

საქართველოს იუნესკოს საქმეთა ეროვნული კომისია  
UNESCO Georgian National Commission

**ა(ა)იპ გარემოს დაცვის ეკოცენტრი**  
გაეროს ეკონომიკური და სოციალური საბჭოს  
(ECOSOC) საკონსულტაციო სტატუსის  
ორგანიზაცია

**ECOCENTER FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION**  
**The Organization in Category of Consultative Status with**  
**the Economic and Social Council (ECOSOC) of UN**



**unesco**

Georgian  
National Commission  
საქართველოს იუნესკოს  
საქმეთა ეროვნული  
კომისია



The Organization in Category of  
Consultative Status with the  
Economic and Social Council  
(ECOSOC) of UN

**ბუნებრივი კატასტროფების პროგნოზირება და  
რისკების შემცირების ინოვაციური ღონისძიებები**

**ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის უსაფრთხოება  
წყალდიდობებისა და ღვარცოფებისაგან**

**პროექტის ხელმძღვანელი:**

**გივი გავარდაშვილი**  
*საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის  
აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფერსორი*

**თბილისი - 2023**

UDC (უკ) 627.152.326

ქ - 183

საქართველოს იუნესკოს საქმეთა ეროვნული კომისია  
UNESCO Georgian National Commission

ა(ა)იპ გარემოს დაცვის ეკოცენტრი  
გაეროს ეკონომიკური და სოციალური საბჭოს  
(ECOSOC) საკონსულტაციო სტატუსის  
ორგანიზაცია

**ECOCENTER FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION**  
**The Organization in Category of Consultative Status with**  
**the Economic and Social Council (ECOSOC) of UN**

მასალა გამოიცა გაერთიანებული ერების განათლების,  
მეცნიერებისა და კულტურის ორგანიზაციის (UNESCO)  
2022 - 2023 წ.წ. “მონაწილეობის პროგრამის” ფინანსური  
მხარდაჭერით

წიგნი 6

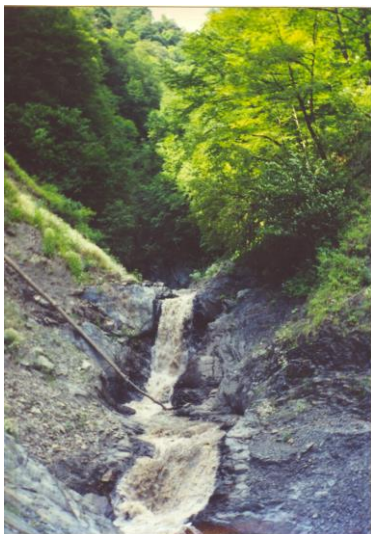
© გ.ვ. გავარდაშვილი

ISBN 978-9941-33-248-7

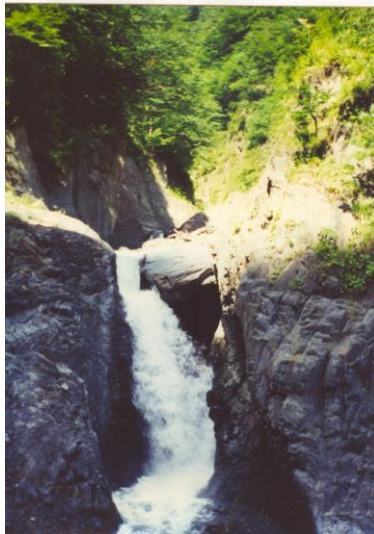
თბილისი - 2023

## პროექტის შემსრულებლები

#	სახელი, გვარი	სამეცნიერო ხარისხი	როლი პროექტის შესრულებაში
1	გივი გავარდაშვილი	აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთ. მეცნიერი	პროექტის ხელმძღვანელი და შემსრულებელი
2	ინგა ირემაშვილი	ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), პროფესორი, მთ. მეცნიერი	პროექტის შემსრულებელი
3	ედუარდ კუხალაშვილი	ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთ. მეცნიერი	პროექტის შემსრულებელი
4	კონსტანტინე ბზიავა	ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), პროფესორი, მთ. მეცნიერი	პროექტის შემსრულებელი
5	ლევან წულუკიძე	ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), პროფესორი, მთ. მეცნიერი	პროექტის შემსრულებელი
6	შორენა კუპრეიშვილი	ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), პროფესორი, მთ. მეცნიერი	პროექტის შემსრულებელი
7	თამრიკო სუპატაშვილი	აკადემიური დოქტორი, პროფესორი, უფრ. მეცნიერი	პროექტის შემსრულებელი
8	ირაკლი კვიციანი	მაგისტრი, მეცნიერ-თანამშრომელი	პროექტის შემსრულებელი

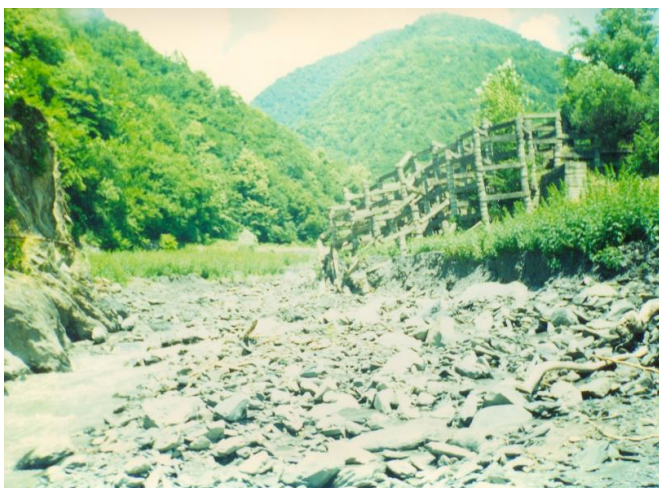


მდ. თეთრი ღურუჯის  
კალაპოტი



მდ. შავი ღურუჯის  
კალაპოტი

მდინარე ღურუჯის კალაპოტში მწყობრიდან გამოსული  
ღვარცოფსაწინააღმდეგო გამჭოლი ნაგებობა



## შინაარსი

1.	შესავალი .....	6
2.	მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზის ზოგადი დახასიათება.....	9
3.	მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზში ჩატარებული სავალე ექსპედიციური კვლევის შედეგები .....	14
3.1.	მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზში მიმდინარე ეროვნული პროცესების პროგნოზირება .....	20
4.	მდინარე დურუჯის ღვარცოფებისაგან ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის უსაფრთხოების გენერალური სქემის დაგეგმვა .....	29
4.1.	მდ. დურუჯის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა და სტიქიის საწინააღმდეგო პრევენციული ღონისძიებები .....	30
4.2.	ქ. ყვარლის მოსახლეობის მდ. დურუჯის ღვარცოფებისგან დაცვის ღონისძიებათა კომპლექსური სქემა .....	36
4.3.	ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები .....	38
5.	დასკვნა .....	40
6.	ლიტერატურა .....	42

## 1. შესავალი

საქართველოს პრეზიდენტის №84 განკარგულების „ქ. ყვარლის, მისი მოსახლეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების მდ. დურუჯის ღვარცოფული ნაკადებისაგან დაცვის ღონისძიებათა შესახებ“ თანახმად, მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგრადობის შეფასების მიზნით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ (ყოფილი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტი) ბოლო ათწლეულებში (2000–2022 წ.წ.) აქტიურად მიმდინარეობს მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზის საინჟინრო ეკოლოგიური გამოკვლევა.

საველე-ექსპედიციური კვლევის მიზანს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის კალაპოტის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება შესართავიდან (მდ. ალაზნიდან) მის სათავემდე (შავ კლდემდე).

უნდა აღინიშნოს, რომ მდ. დურუჯის მთლიანი წყალშემკრები აუზის ვიდეო-ვიზუალური აგეგმვა (ფილმი 2 სთ და 30 წთ ხანგრძლივობისა) ჩატარდა პირველად, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვეფასებინა მდ. დურუჯის კალაპოტში გავლილი ღვარცოფებისა და მის მიერ გამოტანილი ღვარცოფული მასის ძირითადი მორფოტრიული, ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური მაჩვენებლები.

სპეციალური ხელსაწყოების, GPS-ისა და თანამედროვე ციფრული თეოდოლიტის საშუალებით დაფიქსირდა შესაბამისი რეპერები. ამ კვეთებში გაზომილი და გადაღებული იყო მდ. დურუჯის მახასიათებელი განივი და გრძივი პროფილები, შესაბამისი დახრის კუთხეების მხედველობაში მიღებით.



სურ. 1. გივი გავარდაშვილი მდინარე ღურუჯის გამოტანის კონუსზე მუშაობის დროს

ვიდეოს, ფოტო-მასალისა და სტატისტიკური რიგის დამუშავებით მდ. ღურუჯის არსებული მდგომარეობა შეფასებულია კატასტროფულად და პრეზიდენტის განკარგულებაში აღნიშნული “მდ. ღურუჯის საგანგებო ეკოლოგიურ ზონად გამოცხადების

შესახებ” შესრულება აუცილებელია; აქედან გამომდინარე, შესაბამისმა სამთავრობო, სამეცნიერო თუ არასამთავრობო ორგანიზაციებმა, თუნდაც ინვესტიციების თუ გრანტების გათვალისწინებით, სასწრაფოდ უნდა ჩაატარონ შესაბამისი გადაუდებელი ღონისძიებები, რაც დაიცავს ქ. ყვარლის მოსახლეობასა და მიმდებარე ტერიტორიებს მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული კატასტროფული ღვარცოფებისაგან (სურ. 1).

უნდა აღინიშნოს გახეთ „საქართველოს რესპუბლიკის“ რედაქციის ის ოპერატიული შრომა, რომელმაც დროის მოკლე პერიოდში გახეთში გააშუქა მდ. დურუჯის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობის ამსახველი სამეცნიერო მასალა, რომელიც ინფორმაციული გახდა მკითხველთა ფართო მასისათვის.

ავტორის მიერ მდინარე დურუჯის ეკოლოგიური პრობლემების კვლევის ამსახველი მასალა მოხსენიებულ იქნა 2002–2011 წლებში საქართველოს პარლამენტში, 2005–2006 წლებში საქართველოს შინაგან სამინისტროს საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტში, 2000–2006 წლებში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმისა და აკადემიური საბჭოს სხდომებზე, 2011 წ. იტალიაში, ქალაქ პადუაში, ღვარცოფების მე-5 მსოფლიო კონფერენციაზე, 2011 წელს ამერიკის შეერთებულ შტატებში, მერილენდის უნივერსიტეტში პირველ მსოფლიო კონფერენციაზე „რისკი, მოწყვლადობა და საიმედოობის შეფასება“, ასევე 2015 წელს - იაპონიაში, ქ. ცუკუბოში ღვარცოფების მე-6 მსოფლიო კონფერენციაზე.

საკვლე-ექსპედიციური კვლევების ნორმალურად ჩასატარებლად ქ. ყვარელში მხარში გვედგენ: კახეთის რეგიონისა და ქ. ყვარლის მუნიციპალიტეტის ადგილობრივი ხელმძღვანელები, ხოლო საკვლე კვლევების განხორციელებაში მონაწილეობას ღებულობდნენ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები, ასპირანტები და დოქტორანტები.



## 2. მდინარე ღურუჯის წყალშემკრები აუზის ზოგადი დახასიათება

მდინარე ღურუჯის წყალშემკრები აუზში ჩატარებულმა საველე-ექსპედიციურმა კვლევამ ნათელი გახადა, რომ როგორც თეთრი, ასევე შავი ღურუჯის აუზებში კალაპოტის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა რთულია.

როგორც ცნობილია, შავი ღურუჯის ეროზიულ-ღვარცოფული კერა შავი კლდის სახელით არის ცნობილი, ხოლო თეთრი ღურუჯის ეროზიული კერა მდებარეობს ფოხალოს მთის სამხრეთ ფერდობზე ზღვის დონიდან 2994 მ სიმაღლეზე, რომლის ჩრდილოეთ ფერდობი ესაზღვრება დაღესტანს.

შავი და თეთრი ღურუჯის ღვარცოფწარმოქმნელი კერების საერთო ფართობი 308 ჰექტრის ტოლია, მათ შორის 250 ჰექტარი ფართობი განლაგებულია სუბალპურ და ალპურ ზონებში, აქედან  $60 \div 70$  ჰექტარი ფართობი განლაგებულია ტყიან ზოლში.

მდინარე ღურუჯის წყალშემკრები აუზის მთლიანი ფართობი, გამოტანის კონუსის ჩათვლით,  $116 \text{ კმ}^2$ -ია, აქედან გამოტანის კონუსის ფართობი  $36 \text{ კმ}^2$ -ს შეადგენს.

მდინარე ღურუჯის გამოტანის კონუსის სიგრძემ შესართავიდან ხერხეულიძის ნაგებობამდე  $8,0 \text{ კმ}$  შეადგინა, მდინარის სიგრძე ხეობაში კი დაახლოებით  $18 \text{ კმ}$ -ია. აქედან გამომდინარე, მდინარის მთლიანი სიგრძეა  $26 \text{ კმ}$ , კალაპოტის საშუალო ქანობით  $i = 0,222$ . მდინარე ღურუჯის წყალშემკრები აუზის სიგანის საშუალო სიდიდე  $4,3 \div 4,5 \text{ კმ}$ -ის ფარგლებში მერყეობს, მაქსიმალური კი უტოლდება  $6,5 \div 7,0 \text{ კმ}$ .

*გეოლოგია.* მდინარე ღურუჯის წყალშემკრები აუზი გეოტექნიკური მიმართულებით იყოფა ორ ნაწილად: მთავარი კავკასიონის ქედი და ალაზნის ველი. მდინარე ღურუჯის წყალშემკრები აუზი ლითოლოგიური ჭრილის მიხედვით იყოფა 3 ტიპად: 1. ძირითადი ფიქლების წყობა; 2. თიხა-ფიქლებისა და ქვიშა-ქვების ჩანართები მორიგეობის სახით და 3. მეოთხეული

დანალექები.

*კლიმატი.* მდინარე დურუჯის აუზის საშუალო წლიური ტემპერატურა მერყეობს  $+12,2\div 14^{\circ}\text{C}$ -ის ფარგლებში, ხოლო ზამთარში კი საშუალო წლიური ტემპერატურა  $- 3,7^{\circ}\text{C}$ . ზაფხულში ყველაზე მაღალი ტემპერატურა  $+25^{\circ}\text{C}$ -ს აღემატება.

ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა მდ. დურუჯის აუზში ტოლია 960 მმ, ყვარელში კი 901 მმ. ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა მოდის გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში (მაისი-ივნისი). მეტეოსადგურის მონაცემების მიხედვით, ნალექების მაქსიმალური რაოდენობის  $1/4$  მოდის მაისი-ივნისის პერიოდში. კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით ქ. ყვარელში და მის რაიონის ტერიტორიაზე, ასევე მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ფიქსირდება შემდეგი კლიმატური მდგომარეობა:

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები (2015–2020 წ.წ.):

ტემპერატურა: საშუალო წლიური  $- 9,4\div 10,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეების  $- 18,5\div 19,1^{\circ}\text{C}$ ; ნალექების ჯამი: წლიური  $- 817\div 968$  მმ, ზაფხულის თვეების  $- 253\div 303$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე  $- 1\div 2$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი:

- ✓ 2021–2050 წ.წ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური  $- 1,53\div 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში  $- 1,72\div 1,77^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური  $- 9,79\div 8,57$  მმ, ზაფხულის თვეებში  $- 14,76\div 11,07$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება  $- 0,1$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წ.წ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური  $- 3,88\div 3,92^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში  $- 4,45\div 4,53^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური  $- 18,65\div 16,64$  მმ, ზაფხულის თვეებში  $- 25,79\div 23,35$  მმ; ქარის სიჩქარის მატება  $- 0,2$  მ/წმ.

*ნიადაგები.* მდინარე დურუჯის აუზში ძირითადად გავრცელებულია ნიადაგის ექვსი ტიპი: ტყის ყავისფერი ნიადაგები, ყომრალი ყავისფერი, ნაკლებად განვითარებული წარეცხილი ნიადაგები (ფერდობები), მთა-ტყის-მდელოს ნიადაგები, განუვითარებელი ღია წაბლისფერი ნიადაგები, რომლებიც ძირითადად გვხვდება ალპურ და სუბალპურ ზონებში, პროალუვიური და დელუვიური ნიადაგები.

*მცენარეულობა.* მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში მთლიანი ფართობი განაწილებულია შემდეგი თანმიმდევრობით: ტყით დაფარულია 76% (6600 ჰა) ტყით არ არის დაფარული 4,3% (390 ჰა), საზაფხულო საძოვრები – 16% (1400 ჰა), კლდეები – 4,3% (330 ჰა).

სურათზე 2.1 ნაჩვენებია მდ. დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფის გავლის კვალი ყრუ კაშხლიდან (ყრუ კაშხალი მდებარეობს შესართავიდან 10 კმ მანძილზე) 560 მ-ის დაშორებით, მდინარის სათავის მიმართულებით.



სურ. 2.1. მდ. დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფის გავლის კვალი (გ. გავარდაშვილის ფოტო)

ჩატარებულმა საველე-ექსპედიციურმა გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფების სიმძლავრეზე მომავალში დიდ გავლენას მოახდენს ასევე მდ. თეთრი დურუჯის წყალშემკრები აუზი, რადგან ფოხლოს მთაზე ზღვის დონიდან 2990 მეტრზე დაფიქსირებული იყო მთის ქანების ტექტონიკური რღვევის ხაზი (სურ. 2.2), რომელიც მომავალში მეწყერული პროცესების გააქტიურებას გამოიწვევს, ეს კი ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების გაძლიერების დასაწყისია.



სურ. 2.2. ფოხლოს მთის მწვერვალზე მთის ქანების ტექტონიკური რღვევის ხაზი (გ. გაეარდაშვილის ფოტო)

ეროზიულ-ღვარცოფულ და მეწყერულ პროცესებს მდ. დურუჯის აუზში დაემატა აგრეთვე თოვლის ზეავეების მოქმედებაც. მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზში დაფიქსირებული იყო მდინარე წიფელ-გორის წყლის ხეობიდან (მდ. შავი დურუჯის მარცხენა შენაკადი) ჩამოცურებული თოვლის ზვავი (სურ. 2.3), რომლის სიგრძემ 150 მ, ხოლო სიმაღლემ კი 5-6 მ შეადგინა.



სურ. 2.3. თოვლის ზეავი მდინარე შავი დურუჯის კალაპოტში (გ. გავარდაშვილის ფოტო)

მდინარე დურუჯის კალაპოტის გრძივი პროფილის დახრის კუთხემ ამ ადგილას  $17^\circ$  შეადგინა, კალაპოტის სიგანემ – 4,6 მ, ხოლო წყლის ნაკადის სიღრმემ კი 0,32 მ.

ამრიგად, მდინარე შავი და თეთრი დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ჩატარებული საველე-ექსპედიციური კვლევის ანალიზი იძლევა საშუალებას, რომ აღნიშნული ტერიტორიების ეკოლოგიური მდგომარეობა შეფასდა კატასტროფულად, რომელიც დაუყოვნებლივ საჭიროებს შესაბამისი საინჟინრო-ეკოლოგიური ღონისძიებების განხორციელებას.

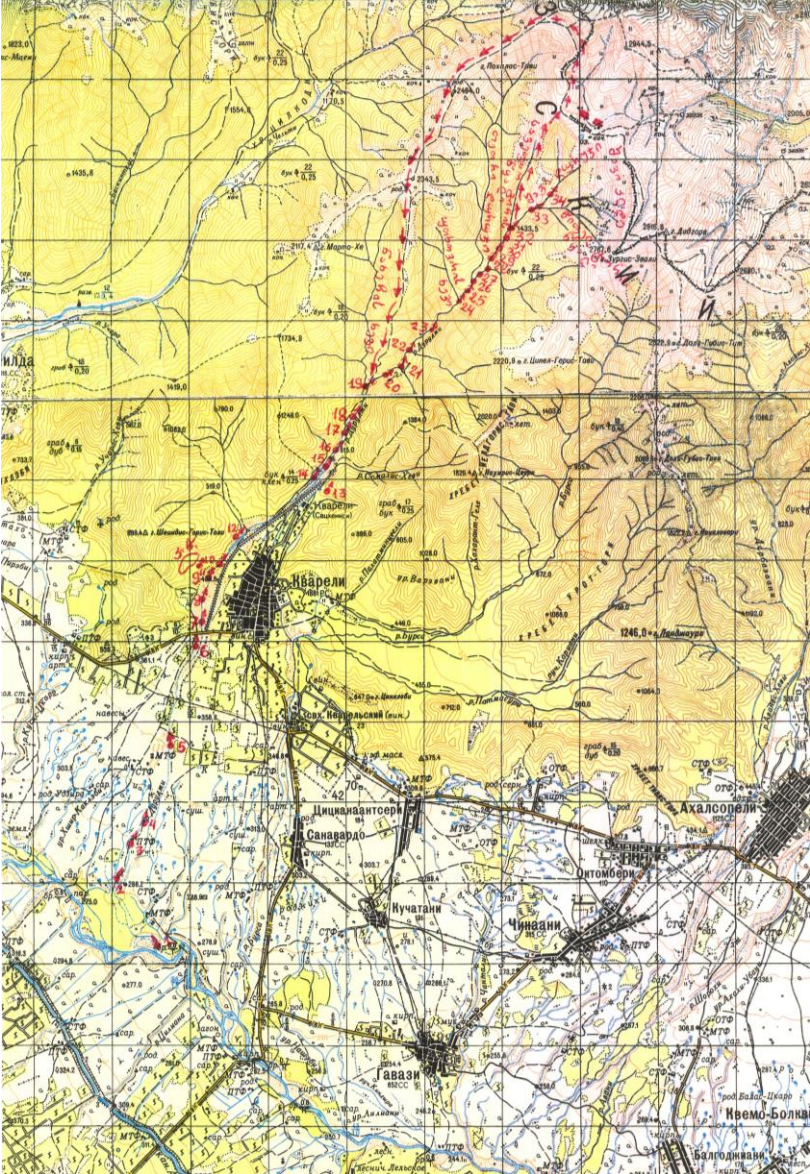
### 3. მდინარე ღურუჯის წყალშემკრებ აუზში ჩატარებული საველე მქსკედიციური კვლევის შედეგები

ჩატარებული საველე-ექსპედიციური კვლევები წარმოადგენს იმ ტრადიციული სამეცნიერო კვლევების გაგრძელებას, რომელსაც საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტში საფუძველი ჩაუყარა პროფესორმა მ. გაგოშიძემ, ხოლო შემდგომ ეტაპზე ეს კვლევები გაგრძელებული იყო აკადემიკოსების ც. მირცხულავას, ო. ნათიშვილის და პროფესორ ვ. თევზაძის ხელმძღვანელობით.

სურათზე 3.1 ნაჩვენებია მდ. ღურუჯის კალაპოტში სამეცნიერო კვლევის ჩატარების მიმართულება და მარშრუტი, ხოლო სურ. 3.2-ზე – მდ. ღურუჯის წყალშემკრები აუზის საერთო ხედი კოსმოსიდან. საველე-ექსპედიციური კვლევის შედეგად მიღებული სტატისტიკური რიგისა და სამეცნიერო ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია ჩამოყალიბდეს შემდეგი სახის დასკვნები:

- ქ. ყვარლის მდ. ღურუჯის ღვარცოფებისაგან დამცავი მიწის დამბასა და მდინარის კალაპოტის ნიშნულებს შორის სხვაობა გამოტანის კონუსზე ქ. თელავსა და ქ. ყვარელს შორის შემაერთებელ მაგისტრალურ გზატკეცილზე აშენებულ ხიდიდან 100 150 მ მანძილის დაცილებით (მდინარის სათავის მიმართულებით) არ აღემატება 0,5 მ-ს;
- მდ. ღურუჯის გამოტანის კონუსზე კალაპოტის გაწმენდის შედეგად ხელოვნურად გაკეთებული ე.წ. „ღვარცოფმიმდები საგუბრები“ მთლიანად შევსებულია ღვარცოფული მასით და შესაძლებელია ღვარცოფის მოვარდნისას მდინარის კალაპოტმა ვერ დაიტიოს ინერტული მასა და ნაკადი გადმოვიდეს კალაპოტიდან, ეს კი ქ. ყვარელს ნგრევისა და დატბორვის საშიშროებას შეუქმნის;





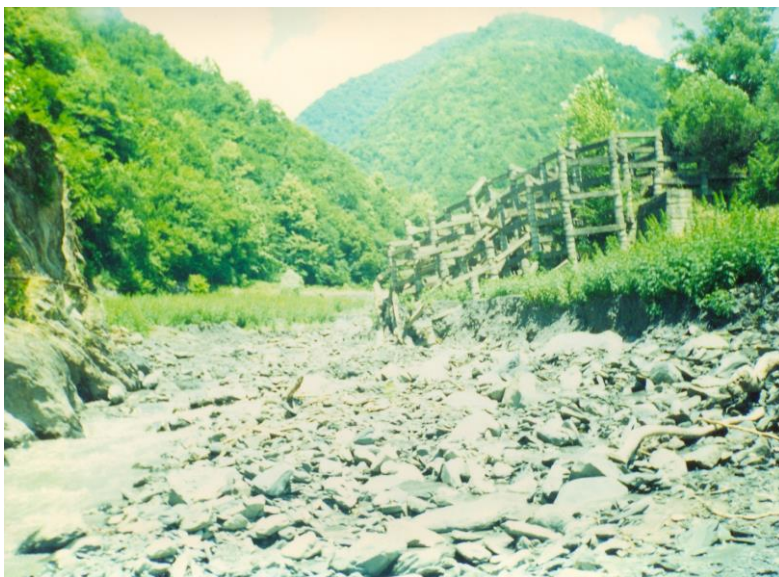
სურ. 3.1. მდ. დურუჯის კალაპოტში სამეცნიერო კვლევის ჩატარების მიმართულება და მარშრუტი



სურ. 3.2. მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის  
საერთო ხედი კოსმოსიდან



- მდ. დურუჯის კალაპოტში კრიტიკული წერტილი, სადაც შესაძლებელია დვარცოფის კალაპოტიდან გადმოსვლა, რომელიც საფრთხეს შეუქმნის ქ. ყვარლის მოსახლეობას, დაფიქსირებულ იქნა მდ. სამალის ხევისა და მდ. დურუჯის შეერთების ადგილში, სადაც ნაპირდამცავი კედლის სიმაღლე არ აღემატება 34 მეტრს;
- მდ. დურუჯის კალაპოტში აშენებული ყველა ის ჰიდროტექნიკური ნაგებობა, რომელიც წინააღმდეგობას უწევდა დვარცოფებს და აკავებდა დვარცოფული მასის გარკვეულ მოცულობას, მთლიანად წყობიდან არის გამოსული (სურ. 3.3);



სურ. 3.3. მდინარე დურუჯის კალაპოტში მწყობრიდან გამოსული გამჭოლი ტიპის დვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა

- ვიდეო- და ფოტომასშაბის დამუშავების შედეგად მიღებული სტატისტიკური რიგის ანალიზმა დაგვანახა, რომ მდ. დურუჯის კალაპოტში ბოლო ათწლეულებში მოვარდნილმა

ღვარცოფების მაქსიმალურმა სიმაღლემ ტრანზიტულ უბანზე 17 20 მ მიაღწია;

- ჩატარებულმა გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ მდ. დურუჯის გამოტანის კონუსის გრძივი პროფილის დახრის კუთხის მნიშვნელობა შესართავიდან (მდ. ალაზნიდან) მისი მარჯვენა შენაკადის მდ. სამალის ხევაამდე 26 გრადუსის ფარგლებში იცვლებოდა, ხოლო სატრანზიტო უბნიდან სათავემდე კი 7 22 გრადუსის საზღვრებში მერყეობს;
- მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობებზე შეიმჩნევა თიხა-ფიქლების აქტიური ეროზიულ-მეწვრული პროცესები, რომელიც კიდევ უფრო აძლიერებს კატასტროფული ღვარცოფის მოვარდნის საშიშროებას; უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მდ. დურუჯის აუზში მთის ფერდობების ორივე მხარეს შეიმჩნევა ხევების მძლავრი გამოტანის კონუსები, რომელთა სიმაღლე მდ. დურუჯის კალაპოტში დაფიქსირდა 26 მ-ის ფარგლებში, ხოლო დახრის კუთხე კი 8 35 გრადუსის ფარგლებში იცვლება;
- მდ. დურუჯის კალაპოტში მიმდინარე ეროზიულ-ღვარცოფულ პროცესებს დაემატა აგრეთვე თოვლის ზეგებების მოქმედებაც, რომელიც კიდევ უფრო აძლიერებს კატასტროფული ღვარცოფის ფორმირების საშიშროებას;
- მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში დაფიქსირებულ შავი კლდის ეროზიულ ღრანტეებს დაემატა აგრეთვე მისი მარჯვენა შენაკადის მდ. სავეფხო-გორის წყლისა და მდ. თეთრი დურუჯის წყალშემკრებ აუზებში მიმდინარე აქტიური ეროზიულ-მეწვრული პროცესები, რაც კიდევ უფრო ზრდის მყარი მასის მოცულობის მომატების საშიშროებას და კატასტროფული ღვარცოფის ფორმირებისათვის მხოლოდ შესაბამისი კლიმატური პირობები არის საჭირო. ამას ისიც ადასტურებს, რომ მდ. შავი დურუჯის კალაპოტში დაფიქსირდა ქვის დიდი ლოდი (სურ. 3.4), რომლის წონამ 63,1

ტონა შეადგინა და 2 თვის განმავლობაში შავი ღურუჯის კალაპოტში ფორმირებული წყალმოვარდნებისა და საშუალო სიმძლავრის ღვარცოფებმა ის 200 მეტრის მანძილით ქვემოთ ჩამოიტანა. ჩატარებულმა გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ აღნიშნული ქვის ლოდი ეკუთვნის მდ. სავეფხო-გორის წყლის (მდ. ღურუჯის მარჯვენა შენაკადი) წყალშემკრებ აუზს;



სურ. 3.4. ქვის 63,1 ტონის ლოდი მდ. ღურუჯის კალაპოტში (გ. გავარდაშვილის ფოტო)

- მდ. შავი ღურუჯის სათავეებში შავი კლდის მიდამოში (სურ. 3.5) შეიმჩნევა მთის ფერდობებზე აქტიური ეროზიული პროცესები, ხოლო თვით კალაპოტში დაგროვილია დიდძალი მოცულობის ინერტული მასალა, რომელიც ღვარცოფის ფორმირების ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტად ითვლება.



სურ. 3.5. შავი კლდის ეროზირებული ფერდობები  
(გ. გავარდაშვილის ფოტო)

### 3.1. მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში მიმდინარე ეროზიულ პროცესების პროგნოზირება

მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ჩამდინარე აქტიური ეროზიულ-ღვარცოფული ხასიათის ხევეების ეროზიული ღრანტეების პროგნოზირების მიზნით მთის ფერდობებზე ნიადაგის დანაკარგები განისაზღვრა მსოფლიოში ცნობილი და აპრობირებული უნივერსალური განტოლების გამოყენებით (ვიშმეიერის, სმიტის განტოლება).

საანგარიშო განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$A = R \times K \times S \times L \times C \times P \quad (\text{ტ/ჰა წელიწადში}), \quad (3.1)$$

სადაც, A ნიადაგის საშუალო წლიური დანაკარგია (ტ/ჰა წელიწადში); R – ატმოსფერული ნალექების ეროზიული ფაქტორი (მმ), რომელიც იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$R = 0,4 P \times EI_{30} (\text{მმ}), \quad (3.2)$$

სადაც  $P$  შტორმის წვიმების ჯამია (მმ),  $E$  – ეროზიული წვიმის ერთეულის კინეტიკური ენერგია, რომელიც ტოლია:

$$E = 0,119 + 0,0873 \log I_{30}, \quad (3.3)$$

სადაც  $I_{30}$  არის 30-წუთიანი წვიმიანობის მაქსიმალური ინტენსივობა (მმ/წთ);  $K$  – გრუნტის ეროზიულობის ფაქტორი, რომელიც იანგარიშება გრუნტის საშუალო დიამეტრის გამოყენებით:

$$K = 0,0034 + 0,0397 \exp \left[ \frac{-0,5(\log D_g + 1,533)^2}{0,7671} \right], \quad (3.4)$$

სადაც  $D_g$  არის ნაწილაკების საშუალო დიამეტრი, რომელიც იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$D_g = \exp \left( 0,01 \sum_{i=1}^n f_i \log m_i \right), \quad (3.5)$$

სადაც  $f_i$  ნაწილაკის ზომის ფრაქციის პროცენტული წონაა;  $m_i$  – ნაწილაკის ფრაქციის ზომა.

$S$  – ფერდის დახრილობის ფაქტორია, რომელიც იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$S = 0,065 + 0,045s + 0,0065s^2, \quad (3.6)$$

სადაც  $s$  ფერდის დახრილობაა პროცენტებში (%).

$L$  – ფერდის სიგრძის ფაქტორი, რომელიც იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$L = (l/22,13)^{0,5} (\text{მ}), \quad (3.7)$$

სადაც  $l$  არის ფერდის სიგრძე (მ).

$\beta$  – მცენარეული საფარის გავლენა, რომელიც იანგარიშება

შემდეგი ფორმულით:

$$C = e^{-0,06\nu} \quad (3.8)$$

სადაც  $\nu$  არის მცენარეული საფარის პროცენტული ფუნქცია;  $\kappa$ -ს მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ  $C = 1,0$  გაშიშვლებული ნიადაგის უბანზე,  $C = 1,2$  მანქანით ძლიერ დატკეპნილი და გამკვრივებული უბნისათვის.

$P$  – დამცავი ფაქტორი.  $P = 0,5$  – წყალამრიდი ზვინულე-ბის შემთხვევაში, ხოლო  $P = 1,0$  – იქ, სადაც არანაირი დაცვის ზომა გამოყენებული არ არის.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდოლოგიის გამოყენებით, მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში 8 სენსიტიური ობიექტისათვის მთის ფერდობების ეროზიული პროცესების პროგნოზი ინგლისელი მეცნიერის, პროფ. რ. მორგანის ეროზიული შკალის მიხედვით, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლებიც მოცემულია ცხრილში (ცხრ. 3.1).

ცხრილი 3.1

ეროზიის კლასის განსაზღვრა

ეროზიის კლასი	სიტყვიერი შეფასება	ეროზიის ინტენსივობა - ტონა/ჰა /წელიწადში	ვიზუალური შეფასების კრიტერიუმი
1	2	3	4
1	ძალიან უმნიშვნელო	< 2	ნიადაგის გამკვრივება და ქერქის წარმოშობა არ ფიქსირდება. არ შეინიშნება გადარეცხვის ნიშნები. არ გვხვდება წყლისმიერი ეროზიის ნიშნები, გაშიშვლებული ფესვთა სისტემა და არხები.
2	უმნიშვნელო	2÷5	ქერქის წარმოშობა ერთეულ ადგილებში. ცალკეულ ადგილებში ზედაპირის ლოკალიზებული რეცხვა

			გრუნტის გამორეცხვის გარეშე ან უმნიშვნელო გამორეცხვით. ღარები ყოველ 50-100 მ-ში. მცირე წყლისმიერი ეროზია.
			საფუძვლის გამორეცხვა იმ ადგილებში, სადაც ქეები ან გაშიშვლებული ფესვები იცავენ მის ქვეშ მდებარე ნიადაგის ფენას.
3	საშუალო	5÷10	ჩამორეცხვის ნიშნები. წვევტილი ღარები ყოველ 20-50 მ-ში. წყლისმიერი ეროზიით გამორეცხილია საფუძველი და გაშიშვლებულია ფესვები, რომელზეც შესაძენეია ნიადაგის ზედაპირის დონის ანაბეჭდი. დაბინძურების პრობლემის საშიშროება ფერდოს ქვედა წელზე.
4	მაღალი	10÷50	შეერთებული და მუდმივი ღარული ჩამონადენების ქსელი ყოველ 5÷10 მ-ში ან ხრამების წარმოშობა ყოველ 50÷100 მ-ში. თესვებისა და ახალგაზრდა მცენარეების გადარეცხვა. ხელმეორედ თესვის შესაძლო საჭიროება. დაბინძურებისა და სედიმენტაციის პრობლემები ფერდობის ქვედა წელზე.
5	ძლიერი	50÷100	ღარების მუდმივი ქსელი ყოველ 2÷5 მ-ში ან ხრამები ყოველ 20 მ-ში. ობიექტთან მისვლა გართულებულია.
			აღდგენილი მცენარეული საფარი სუსტია და საჭიროებს ხელახალი აღდგენითი ზომების მიღებას. ეროზიისა და სედიმენტაციის მიერ დაზიანდა გზები.
6	ძალიან ძლიერი	100÷500	ღარების ხშირი ქსელი, ხრამები ყოველ 5÷10 მ-ში. მათ ირგვლივ არსებული ნიადაგის ძლიერი გაქერქება. მილსადენის გაშიშვლების საშიშროება. ძლიერი დაშლამეა, დაბინძურება და ვეგტროფიკაციის შესაძლო პრობლემა.

7	კატასტრო ფული	>500	ღარებისა და ზრამების ინტენსიური ქსელი; დიდი ზრამები (>10 000 მ <sup>2</sup> ) ყოველ 20 მ-ში. გადარეცხილია ზედაპირის უმეტესი ნაწილი და გამოშვლებულია მილსადენი. ეროზიის და სედიმენტაციის მიერ გამოწვეულია ძლიერი დაზიანება როგორც ფერდობზე, ასევე ფერდობს მიღმა.
---	---------------	------	---

საველე კვლევების მიზანს წარმოადგენდა მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ეროზიულად სენსიტიური უბნების დაფიქსირება, მისი გეომეტრიული ზომების დადგენა შესაბამისი სკეჩების მომზადებით.

სკეჩებზე დატანილ იქნა რელიეფის ოროგრაფია შესაბამისი ნალვარელებისა და დაზრამული ნაწილების აღნიშვნით. ასევე დაფიქსირდა ეროზირებული ფერდობის ქანობი (დახრის კუთხე), მცენარეული საფარის პროცენტული შეფასება. მცენარეული საფარის ინტენსივობის დადგენის მიზნით საჭირო გახდა ნიადაგ-გრუნტის ქიმიური ანალიზის განხორციელება, რისთვისაც მდინარე დურუჯის თითოეულ შენაკადზე – სენსიტიურ 8 უბანზე აღებულ იქნა ნიადაგის 10 ნიმუში 1,5 კგ-მდე წონის (სულ 80 ნიმუში), ხოლო ეროზირებული ხევის მთის ფერდობების ზედაპირზე ეროზიული პროცესების შესაფასებლად გეოლოგიური ანალიზის ჩასატარებლად აღებულ იქნა გრუნტის ნიმუშები, თითოეულის წონა – 3 კგ-მდე (ასევე 80 ნიმუში). გრუნტის ნიმუშების საერთო რაოდენობამ ჯამში შეადგინა 160 ნიმუში.

უნივერსალური განტოლების (*ვიშვიერის, სმიტის* განტოლება) პარალელურად მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ჩამდინარე აქტიური ეროზიულ-დვარცოფული ხასიათის ხეცების ეროზიული ღრანტეების შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა საველე კვლევებისა და აერო-კოსმოსური გადაღებების დემიფირების საფუძველზე მონოგრაფიის ავტორის მიერ მიღებული დამოკიდებულება, რომლითაც გაანგარიშდა მთის



ფერდობის ეროზიის კოეფიციენტის ( $E$ ) მნიშვნელობა და დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$E = [0,58 + 1,40(F_1 / F_0)] \cdot (t/T)^{0,21}, \quad (3.9)$$

სადაც:  $F_1$  არის მდინარის წყალშემკრებ აუზში ეროზირებული ფართობი ( $\text{კმ}^2$ ),  $F_0$  – მდინარის მთლიანი წყალშემკრები აუზის ფართობი ( $\text{კმ}^2$ ),  $t$  – საკვლევი დროის ინტერვალი (წელი),  $T$  – მთლიანი დაკვირვების პერიოდი (ჩვენს შემთხვევაში  $T = 35$  წელს).

(3.9) დამოკიდებულების პრაქტიკაში გამოყენების ზღვრებია:

$$0,061 \leq (F_1 / F_0) \leq 0,24; \quad 0,1 \leq (t/T) \leq 1,0 \quad (3.10)$$

(3.9) დამოკიდებულებით გაანგარიშდა მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის მთის ფერდობების ეროზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობები, შესაბამისი დაზიანების ხარისხის გათვალისწინებით, რომელთა რიცხობრივი მაჩვენებლებიც მოცემულია ცხრილში 3.2.

### ცხრილი 3.2

მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობის ეროზიის კოეფიციენტისა და ეროზიის კლასის მნიშვნელობები

#	მდინარის დასახელება	ეროზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობები წლების მიხედვით				ეროზიის კლასი (2017 წ.)	ეროზიის ინტენსივობა წელიწადში (ტ / ჰა)
		2017	2030	2040	2050		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ნახეჩის ხევი	0,195	0,199	0,201	0,207	მეორე	2-5
2	სამალის ხევი	0,072	0,082	0,134	0,171	მეორე	2-5
3	სალესავის ხევი	0,68	0,77	0,82	0,95	მესამე	5-10
4	უთხოვარის ხევი	0,98	1,07	1,23	1,29	მეოთხე	10-50
5	მშრალი გორის ხევი	1,00	1,17	1,21	1,30	მეოთხე	10-50

6	საეფხო გორის წყალი	1,11	1,19	1,20	1,25	მეოთხე	10-50
7	წიფელ- გორის წყალი	1,21	1,32	1,44	1,67	მეხუთე	50-100
8	დურუჯის სათავეები (შავი კლდე)	1,38	1,45	1,95	2,01	მექვესე	100-500

მდინარე დურუჯის სათავეებში ე.წ. „შავ კლდეზე“ ზოგ ადგილებში დაფიქსირებული იყო ღარებისა და ხრამების ინტენსიური ქსელი სიხშირით 15-20 მ, რომელიც ცნობილი ინგლისელი პროფესორის რ. მორგანის კლასიფიკაციით შეესაბამება ეროზიის მე-7 კლასს, სადაც ეროზიის ინტენსიურობა მეტია 500 (ტ/ჰა) წელიწადში.

რაც შეეხება 3.2 ცხრილში დამყარებულ კავშირს მთის ფერდობის ეროზიის კლასსა და ეროზიის კოეფიციენტს შორის, იგი შეფასებულია პროფესორ რ. მორგანის შკალის მიხედვით. მდ. დურუჯის კალაპოტის მდგრადობის შესაფასებლად გაზომილი იყო კალაპოტის ცოცხალი კვეთისა ( $b$ ) და ნოღა კალაპოტის ( $B$ ) სიგანეები; წყლის ნაკადის სიღრმეები ( $h$ ), მდინარის კალაპოტის დახრის კუთხეები ( $\alpha$ ) და ნაკადის სიჩქარეები ( $V$ ), რის შემდეგაც გაანგარიშებული იყო წყლის ნაკადის ხარჯები ( $Q_0$ ); სტატისტიკური დაკვირვებების რიცხვმა 450 წერტილი შეადგინა.

ემპირიულ გამოსახულებებს აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} (h/b) &= 0,3 \cdot (\alpha)^{-0,62}, \\ (b/B) &= 0,001(\alpha)^{2,11}. \end{aligned} \quad (3.11)$$

(3.11) დამოკიდებულებების გამოყენების ზღვრებია:

$$\begin{cases} 0,01 \leq (h/b) \leq 0,185; & 4^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ \\ 0,01 \leq (b/B) \leq 0,75; & 2^\circ \leq \alpha \leq 22^\circ \end{cases}; \quad (3.12)$$

მიღებული (3.12) დამოკიდებულებების პრაქტიკაში გამოყენების საიმედოობის დასადგენად გაანგარიშებული სიდიდეები შედარებული იყო ბუნებაში გაზომილ მონაცემებთან, ცდომილება

მათ შორის 0,95% უზრუნველყოფის ალბათობით იცვლება 5-20%-ის საზღვრებში, რაც პრაქტიკაში ჰიდროლოგიური ანგარიშისათვის დამაკმაყოფილებელ სიდიდედ ითვლება.

მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში დაგროვილი ღვარცოფული მასის მოცულობის პროგნოზირებისათვის მდინარის ნოღა კალაპოტში გაზომილი იყო მთის ფერდობებიდან დენუდირებული მასის ძირითადი მაზასიათებლები, როგორც არის: გამოტანის კონუსის გეომეტრიული ზომები, ხევის გამოტანის კონუსზე მყარი ფრაქციების ზედაპირის დახრისა და შიგა ხახუნის კუთხეები, ფრაქციების საშუალო დიამეტრები და ა.შ.

სურათზე 3.6 ნაჩვენებია შავი დურუჯის სათავეების ეროზირებული ღრანტების საერთო ხედი შავი კლდიდან 700 მეტრის დაშორებით, ხოლო 3.7 სურათზე კი მდ. თეთრი დურუჯის სათავეებში ფოხალის მთაზე ორიარუსიანი ეროზირებული მთის ფერდობი (ზღვის დონიდან 2800 მ).



სურ. 3.6. ფოხალის მთის ორიარუსიანი ეროზირებული ფერდობი (ავტორის ფოტო)

მდ. დურუჯის გამოტანის კონუსიდან აღებული მყარი შემადგენლის ნიმუშების გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია 3.3 ცხრილში.

ცხრილი 3.3

მდ. ღურუჯის გამოტანის კონუსზე აღებული ღვარცოფული მასის მექანიკური შემადგენლობა

#	ფრაქციის ზომები (მმ)	წონა, კგ	%-ული შემცველობა
1	2	3	4
1	ქვები >30	116,0	42,0
2	ღორღი 30-10	48,9	17,7
3	ზრეში და მსხვილი სილა (10-1)	43,4	15,7
4	წვრილმარცვლოვანი:	68,0	24,6
	(1-0,05)		8,4
	(0,05-0,005)		8,8
	(0,005-0,001)		4,0
	< 0,001		3,4

ხოლო ღვარცოფული მასის წარმოებაში გამოყენების თვალსაზრისით ჩატარდა კოლოიდური მასის ქიმიური ანალიზი, რომლის შედეგებიც მოყვანილია ცხრილში 3.4 (ქიმიური ელემენტების რაოდენობა მოცემულია %-ში).

ცხრილი 3.4

მდ. ღურუჯის კოლოიდური მასის ქიმიური ანალიზი %-ში

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	NaO	K <sub>2</sub> O
49,5	27,0	12,02	0,29	0,90	2,90	0,80	1,08	5,60

რაც შეეხება მდ. შავი ღურუჯის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობებიდან დენუდირებული მასის მოცულობას, 2001 წლის ივნის-ივლისის მონაცემებით შეადგინა 300 000 მ<sup>3</sup>-მდე, რაც ამ კალაპოტის პირობებისათვის საშუალო მაჩვენებლად ითვლება.

ამრიგად, მდ. თეთრი და შავი ღურუჯის წყალშემკრებ აუზებში 2001–2020 წლებში ჩატარებულმა საველე-ექსპედიციურმა კვლევებმა დაგვანახა, რომ მთის ფერდობების ეროზიული პროცესების მდგომარეობა კრიტიკულია და იგი ზოგ ადგილებში შეესაბამება ეროზიის მე-6 კლასს.

#### 4. მდინარე დურუჯის ღვარცოფებისაგან ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის უსაფრთხოების განმარტვითი სქემის დამუშავება

მდინარე დურუჯის ღვარცოფული ნატანისაგან კალაპოტის წმენდის სამუშაოების ჩატარებას (ყოველწლიურად 400-500 ათასი მ<sup>3</sup> ნატანის გატანას ანუ რამდენიც ჩამოჰქონდა მდინარეს, იმდენი გაჰქონდათ) ყოველთვის დიდი ყურადღება ექცეოდა, რაც 1997 წლამდე აქტიურად ხორციელდებოდა შესაბამისი უწყებების მიერ, მაგრამ შემდგომი წლებიდან მოყოლებული დაგროვილი ნატანის რაოდენობამ 20 მლნ მ<sup>3</sup>-ს მიაღწია, რაც სერიოზულ საშიშროებას უქმნის მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქ ყვარლის მოსახლეობას. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მდ. დურუჯის გამოტანის კონუსის ნიშნულები 10-12 მეტრით მაღლა მდებარეობს, ვიდრე ქ. ყვარლის ტერიტორია.

2005 წლის მაისის თვეში მსოფლიო ბანკის, საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს, ღვარცოფმცოდნეობის მიმართულებით დაინტერესებული მეცნიერების, წყალთა მეურნეობისა და მელიორაციის დარგის სპეციალისტების მონაწილეობით, ქვეყნის 25 რაიონში დეტალურად იქნა შესწავლილი წყალდიდობებისა და სხვა ანალოგიური მოვლენების შედეგად დაზიანებული ობიექტები. შესწავლილი 74 ობიექტიდან 3 იყო ყვარლის რაიონში. აქედან ყველაზე მძიმე აღმოჩნდა მდინარე დურუჯის ობიექტი, სადაც ნაგებობათა აღდგენა-გამაგრებასა და ნატანის გატანაზე ჩატარდა მცირე მოცულობის სამუშაოები.

საქართველოს პრეზიდენტის მრჩეველის წერილის საფუძველზე მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ფორმირებული ღვარცოფებისაგან ქალაქ ყვარლის დაცვისა და სტიქიის სალიკვიდაციო ღონისძიებების დასახვის მიზნით სსიპ წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში შედგა 3 მუშა შეხვედრა, სადაც განი-

ხილეს და შეფასდა ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის ეფექტური დაცვის მიზნით არსებული რისკები. სპეციალისტების შეხვედრაზე გადაწყდა, რომ შეიქმნას სახელმწიფო მნიშვნელობის სამუშაო ჯგუფი, წინამდებარე მონოგრაფიის ავტორის, პროფესორ გივი გავარდაშვილის ხელმძღვანელობით, რომლის წევრები 2008 წლის 20 დეკემბრამდე წარმოადგენენ მდ. დურუჯის კალაპოტის რეგულირებისა და ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის დაცვის მიზნით შესაბამის საპროექტო მოცემულობებს სათანადო მიახლოებითი ხარჯთაღრიცხვით. ამ დოკუმენტის საფუძველზე დამუშავდა ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის დაცვის მიზნით მდ. დურუჯის ღვარცოფების რეგულირების სახელმწიფო პროგრამა, რომელიც საქართველოს პარლამენტის სხდომებზე 2008 წელს 2-ჯერ ხოლო 2010-2011 წლებში 3-ჯერ იყო მოხსენებული აკადემიკოს გ. გავარდაშვილის მიერ.

#### 4.1. მდ. დურუჯის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა და სტიქიის საწინააღმდეგო პრევენციული ღონისძიებები

1949 წელს ქ. ყვარლის დასაცავად აგებული 7,5 კმ სიგრძისა და 7 მ სიმაღლის კედელი ამჟამად, ფაქტობრივად, ამორტიზებულია და ქალაქს რიგ მონაკვეთებში მხოლოდ მიწაყრილის ზვინულიდა იცავს.

2012 წლის მაისის თვეში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერების მიერ განხორციელდა საველე-სამეცნიერო ექსპედიციური კვლევები მდინარე დურუჯის კალაპოტში, კერძოდ, გამოტანის კონუსზე სენსიტიური უბნების დაფიქსირებისა და ქ. ყვარლის რისკის შეფასების მიზნით.

სურათზე 4.1 ნაჩვენებია მდინარე დურუჯის გამოტანის კონუსის საერთო ხედი წყალმცირობის პერიოდში, ხოლო სურათზე 4.2 კი - მოცემულია მდინარე დურუჯის გამოტანის კონუსზე მუშაობის ამსახველი მომენტი.



სურ. 4.1. მდინარე ღურუჯის გამოტანის კონუსის საერთო ხედი





სურ. 4.2. მდ. დურუჯის კალაპოტში მუშაობისას (თ. ნაზრიშვილი, გ. გაგარდაშვილი და ლ. წულუკიძე)

- პიკეტზე (პკ) პკ33–პკ38 – დამცავი კედლის ამ 500 მეტრიან უბანზე 2004 და 2006 წლებში აგებულ იქნა 4 მეტრი სიმაღლის გაბიონი, რომელიც ამჟამად მთლიანად დეარცოფული გამონატანითაა ამოვსებული და გაზაფხულის წყალდიდობების შემთხვევაში კატასტროფა გარდაუვალი იქნება (სურ. 4.3). ამდენად, საჭიროა სასწრაფოდ გატარდეს დროული პრევენციული ღონისძიება და აიგოს ორი მეტრის სიმაღლის გაბიონი 2250 მ<sup>3</sup> მოცულობით;



სურ. 4.3. მდ. დურუჯის კალაპოტი პიკეტზე (პკ) 33-38



- პკ57–პკ66 – დამცავი კედლის ამ მონაკვეთზე 1998 წელს ნაწილობრივ შეკეთდა მდინარის მიერ დანგრეული მონაკვეთი. კედლის ტანში მთელ სიგრძეზე ამოსულია დიდი ზომის სხვადასხვა ჯიშის ხე-მცენარეები, რის გამოც კედელი მასიურად დანგრეული და გადაქცეულია (სურ. 4.4). ამასთან, იგი მრავალ ადგილას წყლის ნაკადის მიერ გამორეცხილია და მოსალოდნელია მისი მთლიანად ჩამოქცევა. ამ 900 მეტრიან მონაკვეთზე აღდგენითი სამუშაოებია ჩასატარებელი, წინააღმდეგ შემთხვევაში გაზაფხულის ციკლური მცირე სიმძლავრის წყალდიდობაც კი საშიში იქნება.



სურ. 4.4. მდ. დურუჯის კალაპოტი პიკეტზე 66

- პკ57–პკ73 – დამცავი კედლის ამ მონაკვეთზე ამოსულია დიდი ზომის ხეები და კედლის ქვედა ნაწილი მრავალ ადგილას წყლისაგან საგანგაშო ზომებით გამორეცხილია. საჭიროა კედლის გაწმენდა ნარგავებისაგან და გამორეცხილი ადგილების აღდგენა (სურ. 4.5).
- პკ57–პკ75 – ეს არის მდ. დურუჯის ღვარცოფული ნაკადების დარტყმის მთავარი მიმართულება. 2006 წელს საგზაო დეპარტამენტმა ამ მონაკვეთის 160 მ-ზე მოაწყო სამი მეტრის

სიმაღლის გაბიონის დამცავი დამბა მომავალი დაშენების პერსპექტივით. მისი ორი მეტრით ამაღლებისა და 200 მეტრამდე გასაგრძელებლად საჭიროა დამატებით მოეწეოს 1590 მ<sup>3</sup> მოცულობის გაბიონი (სურ. 4.6).



სურ. 4.5. მდ. დურუჯის კალაპოტი პკ 57–73



სურ. 4.6. მდ. დურუჯის კალაპოტი პკ 75

ქ. ყვარლისა და ქ. თელავის შემაერთებელ გზაზე, მდ. დურუჯის ხიდან კალაპოტი ნატანისაგან მთლიანად შევსებულია. ნაპირსამაგრი ფილები ზოგან გადავსებულია, ზოგან კი წაღებულია წყალდიდობისაგან (სურ. 4.7).



სურ. 4.7. მდ. დურუჯზე ქ. ყვარლისა და ქ. თელავის შემაერთებელი ხიდის საერთო ხედი

გადაუდებლად საჭიროა ხიდის ჩრდილოეთით 500 მეტრზე და სამხრეთით 200 მ-ზე კალაპოტის გაწმენდა დაახლოებით 70 ათასი მ<sup>3</sup> მოცულობის ნატანისაგან.

მდ. დურუჯის მდ. ალაზნთან შესართავიდან 2 კმ-ის მანძილზე ზევით კალაპოტი მთლიანად გადავსებულია მყარი ნატანით და წყალი გადაედინება სავარგულებსა და მეცხოველეობის ფერმების მიმდებარე ტერიტორიაზე.

მდინარემ უკვე მიიტაცა 80 ჰა-ზე მეტი სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ტერიტორია და საშიშროებაა დაიკარგოს ასეულობით ჰექტარი სასოფლო სამეურნეო სავარგული. მდინარის კალაპოტის ნაწილობრივ აღსადგენად საჭიროა 2 კმ სიგრძეზე დაახლოებით 120 000 მ<sup>3</sup> ნატანის გატანა.

ზემოაღნიშნული პრობლემები მოითხოვს ოპერატიულად

გადაჭრას. ისინი სისტემატურად წარმოიშობა შემდგომში სხვა მონაკვეთებზეც, თუ არ დაიწყო მდინარის კალაპოტის მასიური გაწმენდა, რაც არსებულ მდგომარეობას საგრძნობლად გააუმჯობესებს და უარყოფითი ხასიათის შედეგების რაოდენობაც საგრძნობლად შემცირდება.

#### 4.2. ქ. ყვარლის მოსახლეობის მდ. დურუჯის ღვარცოფებისგან დაცვის ღონისძიებათა კომპლექსური სქემა

ჯერ კიდევ XIX საუკუნის ბოლოსა და XX საუკუნის დასაწყისიდან დაფიქსირებულია ქ. ყვარლის დასახლებულ პუნქტზე ღვარცოფული (ქვა-ტალახოვანი) ნაკადების დამანგრეველი ზემოქმედება. აღნიშნული პერიოდიდან დღემდე ღვარცოფული გამონატანის მოცულობა ქალაქის დასავლეთით მდებარე მდ. დურუჯის კალაპოტში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, 20 მლნ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს. ცალკეულ ადგილებში ღვარცოფული გამონატანის ნიშნული მდინარის კალაპოტში ქალაქის დამცავი კედლის მიღმა 20-25 მეტრით მაღლაა, ვიდრე საკარმიდამო ნაკვეთები. ეს პროცესი მდინარე დურუჯის კალაპოტში დღესაც გრძელდება.

საგანგაშო ის არის, რომ ღვარცოფული გამონატანის ინტენსივობა არა თუ იკლებს, არამედ მატულობს კიდევ და თუ დროულად არ იქნა მიღებული ქმედითი ღონისძიებები, არის იმის საშიშროება, რომ დასახლებული პუნქტის მოსახლეობის ნაწილი აღმოჩნდეს ამ სტიქიური მოვლენის მსხვერპლი.

შექმნილი მდგომარეობიდან გამოსვლის გზები მოითხოვს ფართომასშტაბური კომპლექსური ხასიათის სამუშაოების ჩატარებას, რომლებიც უნდა ითვალისწინებდნენ შემდეგი ღონისძიებების განხორციელებას, რისთვისაც გამოყენებულ უნდა იქნეს ღვარცოფული გამონატანის შემცირების ყველა ჩვენს ხელთ არსებული უმნიშვნელო შესაძლებლობებიც კი.

## ძირითადი მიმართულებები

### 1. ზოგადი ხასიათის რეკომენდაციები

- ❖ უნდა განხორციელდეს ღონისძიებები როგორც ღვარცოფის წარმოშობის მიზეზების, ისე ღვარცოფის გავლის შედეგების წინააღმდეგ;
- ❖ საჭირო იქნება არსებული სამეცნიერო კვლევების სრულყოფა და ახლის შემუშავება შესაბამისი საპროექტო სამუშაოების სრულყოფასთან ერთად;
- ❖ მთელი ეს სამუშაოები მოითხოვს სერიოზული ფინანსური და მატერიალური სახსრების მიზანმიმართულ მობილიზაციას და ისინი მომავალშიც ორიენტირებული უნდა იყოს გაღებული ზარჯების თუ მთლიანად არა, ნაწილობრივ ამოღებაზე მაინც;
- ❖ ზემოთ მითითებული თითოეული პოზიცია წარმოადგენს ცალკეულ მიმართულებას, რომლებიც ურთიერთკავშირში უნდა იყვნენ და მოითხოვენ სერიოზულ შესწავლასა და დამუშავებას მათი რენტაბელურობის გათვალისწინებით;
- ❖ ქალაქის დაცვის სამუშაოები საჭიროებენ მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი დეტალური კალენდარული გეგმის შემუშავებას ცალკეულ პოზიციათა სპეციფიურობის გათვალისწინებით;
- ❖ თითოეული ზემოთ მითითებული პუნქტის სისრულეში მოყვანა მოითხოვს განსაზღვრულ დროს, პროფესიონალურ მიდგომასა და სათანადო დაფინანსებას;
- ❖ პროექტის რეალიზაცია მნიშვნელოვანი ოდენობის თანხების მოზიდვასთან იქნება დაკავშირებული, მაგრამ არა იმაზე მეტის, რასაც მოითხოვს ათი ათასობით ადამიანის სიცოცხლისა და სხვა მატერიალური ფასეულობების (ქინძმარაულის ვენახების, ისტორიული ძეგლებისა და სხვა მნიშვნელოვანი ობიექტების) გადარჩენა;
- ❖ პროექტის დაფინანსება ეტაპობრივად და იმ ოდენობით უნდა განხორციელდეს, რასაც მოითხოვს ობიექტის უსაფრთხოება.

### 4.3. ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის დაცვის ლონისძიებები

#### 1. მოვლენის მიზეზებთან ბრძოლის მეთოდები

- ❖ ღვარცოფის წარმოშობის მთავარი კერის – შავი კლდის ეროზირებადი ზედაპირი უნდა დამუშავდეს ცემენტის ხსნარის ან გრუნტის სხვა გამამკვრივებელი საშუალებებით, რათა შემცირდეს ღვარცოფწარმოშობის ამ კერის აქტიური ნგრევა;
- ❖ გადაუდებლად და უწყვეტად უნდა ხორციელდებოდეს მდინარის სათავეში სატყეო-სამელიორაციო სამუშაოები, რაც საგრძნობლად შეამცირებს ზედაპირულ ეროზიულ პროცესებს;
- ❖ შავი ღურუჯის კალაპოტიდან თეთრი ღურუჯის შესართავამდე და ქვევით უნდა აიგოს გამჭოლი ტიპის სხვადასხვა სიმაღლის კაშხლების კასკადი ზედა ბიეფში მყარი ღვარცოფული გამონატანის აკუმულირების მიზნით. კაშხლების ასაგებად უნდა შეირჩეს ისეთი კვეთები, რომლებიც ნაგებობების მინიმალური სიმაღლის პირობებშიც კი დააკავებენ მაქსიმალური ოდენობის მყარ ჩამონადენს. ამით ღვარცოფის ჰიდროგრაფის პიკი მოიხსნება და საგრძნობლად შემცირდება მისი დამანგრეველი ზემოქმედების სიძლიერე;
- ❖ ეროზიულ ღრანტეებთან და აუზის სხვა სენსიტიურ უბნებთან მისასვლელად შესაძლებელია მოეწყოს საავტომობილო და საბაგირო გზები და თუ საჭიროება იქნა, ვიწროლიანდაგიანი რკინიგზაც კი. როგორც ეს კეთდება მსოფლიოს ანალოგიურ რეგიონებში.

## 2. მოვლენის შედეგებთან ბრძოლის მეთოდები

- ❖ სასურველია მდინარის მარცხენა სანაპიროს გასწვრივ ზემო უბნებზე ნაპირდამცავი კედლების ამაღლება ღვარცოფის შესაძლო გადმოინების აღკვეთის მიზნით;
- ❖ მდ. ღურუჯის გამოტანის კონუსიდან რეგულარულად უნდა ხდებოდეს ღვარცოფული ჩამონადენის გატანა წინასწარ შერჩეულ ადგილებში გარემოსათვის ნაკლები ზიანის მიყენების გათვალისწინებით;
- ❖ მიზანშეწონილია მდინარის გამოტანის კონუსზე გაწმენდითი სამუშაოების წარმოება, რაც მოითხოვს სპეციალური მექანიზმების (თვითმცლელების, ექსკავატორების, ბულდოზერების, ლენტური ტრანსპორტიორების, და ა.შ.) გამოყენებას და ამ სამუშაოების ოპერატიული და გრძელვადიანი სქემების დამუშავებას;
- ❖ მდინარის მყარი ჩამონატანის გატანის არსებული სქემა – მისი განთავსება მდინარის მარცხენა ნაპირის კედელთან – კონტრპროდუქტიულია, ვინაიდან ღვარცოფის ბუნებიდან გამომდინარე, მას შეუძლია ადვილად გადალახოს ეს წინააღმდეგობა, რადგან იგი ხასიათდება მოძრაობის მიღებული მიმართულების შენარჩუნებითა და განსაზღვრული სიმაღლის კედლის გადალახვის უნარით;
- ❖ ნარიყის კონუსზე ღვარცოფული გამონატანის უსაფრთხო ადგილებში განთავსების მიზნით მიზანშეწონილია განხორციელდეს მდინარის ქვედა უბანზე არსებული სანაპირო კედლების ამაღლება. ამ გზით შესაძლებელია გამონატანის რაღაც ნაწილის უსაფრთხო განთავსება ამ ხელოვნურად შექმნილ სივრცეში.

### 3. ორგანიზაციულ-სამეურნეო ხასიათის ღონისძიებები

- ❖ ღვარცოფის მოსალოდნელი გავლის შემთხვევაში უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს მოსახლეობის ოპერატიული ინფორმირება ანუ მოსალოდნელი საშიშროების დროულად მაუწყებლობის მექანიზმის შემუშავება;
- ❖ გამოყენებულ იქნეს ღვარცოფის პროგნოზირების ყველა არსებული მეთოდი, მათ შორის აკადემიკოს *ც. მირცხულავას* რეკომენდაცია, რომელიც დამყარებულია საიმედოობის თეორიის საფუძვლებზე და ღვარცოფულ კერებში დაგროვილი ღვარცოფული მასალის ოდენობის ფიქსირებაზე, მისი ძვრახე კრიტიკული მდგომარეობის შეფასების მიზნით;
- ❖ მოსახლეობაში ახსნა-განმარტებითი სამუშაოების ჩატარება ღვარცოფის მოსალოდნელი გავლის შემთხვევაში ქცევების შესახებ.

## 5. დასკვნა

მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში 2012-2022 წლებში ჩატარებული საველე-ექსპედიციური და თეორიული კვლევების, არსებული საარქივო და საპროექტო მასალებისა და ავტორის მიერ გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია ჩამოყალიბდეს შემდეგი სახის ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები:

- მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფებისაგან ქალაქ ვვარლის მოსახლეობის ეფექტური დაცვის მიზნით დადგენილია ის კრიტიკული ადგილები, სადაც შესაძლებელია მდინარის კალაპოტიდან ღვარცოფის ამოვარდნა;
- შესწავლილია მდინარე დურუჯის ღვარცოფული ტიპის შენაკადების მთის ფერდობების ეროზიის კოეფიციენტების



მნიშვნელობები, რომელიც კავშირს ამყარებს ეროზიის კლასსა და ფერდობის დაზიანების ხარისხს შორის;

- კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით გაანგარიშებულია მდ. ღურუჯის წყალშემკრები აუზის მთის ფერდობის ეროზიის კოეფიციენტის პროგნოზი – 2017, 2030, 2040 და 2050 წლებისათვის. პროგნოზის მიხედვით 2017 წლისათვის მდ. ღურუჯის აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობა შეესაბამება ეროზიის მე-3 და მე-4 კლასს ეროზიის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობით – 0,828, ეროზიის ინტენივობით წელიწადში  $5 \div 10$ -დან  $10 \div 50$  ტ/ჰა, ხოლო ამ მაჩვენებლის საშუალო მნიშვნელობა 2030 წელს იქნება ეროზიის მე-4 და მე-5 კლასით, ეროზიის კოეფიციენტის საშუალო მაჩვენებლით  $>1,0$ , ეროზიის ინტენსივობით – წელიწადში  $50 \div 100$  ტ/ჰა;
- საველე-ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევების საფუძველზე წარმოდგენილია ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის მდინარე ღურუჯის ღვარცოფებისაგან უსაფრთხოების სტრატეგიული გეგმა;
- დამუშავებულია მდ. ღურუჯის ღვარცოფებისაგან ქ. ყვარლის მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებათა კომპლექსური სქემები სტიქიის საწინააღმდეგო პრევენციული სხვადასხვა ღონისძიებების მხედველობაში მიღებით.

## 6. ლიტერატურა

1. გავარდაშვილი გ.ვ. ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის ზედა ბიეფში დაგროვილი მყარი ნარიყების ზედაპირის ნიშნულების დადგენა. //საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, ტ. 151, №3, თბილისი, 1995, გვ. 448–451.
2. გავარდაშვილი გ.ვ. ბმული ღვარცოფული ნაკადის სიჩქარის განსაზღვრა ჰაერის წინაღობის გათვალისწინებით. //საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, ტ. 151, №3, თბილისი, 1995, გვ. 444–447.
3. ღურუჯი ღმუის (ინტერვიუ გ. გავარდაშვილთან) – გაზ. „საქართველოს რესპუბლიკა“, #156, 28 ივნისი, 2001, გვ. 6.
4. ღურუჯის კალაპოტი კვლავ ინტენსიურად ივსება (ინტერვიუ გ. გავარდაშვილთან) – გაზ. „საქართველოს რესპუბლიკა“, #174, 19 ივლისი, 2002, გვ. 4.
5. თევზაძე ვ.ი., გავარდაშვილი გ.ვ. არაბმული ღვარცოფული ნაკადებისათვის ხარჯების დადგენა მდინარის წყალშემკრები აუზის ჰიდროლოგიური მანვენებლების გათვალისწინებით. //საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, ტ. 148, #1, თბილისი, 1993, გვ. 77–79.
6. სტიქიების დამატყვევებელი (ინტერვიუ გ. გავარდაშვილთან) – გაზ. „საქართველოს რესპუბლიკა“, #42 (3443), 15 თებერვალი, 2000, გვ. 6.
7. გავარდაშვილი გ. მდინარე ღურუჯის აუზში ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ახალი საინჟინრო-ეკოლოგიური ღონისძიებები. გამ. „მეცნიერება“, თბილისი, 2003, 116 გვ.
8. გავარდაშვილი გ. ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები. თბილისი, გამ. „უნივერსალი“, 2011, 237 გვ.
9. გავარდაშვილი გ. ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის უსაფრ-

- თხოების უზრუნველყოფის მიზნით მდინარე ღურუჯის კალაპოტში 2012 წლის მაისის თვეში განხორციელებული საველე კვლევის შედეგები. //საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №67. თბილისი, 2012, გვ. 22-31.
10. გავარდაშვილი გ.ვ. – მდინარე ღურუჯის ეკოლოგიური პრობლემები და გარემოსდამცავი ინოვაციური ღონისძიებები. გამომცემლობა უნივერსალი, თბილისი, 2018, 260 გვ.
  11. ნათიშვილი ო., ყრუაშვილი ი., გავარდაშვილი გ., ინაშვილი ი. მეთოდური რეკომენდაციები ღვარცოფ-საწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირებისათვის (ჰიდრაულიკური გაანგარიშებები). საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. თბილისი, 2016, 48 გვ.
  12. სუპატაშვილი თ. ღვარცოფული ნატანის შესწავლა და მისი გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გაზრდის მიზნით. //XII საერთაშორისო კონფერენციის – „გარემოს დაცვა, ბიოლოგიური და ეკოლოგიური მეცნიერებები და ინჟინერია“ შრომები, მადრიდი, ესპანეთი, 2014, გვ. 533-534.
  13. სუპატაშვილი თ. მდინარე ღურუჯის აუზის ეკოლოგიური პრობლემები. //XVIII საერთაშორისო კონფერენციის – „გარემოს დაცვა, ბიოლოგიური და ეკოლოგიური მეცნიერებები და ინჟინერია“ შრომები, ბარსელონა, ესპანეთი. 2016. გვ. 9-12.
  14. **Гавардашвили Г.В.** Разработка схем расположения противоселевых сооружений на горных реках. /Труды международной конференции по селевым явлениям и некоторым смежным проблемам. Тбилиси, 2001, с. 33–39.
  15. **Гавардашвили Г.В.** Оценка надежности новых противоселевых сооружений трамплинного типа. /Труды международной конференции по русловым процессам, гидравлике трубопроводного транспорта, гидротехнических сооружений и вопросам гидроэнергетики. Тбилиси, 2000, ст. 111–

112.

16. **Гавардашвили Г.В.** Прогнозирование эрозионных процессов в бассейне реки Дуруджи. /Труды Международной конференции – Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Пятигорск, Россия, 2008, с. 270-273.
17. **Гавардашвили Г.В.** Определение максимальных расходов селевых потоков на рек Дуруджи. /Труды Международной конференции – Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Пятигорск, Россия, 2008, с.274-277.
18. **Гавардашвили Г.В.** Современное экологическое состояние бассейна р. Дуруджи. //Экологические системы и приборы. Москва, 2008, с. 51-55.
19. **Миццулава Ц.Е.** Экологические нарушения. Тбилиси, 1993, 433 с.
20. **Миццулава Ц.Е.** Оценка частоты появления селей катастрофического характера. //“Гидротехническое строительство”, №5, М., 1998, с. 19–26.
21. **Натишвили О.Г., Гавардашвили Г.В.** Расчет характеристик движения головной части связного селевого потока. //Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства им. Ц. Миццулава, Грузинского Технического Университета, №70, Тбилиси, 2015, 8 с.
22. **Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И.** Движение селей и их взаимодействие с сооружениями. Тбилиси 2001, 148 с.
23. **Херхеулидзе И.И.** Сквозные защитные и регулирующие сооружения из сборного железобетона на горных реках. М.: "Гидрометеиздат", 1964, 220 с.
24. **Херхеулидзе Г.И.** Селевые нагрузки и способы их определения. //Труды ЗаКНИИГиМ, вып.83(90), Л.: "Гидрометеиздат", 1984, с. 77–111.
25. **Церетели Э.Д., Церетели Д.Д.** Геологические условия развития селей в Грузии. Тбилиси: изд. "Мецниереба", 1985, 185 с

26. **Gavardashvili G., Ayyb B.M.** The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. /5<sup>th</sup> International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, Italy, 14-17 June 2011, pp. 63-71.
27. **Gavardashvili G., Khutsishvili O., Gavardashvili N., Gavardashvili A.** Prediction of the Shapes of a Debris Flow Wave Front by Considering Theoretical and Field Studies. /6<sup>th</sup> International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: "Mechanics, Prediction and Assessment". June 22-25, 2015, Tsukuba International Congress Center, Epochal, Tsukuba, Japan, 4 p. (67 p.)
28. **Gavardashvili G., Kukhalashvili E.** The Hyper Concentrated Mudflow Structure Dynamic Impact Forecast. /Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference "Contemporary Problems of Architectures and Constructions". Florence, Italy, 19-21 November, 2015, pp. 397- 400.
29. **Morgan R.P.C., Hann M.J.** Shah Deniz Gas Export Project: erosion risk assessment. Interim Report to BP Kvermn. Cranfield University, Silsoe 2001, 25 p.

**UNESCO Georgian National Commission**

**ECOCENTER FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION**  
**The Organization in Category of Consultative Status with the**  
**Economic and Social Council (ECOSOC) of UN**

**FORECASTING NATURAL DISASTERS AND RISK**  
**REDUCTION INNOVATIVE MEASURES**

**Safety of the Population of the City of Kvareli from Floods**  
**and Debris Flows**

**Project's Coordinator:**  
**Academician Givi Gavardashvili,**  
**Doctor of Technical Sciences, professor**

**Book 6**

**The material was published with the support of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization's (UNESCO) 2022-2023 "Participation Program", within the framework of the project (2240116105) funded by UNESCO.**

**(Agreement # 4 / 2240116105/pp 2022-2023)**

**Tbilisi 2023**