყო. გამცინვარების ძირითად კერას კავკასიონის წყალგამყოფი ქედი წარმოადგენდა,

ცალკეული კერები გვქონდა გაგრის, ბზიფის, ჩხალთის (აფხაზეთის) და კოდორის ქედებზე. მიუხედავად იმისა, რომ დასავლეთ კავკასიონი ჰიფსომეტრიულად მაღალი არ არის, ძველი გამყინვარების ნიშნები კარგად არის შემორჩენილი ცირკების და მორენების სახით. კარული ფორმების ქვედა ზღურბლი 2000-2100 მ-ზე მდებარეობს. ეს კი იმაზე მიგვანიშნებს, რომ გვიან პლეისტოცენში ფირნის და თოვლის ხაზის დეპრესია დასავლეთ კავკასიონის მდინარეთა აუზებში 1000-1200 მ-ს შეადგენდა. ყველაზე დიდი მყინვარები კავკასიონის სამხრეთ ფერდობიდან ჩამოდიოდა 600-700 მ სიმაღლეზე. მყინვარები ხეობის რთული ტიპისა იყო და სიგრძით 16-17 კმ-ს აღწევდა. ყველაზე დიდი მყინვარი საკენის ხეობაში მდებარეობდა (25.0 კმ სიგრძით).

დასავლეთ კავკასიონზე მთავარი წყალგამყოფი ქედისა და შტოქედების მდინარეთა აუზები, მყინვარების ზომებითა და მათი ენების ჰიფსომეტრიული მდებარეობით განსხვავდება.

დასავლეთ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე ვიურმის დროს საკმაოდ მძლავრი გამყინვარება იყო. დიდი მყინვარები მდ. კოდორის ძირზე ჩამოდიოდა და სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ საფეხურზე მთავრდებოდა. ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, რომ დასავლეთ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ძველი მყინვარული ცირკების ქვედა ზღურბლი 1900-2100 მ-ის ფარგლებში მდებარეობს. ე.ი. საშუალოდ 2000 მ სიმაღლეზე. ეს სიმაღლე ვიურმის დროს წარმოადგენდა ნივალური ზონის ქვედა საზღვარს. ცალკეულ მდინარეთა აუზების მიხედვით გვიან პლეისტოცენში გამყინვარებას შემდეგი ხასიათი ჰქონდა (ნახ. 28).



ნახაზი 28. მდ. კოდორის აუზის თანამედროვე და გვიანპლეისტოცენური (ვიურმული) პერიოდის მყინვარები.

მდ. ჩხალთა მდ. კოდორის ყველაზე დიდი მარჯვენა შენაკადია. მისი აუზის ძველ გამყინვარებაზე განსხვავებული მოსაზრებებია. ჩვენმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა რომ ძველი მყინვარები ხეობის ძირზე სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ საფეხურზე მთავრდებოდა. მდ. ჩხალთა ორი მდინარის - ადანგეს და მარუხის შეერთების შემდეგ იწყება. მის სათავეებში გამყინვარების ორი კერა იყო. მდ. ადანგეს ხეობაში ძირითადი მყინვარი ვიურმის დროს მდინარე ამტყელის სათავეებიდან გადმოდიოდა და 1700 მ-ზე მთავრდებოდა (ცხრილი 11).

მძლავრი ხეობის რთული ტიპის მყინვარი გვქონდა მდ. მარუხის ხეობაში. ვიურმის დროს აქ სამი დამოუკიდებელი ცირკი გვქონდა ჩვახრას, მარუხის და ბულონის. აქედან ყველაზე დიდია მარუხის ცირკი. აქედან გამოსული მყინვარი იერთებდა ბულონის მყინვარს და ერთიანი ენის სახით 1450 მეტრამდე ჩამოდიოდა მდ. ჩხალთის ხეობაში. ჩვენი მონაცემებით მყინვარი ჩვახრა მათზე პატარა იყო, იგი მარუხის მყინვარს უერთდებოდა და 1.0-1.5 კმ-ში მთავრდებოდა.

ამასვე ადასტურებს ხეობის მარჯვენა ფერდობზე განლაგებული მორენების მორფოლოგიური ანალიზი. მყინვარ მარუხის ენას არ უერთდებოდა ერწახოს მასივიდან ჩამოსული მყინვარი.

ცხრილი 11. მდ. კოდორის აუზის გვიანპლეისტოცენური მყინვარების მორფომეტრიული მაჩვენებლები.

მყინვარის დასახელება	ძველი ცირკის ფართობი კმ ²	სიგრძე კმ	ენის სიმაღლე მ
მარუხი	36.0	17.3	1450.0
სოფრუჯუ	7.7	6.7	1000.0
ადება	8.2	7.2	900.0
აციაში	20.8	8.7	760.0
პტიში	27.0	14.0	600.0
ხეცკვარა	12.7	7.0	1200.0
კლიჩი	59.0	20.0	720.0
ღვანდრა	17.5	11.5	1400.0
საკენი	89.0	25.0	980.0
ადანგე	8.0	7.5	1700.0

მარუხის და ადანგეს მყინვარები ერთმანეთს არ უერთდებოდა. რელიეფის მორფოლოგიური ნიშნები იმაზე მეტყველებს, რომ მყინვარი მარუხი მცირე მანძილით მდ. ადანგეს აუზში შედიოდა.

მდ. ჩხალთის ხეობას ქვემო მონაკვეთებში, კავკასიონიდან ჩამოსული მყინვარები სამ ადგილას გადაკეტავდა. 1000-1050 მ სიმაღლეზე. მდ. ჩხალთას მარცხნიდან უერთდებოდა სოფრუჯუს მყინვარი. მყინვარის აუზის მორფოლოგიური პირობების მიხედვით ვიურმის დროს მისი ფართობი ძლიერ არ შეცვლილა. ამიტომაც მყინვარის ენა ვიურმის დროს 6.6 კმ-ს შეადგენდა, ჩამოდიოდა ჩხალთის ხეობის ძირზე და თითქმის 1.0 კმ-მდე გრძელდებოდა. ამას ადასტურებს ხეობის მარჯვენა მხარეზე მინერალური წყლების მიდამოებში და ცოტა ქვემოთ მორენული ფორმების არსებობა (გობეჯიშვილი 1995).

მყინვარი სოფრუჯუ, ვიურმის დროს ვრცელი ფირნით და შედარებით მოკლე ენით ხასიათდებოდა.

მდ. აციაშის სათავეში სამი დამოუკიდებელი ცირკი მდებარეობს. მათგან გამოსული მყინვარები ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი ენის სახით მდ. ჩხალთის ხეობის

ძირზე გამოდიოდა. მყინვარის ენა მთავრებოდა 760 მ სიმაღლეზე. მდინარეების ჩხალთისა და აციაშის სავლე გეომორფოლოგიურმა გამოკვლევამ (გობეჯიშვილი 1995) და თანამედროვე აეროკოსმოსური სურათების დამუშავებამ აჩვენა, რომ აქ მდ. აციაშს ორივე მხარეზე გვერდითი მორენები გაუყვება, მარჯვენა მორენის გაგრძელება არის სოფ. მარჯვენა აცგარის ტერიტორიაზე და იქვე მთავრდება. უნდა აღვნიშნოთ, რომ სოფლები მარჯვენა და მარცხენა აცგარა გაშენებულია სწორ ზედაპირზე, რომელიც წარმოიქმნა გვერდით მორენასა და ფერდობს შორის და აგებულია დელუვიური პროლუვიური ნაფენებით. გვერდითი მორენების ასეთი მდებარეობა საშუალებას გვაძლევს აღვადგინოთ ვიუმული მყინვარის ენის სიგანე (500-600 მ) და სისქე (60-70 მ).

მდ. პტიშის აუზი ძველი გამყინვარების თვალსაზრისით ძალზე საინტერესოა, აქედან ჩამოსული მყინვარი მდ. ჩხალთის ხეობამდე აღწევდა და ყველაზე დაბლა ჩამოდიოდა მთელ მდ. კოდორის აუზში. მდ. პტიშის სათავეში ორი ცირკი მდებარეობს, რომლებიც ვიურმული გამყინვარების დროს მყინვარ პტიშის მკვებავ აუზს წარმოადგენდა. ამ ცირკებიდან გამოსული მყინვარები ერთმანეთს უერთდებოდა. პტიშის მყინვარის სიგრძე ვიურმის დროს 14.0 კმ-ს შეადგენდა და ჩამოდიოდა 600 მ სიმაღლეზე. ასეთ დაბალ სიმაღლეზე საქართველოში არც ერთი მყინვარი არ ჩამოდიოდა მთელ ზედა პლეისტოცენში. ვიურმის დროს პტიშის მყინვარი მდ. ჩხალთის ხეობამდე აღწევდა. ამის დამადასტურებელი ნიშნები რელიეფში კარგად არის შემონახული - სოფ. მარცხენა პტიშის პირდაპირ ხეობის კალთაზე გვერდითი მორენის ფრაგმენტია, რომელიც აგებულია მდ. პტიშის სათავიდან მოტანილი მყინვარული მასალით (გობეჯიშვილი 1995). პტიშის აუზში მდებარეობს დასავლეთ კავკასიონის უმაღლესი მწვერვალი დომბაი-ულგენი (4046 მ).

მდ. ხეცკვარის აუზში ვიურმული მყინვარის სიგრძე 7 კმ-ს აღწევდა და 1200 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. აღსანიშნავია, რომ მდ. ხეცკვარის აუზში რამდენიმე მცირე ზომის ცირკია განვითარებული. განსაკუთრებით კარგად არის შემონახული ძველი მყინვარული ფორმები ხუტიას ქედის დასავლეთ ფერდობზე. მძლავრი ნაკადი ჩამოდიოდა მყინვარ ხუტიას აუზიდან, დანარჩენი მყინვარები კი მის შენაკადებს წარმოადგენდა. ხეობას ტროგული ფორმა 1200 მ-ს ზემოთ აქვს. ხეობის ქვედა მონაკვეთი ეროზიის მიერ ძლიერ გარდაქმნილია.

ვიურმის დროს მდ. კოდორის აუზში დიდი მყინვარი **მდ. კლიჩის ხეობიდან** გამოდიოდა. ამ ხეობაში ორი საკმაოდ კარგად გამოხატული ცირკი მდებარეობს. პირველი თვით კლიჩის სათავეებში, რომელიც მდ. ნახარის სათავეებსაც მოიცავს და მეორე, მის მარჯვენა შემდინარე მდ. აჭაფარას ხეობაში. ორივე ცირკიდან გამოსული მყინვარული ენები ერთდებოდა და ერთანი ენის სახით მდ. საკენის შესართავამდე ჩამოდიოდა. მიუხედავად იმისა, რომ აქ არსებული მყინვარების სიგრძეები სხვადასხვაა, ისინი ერთ სიმაღლეზე - 720 მ-ზე მთავრდებოდა. მყინვარ კლიჩის სიგრძე ვიურმის დროს 20 კმ იყო, ხოლო მყინვარ აჭაფარასი - 16.0 კმ.

მყინვარ კლიჩის აუზი და მისი მყინვარები დეტალურად აქვს შესწავლილი რ. გობეჯიშვილს. ზემოაღნიშნული მეთოდით მიღებული მყინვარების სიგრძეებს რეალურად მამარებს გეომორფოლოგიური მონაცემები. კერძოდ, სოფლების გენწვიშის, ომარიშარასა და ღვანდრას ტერიტორიაზე არის მყინვარული ნაფენები - მორენებისა თუ ერატიული ლოდების სახით; აგრეთვე მდ. კლიჩის ხეობას მთელ სიგრძეზე ტროგული ფორმა აქვს, თუმცა ზოგიერთ ადგილას ეროზიული პროცესების მოქმედებით სახეცვლილია. ყველა ეს მყინვარი ვიურმის დროს მორფოლოგიურად მრავალკამერიანი იყო და მათი კვების აუზებიც საკმაოდ ვრცელი იყო.

მდ. კლიჩს მარცხენა მხრიდან უერთდება **მდ. ღვანდრა** და დასაბამს აძლევს მდ. კოდორს. მრავალი მეცნიერის შრომაში მოცემულია, რომ ღვანდრას მყინვარი უერთდებოდა კლიჩის მყინვარს. ჩვენი მონაცემები ამ მოსაზრებას არ ეთანხმება. მდ. ღვანდრას აუზში რამდენიმე მცირე ზომის ცირკი მდებარეობს. მათმა მორფოლოგიურმა და მორფომეტრიულმა ანალიზმა დაგვანახა რომ მდ. ღვანდრას აუზის სათავეებში არსებული სამი ცირკიდან გამოსული მყინვარების ენები ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი ენის სახით 1400 მეტრამდე ჩამოდიოდა ადგილ მინდორას ქვემოთ (მინერალური წყლების მიდამოებში). რამდენიმე მცირე ზომის ცირკი წარმოდგენილია ღვაღვასა და კლიჩის ქედებზე. აქ ჩამოსული მყინვარები ვიურმის დროს ღვანდრას მყინვარამდე ვერ აღწევდა. კიდევ რომ შეერთებოდა ძირითად მყინვარს, მის არსებობაში რაიმე როლს ვერ ითამაშებდა. მყინვარ ღვანდრას სიგრძე 11.5 კმ იყო. მდ. ღვანდრას ხეობას მინერალური წყლებიდან მდ. კლიჩის ხეობამდე ეროზიული ფორმა აქვს.

მძლავრი მყინვარი იყო ფორმირებული **მდ. საკენის სათავეებში**. დღესაც და ვიურმის დროსაც გამყინვარების ძირითად კერას მაღლა აზიდული ხარხარას ქედის ჩრდილო დასავლეთი ფერდობი წარმოადგენდა. აქედან ჩამოსული მყინვარები სხვა მყინვარებთან ერთად ერთ მძლავრ ნაკადად მოედინებოდა მდ. საკენის ხეობაში და სოფ. საკენის მიდამოებში მთავრდებოდა 980 მ სიმაღლეზე. ჩვენი გამოთვლებით მყინვარის სიგრძე 25.0 კმ-ს უდრიდა.

აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ძველი მყინვარების გადაზომვის დროს ზოგიერთი უხერხულობა იქმნება. ძნელი დასადგენია რომელი თანამედროვე მყინვარის აუზი იყო განმსაზღვრელი საკენის ძველი მყინვარის დინამიკაში. თუ გადავზომავთ ამ სიგრძეს საკენის, მემულის თუ ჩეპარას მყინვარების აუზებიდან, მაშინ პალეო მყინვარის ენის ბოლო სხვადასხვა სიმაღლეზე იქნებოდა, თუმცა მათ შორის მანძილი არც ისე დიდია.

გვიან პლეისტოცენში მყინვარი რომ სოფ. საკენთან მთავრდებოდა ამის დამადასტურებელია სოფ. საკენის მიდამოებში განვითარებული ფლუვიოგლაციალური ტერასები (Церетели Д. В. 1968).

გვიან პლეისტოცენში მყინვარები განვითარებული იყო არა მარტო კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, არამედ მის ძირითად შტოქედებზე - გაგრის, ბზიფის, ჩხალთის (აფხაზეთის) და კოდორის. აღნიშნული ქედების თხემები ამ დროს მოქცეული იყო ნივალურ ზონაში, ხოლო ზოგიერთი მასივი გლაციალურ ზონაშიც აღწევდა. თანამედროვე კოსმოსური სურათების გამოყენებამ საშუალება მოგვცა დაგვედინა თითოეულ ქედზე ძველმყინვარული ფორმები და მათი ანალიზით განგვესაზღვრა გამყინვარების ხასიათი.

გაგრის ქედზე თანამედროვე მყინვარები არაა წარმოდგენილი, მაგრამ რელიეფის მორფოლოგიური და მორფომეტრიული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გვიან პლეისტოცენში აქ მცირე ზომის მყინვარები იყო განვითარებული. არაბიკის მასივზე ცირკები კარგად არის შემონახული (მარუაშვილი და სხვ. 1962), მათი ქვედა ზღურბლი 2000 მ-ზე მთავრდება. საერთოდ გაგრის ქედის თხემური ნაწილი გვიან პლეისტოცენში ნივალურ ზონაში ექცეოდა და უხვი ატმოსფერული ნალექების გამო აქ განვითარებული იყო მცირე ზომის კარული და ხეობის ტიპის მყინვარები. ცირკების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მყინვარების სიგრძეები 1-3 კმ-ს არ აღემატებოდა.

ბზიფის ქედზე ძველი გამყინვარების კვალი კარგად არის შემორჩენილი, განსაკუთრებით მის აღმოსავლეთ ნაწილში, რომელიც ჩედიმის ქედის სახელწოდებითაა ცნობილი. აქ მდებარეობს მ. ხიმსას მასივი, რომლის სიმაღლე 3000 მ-ს

ალმატება და თანამედროვე მცირე ზომის მცინვარებია წარმოდგენილი. ძველი მცინვარული ფორმები - ცირკები და მორენები განსაკუთრებით კარგად არის განვითარებული ქედის ჩრდილო ფერდობზე. ცირკების ქვედა ზღურბლი 2000 მ-ზე მდებარეობს. მცინვარული ფორმების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ბზიფის ქედზე ძირითადად განვითარებული იყო კარული და 1-3 კმ სიგრძის ხეობის ტიპის მცინვარები, ხოლო ჩედიმის ქედის ჩრდილო ფერდობზე მცინვარების სიგრძე 6-8 კმ-მდე აღწევდა და თითქმის მდ. ბზიფის ხეობის ძირამდე ჩამოდიოდა. ამ დროს მ. ხიმსა გლაციალურ ზონაში შედიოდა და მასზე მ. თეთნულდის მსგავსი მცინვარული ქუდი იყო განვითარებული.

ჩხალთის (აგხაზეთის) ქედზე ვიურმის დროს ოთხი მცინვარი იყო: ერთი ამტყელის ხეობაში, სამი კი შხაპიძგას მასივის ჩრდილო ფერდობზე. ჩხალთის ქედის რელიეფის მორფოლოგიურმა ანალიზმა და კოსმოსური სურათების დეტალურმა დეშიფრირებამ საშუალება მოგვცა მთელი სისრულით გამოგვეყო გლაციალური ფორმები - ცირკები და მორენები, რომლებიც ჩვენი აზრით, გვიან პლეისტოცენური მცინვარების მოქმედების შედეგად შეიქმნა. ჩხალთის ქედის გვიან პლეისტოცენური (ვიურმული) გამცინვარება მისი მორფომეტრიული და მორფოლოგიური ნიშნებით დაახლოებით ისეთივე იყო, როგორც ეს დღეს არის დასავლეთ კავკასიონის წყალგამყოფ ქედზე მარუხიდან ქლუხორის უღელტეხილამდე.

გვიან პლეისტოცენში საკმაოდ მძლავრი მცინვარები მდებარეობდა მდინარეების - შოუდიდის, სიბისტას აუზში და შხაპიძგას მასივზე. აქ წარმოქმნილი მცინვარების ენები თითქმის ჩხალთის ძირამდე აღწევდა. განსაკუთრებით საინტერესო იყო მდ. ამტყელის სათავეებში განვითარებული მცინვარი. ადრე ზედა პლეისტოცენში ამტყელის სათავეები მდ. ადანგეს აუზს ეკუთვნოდა. გვიან ზედა პლეისტოცენში აქ მძლავრი ხეობის ტიპის მცინვარი მდებარეობდა, რომლის ენა გადაკიდებული იყო ერთი მხრივ ადანგეს ხეობისაკენ (ალბათ ძირითადი ნაკადი მაინც ჩრდილოეთით მიედინებოდა) და მეორეს მხრივ, ამტყელის ხეობისაკენ. ამტყელის მცინვარი უერთდებოდა ადანგეს მცინვარს (რომელიც ბზიფის ქედიდან ჩამოდიოდა) და ერთიანი ენის სახით 1700 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. მცინვარ ამტყელის სიგრძე 7-8 კმ-ს შეადგენდა.

ჩხალთის ქედის ჩრდილო ფერდობზე ვიუმული პერიოდის ხეობის ტიპის მცინვარების სიგრძე 4-6 კმ იყო. სამხრეთ ფერდობზე კი მცინვარების სიგრძე 1-3 კმ-ს არ აღემატებოდა. გამცინვარების ფონს აქ კარული მცინვარები ქმნიდა.

კოდორის ქედზე გვიან პლეისტოცენური მცინვარები კარგად იყო განვითარებული. ამის თქმის საშუალებას გვაძლევს რელიეფში კარგად შემონახული მცინვარული ცირკები და მორენები. კოდორის ქედიდან ჩამოსული მცინვარები კვებავდა მდინარეებს, ბრამბას (მდ. კოდორის შენაკადი), დარჩიორმელეთს, ლარიკვაკვას (მდ. ენგურის შენაკადები) და ლალიძგას. დიდი მცინვარები განვითარებული იყო მ. ხოჯალის მიდამოებში, თვით ხოჯალი გლაციალურ ზონაში მდებარეობდა და მის მასივზე განვითარებული მცინვარული ქუდიდან ხდებოდა სხვადასხვა ექსპოზიციის მცინვარების კვება. ყველაზე დიდი მცინვარები ბრამბას და დარჩიორმელეთის ხეობაში მდებარეობდა. მცინვარების სიგრძე აქ 6-8 კმ იყო და 1600-1700 მ სიმაღლეზე ბოლოვდებოდა. როგორც ლ. მარუაშვილი (1961) აღნიშნავდა, კოდორის ქედზე ბევრი მცინვარული ტბა მდებარეობს, რომელთა წარმოქმნაში მცინვართან ერთად დიდი როლი ლითოლოგიურ ფაქტორსაც ეკუთვნის. გვიან პლეისტოცენური კარული ფორმების ქვედა ზღურბლი 2100-2200 მ სიმაღლეზე მდებარეობს.

6.2 ცენტრალური კავკასიონი

ცენტრალური კავკასიონის ჰიფსომეტრიულად მაღალი მდებარეობა, რელიეფის მორფოლოგიური თავისებურებები და კლიმატური პირობები განსაზღვრავს გვიან პლეისტოცენსა და ჰოლოცენში მძლავრი გამყინვარების განვითარებას. გვიან პლეისტოცენური (ვიურმული) მყინვარების მიერ წარმოქმნილი ცირკების ქვედა ზღურბლი სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ სიმაღლეზე მდებარეობს. მუხედავად ამისა, კარგად შეიმჩნევა, რომ ცენტრალურ კავკასიონზე ცირკების ქვედა ზღურბლის სიმაღლე დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ მატულობს 2100 მეტრიდან (ნენსკრის აუზი) 2500 მეტრამდე (თერგის აუზი). გვიან პლეისტოცენში გამყინვარების ძირითად კერას კავკასიონის წყალგამყოფი ქედი წარმოადგენდა. საკმაოდ დიდი მყინვარები მდებარეობდა სვანეთის ქედზე, კავკასიონის სხვა შტოქედებზე (სამეგრელოს, ლეჩხუმის, შოდა-კედელას, რაჭის, გერმუხის და ხარულის) კი შედარებით მცირე ზომის ხეობის და კარული ტიპის მყინვარები იყო გავრცელებული. შტოქედების ჰიფსომეტრიული პირობების გამო აქ ცალკეული არეალების სახით განვითარებული იყო გლაციალური ზონა. სამაგიეროდ მთელ თხემურ ნაწილს ნივალური ზონა მოიცავდა (Gobejishvili et al., 2011).

ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე განლაგებულ მდინარეთა აუზებიდან მძლავრი გამყინვარებით გამოირჩეოდა მდ. ენგურის აუზი. ჩვენ ზემოთ მოცემული გვაქვს მდ. ენგურის აუზის მყინვარების განხილვა, ამიტომ აქ გვიან პლეისტოცენურ მყინვარებს მოკლედ განვიხილავთ.

ჩვენმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მდ. ენგურის ხეობაში, განსაკუთრებით მარჯვენა შენაკადების აუზებიდან ჩამოსული მყინვარები მდ. ენგურის ხეობას გადაკეტავდა და ზოგჯერ მას 1-3 კმ-ზე გაუყვებოდა (დოლრა, მულხურა, ხალდე, ლაილჭალა). სხვა აუზებში (ნენსკრა, ნაკრა, ადიშურა, ლაილა) ვიურმის დროს მძლავრი ხეობის ტიპის მყინვარები ვითარდებოდა, მაგრამ ისინი მდ. ენგურის კალაპოტში არ გამოდიოდა. ჩვენ განვიხილავთ ამ აუზებში განვითარებულ ვიურმულ მდინარეთა აუზებს.

მდ. ნენსკრას აუზში გვიან პლეისტოცენის დროს გამყინვარების ოთხი ძირითადი კერა იყო - ოკრილას, ცხვანდირის, დალარის და თვით ნენსკრას. აქედან გამოსული მყინვარები ერთდებოდა და ერთიანი ნაკადის სახით 650 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა სოფ. ლახამის მიდამოებში. მყინვარი ნენსკრა ხეობის რთული ტიპის მყინვარი იყო. მთავარი ნაკადის სიგრძე 36.0 კმ-ს უდრიდა და ყველაზე გრძელი იყო არამარტო მდ. ენგურის აუზში, არამედ მთელ საქართველოში (ცხრილი 10). ვიურმული ცირკების ქვედა ზღურბლი 2100 მ-ზე მდებარეობს. ფირნის ხაზის დეპრესია 1000-1100 მ-ს შეადგენდა. მყინვარი ნენსკრა რომ ლახამამდე ჩამოდიოდა, ამის დამადასტურებელია ხეობაში არსებული მყინვარული ფორმები - მორენების სახით. ძლიერ დეგრადირებული მორენული სერი და ერატიული ლოდები განლაგებულია სოფ. ლახამის ტერიტორიაზე, ხოლო ნენსკრის მარცხენა მხარეზე სოფ. ზედა მარდის ტერიტორიაზე, კარგად არის შემონახული 5-6 კმ სიგრძის გვერდითი მორენა, აქვე სოფლის ტერიტორიაზე ფერდობზე შემონახულია საკმაოდ დეგრადირებული მეორე მორენული სერი. ამ მორენებს ერთმანეთისაგან ყოფს მდ. მარდი. მათი მორფოლოგიური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ისინი გამყინვარების სხვადასხვა პერიოდებს ეკუთვნის. ვიურმული მორენის ძირსა და თავს შორის შეფარდებითი სიმაღლე (სოფ. ლარილართან) 250-300 მეტრია. ასეთი მძლავრი მყინვარის არსებობა სოფ.

ლარილართან იმაზე მეტყველებს, რომ მყინვარი ნენსკრა ჩააღწევდა ლახამამდე, ე.ი. მყინვარი კიდევ გადაადგილდა 4-5 კმ-ით.

გამყინვარების დამოუკიდებელი კერები იყო მდინარეების ტიტას, ლახამის, დევრას სათავეებში, აქ მყინვართა ენები ვიურმის დროს 1700-1800 მ-ზე მთავრდებოდა.

მდ. ნაკრას აუზში ვიურმის დროს 20.0 კმ სიგრძის მყინვარი ვითარდებოდა, მისი მკვებავი მყინვარული აუზი სათავეში თანამედროვე მყინვარ ლეადაშტის აუზში ფორმირდებოდა. მყინვარის ენა სამი ძირითადი ნაკადისაგან შედგებოდა. მარცხენა ნაკადი შედარებით ადრე მთავრდებოდა, ხოლო ლეადაშტისა და შდავლერის ნაკადები ერთიანი ენით სოფ. ნაკრასთან მთავრდებოდა 1180 მ სიმაღლეზე (ნახ. 26). რელიეფის მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით შეიძლება ვიფიქროთ, რომ მყინავი 2 კმ-ით უფრო დაბლა მთავრდებოდა. შდავლერის ქედზე რამდენიმე ძველი მყინვარული ცირკი დეშიფრირდება, საიდანაც 3-4 კმ სიგრძის მყინვარები ვითარდებოდა. მათი ენები ფერდობის შუა ნაწილამდე 1650-1700 მ სიმაღლეზე ჩამოდიოდა.

მდ. დოლრას აუზი გვიან ზედა პლეისტოცენში გამყინვარების მძლავრ კერას წარმოადგენდა. რელიეფის მორფომეტრიული და მორფოლოგიური ნიშნები იმაზე მეტყველებს, რომ აქ ერთიანი მძლავრი ცირკი იყო, რომელიც სამხრეთიდან ბაკისა და მაზერის ქედებით იყო შემოსაზღვრული. რელიეფის დეტალურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ აქ ერთიანი ვრცელი ცირკი სამ კამერად იყოფოდა - ქვიშის, დოლრის და უშბის. ამ ცირკებიდან ჩამოსული მყინვარები სხვადასხვა სიმაღლეზე უერთდებოდა ერთმანეთს (ქვიშის და დოლრა 2200 მეტრზე, ხოლო მათ 1900 მეტრზე უშბის მყინვარი უერთდებოდა) და ერთიანი ენის სახით მდ. ენგურის ხეობაში გამოდიოდა და მას მიუყვებოდა ცხუმარის თემის ტერიტორიაზე. მყინვარის სიგრძე გვიან პლეისტოცენში 34.5 კმ იყო. მყინვარ დოლრას ენა 1050 მ-ზე მთავრდებოდა (ნახ. 26).

მდ. დოლრას აუზში ჩატარებულმა საველე გლაციო-გეომორფოლოგიურმა სამუშაოებმა და კოსმოსური სურათების დამუშავებამ დაგვანახა, რომ მდ. დოლრას ხეობის ქვემო წელში სოფ. დოლრას პირდაპირ ხეობის მარცხენა მხარეზე კარგად გამოხატული მორენული სერი მდებარეობს, იგი ფერდობზეა დაფენილი. მისი შეფარდებითი სიმაღლე 200-300 მეტრია, აგებულია სხვადასხვა ზომის კრისტალური ქანებით, რომლებიც ამ ადგილისთვის უცხოა. თვით სერზე და მის ფერდობებზე საკმაოდ დიდი დაუმუშავებელი ლოდებიცაა წარმოდგენილი. უწყვეტი, ერთიანი ენის სიგრძე (გვერდითი მორენა) 3.0-3.5 კმ-ია, ხოლო უფრო ქვემოთ დეგრადირებულია და ცალკეული ფრაგმენტების სახითაა წარმოდგენილი. კარგად გამოხატული მორენული სერი მდებარეობს ხეობის მარჯვენა მხარეს სოფ. ნანხვარის მიდამოებში, რომელიც მდ. ენგურის ფერდობზე მთავრდება. გვიან პლეისტოცენში დოლრას მყინვარის სიგანე სოფ. დოლრასთან 2.0-2.5 კმ იყო. სიმძლავრე კი 250-300 მ.

გვიან პლეისტოცენური მორენების გვერდით ბალის ქედის ფერდობზე 50-60 მ შეფარდებით სიმაღლეზე ძლიერ დენუდირებული მორენული სერი მდებარეობს. მის აგებულებაში ჭარბობს კრისტალური ქანები. მორენული მასალა მოფენილია სოფ. ნანხვარის ტერიტორიაზე, მდ. სოლედრას მარჯვენა ფერდობზე. ვფიქრობთ, რომ ეს მორენები ეკუთვნოდა გვიან პლეისტოცენურ გამყინვარებას.

გულის მყინვარი ვიურმის დროს უერთდებოდა დოლრის მყინვარს.

მდ. მულხურას აუზის პალეო მყინვარების პარამეტრები ზემოთ, მეთოდის არსის განსაზღვრის დროს გვაქვს მოცემული. აქ ჩვენ განვიხილავთ იმ გლაციო-მორფოლოგიურ ნიშნებს, რომლებიც რელიეფშია შემონახული და მძლავრ გამყინვარებაზე მიგვანიშნებს. მულხურას ხეობას მყინვარ ლეხზირიდან სოფ.

ლატალამდე ტროგული ფორმა აქვს ფერდობზე შემონახული გვერდითი მორენებით და ტროგის ძირით. მართალია ტროგის ძირი მდინარის ეროზიული მოქმედების გამო გარდაქმნილია, იგი მაინც უწყვეტადაა შემორჩენილი ხეობის მარჯვენა მხარეზე. ამ ფორმების საშუალებით ადვილია აღვადგინოთ ვიურმული პერიოდის მცინვარის მორფომეტრიული მაჩვენებლები.

გვერდითი მორენების მთელი სპექტრია წარმოდგენილი მესტიის აეროპორტთან ფერდობის აყობებით ადგილ გვალდამდე. გვალდის მიდამოებში ორი მორენული სერი მდებარეობს. ქვედა მორენული სერი 1900 მ სიმაღლეზე მდებარეობს. რელიეფში კარგად არის შემონახული და მას ცხეკის ძველი მორენები ებჯინება. მეორე მორენა უფრო მაღლა მდებარეობს და ძლიერ დენუდირებულია. ვფიქრობთ, რომ ეს მორენები გვიან პლეისტოცენში მომხდარ ორ გამყინვარებას ეკუთვნის. აქედან კარგად შემონახული მორენა ვიურმული ასაკისაა. ხეობის მარჯვენა ფერდობზე სოფ. ლაღამის თავზე 1900 მ სიმაღლეზე ასევე ორი მორენული სერი მდებარეობს. ერთი რელიეფში კარგად არის გამოხატული, მეორე კი ძლიერ დენუდირებულია. ხეობის მარცხენა ფერდობზე (აეროპორტ - გვალდის ჭრილში) ვიურმული მორენის ქვემოთ რელიეფში კარგად ჩანს ოთხი მორენული საფეხური ან სერი. მათი წარმოქმნა დაკავშირებულია გვიან პლეისტოცენური და ჰოლოცენური პერიოდის სტადიალურ გამყინვარებასთან. მესტიაჭალის ხეობაში მცინვარული ფორმების მორფოლოგიური ანალიზი გვიჩვენებს რომ ვიურმის დროს ლეხზირის მცინვარი აეროპორტის მიდამოებში 3.0 კმ სიგანის იყო, ხოლო მისი სიმძლავრე 450 მეტრს შეადგენდა.

გვიან პლეისტოცენური და ჰოლოცენური გამყინვარების კვალი კარგად არის გამოხატული ზაგარის ქედის ჩრდ. ფერდობზე, მდ. მულხურას ხეობის მარცხენა მხარეზე. ფერდობს 1780-1800 მ სიმაღლეზე გაუყვება მორენული სერი, რომელიც ყველა ადრინდელი მკვლევარის მიხედვით ვიურმულ პერიოდად არის მიჩნეული. მორენული სერი 6-7 კმ-ზე გაუყვება ფერდობს, შემდეგ მისი კვალი წაშლილია ეგზოდინამიკური პროცესების გამო და ისევ გამოიკვეთება უღვირის უღელტეხილის მიდამოებში. აქ მორენული სერი ირკალება, ზაგარის ქედის სამხრეთ ფერდობზე გადადის და სოფ. წვირმის ტერიტორიაზე ვრცელდება. მისი შესატყვისი მორენული სერი მდებარეობს უღვირის უღელტეხილის მეორე მხარეზე, რომელიც ადიშურა-მულხურას წყალგამყოფის ჩრდილო ფერდობზე იწყება და ასევე ენგურის ხეობაში გადადის. მისი გაგრძელება ენგურის ხეობის მარცხენა მხარეზე გვაქვს სოფ. ზეგანის მიდამოებში. მორენების ასეთი გავრცელება იმაზე მეტყველებს, რომ ვიურმის დროს მულხურას მცინვარის გარკვეული ნაკადი (ალბათ მცინვარი ნაგება) გადაედინებოდა უღვირის უღელტეხილით მდ. ენგურის ხეობაში. მცინვარის ნაკადი ვრცელდებოდა როგორც მდ. ენგურის ხეობის აყობებით დაახლოებით 1.0 კმ-ზე, ასევე ხეობის დაყოლებით 2-3 კმ-მდე. უღვირის უღელტეხილზე ვიურმული ასკის გვერდით მორენების შიგნით ორი რიგის გვერდითი მორენები მდებარეობს, რომელიც გადასასვლელის სამხრეთით ირკალება და სოფ. ბოგრემის მიდამოებში მთავრდება. ეს მორენები წარმოქმნილია გვიან პლეისტოცენური და ადრე ჰოლოცენური პერიოდის სტადიალური გამყინვარების შედეგად.

ზაგარის ქედის თხემზე სოფ. კეშვილის მიდამოებში წარმოდგენილია ძლიერ დენუდირებული მორენული ნაფენები, რომელიც ვიურმის მორენიდან 30-40 მეტრით მაღლა მდებარეობს. ამ მცინვარულ ნაფენებს ჩვენ შუა ზედა პლეისტოცენს მივაკუთვნებთ. ამ პერიოდში მსოფლიოში გვქონდა მძლავრი აცივება, ტემპერატურა 8-10⁰-ით დაბალი იყო (Котляков, Лориус, 1989).

მდ. მულხურას ხეობის მარჯვენა ფერდობზე, მესტიიდან ლატალამდე, გვერდითი მორენების მხოლოდ ფრაგმენტებია შემონახული. ყველაზე კარგად იგი მდ. ტვიხულდერის მარცხენა მხარეზე გამოხატული მცირე სიგრძის მორენული სერის სახით. მდ. ტვიხულდერის მარცხენა შენაკადის მიერ მკვეთრი მუხლის გაკეთება სწორედ გვერდითი მორენების არსებობით არის განპირობებული. მორენის სიმაღლე ტროგის ძირიდან 100-150 მეტრია.

ზემოთ მოყვანილი რელიეფის ყველა მორენული ნიშანი იმას გვიჩვენებს, რომ მულხურას მცინვარი მდ. ენგურის კალაპოტში გამოდიოდა და პასიურ კონტაქტში იყო ლაილჭალის ვიურმულ მცინვართან, რომელიც ასევე მდ. ენგურის კალაპოტში გამოდიოდა.

ძველი გამცინვარების თვალსაზრისით ძალზე საინტერესოა ცენტრალური კავკასიონის ყველაზე მაღალი მონაკვეთი მ. გისტოლადან მ. ნამყვანამდე. მიუხედავად იმისა, რომ აქ განლაგებულია 5000 მეტრზე მაღალი მწვერვალები, მძლავრი მცინვარები ვიურმის დროს აქ არ მდებარეობდა, რაც განპირობებულია რელიეფის მორფოლოგიური პირობებით. დღეს აქ სამი ხეობის ტიპის მცინვარი მდებარეობს (ადიში, ხალდე და შხარა). ვიურმის დროს ამ მცინვარების მორფოლოგიური ტიპი არ შეცვლილა. გვიან პლეისტოცენში მცინვარების სიგრძეები 17.0-19.0 კმ-ს შეადგენდა. მცინვართა ენები ზ.დ. 1650-1900 მეტრ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. ვიურმული მცინვარები რომ ამ სიმაღლეზე ჩამოდიოდა მიუთითებს ხეობების ტროგული ფორმა და აქ მცინვარული ნაფენების გავრცელება მორენების სახით.

მდ. ადიშურას ხეობას სახეცვლილი ტროგის ფორმა აქვს. მისი ხეობა ასიმეტრიულია, ხეობის მარჯვენა ფერდობის ძირითად ქანებზე განლაგებულია მცინვარული მასალა. სათავიდან სოფ. ადიშამდე კარგად იკითხება ტროგის ძირი, ფერდობი და მხარეები. ფერდობზე ეროზიული პროცესები ძალზე სუსტად არის განვითარებული, რაშიც დიდია ქვიანი მცინვარების მიერ დაფენილი მასალის როლი. ხეობის მარცხენა ფერდობი ძლიერ დახრილი და დანაწევრებულია, განიცდის ზედაპირული წყლების ინტენსიურ ეროზიულ მოქმედებას. ხშირია ღვარცოფული მოვლენები. ეროზიული პროცესების შედეგია, რომ მარცხენა ფერდობზე არსად არ გვხვდება ვიურმული პერიოდის მცინვარული ნაფენები.

საყურადღებო ფაქტთან გვაქვს საქმე სოფ. ადიშის მიდამოებში. ხეობის მარჯვენა მხარეზე, სოფ. ადიშის თავზე, ფერდობზე ორი მორენული სერი მდებარეობს. ქვედა სერი სუსტად დენუდირებულია, მორფოლოგიურად კარგად არის გამოხატული, ადიშიდან 0.9-1.0 კმ-ზე ჩამოკვეთილია. მცინვარების სიმძლავრე 150 მეტრამდე იყო. მისგან 30-40 მეტრით მაღლა მდებარეობს ძლიერ დენუდირებული მეორე მორენული სერი. აღვნიშნავთ, რომ ადიშურას ტროგი სოფლის ბოლოს საფეხურის სახით იკვეთება რელიეფში. საფეხურის არსებობა აქ გამოწვეულია დიფერენციული ტექტონიკური მოძრაობით. რღვევის ხაზს საერთო კავკასიური მიმართულება აქვს.

მდ. ადიშურას ხეობას სოფ. ადიშის ქვემოთ ეროზიულ-ტექტონიკური ფორმა აქვს. მცინვარული ნაფენები და ერატიული ლოდნარი მასიურად გვხვდება ადგილ ლარნაკალერის მიდამოებში, 1700 მ სიმაღლეზე. უფრო ქვემოთ ერატიული ლოდები გვხვდება 1600 მ სიმაღლეზე, სოფ. ბოგრეშიდან ორიოდ კმ-ის დაშორებით. ჩვენი აზრით ეს ლოდები ჩამოცვენილია მარჯვენა ფერდობიდან - კერძოდ უღვირის მიდამოებიდან.

მდ. ხალდეჭალის ხეობას მთელ სიგრძეზე ტროგული ფორმა აქვს. გვიან პლეისტოცენში მცინვარის სიგრძე 19.2 კმ-ს უდრიდა. იგი მდ. ენგურის ხეობაში

გამოდინდა და აქ 4 კმ-ზე ვრცელდებოდა. მცინვარი მთავრდებოდა სოფ. ვიჩნაშის მიდამოებში 1650 მ სიმაღლეზე (ნახ. 26). ვიურმის დროს მცინვარ ხალდეს ფირნიდან მცინვარული ნაკადი გადადიოდა მდ. ენგურის სათავეებში, კერძოდ მის მარჯვენა შენაკად მდ. ნაკარვალის ხეობაში. ამაზე მიგვანიშნებს აქ არსებული გვერდითი მორენების არსებობა და ხეობის მორფოლოგია.

მდ. ენგურის სათავეებში ვიურმის დროს შრახა-ნამყვანის მცინვარები შეერთებული იყო, ერთიანი ენის სახით სოფ. მურკმელს სცილდებოდა და 1900 მეტრ სიმაღლეზე მთავრდებოდა (ნახ. 26). მცინვარის სიგრძე 17.3 კმ-ს უდრიდა. რელიეფში კარგად არის შემორჩენილი ვიურმული გამყინვარების კვალი. სოფ. მურკმელთან ხეობის მარცხენა მხარეს გვერდითი მორენა ჰიფსომეტრიულად თანდათან დაბლდება და ბოლო მორენაში გადადის, რომელიც ფრაგმენტის სახით არის შემორჩენილი. უმგულის მიდამოებში ხეობის მარცხენა მხარეზე ჰიდროგრაფიული ქსელის მიმართულებას აქ არსებული გვერდითი მორენების მდებარეობა განსაზღვრავს. ეს ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ მცინვარი მდ. ქვიშარას ხეობაშიც შედიოდა 0.5 კმ-ზე.

ცენტრალური კავკასიონის შუა მონაკვეთის სამხრეთ ფერდობზე განლაგებულია **მდ. რიონისა და მისი შენაკადების აუზები**. ძველი გამყინვარების თვალსაზრისით იგი ძალზე საინტერესოა და პრობლემურია. ვიურმული გამყინვარების საზღვრების დადგენისას მკვლევარებს ძალზე განსხვავებული აზრი აქვთ (Маруашвили 1956; Ковалев 1960; Астахов 1973; გ. დონდუა 1959; Д. Церетели 1968; Э. Церетели 1966; Шчербакова 1971; Хазарадзе 1985, რ. გობეჯიშვილი 1995 და სხვები). ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევები საშუალებას გვაძლევს გამოვთქვათ განსხვავებული მოსაზრება.

კავკასიონის წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ ფერდობი მ. ნამყვანიდან მ. ფასისმთამდე შედის მდ. ცხენისწყლის აუზში. აქ ზედა პლეისტოცენში გამყინვარების სამი კერა მდებარეობდა - მდინარეების ყორულდაშის, ზესხოს, და თვით ცხენისწყლის სათავეებში.

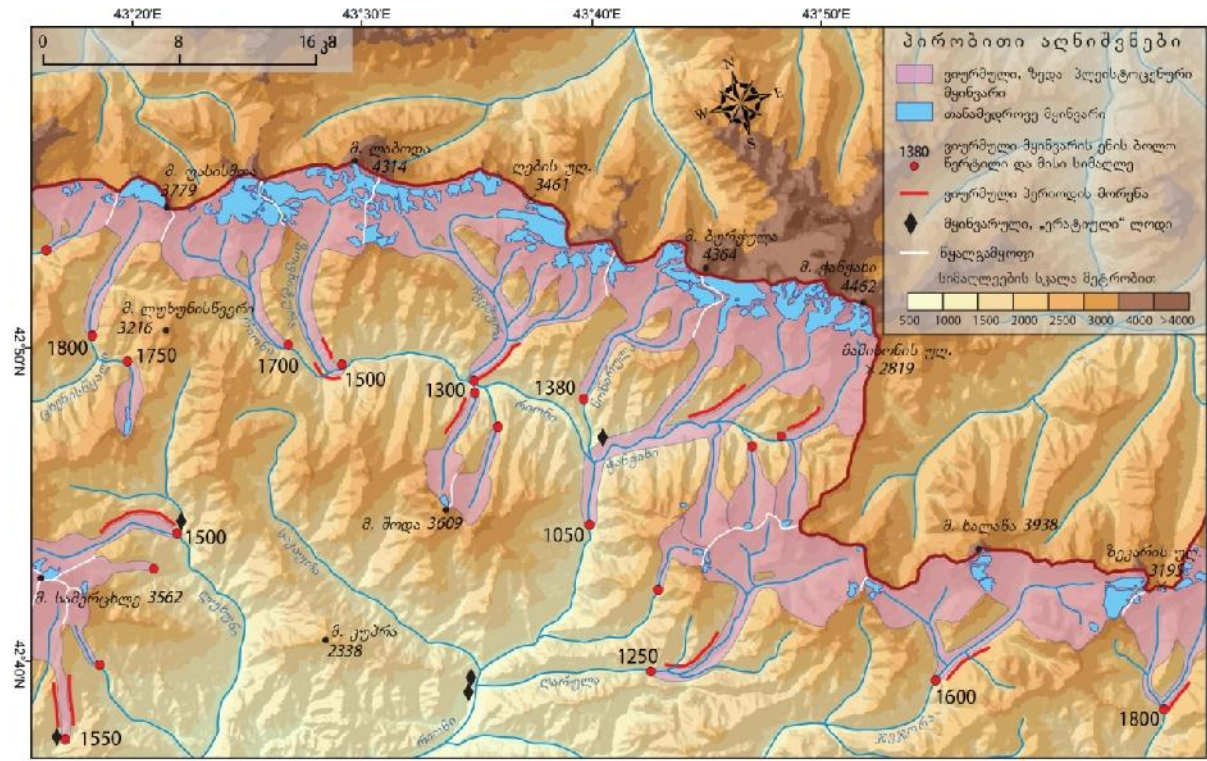
მდ. ყორულდაშის აუზში ვიურმის დროს საკმაოდ მძლავრი მცინვარი მდებარეობდა. იგი ხეობის ტიპისა იყო, სიგრძე 11.7 კმ-ს უდრიდა და მთავრდებოდა სოფ. ცანას მიდამოებში 1600 მ სიმაღლეზე (ცხრილი 12). მცინვარი რომ სოფ. ცანასთან მთავრდებოდა ამის უტყუარი მრავალი გლაციო-მორფოლოგიური ნიშანი არსებობს. ყორულდაშის ხეობას მთელ სიგრძეზე სათავიდან ცანამდე ტროგული ფორმა აქვს. ფერდობებზე კარგად არის შემონახული გვერდითი მორენები ფრაგმენტების სახით. ცანის ქვემოთ მდინარის კალაპოტიდან 60-70 მ სიმაღლეზე, ლეასის წყებაზე, დაფენილია ფლუვიოგლაციალური მასალა სუსტად დამუშავებული ლოდნარით, რაც მის მცინვარულ წარმოშობაზე მეტყველებს.

მცინვარი ზესხო ვიურმის დროს 7.5 კმ იყო და მთავრდებოდა 1600 მ სიმაღლეზე. მცინვარი იკვებებოდა მ. წურუნგალას ფერდობიდან. მდ. ზესხოს სათავეებში 4-5 კმ სიგრძის დამოუკიდებელი მცინვარი მდებარეობდა. ავღნიშნავთ, რომ ვიურმის დროს მცინვარები ყორულდაში და ზესხო ამავე მდინარეების შეერთებიდან 2-3 კმ-ით ზემოთ მთავრდებოდა. ზესხოს ხეობის ქვემო წელი ეროზიულია.

მდ. ცხენისწყლის სათავეებში ზედა პლეისტოცენში ერთი ხეობის ტიპის მცინვარი მდებარეობდა, რომლის ენა ადგილ ლაფურის მიდამოებში 1800 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. მცინვარის სიგრძე 9.0 კმ იყო.

კავკასიონის წყალგამყოფი ქედი მ. ფასისმთაიდან მამისონის უღელტეხილამდე რაჭის კავკასიონის სახელითაა ცნობილი. იგი მდ. რიონის სათავეებს მოიცავს და ძველი

გამცინვარების თვალსაზრისით მეტად საყურადღებოა. ყველა წინამორბედი მკვლევარი თვლიდა, რომ აქ განლაგებული მცინვარები ვიურმის დროს ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი მცინვარული ენა ჰქონდა. ჩვენი გამოკვლევებით კი სხვა სურათი გვაქვს. ვიურმის დროს ყველა მცინვარული აუზი დამოუკიდებელი იყო. ზოგიერთის ენები მხოლოდ მდ. რიონის ხეობის ძირზე გამოდიოდა და გადაკეტავდა მას. მცინვარების ენები სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ სიმაღლეებზე მთავრდებოდა (ნახ.29).



ნახაზი 29. მდ. რიონის აუზის თანამედროვე და გვიანპლეისტოცენური (ვიურმული) პერიოდის მცინვარები.

მდ. რიონის სათავეებში ვიურმის დროს ორი დიდი მცინვარი მდებარეობდა - ედენა და ზოფხიტო. ვიურმის დროს მდ. ზოფხიტურას ხეობაში მძლავრი მცინვარი ჩამოდიოდა, რომლის სიგრძე 17.4 კმ იყო. მისი ენა მდ. რიონის ხეობაში გამოდიოდა და ადგილ ხოფითოსთან 1500 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. აქ, ხოფითოს გამოზიდვის კონუსის ქვეშ, გაშიშვლებულია მორენული ნაფენები გრანიტული ლოდნარით. ვიურმული ცირკი რელიეფში კარგად არის გამოსახული და იგი 2200 მეტრზე ფიქსირდება, ე.ი. ფირნის ხაზი 2200 მ სიმაღლეზე გადიოდა (რ. გობეჯიშვილი, ლ. ტიელიძე და სხვები 2012).

სოფ. ღებთან მდ. რიონს მარცხნიდან ერთვის მდ. ჩვეშურა. ჩვენი მონაცემებით ვიურმის დროს ამ აუზში ფორმირებული მცინვარები ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი ენის სახით მდ. რიონის კალაპოტში გამოდიოდა.

მდ. ჩვეშურას ხეობაში მდებარე მცინვარის სიგრძე 20.5 კმ იყო. მისი ენა 1300 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. აქ ხეობის რთული ტიპის მცინვარი მდებარეობდა. მდ. ჩვეშურას ხეობაში კარგად არის შემონახული გლაციალური ფორმები. გვერდითი მორენების ორი რიგი წარმოდგენილია ადგილ ჯოჯოხეთას მიდამოებში. ქვედა

მორენული სერი მდ. ჩვეშურას ხეობის მარცხენა ფერდობს გასდევს და შემდეგ მდ. რიონის ხეობაში 1.0-2.0 კმ-ზე ვრცელდება. ზედა სერი დენუდირებულია და ფრაგმენტის სახითაა წარმოდგენილი. ეს ორივე მორენა გვიან პლეისტოცენურია - კარგად შემონახული სერი ვიურმულ გამყინვარებას უნდა ეკუთვნოდეს. სოფ. ღების ტერიტორიაზე მორენულ მასალასთან ერთად მრავალი ერატიული ლოდი გვხვდება. საერთოდ მდ. ჩვეშურას ხეობას ეროზიული პროცესებით სახეშეცვლილი ტროგის ფორმა აქვს.

ცხრილი 12. ცენტრალური კავკასიონის გვიანპლეისტოცენური მყინვარების მორფომეტრიული მაჩვენებლები.

№	მყინვარის ან მდინარის დასახელება	ძველი ცირკის ფართობი კმ ²	სიგრძე კმ	სიმაღლე მ
მდ. ენგურის აუზი				
1	ნაკრა	63.0	20.0	1180.0
2	თხეიში	7.0	5.6	1450.0
3	ქვეიშხი	4.5	3.6	1600.0
4	დიდგალი	6.0	4.8	1350.0
5	მაგანა	7.5	6.0	1450.0
6	ხობისწყალი	8.0	6.4	1800.0
მდ. რიონის აუზი				
7	ყორულდაში	15.0	11.7	1600.0
8	ზესხო	9.0	7.5	1600.0
9	შარი	11.5	9.0	1800.0
10	ედენა	16.5	14.1	1650.0
11	ზოფხიტო	21.5	17.4	1500.0
12	კირტიშო	42.0	20.5	1300.0
13	ნოწარა	14.8	12.6	1280.0
14	ბოყო	20.9	18.0	1100.0
15	ბუბა	40.5	23.0	1050.0
16	ჭანჭახი	13.1	11.0	1750.0
17	ღარულა	17.5	14.0	1250.0
18	ჯეჯორა	19.8	17.5	1600.0
19	ლატაშური	11.0	8.5	1500.0
20	სოხორტული	7.5	6.0	1600.0
21	ღობიშური	8.5	7.0	1800.0
22	შოდურა	5.4	4.0	1600.0
მდ. ლიახვის აუზი				
23	ზეკარა	8.5	7.0	1900.0
24	ქვეშელთა	10.0	8.0	1800.0
25	ჯომაგი	11.2	9.1	1550.0
26	სბა	9.2	7.5	1800.0
27	ჩელიათა	8.0	6.5	1850.0
28	კალასანი	11.0	9.0	1800.0
მდ. თერგის აუზი				
29	დევდორაკი	38.5	14.2	1220.0
30	გერგეთი	21.0	17.0	1550.0
31	მნა	23.0	18.0	1950.0
32	სუათისი	32.0	15.0	2150.0
33	თერგის სათავე	20.0	10.0	2270.0

სოფ. ღებიდან ადგილ საგლოლომდე მცინვარული მასალა ხეობაში აღარ გვხვდება, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ჩვეშურას მცინვარი ჭანჭახის მცინვარებს არ უერთდებოდა.

მდ. რიონის აუზში ვიურმის დროს გამცინვარების მძლავრი კერა წარმოდგენილი იყო მდ. **ჭანჭახის ხეობაში**, სადაც ხეობის რთული ტიპის მცინვარი მდებარეობდა. ერთმანეთს უერთდებოდა ბოყო, ბუბას და თბილისას მცინვარები და ერთიანი ენის სახით მდ. რიონის ხეობაში ადგილ ციდროს ციხემდე ჩამოდიოდა. აღსანიშნავია, რომ კედელას ქედიდან ჩამოსული მცინვარები ძირითად მცინვარს უერთდებოდა. ეს კარგად ჩანს რელიეფში შემონახული დაკიდული ტროგების სახით. ადგილ საგლოლოსთან და ცოტა ქვემოთ მცინვარის მოქმედების აშკარა ნიშნები წარმოდგენილია მრავალრიცხოვანი გრანიტის ლოდების სახით, როგორც თანამედროვე კალაპოტში, ასევე ფერდობებზე. ეს ფაქტი მრავალ მეცნიერს აქვს აღწერილი თავის შრომებში და მასზე დაყრდნობით თვლიან, რომ მდ. რიონის აუზის მცინვარები ერთიანი ენის სახით ამ ადგილებამდე ჩამოდიოდა. ამ აზრს არ იზიარებდა რ. გობეჯიშვილი (1995). იგი თვლიდა, რომ მდ. რიონის სათავეებში ერთიანი მცინვარი არ მდებარეობდა და ამ ადგილებამდე მხოლოდ ბუბა-ბოყოს მცინვარები ჩამოდიოდა, რომლებიც იკვებებოდა ყარაუგომის მძლავრი მცინვარული პლატოდან. მცინვარის სიგრძე 23.0 კმ იყო და მისი ენა 1050 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა (ნახ. 29).

ცენტრალური კავკასიონის აღმოსავლეთი მონაკვეთი ჰიფსომეტრიულად გაცილებით დაბალია დასავლეთ ნაწილზე, აქ რამდენიმე მწვერვალი 3700 მეტრზე მაღალია (საუხოხი, ხალაწა, ბრუტსაბძელი, ზეკარი, ზილგახოხი, ლალზციტი) და თანამედრვე მცინვარებიც სწორედ მათ გარშემოა განვითარებული. ქედის ეს მონაკვეთი კოზიდან ვაცისპარსამდე დვალეთის კავკასიონის სახელითაა ცნობილი, ხოლო მისი აღმოსავლეთი კი მთიულეთის კავკასიონად იწოდება.

დვალეთის ქედის სამხრეთ ფერდობზეა განლაგებული მდ. რიონის მარცხენა შენაკადის ღარულასა და ჯეჯორას აუზები და ლიახვის აუზი.

მდ. ღარულას აუზში გვიან ზედა პლეისტოცენში ერთი მძლავრი მცინვარი მდებარეობდა, რომელიც ოთხ კამერიანი ცირკიდან იკვებებოდა და ერთიანი ენის სახით სოფ. ქვემო კვაჟამდე 1250-1300 მეტრამდე ჩამოდიოდა. მცინვარის სიგრძე 14.0 კმ იყო (ნახ. 29). აღვნიშნავთ, რომ სოფ. კვაჟას ტერიტორიაზე კარგად გამოხატული გვერდითი მორენებია წარმოდგენილი. ბოლო მორენები გარეცხილია (გ. დონდუა 1959, დ. წერეთელი 1943, 1968). სტადიალური მცინვარების კვალი კი ხეობის სათვეში შეიმჩნევა. ვიურმის დროს ცირკის ქვედა ზღურბლი 2300-2400 მ სიმაღლეზე მდებარეობდა, რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ფირნის ხაზის დეპრესია ვიურმის დროს 1000-1200 მეტრი იყო.

მდ. ჯეჯორას აუზის ვიურმული გამცინვარება ბევრ მეცნიერს აქვს გამოკვლეული (გ. დონდუა 1959, Церетели Д. В. 1968). მათი მოსაზრებები არ ემთხვევა ვიურმული მცინვარის ქვედა საზღვარის დადგენაში. ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მდ. ჯეჯორას აუზში ორი დიდი ხეობის ტიპის მცინვარი ჩამოდიოდა, რომელიც ერთმანეთს უერთდებოდა სოფ. კვესელთასთან (1750 მ) და ერთიანი ენის სახით სოფ. კობეთის ქვემოთ ჩამოდიოდა. მცინვარების უდიდესი სიგრძე 17.5 კმ იყო. აქედან ერთი ნაკადი სოფ. კობეთთან (1600 მ), მეორე კი სოფ. ნაკრეფას ზემოთ 1550 მეტრზე მთავრდებოდა. ვიურმული ცირკების ქვედა ზღურბლი მდ. ჯეჯორას აუზში 2200-2300 მეტრზე მდებარეობს.

მდ. ლიახვის აუზის ფარგლებში კავკასიონის ქედი დაბალი ჰიფსომეტრიული ნიშნებით ხასიათდება. როგორც თანამედროვე მცინვარებით, ასევე ძველი

გამყინვარების გავრცელებით მკვეთრად გამოირჩევა მისი დასავლეთი ნაწილი მ. ზეკარა მ. ბრუტსაზბელის მონაკვეთი და აღმოსავლეთით ლიახვ-თერგის წყალგამყოფი. მდ. ფაწას სათავეებში ვიურმის დროს ორი დამოუკულებელი მყინვარი მდებარეობდა, მათი სიგრძე 7.0-8.0 კმ იყო. მათი ენები ერთმანეთთან ახლოს 1800 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. ვიურმის დროს ორი მყინვარის ენისაგან შედგებოდა მყინვარ ჯომამის ენა. მყინვარის სიგრძე 9.1 კმ იყო და მთავრდებოდა ზ.დ. 1550 მ სიმაღლეზე.

მდ. ლიახვის შენაკადებში (სბა, ჭელიათა და კალასანი) ვიურმის დროს მყინვარები სოფ. შუა სბასა და ზემო ჭელიათას მიდამოებში მთავრდებოდა 1750-1850 მ სიმაღლეზე. გლაციო-გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით ძალზე საინტერესოა მდ. კალასანის ხეობა. აქ მდებარეობს მყინვარი ლალზციტი, ხოლო ხეობის სათავეებში კარგად შემონახული ცირკია წარმოდგენილი, რომლის ქვედა ზღურბლის სიმაღლე 2400-2500 მეტრია. ჩვენი გამოკვლევებით აქ ვიურმის დროს ხეობის ტიპის მყინვარები მდებარეობდა, სიგრძით 12.0 კმ. ხეობის ქვემოთა ნაწილი ვულკანური ლავებით არის ამოვსებული და გლაციალური ნიშნები თითქმის წაშლილია. ვიურმის დროს მყინვარი სოფ. ედისას ტერიტორიაზე ჩამოდიოდა (შესაძლებელია ქვემოთაც). ვიურმული გამყინვარების კვალი წაშალა ჯერ ახუბათის ლავურმა ნაკადმა, ხოლო შემდეგ კი ხოდის ლავურმა ნაკადმა. ახუბათის ლავური ნაკადის ასაკის დადგენა ცოტა რთულია. ფაქტია, რომ ამ ლავურმა ღვარმა არსებითად შეცვალა ლიახვის ხეობის მორფოლოგია სოფ. ახუბათის ზემოთ (გობეჯიშვილი, 1995).

ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის უკიდურესი აღმოსავლეთი მონაკვეთი ყელის ვულკანურ ზეგანს და მასთან დაკავშირებულ მდინარეთა აუზებს ეკუთვნის.

ყელის ზეგანი და მიმდებარე ქედები გლაციო-გეომორფოლოგიური და გეოლოგიური თვალსაზრისით საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი ლ. მარუაშვილის, ე. მილანოვსკის, ნ. სხირტლადის, დ. წერეთლის, ნ. მოწენიძის და სხვების მიერ. დადგენილია ვულკანებისა და ლავური ნაკადების მიახლოებითი ასაკი ფლუვიოგლაციალურ ნაფენებთან კორელაციის გზით. გამოთქმულია მოსაზრება, ყელის ზეგანზე ვიურმის დროს მყინვარული ფარის (ქედის) არსებობის შესახებ.

უკანასკნელ წლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა განსაკუთრებით კოსმოსური სურათების საშუალებით გვიჩვენა, რომ ზოგიერთი საკითხი საკამათოა და შემდგომ დაზუსტებას მოითხოვს.

ყელის ზეგანზე და მის მოსაზღვრე ქედებზე გვიან პლეისტოცენური გამყინვარების კვალი კარგად არის შემონახული ცირკების, ტროგების და მორენების სახით, თუმცა ზოგჯერ ვულკანების მოქმედებით ეს ფორმები ძალზე სახეცვლილია. კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე და ხარულის ქედზე შემონახული ცირკები მცირე ზომებით გამოირჩევა (2-4 კმ), აქ გავრცელებული იყო კარული და 2-4 კმ სიგრძის ხეობის ტიპის მყინვარები. კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე კი მყინვარების სიგრძე 6-8 კმ-ს უდრიდა, ხოლო მათი მკვებავი აუზების (ცირკების) ფართობები 8-10 კმ²-ს აღწევდა. აღსანიშნავია, რომ დიდი ცირკების შიგნით რამდენიმე მცირე ზომის კარული ფორმაა გამომუშავებული.

საინტერესოა მეფისკალის ვულკანურ რელიეფში განვითარებული ცირკები, მათი ფართობი 2-4 კმ²-ია. ვიურმის დროს ხეობის ტიპის მყინვარები თეთრი არაგვის ხეობაში ჩამოდიოდა. ვულკანურ რელიეფში გვიან პლეისტოცენური პერიოდის მყინვარული ფორმების წარმოქმნა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ვულკანური რელიეფი გვიან პლეისტოცენში ან უფრო ადრე ფორმირდა.

მრავალი ვულკანური კონუსი (დიდი და პატარა შერხოტა, აღმოსავლეთ ხორისარი, წითელი ხატი) ვიურმული ასაკის მყინვარულ ცირკში ზის, რაც იმაზე მეტყველებს რომ ეს კონუსები წარმოქმნილია გვიან პლეისტოცენის შემდგომ პერიოდში და სამართლიანად ზოგიერთი მკვლევარი მათ ჰოლოცენურად თვლის. ყელის ზეგანზე განლაგებულ ვულკანურ კონუსებს (ნარვანი, ყელი, შარხორხი, შადილხორხი და სხვები) და მათთან დაკავშირებულ ლავებს წარმოშობის მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ჰოლოცენურად თვლიან. ამის დამადასტურებელია ისიც, რომ ეს კონუსები მიუხედავად მაღალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობისა გლაციალური მოქმედების ნიშნებს არ ატარებს - მეფისკალოს ვულკანისაგან განსხვავებით.

ყელის ზეგანის რელიეფის მორფოლოგიურ-მორფომეტრიული თავისებურებებისა და კავკასიონზე თანამედროვე და ვიურმის დროს თოვლის ხაზის მდებარეობის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ზეგანის მთელი ფართობი გლაციალური ზონის გავლენას არ განიცდიდა. აქ ზოგიერთ ადგილში განვითარებული იყო მცირე ზომის კარული და ხეობის ტიპის მყინვარები. დღესაც და ადრეც ძალზე აქტიური იყო ნივალური პროცესები.

ზედა პლეისტოცენში გამყინვარება მეტნაკლებად იყო წარმოდგენილი **ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის შტოქედებზე**. ვინაიდან შტოქედებს ძირითადად საერთო კავკასიონური ან განედური მიმართულება აქვს აქ გამყინვარების ხარისხს განსაზღვრავს რელიეფის ჰიფსომეტრია, მორფოლოგია და შავი ზღვიდან დაშორება.

სვანეთის ქედზე დღესაც და ზედა პლეისტოცენშიც გამყინვარებას მკვეთრად ასიმეტრიული ხასიათი ჰქონდა, რაც ჩვენი აზრით გამოწვეულია არა მარტო ექსპოზიციით, არამედ რელიეფის მორფოლოგიური პირობებით.

ყველაზე დიდი მყინვარული იყო ლაილა და ლაილჭალა. მათი ენები 1380-1100 მეტრზე ჩამოდიოდა. სიგრძე კი 12-13 კმ-ს შეადგენდა. აღსანიშნავია, რომ მყინვარი ლაილჭალა მდ. ენგურის ხეობის ძირზე გამოდიოდა (ნახ. 30). ამის დამადასტურებელია ლაილის ეკლესიის მიდამოებში დაფენილი მორენული სერები (სულ 2), რომელიც ჰიფსომეტრიულად საფეხურებს ქმნის და სხვადასხვა გამყინვარებას ეკუთვნის. თვით ლაილჭალას ხეობას კი ტროგული ფორმა აქვს.

ხეობის ტიპის მყინვარები მდებარეობდა სვანეთის ქედის ჩრდილო და სამხრეთ ფერდობის მდინარეთა აუზებში (არშირა, ლასილი, ქვიშარა, სკილორი, ლასკადურა, მუხრა და აშხაშური). ჩრდილო ფერდობზე განლაგებული მყინვარების სიგრძე 5-7 კმ იყო, მყინვარული ცირკების ქვედა ზღურბლი 2100-2200 მეტრზე მდებარეობს.

სვანეთის ქედის სამხრეთ ფერდობზე განლაგებულ ხეობის ტიპის მყინვართა სიგრძე 3-5 კმ-ს უდრიდა, ძველი მყინვარული ფორმები, ცირკები და მორენები მორფოლოგიურად შედარებით სუსტადაა შემონახული, მაგრამ საკმაო ინფორმაციის მატარებელია, რაც საშუალებას იძლევა აღვადგინოთ ძველი გამყინვარება. დიდი მყინვარები 1700-1800 მ სიმაღლემდე ჩამოდიოდა.

სამეგრელოს ქედი გამოირჩევა თანამედროვე და ძველი გამყინვარების თავისებურებებით. მისი უმაღლესი მწვერვალები 3200 მეტრს აღწევს. თანამედროვე მყინვარები, რომლებიც მცირე ზომით ხასიათდება, რელიეფში მოხერხებულად არის ჩამჯდარი. ისინი ფორმირდება 2800-2900 მეტრ სიმაღლეზე და ზოგიერთის ენა 2400 მეტრამდე ჩამოდის. მყინვარები ფაქტიურად წარმოიქმნება ნივალური ზონის ქვემოთ (ალპურ ზონაში) რაც იშვიათი მოვლენაა კავკასიონზე. მყინვარწარმოქმნის ძირითადი ფაქტორებია რელიეფის თავისებურება და შავ ზღვასთან სიახლოვე (უხვი ატმოსფერული ნალექები ცივ პერიოდში). ჩვენი აზრით მსგავსი პირობები იყო გვიან

პლესტოცენში. თანამედროვე კოსმოსური სურათების გამოყენებით საშუალება მოგვეცა აღვედგინა გამყინვარების ხასიათი გვიან პლესტოცენში. მყინვარული ცირკები კარგადაა შემონახული, განსაკუთრებით ბაიოსის პორფირიტებით აგებულ რელიეფში. მყინვარული ცირკების ფართობი 3-6 კმ² იყო.

სამეგრელოს ქედზე თანამედროვე მყინვარების სიგრძეები და კვების აუზის ფართობები თითქმის თანაბარია. პლესტოცენში დიდი მყინვარების სიგრძე 3-6 კმ იყო. ეს სიგრძე სრულიად საკმარისი იყო იმისათვის, რომ მყინვარებს დაბალ ჰიფსომეტრიულ საფეხურამდე ჩამოეღწიათ (1350-1450 მ). მყინვარები ჰიფსომეტრიულად ყველაზე დაბლა მდ. მაგანას აუზში ჩამოდიოდა. მდ. მაგანას მარჯვენა შენაკად მდ. დიდგალის ხეობაში ორი მყინვარი ერთმანეთს უერთდებოდა და ერთიანი ენის სახით 1350 მეტრზე მთავრდებოდა. ამავე სიმაღლეზე და ცოტა უფრო ზემოთ რელიეფში შემორჩენილია გვერდითი მორენები - მყინვარების გავრცელების უტყუარი ნიშანი. საერთოდ ეს აუზი გლაციო-გეომორფოლოგიურად ძალზე საინტერესოა. მდ. მაგანას სათავეში ფორმირებული მყინვარი ზედა პლესტოცენში 6.0 კმ-ს აღწევდა და 1450 მ სიმაღლეზე ჩამოდიოდა. აქვე მას უერთდებოდა მაგანას მყინვარი.

მდ. ხაიშურას ხეობაში (სამეგრელოს ქედის ჩრდილო ფერდობი) ვიურმის დროს მრავალი ხეობის თუ კარული ტიპის მყინვარი მდებარეობდა, რაზეც აქ არსებული რელიეფში კარგად შემონახული, ძველი ცირკები მიგვანიშნებს. აღვნიშნავთ მდ. თხეიშის სათავეში წარმოქმნილ მყინვარს. მყინვარის სიგრძე 5.6 კმ იყო. მყინვარის ენა ოთხი ნაკადისაგან შედგებოდა და 1450 მეტრამდე ჩამოდიოდა. რელიეფში მორფოლოგიურად კარგადაა შემონახული მყინვარის ენის მოქმედების კვალი.

გვიან პლესტოცენური გამყინვარება კარგად იყო წარმოდგენილი სამეგრელოს ქედის სამხრეთ ფერდობზე განლაგებულ მდინარეების **ხობისწყლის და ტეხურას აუზებში**. მდ ხობისწყლის სათავეში არსებული ცირკის ჩრდილო აღმოსავლეთური ექსპოზიცია განაპირობებდა აქ საკმაო დიდი მყინვარების არსებობას. ჩვენი მონაცემებით მყინვარის სიგრძე 6.4 კმ იყო და მთავრდებოდა 1800 მ სიმაღლეზე. ხეობაში შემორჩენილი ზოგიერთი ნიშნის მიხედვით შესაძლებელია ეს მყინვარი უფრო გრძელი იყო და 1700 მეტრამდე ჩამოდიოდა.

სამეგრელოს ქედის აღმოსავლეთ მონაკვეთში, მ. ცეკურის მიდამოებში, მართალია დღეს მყინვარები აღარ მდებარეობს, მაგრამ ძალზე კარგად არის შემორჩენილი გვიან პლესტოცენური და ჰოლოცენური მყინვარების მოქმედების კვალი. აქ არსებული ძველი ცირკების ფართობი 1-3 კმ²-ია.

ჩატარებული გამოკვლევების მიხედვით ვიურმის დროს ფირნის ხაზის სიმაღლე 2000-2100 მ სიმაღლეზე მდებარეობდა.

გვიან პლესტოცენში ლეჩხუმისა და შოდა-კედელას ქედების თხემური ნაწილი მთლიანად ნივალურ-გლაციალურ ზონაში ექცეოდა. ზოგიერთ მწვერვალზე კი, რომელთა სიმაღლე 3300 მეტრს აღემატებოდა გლაციალური ზონაც შედიოდა.

ლეჩხუმის ქედზე გამყინვარების თვალსაზრით გამოიყოფა ჭუდხარო-სამერცხლეს პორფირიტული მასივი, საიდანაც ვიურმის დროს ყველა მიმართულებით ჩამოდიოდა საკმაოდ დიდი ხეობის ტიპის მყინვარები. ჩატარებულმა გლაციო-გეომორფოლოგიურმა სამუშაოებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა მყინვარების გავრცელების ქვედა საზღვარი. ჩვენი გამოკვლევებით მდ. ლატაშურის ხეობაში 8.5 კმ სიგრძის მყინვარი მდებარეობდა, რომლის ენა 1500-1550 მ სიმაღლეზე ჩამოდიოდა. მყინვარი თითქმის მთლიანად იკავებდა ლატაშურის ხეობას. ამის გლაციო-

მორფოლოგიური ნიშნები მრავალია: პორფირიტული ლოდების გავრცელება ლატაშურ-ლუხუნისწყლის შესართავამდე, ხეობის მარცხენა მხარეზე ზედა პლეისტოცენური და ჰოლოცენური პერიოდის გვერდითი მორენების კარგად გამოხატვა, ხეობის მორფოლოგია და სხვა. ლატაშურის მცინვართან არის დაკავშირებული ადგილ ქაჯიანის მიდამოებში არსებული პორფირიტული ლოდები. ეს ლოდები ჩამოგორებულია ლატაშურ-ქაჯიანის წყალგამყოფიდან, სადაც მორენული მასალის დაგროვება ხდებოდა ვიურმული გამცინვარების დროს.

ხეობის ტიპის მცინვარები მდებარეობდა ლობიშურის და ჟრინავის სათავეებში. მცინვარების სიგრძე 5-7 კმ იყო და 1800-1900 მ სიმაღლემდე ჩამოდიოდა. ამის დამადასტურებელი მცინვარული ფორმები - მორენები ორივე ხეობაში კარგად არის შემონახული. ეს რეგიონი შესწავლილი აქვს ს. ნემანიშვილს (1962), დ. წერეთელს (Церетели Д. В. 1968), ო. ჩხეიძეს (1982) და სხვა. ჩვენი მოსაზრებები მეტნაკლებად ემთხვევა მათ შეხედულებებს.

შოდა-კედელას ქედის გამცინვარებას ვიურმის დროს ასიმეტრიული ხასიათი ჰქონდა. გამცინვარება კარგად იყო განვითარებული ჩრდილო ფერდობზე. აქ ხეობის ტიპის მცინვარები მდებარეობდა, რომელთა სიგრძე 1-3 კმ იყო. მდ. საკაურას სათავეებიც ჩრდილო ფერდობს ეკუთვნოდა და აქაური მცინვარული მდინარეები უშუალოდ მდ. რიონს უერთდებოდა. ზედა პლეისტოცენში მდ. საკაურა რეგრესიული ეროზიით შეიჭრა ჩრდილო ფერდობზე და მოიტაცა დღევანდელი მისი სათავე. შოდა-კედელას ჩრდილო ფერდობის ხეობები დღესაც ტროგულ ფორმას ინარჩუნებს.

რაჭის, გერმუხისა და ხარული ქედების მაღალმთიან რელიეფში შემონახულია ძველი გამცინვარების კვალი. ჩვენ მოვახდინეთ ყველა მცინვარული ფორმის დეშიფრირება და გამოვთვალეთ მცინვარული ცირკების ფართობი. აღმოჩნდა, რომ ცირკები ყველა ქედზე მცირე ფართობებით ხასიათდება - 1-4 კმ². ეს მონაცემები იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ამ ქედებზე მცინვარების უდიდესი სიგრძეები ოთხ კილომეტრს არ აღემატებოდა. მცინვარული ფორმების მორფოლოგიური და მორფომეტრიული მაჩვენებლებით აქაური მცინვარები მცირე ზომის ხეობის და კარული ტიპის იყო. მცინვარული ცირკების ქვედა ზღურბლი 2400-2600 მ სიმაღლეზე მდებარეობს. ე.ი. ფირნის ხაზი ვიურმის დროს ამ სიმაღლეზე გადიოდა. გერმუხის ქედის ძველ გამცინვარებაზე მეტად საინტერესო გამოკვლევა აქვს ჩატარებული ლ. მარუაშვილს (1961).

6.3 აღმოსავლეთ კავკასიონი

აღმოსავლეთ კავკასიონის რელიეფი მორფოლოგიური და მორფომეტრიული მაჩვენებლებით ჩამორჩება ცენტრალურ კავკასიონს, რაც კლიმატურ ფაქტორებთან ერთად განაპირობებს გამცინვარების მცირე მასშტაბებს როგორც დღეს ასევე მთელ ზედა მეოთხეულში და ჰოლოცენში. თანამედროვე მცინვარები ცალკეულ მაღლა აზიდულ მასივებთან არის დაკავშირებული. ასეთივე სურათი გვქონდა ვიურმის დროსაც, ვინაიდან ჩვენი გამოანგარიშებით ვიურმში გლაციალური ზონის ქვედა საზღვარი 3400-3600 მეტრს შეადგენდა. ნივალური ზონა აღმოსავლეთ კავკასიონზე ფართოდ იყო წარმოდგენილი, მაგრამ იგი მთელ ტერიტორიაზე მაინც არ ვრცელდებოდა. უწყვეტი სახით იგი მხოლოდ კავკასიონის წყალგამყოფ ქედზე მდებარეობდა. ვიურმული მცინვარები კი ისეთ მასივებს უკავშირდებოდა, რომელთა

სიმაღლე 3400-3600 მეტრს აღწევდა. ჩვენ აქ ძველ გამყინვარებას ცალკეული ოროგრაფიული ერთეულების მიხედვით ვიძლევიტ მდინარეთა აუზებთან კავშირში.

აღმოსავლეთ კავკასიონის უკიდურესი დასავლეთ მონაკვეთის ჩრდილო ფერდობზე განლაგებულია მდ. თერგის სათავე და მისი შემდინარეთა აუზები. აქ ფერდობის ჩრდილო ექსპოზიციას გარკვეული როლი ეკუთვნის, როგორც თანამედროვე, ასევე ვიურმული გამყინვარების წარმოქმნაში. აქ არსებული ძველი კარული ფორმები იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ვიურმის დროს მდ. თერგის მარჯვენა შემდინარეთა აუზებში საკმაოდ მძლავრი მყინვარები მდებარეობდა, რომელთა ენები თრუსოს ქვაბულის ძირზე გამოდიოდა (მყინვარული ცირკების ქვედა ზღურბლი 2500-2600 მ სიმაღლეზე მდებარეობს). ყველაზე გრძელი მყინვარები მდ. თერგის სათავეში და დესისწყლის ხეობაში მდებარეობდა, მათი სიგრძე 10-12 კმ იყო.

ზედა პლეისტოცენშიც და დღესაც მდ. თერგის აუზში გამყინვარების ძირითად კერას კავკასიონის გვერდითი ქედი წარმოადგენს, ზედა პლეისტოცენში ხობის ქედი, ჯიმარა-ყაზბეგის მასივის მიდამოებში, მძლავრი მყინვარული ქუდით იყო დაფარული. მასივის ყველა მიმართულებით მყინვარების ენები ჩამოდიოდა. დიდი მყინვარები - დევდორაკი, გერგეთი, მნა, სუათისი 14-17 კმ სიგრძის იყო. ისინი ხეობის ძირზე გამოდიოდა. მყინვარები ხეობაში საცობებს ქმნიდა და ხშირად მძლავრი გლაციალური ღვარცოფების ფორმირებას უწყობდა ხელს. ჩვენი აზრით თერგის ხეობაში მყინვარული ნაკადი ერთიანი არ იყო. მყინვარების ენები სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ ნიშნულზე მთავრდებოდა. ყველაზე დაბლა მყინვარი დევდორაკი ეშვებოდა. მას მარცხენა მხრიდან ჩაჩის მყინვარი უერთდებოდა, ერთიანი ენის სახით დარიალის ვიწრობს სცილდებოდა და ზემო ლარსამდე ჩადიოდა. მისი ჩამოტანილია ზემო ლარსში არსებული გრანიტის უზარმაზარი, ე.წ. „ერმოლოვის ლოდი“. მყინვარის ენა 1200 მ-ზე მთავრდებოდა. მყინვარი გერგეთი იერთებდა აბანოს მყინვარს და ერთიანი ენის სახით დაბა სტეფანწმინდის ქვემოთ ზ. დ. 1550 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა (ნახ. 30).

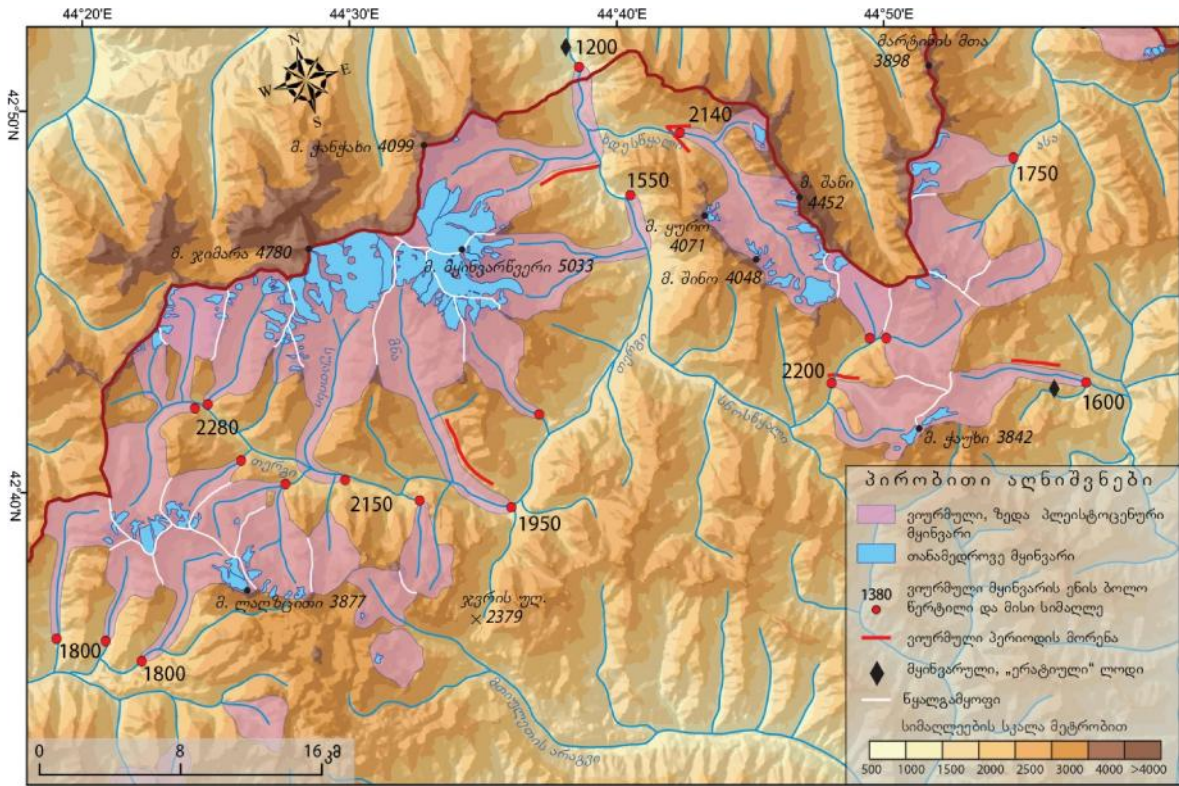
მნას მყინვარს ყველაზე გრძელი ენა ქონდა. იგი ხეობის მორფოლოგიის გამო მძლავრი ენით მდ. თერგის კალაპოტში გამოდიოდა და თითქმის ს. კობამდე, ზ. დ. 1950 მ-მდე აღწევდა. სუათისის მყინვარის სამივე ენა ერთიანი ნაკადით თრუსოს ხეობაში ზ. დ. 2150 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა.

დიდი მყინვარები იყო წარმოდგენილი ხობის ქედის სამხრეთ ფერდობზე განლაგებულ სხვა მდინარეთა აუზებში (ჯიმარა, ტეფისწყალი, რესისწყალი და სივერაუთი). მართალია ამ მყინვარების სიგრძეები ვიურმის დროს 5.0-8.0 კმ იყო, მაგრამ ზოგიერთი თრუსოს ქვაბულამდე აღწევდა (ნახ. 30).

მდ. თერგის აუზში თანამედროვე ფირნის ხაზი 3500-3600 მ სიმაღლეზე მდებარეობს, თოვლის ხაზი კი 4400-4500 მ-ზე. ვიურმში ფირნის ხაზი 2400-2500, თოვლის ხაზი კი 3400 მეტრზე იყო. ამ მონაცემების მიხედვით, ვიურმში ფირნის ხაზის დეპრესია საშუალოდ 1100 მეტრი იყო. ვიურმის პერიოდში მდ. თერგის აუზში ნივალურ-გლაციალური ზონის ფართობი 135.0 კმ² იყო.

კავკასიონის წყალგამყოფ ქედზე გამყინვარების მძლავრ კერას ჭაუხების მასივი წარმოადგენდა, აქედან გვიან პლეისტოცენში მყინვარები ყველა მიმართულებით ეშვებოდა. წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ კალთაზე უდიდესი მყინვარი იყო აბუდელაური, რომელიც მდ. ხევურეთის არაგვის მარჯვენა შენაკად მდ. რომკის ხეობაში ჩამოდიოდა. ჩვენი გამოთვლით მყინვარის სიგრძე 11.5 კმ იყო და მისი ენა 1600 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა (ცხრილი 13). მდინარეების რომკისა და არაგვის შეერთების ადგილას და მის ზემოთ დიდი ზომის დიაბაზის ერატიული ლოდებია

წარმოდგენილი. ეს გვიჩვენებს, რომ მყინვარი ვიურმის დროს ამ ნიშნულამდე და შეიძლება უფრო ქვემოთაც ჩამოდიოდა. სოფ. ლელისვაკეზე არსებულ ლოდნარს ჩვენ შუა გვიან პლეისტოცენურ გამყინვარებას ვაკუთვნებთ.



ნახაზი 30. მდ. თერგის აუზის თანამედროვე და გვიანპლეისტოცენური (ვიურმული) პერიოდის მყინვარები.

ჭაუხის მასივიდან ჩრდილოეთ ფერდობზე მყინვარი ჭაუხი თითქმის სოფ. ჯუთამდე ჩადიოდა - 2200 მ სიმაღლეზე. მისი სიგრძე 5.7 კმ იყო. მდ. ჭაუხის ხეობა მთელ სიგრძეზე ტროგის ფორმას ინარჩუნებს. ჭაუხის მასივზე ვიურმული ცირკების ქვედა ზღურბლი 2400-2500 მეტრზე მდებარეობს, ხოლო ფირნის ხაზის დეპრესია კი 1100-1200 მეტრს შეადგენდა.

მდ. ჯუთას აუზში ხეობის ტიპის მყინვარები ყუროს და შავანას ქედების სამხრეთ ფერდობზე მდებარე მდინარეთა აუზებში (კორა, ჯავათხორხი, ნარვანისწყალი და სხვა) მდებარეობდა. კოსმოსურ სურათებზე კარგად გამოიყოფა ძველი ცირკები, რომელთა ქვედა ზღურბლი 2500-2600 მეტრზე მდებარეობს. აქ მდებარე მყინვარებს 4-6 კმ სიგრძე ჰქონდათ. მათი ენები მთავრდებოდა 2200-2300 მ სიმაღლეზე. მართალია ჩვენი მონაცემებით მყინვარები ერთმანეთს არ უერთდებოდა, მაგრამ მდ. ჯუთას სათავეების რელიეფის მორფოლოგიური ანალიზი გვაფიქრებინებს, რომ აქ მყინვარები ერთმანეთს უერთდებოდა. ეს კი დეტალურ კვლევას მოითხოვს.

ყუროს ქედის აღმოსავლეთ ფერდობისა და შავანას ქედის დასავლეთ ფერდობის მყინვარები ვიურმის დროს ერთმანეთს უერთდებოდა და მდ. ხდესწყლის სათავეში ერთი ხეობის ტიპის მყინვარს - კიბეშას კვებავდა. მყინვარის სიგრძე 11.9 კმ იყო, ხოლო

მისი ენა 2140 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. ხდეს ხეობის ზედა მონაკვეთი გლაციალური გენეზისისაა, რასაც ვერ ვიტყვით მის ქვედა მონაკვეთზე.

კიდევანისა და არჯელომის ქედების აღმოსავლეთ ფერდობი დღესაც და ვიურმის დროსაც მდ. ასას აუზში გამყინვარების ძირითად კერას წარმოადგენდა. არჯელომის ქელიდან მდ. ჩხოტანის აუზში ორი მყინვარი ჩამოდიოდა. მათი სიგრძე 6.5 კმ იყო და მთავრდებოდა 1700 მ სიმაღლეზე. ეს მყინვარი მდ. ასას ხეობაში არ გამოდიოდა. ყველაზე დიდ მყინვარს მდ. ასას ხეობაში ახიელი წარმოადგენდა. იგი ორი ნაკადიასაგან შედგებოდა, მდ. ასას ხეობის ძირზე გამოდიოდა და სოფ. ახიელთან 1.5-2.0 კმ-ით დაბლა ვრცელდებოდა. მყინვარ ახიელის ხიგრძე 7.3 კმ იყო ენა მთავრდებოდა ზ.დ. 1750 მ სიმაღლეზე. მდ. ასას სათავეში და მის შენაკადებში, სადაც დღეს მყინვარები არ მდებარეობს, შემორჩენილია მცირე ზომის ძველი მყინვარული ცირკები, რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ აქ ვიურმის დროს მცირე ზომის კარული და ხეობის ტიპის მყინვარები მდებარეობდა. მდ. ასას ხეობაში ძველი ცირკების ქვედა ზღურბლი 2400-2500 მეტრზე მდებარეობს. მაშასადამე ფირნის ხაზის დეკრესია ვიურმის დროს 1000-1100 მეტრს შეადგენდა.

ცხრილი 23. აღმოსავლეთ კავკასიონის გვიანპლეისტოცენური მყინვარების მორფომეტრიული მაჩვენებლები.

№	მყინვარის ან მდინარის დასახელება	ძველი ცირკის ფართობი კმ ²	სიგრძე კმ	ენის სიმაღლე ზ.დ. მ
მდ. არაგვის აუზი				
1	აბუდელაური	14.2	11.5	1600.0
მდ. თერგის აუზი				
2	ჭაუზი	7.0	5.7	2200.0
3	ხდესწყალი	24.0	11.9	2140.0
მდ. ასა აუზი				
4	ჩხოტანი	-	6.5	1700.0
5	ახიელი	-	7.3	1750.0
6	ბისნა	-	5.5	2060.0
მდ. არღუნის აუზი				
7	შატილი	10.5	8.5	1800.0
8	მახი	9.5	7.0	1900.0
9	ქამხი	5.5	4.5	2100.0
მდ. პირიქითა ალაზნის აუზი				
10	თებულო	14.0	11.0	2400.0
11	ამულო	7.5	6.0	2500.0
12	ლაროვანი	6.8	5.5	2560.0
13	ქაჩუ	11.5	6.0	2200.0
14	დიდხევი	13.7	7.0	2220.0
15	ჭეროს ხევი	10.0	5.0	2140.0
16	დიკლო (ხაო)	14.5	7.0	2100.0

მდინარეების ასას და არღუნის წყალგამყოფს **ხევსურეთის ქედი** წარმოადგენს. აქ ორი მაღალი მასივი გამოიყოფა - ამლისმაღალი და მახისმაღალი. სწორედ ამ მასივების ირგვლივ არის შემორჩენილი ვიურმული მყინვარების მოქმედების კვალი.

ხევსურეთის ქედის დასვლეთ ფერდობზე მდ. ასას ხეობაში მრავალი ხეობის და კარული ტიპის მყინვარი მდებარეობდა. აქედან აღსანიშნავია ბისნას მყინვარი (სიგრძე

5.5 კმ, ენის სიმაღლე 2060 მ) და კოგრას მყინვარი. ვიურმის დროს დიდი მყინვარები იყო განვითარებული ხევსურეთის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე. აღვნიშნავთ მდ. შატილისწყლის აუზის ორ დამოუკიდებელ მყინვარს. ისინი მახისმაღალის მასივიდან იწყებოდა და 1800-1900 მ სიმაღლემდე ჩამოდიოდა. შატილის მყინვარის სიგრძე 8.5 კმ იყო. შედარებით მცირე მყინვარები მდებარეობდა მდ. გიორგიწმინდისა და გურისწყლის აუზებში.

არდოტისთავის მასივის ირგვლივ შემორჩენილია რამდენიმე ძველი ცირკი, ხოლო მდ. ალერდოს სათავეში მცირე ზომის კარული მყინვარი. მდ. ალერდოს ხეობას 3-4 კმ მანძილზე ტროგული ფორმა აქვს, ხოლო სათავეში ძველი ქვიანი მყინვარების ნაკვალევია წარმოდგენილი.

ხევსურეთის ქედის ორივე ფერდობზე ძველი ცირკების ქვედა ზღურბლის სიმაღლე 2400-2500 მეტრზე მდებარეობს.

მდ. არღუნის შენაკად მდ. ანდაქის აუზში ვიურმული მყინვარები განვითარებული იყო მუცოს და აწუნთას ქედების დასავლეთ კალთაზე. აწუნთას ქედი მდ. არღუნის აუზს გამოყოფს მდ. პირიქითა ალაზნის აუზისაგან.

მდ. პირიქითა ალაზნის აუზში ვიურმული გამყინვარება ფართო მასშტაბით წარმოდგენილი იყო აწუნთას ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე და პირიქითას (თუშეთის) ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში. ამ ქედების ჰიფსომეტრიული მაჩვენებლები ძირითადად 3800 მეტრს აღემატება და კარგ პირობას ქმნიდა გლაციალური ზონის არსებობისათვის, ამიტომ რელიეფში კარგად არის შემონახული გლაციალური ფორმები ცირკების, სახეცვლილი ტროგების და მორენების სახით.

პირიქითა ალაზნის სათავეში ორი მყინვარი იყო, რომელიც ერთმანეთს უერთდებოდა. აქედან ძირითადია თებულოს მყინვარი, რომლის სიგრძე 11 კმ იყო და 2400 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. ველზე ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე ძნელია დავადგინოთ მყინვარის გავრცელების საზღვარი მორფოლოგიური ნიშნებით. ტიპური გლაციალური ნაფენები 2500 მეტრამდე შეინიშნება, შემდეგ კი ფლუვიოგლაციალური ნაფენებია წარმოდგენილი, მაგრამ ძნელად გასარჩევია თებულოს მყინვარისაა თუ რუანის ქედიდან ჩამოსული მყინვარის. ვინაიდან რელიეფი აგებულია ფიქლებით და ქვიშაქვებით, ადვილად ირეცხება და ძნელია მორენების დიდი ხნით შემონახვა.

მდ. პირიქითა ალაზნის მარჯვენა შენაკად მდ. ლაროვანისწყლის სათავეებში მწვერვალ ამულოს აღმოსავლეთ კალთაზე ვიურმის დროს 5.5 კმ სიგრძის ხეობის ტიპის მყინვარი მდებარეობდა. აეროსურათების დეტალურმა დემიფირირებამ გვაჩვენა, რომ ეს მყინვარი ვიურმის დროს მდ. თუშეთის ალაზნის მარცხენა შენაკადის მდ. სამრულის ხეობაში ჩადიოდა. ამას ადასტურებს მრავალი ფაქტი: მდ. სამრულის ხეობა სათავეში წაკვეთილია, ხეობის შუა წელში დეგრადირებული მორენებია წარმოდგენილი, ხეობას კი სახეცვლილი ტროგის ფორმა აქვს. რელიეფის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მდ. სამრულის სათავეები ვიურმის შემდეგ რეგრესიული ეროზიის შედეგად მიიტაცა მდ. ლაროვანისწყალმა.

პირიქითას (თუშეთის) ქედი მ. ქაჩუდან მ. დიკლოსმთამდე ჰიფსომეტრიულად მაღალია. ძველი გამყინვარების თვალსაზრისით იგი ყველაზე მძლავრი კერა იყო მთელ აღმოსავლეთ კავკასიონზე. პირიქითას ქედზე თანამედროვე და ძველი მყინვარები უფრო ვრცლად იყო წარმოდგენილი ჩრდილო ფერდობზე, ვიდრე სამხრეთზე.

პირიქითას ქედის სამხრეთ კალთაზე განლაგებულ მდინარეთა აუზებში (ხაოსხევი, ჭეროსხევი, ჭიგოსხევი, დიდხევი, ხაისხევი, ფარსმასხევი) ხეობის ტიპის მყინვარები

მდებარეობდა. მცინვარების სიგრძეები 5-7 კმ-ს უდრიდა. მათი ენები მდ. პირიქითა ალაზნის ხეობის ძირზე არ ჩამოდიოდა. ყველაზე დაბლა ხაოს მცინვარი ეშვებოდა - 2140 მეტრზე. დანარჩენი მცინვარების ენები 2200-2400 მ სიმაღლეზე მთავრდებოდა. ყველა ხეობის სათავეში ვიურმული ცირკები მეტნაკლებად კარგად არის შემონახული, მათი ქვედა ზღურბლი 2400-2500 მეტრზე მდებარეობს. ზემოთ ჩამოთვლილი ხეობის ქვედა მონაკვეთები ეროზიულია და მცინვარული მოქმედება არ განუცდიათ.

მდ. პირიქითა ალაზნის აუზში ვიურმის დროს საკმაოდ მრავლად იყო წარმოდგენილი მცირე ზომის კარული და ხეობის ტიპის მცინვარები.

აღმოსავლეთ კავკასიონზე ვიურმის დროს გამცინვარებას ისეთი პარამეტრები ჰქონდა, როგორც დღეს ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის მცინვარებს აქვთ.

6.4 სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი

სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში ჩვენ განვიხილავთ ყველა იმ ქედს და ზეგანს, რომელიც მდებარეობს მთათაშორისი ბარის სამხრეთით - აჭარა-იმერეთის, შავშეთის, არსიანის, თრიალეთის, სამსარის, ჯავახეთის ქედებს და ერუშეთის მაღლობს. ამ ოროგრაფიული ერთეულების მაღალ ნაწილში გვიან პლეისტოცენის დროს მცირე ზომის მცინვარები იყო განვითარებული, რაც აქ შემორჩენილი გლაციალური ფორმებით დგინდება.

აღნიშნული ქედები დეტალურად აქვს შესწავლილი მრავალ მეცნიერს - პ. გამყრელიძეს, ნ. კანდელაკს, ბ. კლოპოტოვსკის, ლ. მარუაშვილს, დ. წერეთელს, შ. ცხოვრებაშვილს, გ. მაისურაძეს, დ. ტაბიძეს და სხვებს. ყველა მკვლევარი მიუთითებს აქ ძველი მცინვარული ფორმების არსებობას. მათ შორის განსხვავება მხოლოდ გამცინვარების მასშტაბებშია.

ჩვენმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ სამხრეთ მთიანეთში ვიურმულ გამცინვარებას დაახლოებით ისეთი სახე ჰქონდა, როგორც დღეს აღმოსავლეთ კავკასიონზეა. ვიურმის დროს ფირნის ხაზი ყველაზე დაბლა აჭარა-იმერეთის ქედზე 2200-2300 მ სიმაღლეზე მდებარეობდა, ხოლო ყველაზე მაღლა სამსარისა და ჯავახეთის ქედებზე - 2500-2700 მ. გლაციალურ ზონამდე არცერთი ქედი არ აღწევდა. სამაგიეროდ კარგად იყო წარმოდგენილი ნივალური ზონა, სადაც ატმოსფერული ნალექების გავლენით მცირე ზომის კარული და ხეობის ტიპის მცინვარები ფორმირდებოდა. ეს მცინვარები თავმოყრილი იყო ქედების ცალკე მონაკვეთებთან, რომელთა სიმაღლე 2400 მეტრზე მაღალია. მაგალითად: საყორნია, მეფისწყარო და ლობოროტი აჭარა-იმერეთის ქედზე; ყარაყაია და საყველოს მთა თრიალეთის ქედზე, ყანლიდადი - არსიანის ქედზე; აბული, სამსარი და სხვები სამსარის ქედზე.

აქ შემორჩენილი დეგრადირებული კარული ფორმები მცირე ზომით ხასიათდება, შესაბამისად მცინვარების სიგრძეებიც მცირე იყო - 3 კილომეტრამდე. ყველაზე დიდი მცინვარები წარმოდგენილი იყო სამსარის ქედზე. აბულისა და სამსარის ვულკანური მწვერვალების ირგვლივ ვითარდებოდა ხეობის ტიპის მცინვარები, რომელთა სიგრძე 5.0-5.5 კმ-ს არ აღემატებოდა (Геоморфология Грузии, 1971). კარული ფორმები აქ 2600-2700 მეტრზე იწყება. აქ არსებული მცირე ზომის ტბების გენეზისი კი გლაციალურ და პერიგლაციალურ პროცესებს უკავშირდება. სამსარის და ჯავახეთის ქედებზე კარგად არის შემონახული ნივალური ზონისათვის დამახასიათებელი ფორმები, როგორც

ვიურმული, ასევე ვიურმის შემდგომი. ძველი ქვიანი მყინვარების ნაფენები ამის კარგი მაგალითია.

6.5 ჰოლოცენური გამყინვარება

დღეს აქტუალური პრობლემაა დედამიწის ისტორიის ბოლო, ჰოლოცენური ეტაპის ბუნებრივი პირობების ცვალებადობის კვლევა. ბუნებრივი მოვლენების ევოლუციის მეცნიერული დასაბუთება საშუალებას გვაძლევს შევიცნოთ ამ პროცესის დინამიკის მექანიზმი. მიუხედავად იმისა, რომ ჰოლოცენი დედამიწის ისტორიის მცირე დროს, ბოლო 12 000 წელს მოიცავს, ამ პერიოდში მოხდა ბუნებრივი გარემოს მრავალმხრივი ცვალებადობა, რაც დასტურდება ჰოლოცენის გეოლოგიური, პალეოგეოგრაფიული, გეომორფოლოგიური და გლაციოლოგიური გამოკვლევებით.

ჰოლოცენში რამდენიმე სტადიალური გამყინვარება იყო და მათი პალეოგლაციოლოგიური შესწავლა საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ლანდშაფტური ზონებისა და პალეოკლიმატის რეკონსტრუქცია. ამ მიზნით გამოკვლეულია კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობის მყინვარული ნაფენები და ჩატარებულია მათი კორელაცია მდინარეულ ტერასებთან. რამდენიმე ადგილას განსაზღვრულია ორგანული ნაფენების აბსოლუტური ასაკი (C^{14}). კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე სტადიალური გამყინვარება შესწავლილი აქვს დ. უკლებას (1953), ლ. მარუაშვილს (1956), დ. წერეთელს (1968), პ. კოვალოვს (1961), რ. ხაზარაძეს (1971, 1985), ჯ. ჯანელიძეს (1980), რ. გობეჯიშვილს (1995, 2001) და სხვა.

მდ. კოდორის აუზში განსაკუთრებით კარგად არის შემონახული გვიან ჰოლოცენური (ნეოგენური) სტადიალური გამყინვარების კვალი გვერდითი და ბოლო მორენების სახით. უფრო ადრეული სტადიალური გამყინვარების ნიშნები შემორჩენილია მდ. საკენის ხეობაში, ხოლო სხვა ხეობებში მათი კვალი გარეცხილია ან ცალკეული ფრაგმენტების სახით გვაქვს, რაც ართულებს მათი რაოდენობისა და გავრცელების საზღვრების დადგენას.

მდ. საკენის ხეობაში პირველი სტადიალური მორენა 1550-1600 მ სიმაღლეზე გვხვდება, მისი მარჯვენა შენაკად ოლბაქის მიდამოებში (მარუაშვილი 1961). მის ზემოთ 1.5 კმ-ში მეორე მორენა გვხვდება, რომელიც რელიეფში საკმაოდ ნათლად არის გამოხატული.

1860 და 1930 მ სიმაღლეზე საკენის ხეობაში ორი მორენული კომპლექსი მდებარეობს, რომლებიც ერთმანეთისაგან 500-600 მეტრითაა დაცილებული. აქედან ზედა (მეოთხე) მორენა რელიეფში კარგადაა გამოხატული.

ამ სტადიალური გამყინვარების შემდეგ ხეობაში ტბა მდებარეობდა, რომლის ამოვსების შემდეგ აქ სწორი, მცირედ დახრილი, ბრტყელფსკერიანი ხეობა წარმოიქმნა (მარუაშვილი 1961). მეოთხე სტადიალური მორენის და ტბის წარმოქმნა გვიან ჰოლოცენის დასაწყისში უნდა მომხდარიყო. მესამე მორენა კი პირობითად ზედა ჰოლოცენად მიგვაჩნია. ამ სტადიალური გამყინვარების დროს მყინვარები საკენი და აჭაფარა ერთმანეთს უერთდებოდა.

ორი სტადიალური მორენა საკენის ხეობის თითქმის ყველა მყინვარის აუზშია წარმოდგენილი. მათ შორის მანძილი დაახლოებით 0.5 კმ-ია. აქედან ახალგაზრდა გვერდითი და ბოლო მორენები ფერნაუს სტადიალურ გამყინვარებას ეკუთვნის, ხოლო რელიეფში ძლიერ დენუდირებული მორენა ისტორიულ სტადიას (2000-2500 წელი) ეკუთვნის (რ. გობეჯიშვილი 1995).

მდ. საკენის ხეობაში ჩვენ ექვსი სტადიალური გამყინვარების კვალს ვხედავთ. აქედან I-III მორენების ფორმირება მოხდა გვიან პლეისტოცენში და ადრე ჰოლოცენში, ხოლო IV-VI სტადიალური მორენები წარმოიქმნა ნეოგლაციალური (გვიან ჰოლოცენი) გამყინვარების დროს.

გვიან ჰოლოცენური ასაკის სტადიალური მორენები შემონახულია მდ. კლიჩის და მდ. მარუხის სათავეებში ზ.დ. 1900 მეტრის ზემოთ. მეოთხე სტადიალური მორენა 1900-1950 მ სიმაღლეზე მდებარეობს, მეხუთე ისტორიული სტადიის მორენა 2150-2200 მეტრზეა შემონახული, ხოლო მეექვსე ფერნაუს სტადიის მორენა 2250-2300 მ სიმაღლეზე მდებარეობს და რელიეფში ძალზე კარგად იკითხება. იგი მყინვარიდან 1.0-1.5 კმ-ით არის დაშორებული (გობეჯიშვილი 1995).

მდ. ენგურის აუზში სტადიალური გამყინვარების კვალი ყველაზე კარგად დაფიქსირებულია მდ. მულხურას და მდ. ადიშურას ხეობაში.

მდ. მულხურას ხეობაში ჩვენ ექვს სტადიალურ გამყინვარებას გამოვყოფთ. სტადიალური მორენების სრული სპექტრი გამოხატულია მდ. მესტიაჭალის ხეობაში აეროპორტთან გვალდის ქედის დასავლეთ ფერდობზე. გვერდითი სტადიალური მორენები საფეხურების სახით არის დაფიქსირებული, ხოლო ვიურმული მორენა - კარგად გამოხატული სერის სახით; ვიურმული მორენა სერის სახით ხეობის მარჯვენა მხარეზეც მდებარეობს. ორი სტადიალური (I-II) გამყინვარების კვალი საფეხურის სახით დაფიქსირებულია ზ.დ. 1750 მ და 1810 მ სიმაღლეზე. უფრო დაბლა 1650 და 1620 მ-ზე კიდევ ორი, მყინვარული მასალით აგებული საფეხურია წარმოდგენილი. აქედან IV მორენას სერის სახე აქვს, რომელიც სოფ. სპარდიშამდე გრძელდება. ამავე სტადიის მორენა სოფ. ლანჩვალთან გვხვდება, რომელიც გადაფარულია დელუვიური კონუსებით. ლანჩვალის და სპარდიშის გვერდითი მორენები ლანჩვალის ხიდან ირკალება. აქ არსებული მყინვარული ლოდები იმაზე მიგვანიშნებს, რომ მყინვარი IV სტადიის დროს ამ ადგილას მთავრდებოდა. თუმცა ბოლო მორენა მდინარის მოქმედების გამო გარეცხილია (რ. გობეჯიშვილი, ლ. ტიელიძე და სხვ. 2012).

მესამე სტადიალური მორენის გაგრძელებაა მესტიის ყოფილი ტურბაზის მიდამოებში არსებული მორენული მასალა, ხოლო უფრო ზემოთ კი, მისი მორფოლოგიური გაგრძელება მულხურა-მესტიაჭალის ბრტყელ წყალგამყოფზეა.

I და II სტადიალური გამყინვარების კვალი შემორჩენილია მდ. მულხურას მარცხენა ფერდობზე მესტია-ლენჯერის პირდაპირ. II სტადიალური მორენა სერის სახით არის წარმოდგენილი, რომელიც ლენჯერის ზემოთ ხეობის ძირისაკენ ეშვება. I სტადიალური მყინვარის კვალი ცალკეული საფეხურების სახით ძალზე სუსტად არის გამოხატული და სოფ. ქაშვეთამდე აღწევს. ამ სტადიების დროს ტვიბერისა და ლეხზირის მყინვარები ერთმანეთს უერთდებოდა.

V სტადიალური მორენის (ისტორიული სტადია) ფრაგმენტები შემონახულია სოფ. ლავლადაშის მიდამოებში და ხეობის აყობებით მარცხენა მხარეზე ფრაგმენტების სახით. ხეობის ორივე მხარეს შეინიშნება დიდი ზომის გრანიტული ლოდების სიმრავლე, როგორც ჭალის მიდამოებში, ისე მის ზემოთ. აღსანიშნავია, რომ ლავლადაშის ხევის წინ მორფოლოგიურად კარგად გამოხატული გამოზიდვის კონუსი სამსაფეხურიანია (ნახ. 31), რაც ნეოგლაციალურ (გვიან ჰოლოცენი) პერიოდში გამყინვარების სტადიებთან კორელაციით დგინდება. მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დროს მყინვარები ლეხზირი და ჭალაათი ერთმანეთს არ უერთდებოდა. ჭალაათის მყინვარი მდ. ლეხზირის კალაპოტში გამოდიოდა და საცობს აჩენდა. VI სტადიალური მორენები რელიეფში მკვეთრად არის გამოხატული.



ნახაზი 31. ლავლადამის გამოზიდვის კონუსი.

მდ. მულხურას აუზში სტადიალური გამყინვარების კვალი ყველაზე კარგად უღვირის გადასასვლელისა და ლავგზალიერის მიდამოებშია შემონახული. უღვირის გადასასვლელის შეფარდებითი სიმაღლე მულხურას ხეობიდან 300-350 მეტრია. სტადიალური გამყინვარების დროს (I და II სტადიები), მყინვარ ტვიბერ-წანერის სისქე აქ მეტი იყო და მყინვარის ერთი ნაკადი (მყინვარი ნაგება) მდ. ენგურის ხეობაში გადადიოდა. მდ. ენგურის ფერდობზე, ვიურმული მორენების შიგნით, ორი რიგის გვერდითი და მათი შესატყვისი ბოლო მორენა მდებარეობს. მორენების ასეთი მდგომარეობა იმის მაჩვენებელია, რომ ამ სტადიების მყინვარის ნაკადი მდ. ენგურის ძირამდე ვერ აღწევდა. უღვირის ჩრდილო ფერდობზე ორი გვერდითი სტადიალური (III-IV) მორენა გამოიყოფა, ერთი უშუალოდ წყალგამყოფთან მდებარეობს, ხოლო მეორე - უღვირის ტბის მიდამოებში (თვით ეს ტბა ამ სტადიის დროს არის წარმოქმნილი).

მულხურას ხეობის მარჯვენა ფერდობზე, ადგილ ლავგზალიერში, ზ.დ. 1900-1950 მეტრ სიმაღლეზე, 1.0-1.5 კმ სიგრძის მორენა მდებარეობს, რომელიც ჰიფსომეტრიულად უღვირის III და IV მორენების სიმაღლეზეა. უფრო ზემოთ (2120-2150 მ), მეორე მორენაა წარმოდგენილი, რომელიც ჩვენი აზრით, უღვირის I და II სტადიის სინქრონულია. III და IV სტადიის ბოლო მორენების ფრაგმენტები მესტიის თემის ტერიტორიაზე (მულხურას ვიწრობის დასაწყისში) მდებარეობს 1450 მ სიმაღლეზე.

V - სტადიალური მორენა მდ. მდ. ტვიბერი-წანერის შესართავთან მდებარეობს. ეს მორენა მორფოლოგიურად გამოიყოფა რელიეფში და ეჭვს არ იწვევს, რომ მყინვარ ტვიბერის მიერ არის წარმოქმნილი. მისი შესატყვისი მორენა წანერის ხეობაში მინერალური წყლების მიდამოებშია. ეს მორენები ისტორიულ სტადიას განეკუთვნებიან. მცირე გამყინვარების სტადიის მორენა კი ყველა მყინვარის უაზში სრულყოფილად არის წარმოდგენილი.

სტადიალური მორენის ასაკის განსაზღვრა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ მდინარეულ ტერასებთან კორელაციის გზით. რ. გობეჯიშვილის მიერ (1995) სოფ. ჯორკვალთან (მდ. ენგურის ხეობა), 8-10 მ სიმაღლის ტერასიდან აღებულ იქნა ორგანული ნივთიერება (ხე), რომლის ასაკი (5000±200 წ) განისაზღვრა ქ. ტალინის რადიონახშირბადის ლაბორატორიაში. ეს ტერასა, როგორც ჩანს, ფორმირებულია შუა პლოცენის ბოლოს. აღნიშნული სიმაღლის ტერასა მდ. ენგურის ხეობაში მრავალ ადგილასა დაფიქსირებული (ს.ს. ფარი, ცხუმარი, ლენჯერი და სხვ.) და დაბა მესტიასთან IV სტადიალურ მორენასთან მთავრდება.

სოფ. ლენჯერთან და მესტიასთან წარმოდგენილია 2-3 მ სიმაღლის ტერასა, რომელიც გრძელდება მდ. მესტიაჭალის, ასევე მდ. მულხურას ხეობაში. მდ. მესტიაჭალის ხეობაში მასზე გაშენებულია აეროპორტი და ახალი დასახლება. იგი მორფოლოგიურად კარგად არის გამოხატული და გრძელდება სოფ. ლავლადამამდე - აქ იგი ისტორიული სტადიის (V) მორენაში გადადის. მდ. მულხურას ხეობაში ეს დაბალი ტერასა ყველგანაა გამოხატული, მდ. მდ. ტვიბერ-წანერის შესართავთან სტადიალურ მორენაში გადადის.

მასალათა ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გამოვიტანოთ დასკვნა: რომ IV-V-VI სტადიალური მორენები გვიან ჰოლოცენში წარმოიქმნა (ნეოგლაციალურ პერიოდში).

მდ. ადიშურას ხეობას სოფ. ადიშის ზემოთ ტროგული ფორმა აქვს. ხეობის ძირი მცირედ არის დახრილი და სოფლიდან მცინვარამდე 200 მეტრს უდრის. მცინვარული ნაფენები ხეობის მარჯვენა მხარეზეა წარმოდგენილი, იგი მთელ ფერდობს მოიცავს. ვიურმული ასაკის ტროგი და მისი მხარი (ბეჭი) ხეობის მარჯვენა მხარეზე კარგად იკითხება. ტროგის ფერდობზე სხვადასხვა ადგილას საფეხურები მდებარეობს, რომლებიც ხეობის დაყოფებით დაბლდება და მის ძირზე ჩამოდის. სწორედ ამ საფეხურების სახით არის შესაძლებელი სტადიალური გამყინვარების საზღვრების დადგენა.

თანამედროვე ადიშის მცინვარის ენა სუფთაა, გვერდითი მორენები დიდი სისქით არ გამოირჩევა. საერთოდ, მცინვარ ადიშისთვის მორენული მასალის სიმცირეა დამახასიათებელი, განსხვავებით სხვა დიდი მცინვარებისაგან. მსგავსი სურათი გვექონდა სხვა სტადიალური გამყინვარების დროსაც. ამიტომაც, რომ ფერდობზე მცინვარის მოქმედების შედეგად საფეხურებია შემორჩენილი და არა გვერდითი მორენები. ბოლო მორენები კი ან გადაფარულია გამოზიდვის კონუსებით, ან ძლიერ დენუდირებულია. ხეობის მარცხენა ფერდობზე, აქ მიმდინარე აქტიური ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების გამო მცინვარული მასალა საერთოდ არაა შემორჩენილი.

მიუხედავად ამ სირთულისა მდ. ადიშურას ხეობაში ექვსი სტადიალური გამყინვარების კვალი დავადგინეთ. I და II სტადიალური მორენები შემონახულია სოფ. ადიშთან და ადიშის ყოფილ ფერმებთან (2050 და 2100 მეტრზე). მათი შესატყვისი საფეხურები ფერდობზე გამოხატულია და ამ ადგილებში ხეობის ძირისაკენ ჩამოდის. შემდეგი სტადიალური გამყინვარების ნიშნები ლიჩანიშის ეკლესიამდე (III) და მის მიდამოებში (IV) მდებარეობს. ჩვენი აზრით ბოლო მორენები გადაფარულია ლიჩანიშის კონუსის მასალით. ამაზე მეტყველებს ისიც, რომ მცინვარის მონაკვეთი გამოზიდვის კონუსის ქვეშ ექცევა. ეკლესიის ზემოთ, ხეობის მარცხენა ფერდობზე ფრაგმენტის სახით სუსტადაა გამოხატული საფეხურები, რომლებიც აგებულია მცინვარული მასალით (გრანიტებით).

ხეობაში კარგად მხოლოდ ფერნაუს სტადიის მორენებია გამოხატული. მის ქვემოთ 1.0 კმ მანძილზე ძლიერ დენუდირებული ისტორიული სტადიის გვერდითი მორენა მდებარეობს.

ადიშურას ხეობაში სტადიალური გამყინვარების კვალი კარგად არის შემონახული მისი მარჯვენა შენაკადების სათავეებში (ლიჩანიში, ტვიბი), სადაც დღესაც და ადრეც განვითარებული იყო ქვიანი მცინვარები. ლიჩანიშის ხეობაში ქვიანი მცინვარების ოთხი საფეხური და ორი გვერდითი მორენული სერი გამოიყოფა. ტვიბის სათავეებში კი ქვიანი მცინვარების ხუთი საფეხური და ერთი მორენული სერია წარმოდგენილი. რელიეფში კარგად გამოხატული სამი საფეხური გვიან ჰოლოცენში (ნეოგლაციალურ პერიოდში) წარმოიქმნა (გობეჯიშვილი, რეხვიაშვილი 1977, 1986, 1988) ქვიანი მცინვარების მიერ.

სტადიალური გამყინვარების კვალი მდ. ენგურის სხვა მდინარეთა ხეობებში მეტნაკლები სისრულით არის გამოხატული.

მდ. რიონის აუზში სტადიალური გამყინვარების კვალი კარგადაა შემონახული, რამაც განსაზღვრა დეტალური გამოკვლევების ჩატარება.

მდ. ბუზისწყლის აუზში გვერდითი და ბოლო მორენების სახით სტადიალური გამყინვარების კვალი მთელი სისრულითაა შემონახული. ხეობის მარჯვენა მხარეზე ვიურმული პერიოდის ტროგის ძირზე, ადგილ ტბაუკებთან ექვსი მორენული სერი გამოიყოფა. ეს სერები რელიეფში წყვილ-წყვილად არის წარმოდგენილი.

I სტადიალური გამყინვარების დროს მყინვარი ბუზა თითქმის შოვამდე ჩამოდიოდა (1500 მ). ამაზე მიუთითებს ხეობის მორფოლოგია და შოვის ტერიტორიაზე მყინვარული ლოდნარი მასალა, რომელიც გრანიტებითაა წარმოდგენილი. უფრო ადრე ამ ადგილას სტადიალური მორენების არსებობაზე მიუთითებენ ი. კუზნეცოვი (1931) და დ. წერეთელი (1968).

II და III სტადიის ბოლო მორენები ხეობაში გარეცხილია, მიუხედავად ამისა, ამ სტადიალური მყინვარების საზღვრების დადგენა შესაძლებელია გვერდითი მორენების მორფოლოგიისა და მიმართულების დახმარებით. მყინვარი ბუზა მეორე სტადიის დროს 1700 მეტრამდე, ხოლო მესამე სტადიის დროს 1900 მეტრამდე ჩამოდიოდა.

მეოთხე სტადიალური გამყინვარების კვალი ხეობის ორივე მხარეზე გვერდითი მორენებით არის წარმოდგენილი, რომელიც 2000 მეტრზე ირკალება და ბოლო მორენაში გადადის.

მეხუთე სტადიალური გამყინვარების კვალი დენუდირებულია და ფრაგმენტის სახითაა წარმოდგენილი. მისი შესატყვისი ბოლო მორენა 2200 მ სიმაღლეზე მდებარეობს.

მეექვსე მორენა კი უკანასკნელი (ფერნაუს) სტადიალური გამყინვარებას ეკუთვნის და ყველა აუზშია გამოხატული.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე განვსაზღვრეთ მყინვარ ბუზას სიგრძეები და ფირნის ხაზის დეპრესია სტადიალური გამყინვარების დროს (ცხრილი 24).

ცხრილი 24. მყინვარ ბუზას სიგრძეები და ფირნის ხაზის დეპრესია სტადიალური გამყინვარების დროს.

სტადია	სიგრძე კმ	ფირნის ხაზის დეპრესია მ
თანამედროვე	3.0	-
VI	4.5	180
V	5.5	270
IV	8.5	450
III	9.0	480
II	11.0	590
I	13.5	620

მდ. ჩვეშურას ხეობაში ბოლო მორენები კარგად არის შემონახული სოფ. გონასთან ზ.დ. 1750 მ სიმაღლეზე. მორენის ზედაპირიდან 250 მეტრით მაღლა. ფერდობზე არქეოლოგების მიერ მიკვლეულ იქნა სპილენძის მალარო. აქედან გამოტანილი მასალის გამდიდრება ხდებოდა უშუალოდ მორენის ზედაპირზე, რაზეც მრავალი არქეოლოგიური მასალა მიგვანიშნებს. გონის მალაროს ასაკი რადიონახშირბადის მეთოდით ჩვენ წელთაღრიცხვამდე XVI-XV საუკუნეს ეკუთვნის (რ. გობეჯიშვილი, 1995).

შემდეგი სტადიალური მორენა მდინარეების ჩვეშურას და დომბურას შესართავთან 2050-2100 მ სიმაღლეზეა წარმოდგენილი. ფერნაუს მორენა კი მყინვარიდან 1.5 კმ-ში ფიქსირდება.

მდ. ბუბისწყლის აუზში ჩატარებულმა დეტალურმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა ეს მასალები **მდ. ზოფხიტურას აუზზეც** განგვეზოგადებინა.

ჰოლოცენური სტადიური გამყინვარების კვალი რელიეფში კარგად არის შემონახული. მორენების რაოდენობა ექვსია და წყვილ-წყვილად არის განლაგებული. მორენები მარცხენა ფერდობზეა შემორჩენილი. ლოდნარი მასალა დიდი ზომებით გამოირჩევა და სუსტად არის დამუშავებული. მორენებს შორის მანძილი 0.8-1.0 კმ-ია. მორენულ ნაფენებს შორის რელიეფის ამგებელი კარბონატული ფლიშის ნალექები შიშვლდება. III და IV სტადიური მორენები ადგილ ველიგრძელას მიდამოებშია განლაგებული. III მორენის ფრაგმენტები მარცხენა ფერდობზეა განლაგებული. III მორენიდან 1.0 კმ-ს მოშორებით IV მორენაა. ამ სტადიის გვერდითი მორენები ხირხის მიდამოებში მძლავრი დელუვიური მასალით არის დაფარული. V მორენის ფრაგმენტები ხეობის მარცხენა მხარეს გრანიტებით აგებული სერის სახით 2050 მეტრის სიმაღლეზეა შემორჩენილი. VI სტადიური მორენა კი 2120 მეტრ სიმაღლეზეა შემონახული.

გვიან ჰოლოცენში (ნეოგლაციალური) სტადიალური გამყინვარების კვალი კარგად არის შემორჩენილი მდინარეების ნოწარულას, ღარულას, ჯეჯორას, ღობიშურის, ლატაშურის, რიციულის, ყორულდაშის, ლასკადურას და სხვა აუზებში.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე განვსაზღვრეთ მყინვართა სიგრძეები და ფირნის ხაზის დებრესია გვიან ჰოლოცენში ცალკეული სტადიებისათვის.

IV სტადიის დროს (4000-4500 წელი დღეიდან უკან) ხეობის ტიპის მყინვარების სიგრძე მდ. რიონის აუზში 8-10 კმ-ს უდრიდა, ხოლო კარულის ტიპის მყინვარების სიგრძე 5-6 კმ-ს, ფირნის ხაზების დებრესია შეადგენდა 450-470 მეტრს (გობეჯიშვილი 1981).

V სტადიის დროს (2000-2500 წელი) ხეობის ტიპის მყინვარების სიგრძე 5-6 კმ იყო, კარული მყინვარების სიგრძე 2.5-3.0 კმ. ფირნის ხაზის დებრესია 270-300 მეტრს შეადგენდა.

ფერნაუს სტადიის დროს ხეობის ტიპის მყინვარების სიგრძე 3-5 კმ იყო, კარული ტიპის მყინვარებისა 1.5-2.0 კმ. ფირნის ხაზის დებრესია 150-180 მეტრს შეადგენდა.

დასკვნები

1) ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა რომ 1911-1960 წლებში მცინვარების ფართობი საქართველოში $9.3 \pm 6.0\%$ -ით შემცირდა, ხოლო მათმა რაოდენობამ $52.6 \pm 9.0\%$ -ით მოიმატა. ამ პერიოდში ფართობის შემცირების პარალელურად მცინვარების რაოდენობის მატება გამოწვეული იყო იმით, რომ მე-20 საუკუნის დასაწყისში საქართველოში ხეობის-რთული ტიპის მცინვარების საერთო ფართობი 200 კმ²-ზე მეტი იყო. სწორედ აღნიშნული მცინვარების დეგრადაციის შედეგად გაჩნდა შედარებით მცირე ზომის ხეობის მარტივი ტიპის მცინვარები და კიდევ უფრო მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარები. შესაბამისად აღნიშნულ პერიოდში მცინვარების რაოდენობის გაზრდა სწორედ ხეობის-რთული ტიპის მცინვარების დაყოფამ გამოიწვია.

რაც შეეხება 1960-2014 წლებს, ამ პერიოდში ადგილი აქვს მცინვარების როგორც რაოდენობის ასევე ფართობის შემცირებას, შესაბამისად $19.0 \pm 5.0\%$ და $36.0 \pm 2.0\%$. მცინვარების რაოდენობის ასეთი მკვეთრი შემცირება გამოწვეულია იმით რომ 1960-1970-იანი წლებისათვის საქართველოში მცინვარების ძირითად რაოდენობას წარმოადგენდა მცირე ზომის კარული ტიპის მცინვარები, რომლებიც ბოლო ნახევარი საუკუნის განმავლობაში საერთოდ გაქრა.

2) ბოლო ერთი საუკუნის განმავლობაში, მცინვარების ფართობის ყველაზე დიდი შემცირება პროცენტულად აღმოსავლეთ კავკასიონზე, კერძოდ კი მდ. თერგის აუზში ფიქსირდება. 1911-1960 წლებში თერგის აუზში მცინვარების ფართობი 24.6% -ით შემცირა, ხოლო 1960-2014 წლებში 47.1% -ით. სართო ჯამში კი 1911-2014 წლებში მცინვარების ფართობი 60.1% -ით შემცირდა. მცინვარების შემცირების პარალელურად ჯვრის უღელტეხილის და ყაზბეგის მეტეოსადგურის 1961-2009 წლების ჰაერის საშუალოწლიური ტემპერატურა, საშუალო მრავალწლიურზე 0.3 და 0.2° -ით მაღალი ფიქსირდება. აღმოსავლეთ კავკასიონზე მცინვარების ასეთი ტემპით დნობა განპირობებულია არა მარტო კლიმატური პირობებით, არამედ რელიეფის მორფოლოგიური თავისებურებებით. ზოგიერთი მდინარის აუზის რელიეფი აგებულია იურული დანალექი ქანებით, რომლებიც ძლიერ დენუდაციას განიცდიან. სწორედ ამიტომ პლეისტოცენური გამყინვარების ფორმები, სადაც ყველაზე კარგად ინახება და გროვდება თოვლი, და შესაბამისად მცინვარების არსებობისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა, აქ ცუდად არის შემონახული.

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ ცენტრალურ კავკასიონზე გამყინვარების მთავარ კერას ენგურისა და რიონის აუზები წარმოადგენს. ჩვენს ხელთ არსებული მასალების მიხედვით, 1911-1960 წლებში მდ. რიონის აუზის მცინვარების ფართობი მხოლოდ 3.8% -ით შემცირდა, ხოლო ენგურის აუზის მცინვარების ფართობმა მხოლოდ 3.7% -ით მოიკლო. აღნიშნული მონაცემები ჩვენი აზრით სინამდვილეს არ შეესაბამება, რადგან როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ რიონისა და ენგურის აუზის გარკვეული მცინვარები ძნელად მისადგომია მენზუალური აგეგმვისათვის, შესაბამისად როდესაც შედგა კავკასიის პირველი ტოპოგრაფიული აგეგმვა, აღნიშნული მცინვარების ფირნის კონტურები არასწორად იქნა დატანილი, ზოგიერთი პატარა მცინვარები კი საერთოდ გამორჩენილი იქნა. კ. პოდოზერსკის 1911 წლის კატალოგი, რომელიც აღნიშნული რუკების საფუძველზეა შედგენილი, ამ შემთხვევაში გარკვეული ხარვეზებით გამოირჩევა. რადგან იგივე 1911-1960 წლების პერიოდში რიონისა და ენგურის აუზში ადგილი აქვს მცინვარების საკმაოდ დიდი რაოდენობით მატებას, კერძოდ: რიონის

აუზში - 27-ით მეტი მცინვარი, ენგურის აუზში - 125-ით მეტი მცინვარი. ბუნებრივია, რომ მცინვარების ფართობის ასეთი მცირედი შემცირებით მათი რაოდენობა ასე მკვეთრად ვერ გაიზრდებოდა. რაც შეეხება 1960-2014 წლებს, რიონისა და ენგურის აუზებში მცინვარების ფართობის საკმაოდ დიდ კლებასთან გვაქვს საქმე, შესაბამისად 37.8% და 32.8%.

რაც შეეხება დასავლეთ კავკასიონს, უნდა აღინიშნოს, რომ ბზიფის და კელასურის აუზები არის ერთადერთი საქართველოში სადაც 1960 წლის შემდეგ მცინვარების რაოდენობა არ შემცირებულა ამ ფაქტის ერთერთი განმარტობებელი მიზეზი ისაა, რომ ზამთრის პერიოდში დასავლეთ კავკასიონზე (აფხაზეთის მონაკვეთი), განსხვავებით ცენტრალურ და აღმოსავლეთ კავკასიონისაგან უფრო მეტი მყარი ატმოსფერული ნალექი მოდის. რაც მცინვარების არსებობისათვის ერთერთი აუცილებელი პირობაა.

3) კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარე ხეობის ტიპის მცინვარების ფართობი 1820-2014 წლებში ~25-35%-ით შემცირდა, ხოლო მათმა ენებმა საშუალოდ ~2.1 კმ-ით დაიხია უკან. მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის შემდეგ ენების ჰიფსომეტრიულად მაღლა გადაადგილება სხვადასხვა მაჩვენებლით ხასიათდება. აქ ძირითად როლს თამაშობს მცინვარქვემა ხეობის ფსკერის მორფოლოგიური პირობები და მორფომეტრიული მაჩვენებლები. ჰიფსომეტრიულად ყველაზე მაღლა აიწია იმ მცინვარებმა რომელთაც ენის წინ მაღალი რიგელი აქვთ (წანერი, უშბა, დოღრა, სუათისი, კირტიშო, დიდი ედენა და სხვ.) და ადრე მყინვართა ენები სწორედ ამ რიგელებზე იყო გადმოკიდებული.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე 24 მყინვარზე ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ უკანდახვევის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები ხეობის რთული ტიპის მყინვარებზე ფიქსირდება (ქვიში, ტვიბერი, ლეხზირი და სხვ.), რომელთა ფართობი (თვითოეულის) მცირე გამყინვარების მაქსიმუმის დროს 40.0-50.0 კმ²-ს აღემატებოდა, ხოლო მათი ენები დღევანდელთან შედარებით ~400-500 მეტრით დაბალ ჰიფსომეტრიულ ნიშნულზე ჩამოდიოდა, შესაბამისად დნობაც უფრო სწრაფი ტემპით მიმდინარეობდა. მათი დაყოფის შემდეგ (1900-1960 წწ) კი უკანდახვევის ტემპი შენელებულია.

4) გვიან პლეისტოცენში კავკასიონზე უპირატესად ადგილი ჰქონდა მთა-ხეობათა ტიპის გამყინვარებას, ხოლო ხეობის ტიპის მყინვარები ორ-სამჯერ აღემატებოდა თანამედროვეს. სამხრეთ მთიანეთში ვიურმულ გამყინვარებას დაახლოებით ისეთი სახე ჰქონდა, როგორც დღეს აღმოსავლეთ კავკასიონზეა. იმ დროისათვის მყინვარი პტიში (კოდორის აუზი) ზ.დ. 600 მეტრზე ჩამოდიოდა, ასეთ დაბალ სიმაღლეზე საქართველოში არც ერთი მყინვარი არ ჩამოდიოდა. ხოლო მყინვარი ნენსკრა ზ.დ. 650 მეტრამდე ჩამოდიოდა და ყველაზე გრძელი მყინვარი იყო (36 კმ) არამარტო მდ. ენგურის აუზში, არამედ მთელ საქართველოში.

გამოყენებული ლიტერატურა

- გობეჯიშვილი რ., ტიელიძე ლ. თანამედროვე და ზედა პლეისტოცენური (ვიურმული) მყინვარები. თბილისი, 2012. საქართველოს ეროვნული ატლასი. გამომცემლობა "კარტოგრაფია". გვ. 91.
- გობეჯიშვილი რ. ტიელიძე ლ. ლომიძე ნ. ჯავახიშვილი ა. მყინვარების მონიტორინგი კლიმატის ცვლილების ფონზე. თბილისი, 2012a. გამომცემლობა „უნივერსალი“. 176 გვ.
- გობეჯიშვილი რ. ტიელიძე ლ. ჯავახიშვილი ა. მდ. მესტიაჭალის აუზის მყინვარების გლაციო-გეომორფოლოგიური კვლევა. თბილისი, 2012b. თსუ ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ახალი სერია #4(83). თსუ გამომცემლობა.
- გობეჯიშვილი რ. საქართველოს თანამედროვე მყინვარები და ევრაზიის მთებში გამყინვარების ევოლუცია გვიან პლეისტოცენსა და ჰოლოცენში. სადისერტაციო ნაშრომი გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 1995. 346 გვ.
- დონდუა გ. ჯეჯორისა და ღარულას აუზების გეომორფოლოგია. თბილისი, 1959. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. ტ. 12.
- კორძახია მ. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 1961. გამომცემლობა "მეცნიერება".
- მარუაშვილი ლ., ტინტილოზოვი ზ., ჩანგაშვილი გ. კარსტი და ძველი გამყინვარება არაბიკას მასივზე. თბილისი, 1962. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის ფონდები.
- მარუაშვილი ლ. კოდორის აუზის მოკლე გეომორფოლოგიური ნარკვევი. თბილისი, 1961. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. ტ. 12.
- ნემანიშვილი ს. ქვემო რაჭის ჩრდილო ნაწილის გეომორფოლოგიისათვის. თბილისი, 1962. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. ტ. 13.
- ტიელიძე ლ. საქართველოს მყინვარები. თბილისი, 2014. გამომცემლობა "კოლორი", 254 გვ.
- ტიელიძე ლ. საქართველოს მყინვარების კატალოგი. თბილისი, 2016. გამომცემლობა "სამშობლო", 116 გვ.
- წერეთელი დ. მდ. რიონისა და ჯეჯორის აუზების თანამედროვე მყინვარები და ძველი გამყინვარების ნიშნები. თბილისი, 1943. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 14, N12.
- წერეთელი დ. მყინვარების ცვალებადობა კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე უკანასკნელი 20-25 წლის განმავლობაში. თბილისი, 1959. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 13, N6.
- ხაზარაძე რ. კავკასიის პლეისტოცენური გამყინვარება. თბილისი, 2004. გამომცემლობა „მეცნიერება“. 319 გვ.
- Астахов Н. Е. Структурная Геоморфология Грузии. Тбилиси, 1973. Изд. „Мецниереба“.
- Виноградов О. К. Новые данные к гляциогеоморфологической характеристике современных ледников Кавказа и их эволюция в XX веке. Москва, 1976. Мае. Глац. Исследованиях хроника обсуждения, N27.
- Геоморфология Грузии. Тбилиси, 1971. Изд. „Мецниереба“.
- Гобеджишвили Р. Г. Изучение современных рельефообразующих процессов в горных районах стереофотограмметрическими методами (на примере Рачи в Западной Грузии). Тбилиси, 1981. изд. „Мецниереба“.
- Гобеджишвили Р. Г. Ледники Грузии, Тбилиси, 1989. Изд. „Мецниереба“.

- Калесник С. В. Очерки гляциологии. М. география. 1964.
- Каталог Ледников СССР. Т. 8 Част 12-14., Т. 9 Част 26. Тбилиси, 1975. Гидрометиздат.
- Кварацхелия И. Ф. Аэрологические исследование в Закавказье. Тбилиси, 1964. Гидрометиздат.
- Климат и Климатические ресурсы Грузии. Тбилиси, 1971. Гидрометиздат.
- Ковалев П.В. Материалы Кавказской экспедиции, Харьков, 1961. Т. 2.
- Котляков В. М. Лориус К. Изменение климата за последний ледниково-межледниковый цикл по данным ледяных кернов. 1989. Изд. АН СССР, сер. географ.
- Маруашвили Л. И. Целообразность пересмотра существующих палеогеографических условиях ледникового времени на Кавказе. Тбилиси, 1956. Изд. АН ГССР.
- Оледенение Эльбруса, Москва, 1968. Изд МГУ.
- Панов В. Д. Ледники бассейна река Терека. Тбилиси, 1971. Гидрометиздат.
- Подозерский К.И. Ледники Кавказского хребта, Тифлис, 1911. Зап. КОРГО, Т. 29, вып. I.
- Ращевский Н. Н. Через Гебивцек (Геби). Тифлис, 1904. ЕРГО. Т. 3.
- Тронов М. В. Факторы оледенения и развития ледников. Томск, 1972.
- Хазарадзе Р. Д. Релеф континентальные отложения и плейстоценовые оледенения бассейна река Ингури. Тбилиси, 1971. Автореферат кандидатское дисертации.
- Хазарадзе Р. Д. Древнее оледенение южново склона большово Кавказа. Тбилиси, 1985. Изд. „Мецниереба”.
- Церетели Е. Д. Геоморфология южного склона центрального Кавказа (в пределах Рачи). Тбилиси, 1966. Автореферат кандидатскою дисертацию.
- Церетели Д. В. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1968. Изд. „Мецниереба”.
- Шумский П. А. К терминологии в теории гляциологических зональности. 1963. Мать глац. исслед. Хроника обсуждения, 7.
- Gobejishvili R., Lomidze N. and Tielidze L. Late Pleistocene (Wurmian) of the Caucasus. Amsterdam, 2011. Quaternary glaciations-extend and chronology. Developments in Quaternary Science, Elsevier. 141-147 pp.
- Holzhauser H., *Die Geschichte des Grossen Aletschgletschers Wahrend der Letzten 2500 Jahre.* Bull. Murithienne, 1983. 101, 113–134.
- Tielidze, L. G., Gadrani, L. and Kumladze, R. A One Century Record of Changes at Nenskra and Nakra River Basins Glaciers, Causasus Mountains, Georgia. 2015a. Natural Science, 7, 151-157.
- Tielidze, L. G., Chikhradze, N. and Svanadze, D., Glaciers Amount and Extent Change in the Dolra River Basin in 1911-1960-2014 Years, Caucasus Mountains, Georgia, Observed with Old Topographical Maps and Landsat Satellite Imagery. 2015b. American Journal of Climate Change, 4, 217-225. doi.org/10.4236/ajcc.2015.43017.
- Tielidze, L. G., Lomidze, N., and Asanidze, L.: Glaciers retreat and climate change effect during the last one century in the Mestiachala River Basin, Caucasus Mountains, Georgia, 2015c. Earth Sci., 4, 72–79, doi:10.11648/j.earth.20150402.12.
- Tielidze, L. G., Kumladze, R., and Asanidze, L.: Glaciers reduction and climate change impact over the last one century in the Mulkhura River Basin, Caucasus Mountains, Georgia, 2015d. Int. J. Geosci., 6, 465–472, doi:10.4236/ijg.2015.65036.
- Tielidze, L.G., Lominadze, G. and Lomidze, N. Glaciers Fluctuation over the Last Half Century in the Headwaters of the Enguri River, Caucasus Mountains, Georgia. 2015e. International Journal of Geosciences, 6, 393-401.

Tielidze, L., G.: Modern and old glaciers of Georgia. Tbilisi, 2016a. Monograph. Publ. "Samshoblo", 216 pp.

Tielidze, L. G: Glacier change over the last century, Caucasus Mountains, Georgia, observed from old topographical maps, Landsat and ASTER satellite imagery. 2016b. *The Cryosphere*, 10, 713-725, doi: 10.5194 / tc-10-713-2016.