

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამრიკო სუპატაშვილი

მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის  
კვლევა ქინძმარაულის ყურძნის სავარგულების გაზრდის  
მიზნით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა - სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია

შიფრი - 0415

თბილისი

2015 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტის(სტუ),  
სამშენებლო ფაკულტეტის ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტში და  
სტუ -ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში

**ხელმძღვანელი: გივი გავარდაშვილი**  
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

**რეცენზენტები: გოგა ჩახაია**  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ასოცირებული პროფესორი

**ვაჟა ტრაპაიძე**  
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო  
მეცნიერებათა ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი,  
ტექნიკის აკადემიური დოქტორი

დაცვა შედგება 2015 წლის 30 ივნისს 15:00 საათზე საქართველოს ტექნიკური  
უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის აუდიტორია 220<sup>ა</sup>, II სართული.

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 72.

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია სტუ-ს ცენტრალურ ბიბლიოთეკაში, ხოლო  
ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი:  
პროფესორი, ტ.მ.კ.  
აკადემიური დოქტორი

დემურ ტაბატაძე

## შესავალი ნაშრომის საერთო დახასიათება

**თემის აქტუალურობა.** საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ბუნებრივი კატასტროფებიდან ერთ-ერთი ძირითადი ყურადღების ობიექტია ღვარცოფები, რომლებსაც ადგილი აქვს თითქმის ყველა მთისა და მთისწინა რეგიონში. ღვარცოფები დიდ ზიანს აყენებენ სახალხო მეურნეობის მრავალ დარგს, ამცირებენ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართობს.

დღეისათვის, ჩვენს პლანეტაზე პრაქტიკულად ვერ შეხვდებით ისეთ მთიან ქვეყანას, რომელსაც არ განეცადოს ღვარცოფებისაგან გამოწვეული ნგრევა. მსოფლიოში ყოველწლიურად იკარგება 50 -70 ათასი კვადრატული კილომეტრი სასოფლო-სამეურნეო მიწის სავარგულები. აქედან 14 ათასი კვადრატული კილომეტრის მიწის სავარგულების დაკარგვის სამუშაოს „ეწევა“ ღვარცოფები.

აღნიშნული საკითხების გადაწყვეტა, კერძოდ, ღვარცოფების რეგულირების, მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ახალი მეთოდების დამუშავება წარმოადგენს ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას.

კავკასიაში, კერძოდ საქართველოში, გლობალური დათბობისა და მაღალი ენერგეტიკული კლასის ტექტონიკურმა პროცესებმა მნიშვნელოვნად გაართულა მაღალმთიანი ზონების გრავიტაციული მდგრადობა. ღვარცოფების მაფორმირებელ კერებში დაგროვდა დიდი რაოდენობის მყარი მასალა, რომელიც მზადაა გააქტიურებისთვის. განსაკუთრებით მძიმე ვითარებაა კახეთის რეგიონში, მდინარე დურუჯის სათავეებში, სადაც ინტენსიური, ეგზოგენური პროცესების შედეგად დაგროვდა მილიონობით კუბური მეტრი კლდოვანი ქანების ნაშალი. ხეობაში პერიოდულად ვითარდება დამანგრეველი ძალის ღვარცოფული პროცესები, რაც საშიშროებას უქმნის ქალაქ ყვარელს და მიმდებარე ტერიტორიებს.

მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ფორმირებულია კომპლექსური გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური და ჰიდრომეტეო-

როლოგიური მოვლენა, მაღალი კონცენტრაციის წყალგრუნტოვანი ნაკადის მოძრაობა მდინარის ან ხრამის კალაპოტში, რაც გამოვლენილია რელიეფის ძლიერი დანაწევრებით, ფერდობებისა და კალაპოტების ძლიერი დახრილობით, დენუდაციური და ეროზიული პროცესების დინამიკური განვითარებით, თოვლის ინტენსიური დნობით, ბუნებრივი ან ხელოვნური წყალსატევებიდან გადმოხეთქილი წყლებით და ძლიერი თავსხმა წვიმებით.

ღვარცოფსაშიშ ადგილებში ინტენსიური ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად წარმოქმნილი დიდი მოცულობის ნაშალი მასალა წყლით გაჯერების და გათხევდების პირობებში გადაიქცევა ტალახის, ქვატალახის და წყალქვის ნაკადებად, რომელიც ჩვეულებრივი წყალმოვარდნებისაგან გამოირჩევა უფრო დიდი ხარჯით, მოძრაობის უფრო დიდი სიჩქარით, მყარი ჩამონადენის დიდი მოცულობით, მაღალი სიმკვრივით და შესაბამისად დარტყმის განსაკუთრებული სიძლიერით. ასეთ ნაკადებს დამანგრეველი ძალა გააჩნია, რაც საფრთხეს უქმნის დასახლებულ პუნქტებს, ანგრევს ან ძლიერ აზიანებს სხვადასხვა დანიშნულების შენობებს, სამრეწველო თუ სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ობიექტებს, სხვადასხვა კომუნიკაციებს, იწვევს ადამიანთა მსხვერპლს.

კახეთის რეგიონში კლასიკური ღვარცოფსადინარის მაგალითს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის აუზი, რომლის ვიდეო-ვიზუალური აგეგმვა მიუთითებს, რომ ერთ ჰექტარ ფართობზე ეროზიის ინტენსივობამ განსაკუთრებულ შემთხვევებში შეიძლება 50 ტონამდე მიაღწიოს, რაც დასაშვებ ნორმაზე 25-ჯერ მეტია და იგი სატრანზიტო ადგილებში 20 მეტრიანი ღვარცოფის ტალღის გავლის მიზეზიც შეიძლება გახდეს.

მდინარე დურუჯის აუზში ბოლო 100 წლის განმავლობაში დაფიქსირდა 40-მდე კატასტროფული ღვარცოფი, რომლებმაც 200-ზე მეტი ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა. დადგენილია, რომ მდ. დურუჯის აუზში მუდმივად განახლებადი ღვარცოფული კერის ფართობი 20 კმ<sup>2</sup>-ს შეადგენს, სადაც ღვარცოფული მყარი მასის მოცულობა აღწევს 500 მილიონ მ<sup>3</sup>-ს.

სპეციალისტების შეფასებით, კატასტროფული ქვატალახოვანი ნაკადები მდინარე დურუჯის ზედა კალაპოტში 12-14 წლის პერიოდულობით ყალიბდება. ეს დიდი ზომის ქვაჩანართებით სავსე ნაკადები, მოძრაობენ რა 80-100 კმ/სთ სიჩქარითა და 20-25 მ სიმაღლის ფრონტით, მაღალი ხვედრითი წონის (2,0-2,3 ტ/მ<sup>3</sup>) გამო ადვილად ძლევენ და ანგრევენ ნებისმიერ წინაღობას. ამ ტიპის ღვარცოფულმა ნაკადმა 1899 წელს მდინარე დურუჯის სათავიდან ყვარელში ჩამოიტანა 224 ტონა წონის ლოდი, რაც უნიკალურ მოვლენად მიიჩნევა და საქართველოს წითელ წიგნშია დაფიქსირებული.

ბოლო პერიოდში სტიქიური ღვარცოფული მოვლენების მასშტაბური გააქტიურება ფიქსირდება კახეთის ტერიტორიაზე, რომელიც მთლიანად რეგიონის ბუნებრივი კატასტროფების საშიშროების რისკით საშუალო კატეგორიიდან გადავიდა მაღალში. კახეთის რეგიონში სტიქიური პროცესების გააქტიურების მაჩვენებელი 2004 წლიდან დაწყებული თითქმის ყოველ წელს ფონურზე მაღალია, ცალკეული წლების ექსტრემალური აფეთქებებით. ასეთი იყო 2009 და 2010 წლები. სტიქიური მოვლენების გააქტიურების ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი ჭარბი ატმოსფერული ნალექების, მათ შორის თავსხმა წვიმების მოსვლაა. დაკვირვებებით დადგენილია, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს სივრცეში მეწყერული მოვლენების ექსტრემალური გააქტიურება იწყება ნალექების საშუალო მრავალწლიურიდან გადახრილი 400 მმ-ზე, ხოლო ღვარცოფების ტრანსფორმაცია დღე-ღამეში მოსული 30 მმ-ზე მაღლა.

აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით 2000 წელს გამოვიდა პრეზიდენტის N81 განკარგულება „ქალაქ ყვარლის, მისი მოსახლეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების მდინარე დურუჯის ნაკადებისაგან დაცვის ღონისძიების შესახებ“, ხოლო ამავე წლის N323 დადგენილებით, ყვარლის ტერიტორია და მდინარე დურუჯის ხეობა საგანგებო ეკოლოგიური მდგომარეობის ზონად გამოცხადდა.

1990 წლის შემდეგ მდინარე დურუჯის კალაპოტი არ გაწმენდილა. ბოლო 20 წლის განმავლობაში ჩამონატანი დაგროვდა და დამცავი გაბიონები მთლიანად დამარხა. ამ დროისთვის მდინარე დურუჯის კალაპოტი გაცილებით მაღლა იმყოფება, ვიდრე ყვარლის დასახლებული ტერიტორია, რადგან მდინარე დურუჯს ყოველწლიურად 500 ათასი კუბური მეტრი ნატანი ჩამოაქვს, რის გამოც კალაპოტი სულ უფრო მაღლა იწევს. პატარა წყალდიდობის შემთხვევაშიც კი მოსალოდნელია, რომ მდინარე დაზიანებულ ნაპირს გაარღვევს და ყვარელს წალეკავს.

ცნობილია, რომ თუ არა მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანი, საქართველოში არ იარსებებდა ღვინო „ქინძმარაული“. აღნიშნული კოლოიდური ნატანი ხასიათდება ისეთი უნიკალური შედგენილობით, რომელიც სპეციფიკურ გარემოს უქმნის მდინარის მიმდებარედ გაშენებულ ვაზს. აღნიშნული მიკროზონის ტერიტორიის ნიადაგური მახასიათებლები, ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, შესაძლებლობას იძლევა ვაზის ჯიში საფერავი გამოყენებულ იქნეს ღვინო "ქინძმარაულის" წარმოებისათვის.

კახური ღვინო ქართულ ღვინოებს შორის ყველაზე მეტად გამოხატავს ნიადაგის თვისებებს. ღვინის ხარისხს განაპირობებს შემდეგი ფაქტორები: ნიადაგი, ვაზის ჯიში, ადგილობრივი კლიმატური თავისებურებები, ვენახის ექსპოზიცია და სხვ. ამათგან, ღვინის ხარისხი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნიადაგის ტიპზე, ნიადაგის განსაზღვრულ ტიპს კი აყალიბებს მასში საუკუნეების განმავლობაში მიმდინარე ფიზიკური, გეოლოგიური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესები. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგი ვაზის თვისებებს განსხვავებულად წარმოაჩენს და ღვინის განსაკუთრებულ ხარისხს განაპირობებს.

**სამუშაოს მიზანი.** კვლევის მიზანს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის შესწავლა და მისი შემდგომი გამოყენება ცნობილი ქართული ბრენდის „ქინძმარაულის“ დასამზადებლად

შესაფერისი ყურძნის - „საფერავის“ ვენახების ფართობების გაზრდის მიზნით.

დასახული მიზნის მისაღწევად შესრულებულ იქნა:

- ღვარცოფების ბუნების შესახებ ლიტერატურული მონაცემების შესწავლა, პროცესების როლის დადგენა ღვარცოფების ფორმირების პროცესში;
- ქინძმარაულის სავარგულების კომპლექსური ანალიზი და მელიორაციული შეფასება; ტერიტორიის ზოგადი გეოგრაფიული, კლიმატური, გეოლოგიური და მელიორაციული შეფასება;
- მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის ზოგადი დახასიათება; მდ. დურუჯის ეროზიული ღრანტეების შესწავლა;
- ქინძმარაულის ტერიტორიაზე საველე-სამეცნიერო კვლევების განხორციელება და მათი შეფასება;
- ქალაქი ყვარლის, გორის, ბაღდათის და გარდაბნის რაიონების გეოგრაფიული, გეოლოგიური, კლიმატური და მელიორაციული შეფასება;
- მდ. დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის და შეტივნარებული კოლოიდური ფრაქციის მოცულობის პროგნოზი და მისი შეფასება საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით.

მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანიდან გამოვყავით კოლოიდური ნაწილი. აღნიშნული კოლოიდის პირველადი ქიმიური და გეოლოგიური ანალიზის ჩატარების შემდეგ მოვახდინეთ საცდელი მეურნეობებისათვის ტერიტორიების შერჩევა. საცდელ-სამეურნეო ნაკვეთებად შერჩეულ იქნა საქართველოს ტერიტორიის 4 ერთმანეთისაგან განსხვავებული წერტილი. შერჩეულ ადგილებზე მოეწყო საცდელი მეურნეობები, სადაც მოვახდინეთ „საფერავის“ ჯიშის ყურძნის დარგვა და ასევე უკვე არსებულ ჯიშებზე დანამატის სახით მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური მასის სუსპენზიის მიწოდება. მიღებულ

მოსავალზე დაკვირვებისა და ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დამუშავდა შესაბამისი დასკვნები და რეკომენდაციები.

**კვლევის ობიექტი.** კვლევის ობიექტს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზი, ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანი, ქინძმარაულის ყურძნის საცდელი პოლიგონების (სავარგულების) კვლევა ყვარლის, გორის, ბაღდათის და გარდაბნის რაიონებში.

**ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე.** ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის კვლევა სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის, კერძოდ, ქინძმარაულის მისაღებად შესაბამისი ყურძნის სავარგულების ფართობების გაზრდისათვის, საქართველოში განხორციელდა პირველად.

**შედეგების გამოყენების სფერო.** განხორციელებული საველე - საექსპერიმენტო კვლევებისა და მიღებული შედეგების სტატისტიკური რიგის დამუშავების საფუძველზე გაიცა რეკომენდაცია მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, კერძოდ, ქინძმარაულის მისაღებად შესაბამისი ყურძნის ფართობების გაზრდის თაობაზე, რაც გულისხმობს მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის და, შესაბამისად, კოლოიდური ფრაქციების კალაპოტიდან ინერტული მასალის ამოღებას, ეს კი, გარდა სასოფლო-სამეურნეო ფართობების გაზრდისა, მოახდენს მდინარე დურუჯის კალაპოტის გაწმენდის სტიმულაციას, რაც ასე სჭირდება მდინარე დურუჯს და ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის უსაფრთხოებას.

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.** სადისერტაციო ნაშრომი წარმოდგენილია კომპიუტერზე ნაბეჭდ 131 გვერდზე, შეიცავს: სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს ზოგად დახასიათებას, შესავალს, ექსპერიმენტულ ნაწილს, 13 ცხრილს, 30 ფოტოსურათს, ყველა თავს დართული აქვს ლიტერატურის მიმოხილვა, დასკვნებს, რეკომენდაციებს, და ციტირებულ ლიტერატურას, რომელთაგან 23 ქართული და 112 უცხოურია.



## დისერტაციის ძირითადი შედეგები თავების მიხედვით

სადისერტაციო ნაშრომის პირველ თავში განხილულია ღვარცოფების კლასიფიკაცია, მათი ფორმირების პირობები და გავრცელება კავკასიაში, კერძოდ საქართველოში.

ღვარცოფული პროცესების ფორმირებას და მის ინტენსიურობას ძირითადად განსაზღვრავს ლანდშაფტურ-კლიმატური პირობების დიდი კონტრასტულობა, ქანების ლითოფაქციალური შედგენილობა და რელიეფი.

აღსანიშნავია, რომ საქართველო მთა-გორიანი ქვეყანაა. მთისა და მთისწინა ზონა ქვეყნის ტერიტორიის 54%-ს მოიცავს და, შესაბამისად, ღვარცოფული მოვლენები განვითარებულია ტერიტორიის თითქმის ყველა ლანდშაფტურ-გეომორფოლოგიურ ზონაში, დაწყებული გორაკ-ბორცვიანიდან, მაღალმთიანი ალპური ზონით დამთავრებული. ამასთან ერთად, ატმოსფერული ნალექების 60-120 მმ-ის შემთხვევაში საქართველოში ღვარცოფები ფორმირდება ყველა ლანდშაფტურ გეომორფოლოგიურ ზონაში.

კლიმატური, ჰიდროგრაფიული, ჰიდროლოგიური და გეოლოგიური ტიპიზაციის მიხედვით საქართველოს ტერიტორია, ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის კლასიფიკაციით, დაყოფილია 12 ღვარცოფულ რაიონად.

კახეთის რეგიონში კლასიკური ღვარცოფსადინარის მაგალითს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის აუზი, რომლის ვიდეო-ვიზუალური აგეგმვა მიუთითებს, რომ ერთ ჰექტარ ფართობზე ეროზიის ინტენსივობამ განსაკუთრებულ შემთხვევებში შეიძლება 50 ტონამდე მიაღწიოს, რაც დასაშვებ ნორმაზე 25-ჯერ მეტია და იგი სატრანზიტო ადგილებში 20 მეტრიანი ღვარცოფის ტალღის გავლის მიზეზიც შეიძლება გახდეს.

პროფ. გივი გავარდაშვილის მონაცემების მიხედვით მდინარე დურუჯის აუზში ბოლო 100 წლის განმავლობაში დაფიქსირდა 40-მდე კატასტროფული ღვარცოფი, რომლებმაც 200-ზე მეტი ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა. დადგენილია, რომ მდ. დურუჯის აუზში მუდმივად განახლებადი

ღვარცოფული კერის ფართობი 20 კმ<sup>2</sup>-ს შეადგენს, სადაც ღვარცოფული მყარი მასის მოცულობა აღწევს 500 მილიონ მ<sup>3</sup>-ს.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესები პერიოდულ ცვალებადობას (გააქტიურება და დროებითი სტაბილიზაცია) განიცდის, ამიტომ შეუძლებელია მათი საშიშროების რისკის ალბათობის შესახებ საიმედო ინფორმაციის მიწოდება პერიოდულად სიტუაციის შეფასების, მოსალოდნელი სტიქიის იდენტიფიკაციის და მათი შესაძლო გააქტიურების მიზეზ-შედეგობრივი ფაქტორების ფუნდამენტალური შესწავლის გარეშე, რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს რისკების საშიშროების შეფასებას, მათი სივრცობრივი საზღვრების და განვითარების დადგენას, ტერიტორიის დაცვა-გაჯანსაღების ღონისძიებების დასახვას.

**ნაშრომის მეორე თავში** მოცემულია მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის და ქინძმარაულის ტერიტორიის კომპლექსური ანალიზი და მელიორაციული შეფასება.

მდინარე დურუჯი წარმოადგენს ალაზნის მარცხენა შენაკადს და გაედინება ქალაქ ყვარელზე. იგი იქმნება შავი და თეთრი დურუჯის შეერთებით კავკასიონის სამხრეთ კალთაზე. შავი დურუჯი იწყება მთა „შავი კლდიდან“, თეთრი დურუჯი - მთა „ნანიკასციხის“ სამხრეთ კალთაზე. მისი სიგრძე 27 კმ-ია, ხოლო აუზის ფართობი - 103 კმ<sup>2</sup>.

მდინარე დურუჯი ძირითადად საზრდოობს თოვლის და წვიმის წყლით, საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 1.06 მ<sup>3</sup>/წმ-ს. ხასიათდება წყალმოვარდნის რეჟიმით. დურუჯის ზემო დინებაში პერიოდულად იქმნება ტიპური სტრუქტურული ღვარცოფი, რომლის დროს ხარჯმა შეიძლება 200 მ<sup>3</sup>/წმ-ს და მეტსაც მიაღწიოს. მთებიდან გამოაქვს კოლოსალური რაოდენობით ტალახად ქცეული მყარი მასალა და დიდ საფრთხეს უქმნის ქალაქ ყვარელს.

შექმნილი მდგომარეობიდან გამოსვლის გზები მოითხოვს ფართომასშტაბიანი კომპლექსური ხასიათის ქვემოთ დასახელებული

სამუშაოების ჩატარებას, რომლებიც უნდა ითვალისწინებდეს შემდეგი ღონისძიებების განხორციელებას, რისთვისაც გამოყენებულ უნდა იქნეს ღვარცოფული გამონატანის შემცირების ყველა ჩვენს ხელთ არსებული უმნიშვნელო შესაძლებლობებიც კი.

მევენახეობის სპეციფიკური ზონა "ქინძმარაული" მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, შიდა კახეთში, ყვარლის ადმინისტრაციულ რაიონში, კავკასიონის განშტოების სამხრეთ დაქანებაზე, ჩრდილოეთ განედის 41°30' და აღმოსავლეთ გრძედის 45°50' კოორდინატებზე. სამრეწველო ვენახები ძირითადად განლაგებულია ზღვის დონიდან 250-550 მ სიმაღლის საზღვრებში.

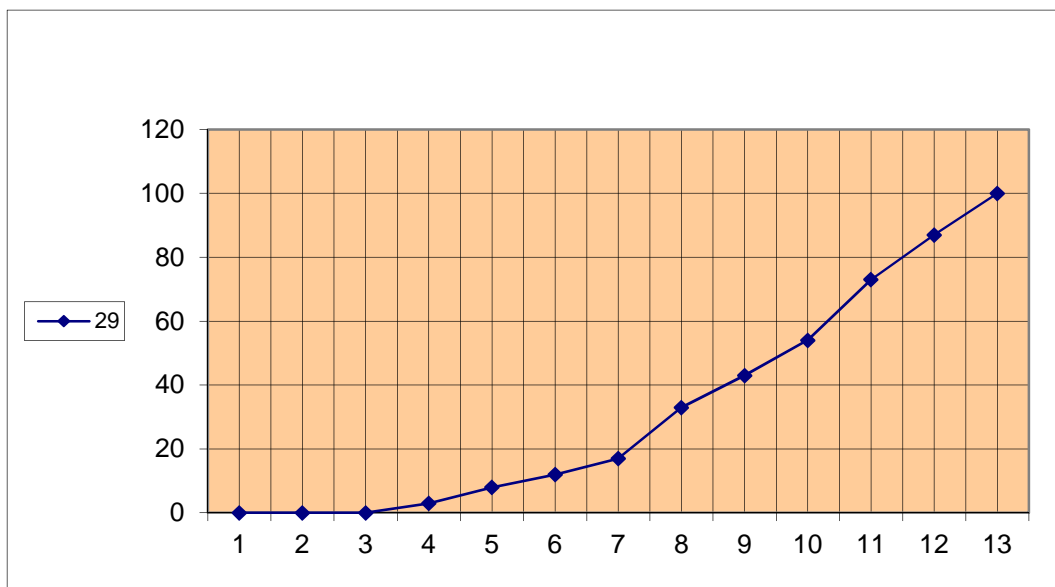
ქინძმარაულის მიკროზონის განსაკუთრებული გეოგრაფიული მდებარეობა - დიდი კავკასიონის მაღალი მთების სამხრეთით მიბჯენილი მთისწინეთის გავლენით ჩამოყალიბებული მიკროკლიმატი, მდინარეების ჩამონახილ შავ ფიქალებზე განვითარებული ხირხატიანი ნიადაგები, ვენახში შექმნილი მეტად ხელსაყრელი სითბური რეჟიმი და თვით ვაზის ჯიშის - საფერავის უნიკალური თვისებები, ეკოლოგიური პლასტიურობა განსაზღვრავენ ორიგინალური მაღალხარისხოვანი ბუნებრივად ნახევრადტკბილი ღვინის, "ქინძმარაულის" სპეციფიკურ საგემოვნო თვისებებს.

**სადისერტაციო ნაშრომის მესამე თავში** განხილულია ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევები და მოცემულია მათი ანალიზი.

საველე სამეცნიერო კვლევების განხორციელების მიზნით კვლევის ობიექტად შერჩეულ იქნა: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის საცდელ-სამელიორაციო ბაზები: გარდაბნის რაიონის სოფელი გამარჯვებაში, გორის რაიონის სოფელ კარალეთში; ქინძმარაულის მიკროზონაში არსებული მსხმოვარე ვენახი თ. ნაზრიშვილისა და ბაღდათის რაიონის სოფელ მე-2 ობჩაში უშანგი კაკაურიძის საკარმიდამო ნაკვეთებში.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მდინარე დურუჯის კოლოიდური გამონატანის სხვადასხვა კონცენტრაციის სუსპენზიის სახით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში შეტანა. აღნიშნული მიზნის მისაღწევად ჩვენს მიერ გამზადებულ იქნა მდ. დურუჯის ღვარცოფული გამონატანიდან კოლოიდური ფრაქციები, რომელთა დიამეტრიც ნაკლებია იყო 1 მმ-ზე. თითოეულ უბანზე შეტანილ იქნა სუსპენზია 20, 40, 60 და 80 %-ის შემცველობით, გარდაბნის რაიონის ბაზაზე ზემოთაღნიშნული სუსპენზია ასევე შეტანილი იქნა მსხმოიარე ვაზის ფართობში, ხოლო საკვლევ უბნებზე დარგულ იქნა საფერავის ჯიშის ვაზის ერთწლიანი ნერგები 2013 წლის მარტში (სურ. 3.1).

კვლევის ფარგლებში დაგეგმილი ამოცანების შესასრულებლად განხორციელდა მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის გეოლოგიური და ქიმიური შემადგენლობის დადგენა.



სურ. 3.2. მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის გეოლოგიური შემადგენლობის ინტეგრალური მრუდი



ქ. ყვარელში ქინძმარაულის  
მიკროზონის ვენახი



გარდაბნის რ-ნის სოფ. გამარჯვების  
საცდელი პოლიგონი



ვაზის ფესვების დამუშავება გორის  
რ-ნის სოფ. კარალეთის საცდელ  
პოლიგონზე



გორის რ-ნის სოფ. კარალეთის საცდელ  
პოლიგონზე საფერავის ნერგები



ბაღდათის რ-ნის სოფ. მე-2 ოზრის  
საცდელი პოლიგონის საერთო ხედი



ბაღდათის რ-ნის სოფ. მე-2 ოზრის  
საცდელი პოლიგონზე ერთწლიანი  
საფერავის ვეგეტაციის საერთო ხედი

სურ. 3.1. საკვლევ პოლიგონებზე ქინძმარაულის საფერავის ჯიშის ვაზზე  
მიმდინარე ექსპერიმენტი

ცხრილი 3.1. სხვადასხვა რაიონის ნიადაგების მექანიკური შემადგენლობა

#	ნიადაგის ნიმუში	>10.0	7.0-10.0	5.0-7.0	3.0-5.0	2.0-3.0	1.0-2.0	0.5-1.0	0.25-0.5	0.1-0.25	0.06-0.0-1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	დურუჯის შლამი	21	17	11,5	13	5,6	12,5	8	6	4	1
2	ყვარელი	27	13	8,4	12,74	6,75	13,5	9,75	2,27	2,44	1,66
3	ბაღდათი	47	15	10,5	13,5	5	6	2,68	0,14	0,1	0,08
4	გარდაბანი	3,2	5	6,5	3,5	20,47	6	1,9	0,5	0,44	0,48
5	გარდაბანი შლამიანად	11,2	17,5	22,75	12,25	3,65	21	6,65	1,75	1,54	1,71
6	გორი	13	14	19	11	10	16	5	4	5	3

მდ. დურუჯის გამოტანის კონუსიდან აღებული მყარი შედგენილობის ნიმუშების გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია 3.1 ცხრილში, ხოლო გრანულომეტრიის ინტეგრალური მრუდის გრაფიკი კი ნაჩვენებია სურ. 3.2-ზე.

ღვარცოფული მასის სოფლის მეურნეობაში გამოყენების თვალსაზრისით ჩატარებული იყო კოლოიდური მასის ქიმიური ანალიზი, რომლის შედეგებიც მოყვანილია 3.2 ცხრილში (ქიმიური ელემენტების რაოდენობა მოცემულია %-ში).

მდ. შავი დურუჯის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობებიდან დენუდირებული მასის მოცულობის დასადგენად წელიწადის სხვადასხვა დროს და სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში ავიღეთ მდინარის წყლის

ნიმუშები რომელშიც განსაზღვრულ იქნა შეტივარებული ნატანის რაოდენობა (მგ/ლ-ში).

**ცხრილი 3. 2. მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის ქიმიური ანალიზის შედეგები**

მდინარე დურუჯის კოლოიდური მასის ქიმიური შედგენილობა %-ში									
ნივთიერება	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	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
%	48.6	26.8	13.2	0.3	0.85	2.88	0.8	1.06	5.2

გარდაბნის რაიონის ნიადაგების თეორიული გაცნობის შემდეგ მოვახდინეთ ტერიტორიის შერჩევა საექსპერიმენტო პოლიგონის მოსაწყობად. აღნიშნული ტერიტორიიდან ავიღეთ ნიადაგის ნიმუშები, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის წყლისა და ნიადაგის ლაბორატორიაში განხორციელდა როგორც გეოლოგიური, ასევე ქიმიური ანალიზი. ანალოგიურად მოვიქვეცით გორის რაიონის საცდელ საექსპერიმენტო უბანზეც.

ბაღდათის რაიონში საექსპერიმენტოდ შერჩეულ იქნა სოფელი მეორე ობჩის ტერიტორია. როგორც სხვა საკვლევ ტერიტორიის შერჩევასა, ბაღდათის შემთხვევაშიც წინასწარ მოხდა ტერიტორიის დათვალიერება, ნიმუშების აღება და განხორციელდა გეოლოგიური და ქიმიური ანალიზი.

მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარების შემდეგ გარდაბანში, გორში და ბაღდათში წინასწარ შერჩეულ საექსპერიმენტო ტერიტორიებზე მოვაწყვეთ საცდელი პოლიგონები, რომელიც წინასწარ დაყვავით 5 სექტორად: I სექტორში დავტოვეთ ნიადაგი უცვლელად; II - სექტორში შევიტანეთ წინასწარ მომზადებული სუსპენზია 20 %-ის; III - სექტორში - 40 %-ის; IV სექტორში - 60 %-ის და V სექტორში - 80 %-ის შემცველობით. შემდეგ დავრგეთ ერთწლიანი საფერავის ნერგები სქემით 3,0 × 1,5 მ, რომელზეც დაკვირვებები გრძელდება.

ზემოთ აღნიშნული სამუშაოების პარალელურად დაკვირვებები ვაწარმოეთ ასევე ვენახზე, სადაც წინასწარ დანამატის სახით შევიტანეთ ღურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანი.

საანალიზოდ ავიღეთ ყურძენი, რომელიც მივიღეთ ჩვენს საექსპერიმენტო ბაზაზე და შესადარებლად ავიღეთ ის ყურძენი, რომელიც მოყვანილია ნიადაგზე, სადაც შლამი არ არის დამატებული. ჩატარდა ყურძნის მტევნების მექანიკური შედგენილობის ანალიზი, რომლის შედეგები მოცემულია ცხრილი 3.5-ში.

**ცხრილი 3.5**

საფერავის მტევნის მექანიკური ანალიზის შედეგები (#1, 2 - ბუნებრივ ნიადაგზე მოყვანილი ყურძნის მტევანი; #3 - ნიადაგზე, სადაც 20 %-იანი სუსპენზია იყო შეტანილი, # 4,5 - ნიადაგზე, სადაც 40 %-იანი სუსპენზია იყო შეტანილი)

საანალიზო ნიმუში #	მტევნის საშუალო წონა გ-ით	მარც - ვლების საშუალო რაოდენობა მტევანზე	მტევნის შემადგენელი ნაწილები %-ით მტევნის საერთო წონასთან				100 მარცვლის წონა გ-ით	100 წიპწის წონა გ-ით
			წვენი	კლერტი	კანი	წიპწა		
1	146	95	83.2	3.5	9.2	4.1	145	4.2
2	166	120	80.1	4	9.7	6.2	138	3.6
3	99	84	82.6	3.4	10.3	3.7	136	4.1
4	134	121	85.7	4.8	9.48	5.97	156.8	3.29
5	147	108	87	3.5	5.9	3.4	120	3

ასევე ჩატარდა ქიმიური ანალიზი საცდელი ნაკვეთიდან აღებული ყურძნის დაწურვით მიღებულ ღვინომასალას, რომლის რიცხოვრივი მაჩვენებლები მოცემულია 3.6 ცხრილში.

საველე კვლევების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ იმ სავარგულებში, სადაც 60, 80 %-იანი სუსპენზია იყო შეტანილი, მცენარეს ძალიან გაუჭირდა ვეგეტაცია. ხოლო იმ ფართობებზე, სადაც 20 და 40 %-იანი სუსპენზია იყო შეტანილი, ოთხივე საკვლევ უბანზე მცენარემ არა მარტო გააძლიერა ვეგეტაცია, არამედ ზოგიერთ ვაზზე ყურძნის ნაყოფიც კი დაფიქსირდა.



**ცხრილი 3.6. საფერავის ღვინომასალის ძირითადი პარამეტრების ანალიზის შედეგები**

ნიმუში	ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი	ტიტრული მჟავის კონცენტრაცია	საერთო გოგირდოვანი მჟავის მასური კონცენტრაცია	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია	საერთო გოგირდოვანი მჟავის მასური კონცენტრაცია	თავისუფალი გოგირდოვანი მჟავის მასური კონცენტრაცია	დაყვანილი ექსტრაქტის მასური კონცენტრაცია	ფარდობითი სიმკვრივე
საფერავი (ქინძ. მიკროზონა)	13.7	1.04	6	0.85	38	8	24.8	0.992
საფერავი (20 % იანი სუსპენზიით)	9.8	0.95	4	0.78	35	6	20.5	0.880
საფერავი (40 % იანი სუსპენზიით)	12.6	1.0	5.5	0.72	36	7.5	23.4	0.990
ნორმა	-	≤ 4.0	≤ 4.0	≤ 1.1	≤ 210	≤ 30	≤ 20	-

სადისერტაციო ნაშრომის მეოთხე თავში წარმოდგენილია მეთოდოლოგია მდინარე დურუჯის კალაპოტში ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის პროგნოზირებისათვის. მდინარე დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფის მიერ გამოტანილი ღვარცოფული მასის პროგნოზირების მიზნით გამოყენებული იყო, როგორც 2010-2014 წლებში ზაფხულის პერიოდში ჩატარებული საველე-ექსპედიციური კვლევის შედეგები, ასევე განვლილ პერიოდში გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურა, მათ შორის, აკადემიკოსების ც. მირცხულავას, ო. ნათიშვილის, პროფესორების - ვ. თევზაძის, გ. გავარდაშვილის, ე. კუხალაშვილის, ი. ხერხეულიძის, ე. წერეთლის და სხვა მეცნიერების.

მდინარე დურუჯის კალაპოტში გავლილი ღვარცოფების სტატისტიკური რიგი, პროფ. გ. გავარდაშვილის მიერ გადამუშავებული და ზოგიერთ შემთხვევაში, აღდგენილიც კი, მოცემულია მრავალ სამეცნიერო ნაშრომში; ზემოთ აღნიშნული სტატისტიკური რიგის (40

წერტილი) დამუშავებით მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულება, რომლითაც იანგარიშება მდინარე დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ღვარცოფილი მასის მოცულობა (W).

მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$W = 0,138 \cdot T^{1,52} \cdot Q_{\max}^{0,73} \quad , \quad (\text{მ}^3), \quad (4.5)$$

სადაც, T არის მდინარის კალაპოტში ღვარცოფის მოძრაობის დრო (წმ);

$Q_{\max}$  - ღვარცოფის მაქსიმალური ხარჯი ( $\text{მ}^3 / \text{წმ}$ ).

(4.5) დამოკიდებულების გამოყენების ზღვრებია:

$$\begin{aligned} 180 \leq T \leq 2160 \quad , \quad (\text{წმ}); \\ 100 \leq Q_{\max} \leq 2000 \quad , \quad (\text{მ}^3 / \text{წმ}); \end{aligned} \quad (4.6)$$

(4.5) დამოკიდებულებით გაანგარიშებული იყო მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის მოცულობები (W), რომელთა მაჩვენებლებიც შედარებული იყო ბუნებაში გავლილ მონაცემებთან; მათი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში (ცხრილი # 4.3).

### ცხრილი 4.3

მდინარე დურუჯის ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის მოცულობა

#	ღვარცოფის გავლის წელი	ღვარცოფის ხარჯი Q max ( $\text{მ}^3 / \text{წმ}$ )	ღვარცოფის მოცულობის ფარდობითი სიდიდე $W_i / W_{\max}$ ( $\text{მ}^3$ )	$[W_i / W_{\max} - (W_i / W_{\max})_{\text{საშ}}]$	$[(W_i / W_{\max} - (W_i / W_{\max})_{\text{საშ}})^2]$
1	2	3	4	5	6
1	1899	434.8	0.33	0.11	0.01210
2	1906	2000	1	0.78	0.60800
3	1947	1666.6	0.88	0.66	0.43560

4	1949	370.4	0.33	0.11	0.01210
5	1956	253.2	0.126	-0.094	0.00800
6	1957	199.2	0.1	-0.12	0.01440
7	1961	159.6	0.0798	-0.14	0.01960
8	1961	210	0.0777	-0.14	0.01960
9	1961	740	0.6	0.38	0.14400
10	1961	250	0.3	0.08	0.00640
11	1963	172	0.09	-0.13	0.01690
12	1963	132	0.03	-0.19	0.03610
13	1963	703	0.679	0.459	0.21000
14	1963	144	0.067	-0.153	0.02340
15	1963	73	0.017	-0.203	0.04100
16	1963	470	0.86	0.64	0.40000
17	1963	103	0.01	-0.21	0.04400
18	1963	1244	0.49	0.27	0.07290
19	1963	443	0.34	0.12	0.01440
20	1963	288	0.048	-0.17	0.02890
21	1963	150	0.03	-0.19	0.03610
22	1963	262	0.1	-0.12	0.01440
23	1963	446	0.08	-0.14	0.01960
24	1963	205	0.1	-0.12	0.01440
25	1963	82	0.01	-0.21	0.04410
26	1963	62	0.04	-0.18	0.03240
27	1973	200.6	0.1	-0.12	0.01440
28	1976	240.2	0.11	-0.11	0.01210
29	1977	167.6	0.067	-0.153	0.02000
30	1981	264	0.176	-0.044	0.00194
31	1982	458	0.076	-0.144	0.02070
32	1983	229	0.09	-0.13	0.01690
33	1984	162	0.08	-0.14	0.01960
34	1986	282	0.11	-0.11	0.01210
35	1986	160	0.13	-0.09	0.00810
36	1986	321	0.16	-0.06	0.00360

37	1990	114	0.076	-0.144	0.00578
38	1992	330.2	0.275	0.055	0.00300
39	1997	221.1	0.13	-0.09	0.00810
40	1999	333.3	0.27	0.05	0.00250

კვლევის მიზანს ასევე წარმოადგენს საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენა, თუ რა მათემატიკური კანონზომიერებით აღიწერება მდ. დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული მყარი ნატანის მოცულობა. ამ მიზნის განხორციელებისათვის ვსარგებლობთ 4.3 ცხრილის მონაცემებით.

ღვარცოფული გამონატანის მოცულობის საშუალო მნიშვნელობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\left(\overline{W_i/W_{\max}}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{40} (W_i / W_{\max})}{N} \quad (4.7)$$

სადაც  $\sum_{i=1}^n (W_i / W_{\max})$  - ღვარცოფის მოცულობის ფარდობითი სიდიდის ჯამური მნიშვნელობა; N - სტატისტიკური რიგის რაოდენობა.

თუ შევიტანთ ჩვენს მნიშვნელობებს (4.7) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$\left(\overline{W_i/W_{\max}}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{40} (W_i / W_{\max})}{N} = \frac{8,6645}{40} = 0,2166 \quad (4.8)$$

ღვარცოფის მოცულობის საშუალო კვადრატული გადახრა გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\dagger = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i}{W_{\max}}\right)^2 - \left(\overline{W_i/W_{\max}}\right)^2}{N}} \quad (4.9)$$

შევიტანოთ ჩვენი მონაცემები (4.9) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$\dagger = \sqrt{\frac{2,47}{40}} = 0,248 \quad (4.10)$$

ღვარცოფის მოცულობის მნიშვნელობები შესაბამის ინტერვალებში მოცემულია ცხრილში 4.4.

**ცხრილი 4.4**  
ღვარცოფის მოცულობის მნიშვნელობები შესაბამის ინტერვალებში

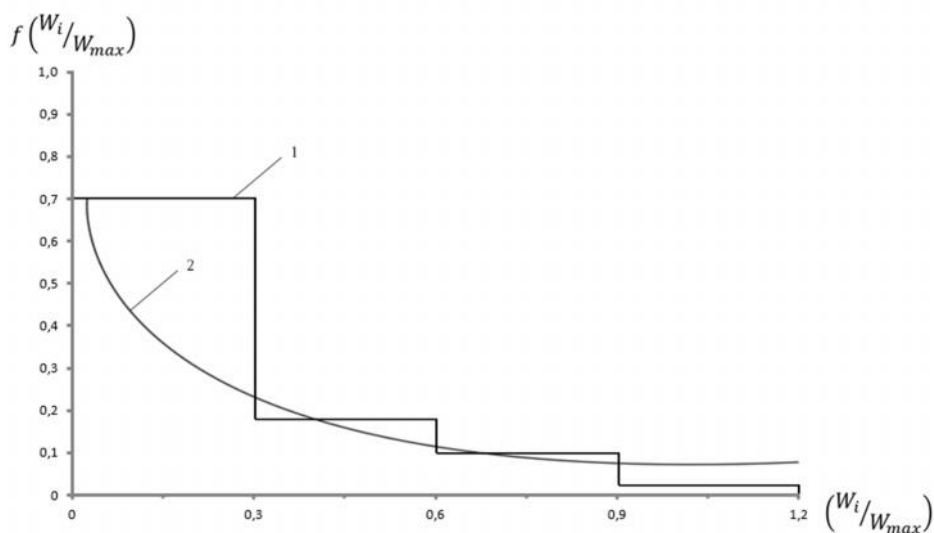
ინტერვალი	0-0.3	0.3-0.6	0.6-0.9	0.9-1.2
სიხშირე ( $m_i$ )	28	7	4	1
$f(w)$	0.7	0.175	0.1	0.025

სადაც, 
$$f(W) = \frac{m_i}{N} \quad (4.11)$$

ღვარცოფული მასის ჰისტოგრამის ასაგებად ვიყენებთ ცხრილი 4.4- ის მონაცემებს, რომლის გრაფიკიც მოცემულია ნახ. 4.3-ზე.

ღვარცოფული მასის მათემატიკური ლოდინი ტოლია:

$$m_* = \sum_{i=1}^{40} (W_i / W_{max}) \cdot f(W_i / W_{max}) = 0,15 \cdot 0,7 + 0,45 \cdot 0,175 + 0,75 \cdot 0,10 + 1,05 \cdot 0,025 = 0,284 \quad (4.12)$$



**ნახ. 4.3.** ღვარცოფის მოცულობის ჰისტოგრამა (1) და მისი თეორიული განაწილების მრუდი (2)

მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის ფარდობითი მნიშვნელობების ჰისტოგრამა და შესაბამისი თეორიული გამონატანის მრუდი ნაჩვენებია 4.3 ნახაზზე.

4.3 ნახაზზე გამოსახულ მრუდს შეესაბამება ვეიბულის განაწილების კანონი, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$f(W_i/W_{\max}) = 0,115(W_i/W_{\max}) \exp[-0,248(W_i/W_{\max})^{0,248}] \quad (4.13)$$

თუ გავიანგარიშებთ მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის ფარდობითი სიდიდის მნიშვნელობებს (4.13) დამოკიდებულებით, მაშინ მიღებული სიდიდეების საიმედოობა იანგარიშება ფორმულით:

$$P(W_i/W_{\max}) = \int_0^{1,2} f(W_i/W_{\max}) = 0,71 \quad (4.14)$$

(4.14) დამოკიდებულების რისკი კი ტოლია.

$$R = 1 - P(W_i/W_{\max}) \quad (4.15)$$

$$R = 1 - 0,71 = 0,29 \quad (4.16)$$

ამრიგად, ჩვენს მიერ ჩატარებული თეორიული კვლევების მიხედვით განგარიშებული საიმედოობა ტოლია 0,71-ის, რაც პრაქტიკაში მიღებულ სიდიდედ ითვლება.

მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დროს ტრანსპორტირებული შეტივნარებული კოლოიდური ფრაქციის პროგნოზირებისათვის 2014-2015 წწ განხორციელდა საველე-მონიტორინგული კვლევები, რომლის დროსაც მდინარე დურუჯის სატრანზიტო და გამოტანის კონუსებზე აღებულ იქნა წყლის სინჯები, რომლებსაც შემდგომ სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში ჩაუტარდათ ქიმიური ანალიზი, ანალიზის მონაცემები მოცემულია 4.5 ცხრილში.

## ცხრილი 4.5

მდ. დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული წყალდიდობის მიერ ტრანსპორტირებული ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი სიდიდეები

#	ღვარცოფის გავლის წელი	ღვარცოფის ხარჯი, Q max (მ <sup>3</sup> /წმ)	შეტვიწარმული ნატანის მოცულობა, S <sub>i</sub> (კგ)	შეტვიწარმული ნატანის ფარდობითი სიდიდე, (S <sub>i</sub> /S <sub>max</sub> )	[(S <sub>i</sub> /S <sub>max</sub> - S <sub>საშ</sub> )]	[(S <sub>i</sub> /S <sub>max</sub> - S <sub>საშ</sub> )] <sup>2</sup>
1	1899	434.8	1826.16	0.21	0.03	0.0009
2	1906	2000	8400	1	0.82	0.67
3	1947	1666.6	6999.72	0.83	0.65	0.42
4	1949	370.4	1555.68	0.18	1	1
5	1956	253.2	1063.44	0.13	0.05	0.0025
6	1957	199.2	836.6	0.09	0.09	0.0081
7	1961	159.6	670.3	0.079	-0.101	0.01
8	1961	210	882	0.105	-0.075	0.005
9	1961	740	3108	0.369	0.129	0.035
10	1961	250	1050	0.125	-0.055	0.003
11	1963	172	722.4	0.086	-0.094	0.0088
12	1963	132	554.4	0.066	-0.114	0.0129
13	1963	703	2950.5	0.35	0.17	0.0289
14	1963	144	604.8	0.072	-0.108	0.011
15	1963	73	306.6	0.0365	-0.14	0.0196
16	1963	470	1974	0.235	0.055	0.003
17	1963	103	432.6	0.05	-0.13	0.0169
18	1963	1244	5224.8	0.622	0.442	0.195
19	1963	443	1860.6	0.22	0.04	0.0016
20	1963	288	1209.6	0.144	-0.036	0.00129
21	1963	150	630	0.075	-0.105	0.011
22	1963	262	1100.4	0.13	-0.05	0.0025
23	1963	446	1873.2	0.222	0.042	0.0017
24	1963	205	848.4	0.101	-0.079	0.006
25	1963	82	344.4	0.041	-0.139	0.019
26	1963	62	260.4	0.031	-0.149	0.022
27	1973	200.6	842.52	0.1	-0.08	0.064

28	1976	240.2	1008.84	0.12	-0.06	0.036
29	1977	167.6	703.92	0.08	-0.1	0.01
30	1981	264	1108.8	0.132	-0.048	0.0023
31	1982	458	1923.6	0.229	0.049	0.0024
32	1983	229	961.8	0.114	-0.066	0.004
33	1984	162	680.4	0.081	-0.099	0.0098
34	1986	282	1184.4	0.141	-0.039	0.0015
35	1986	160	672	0.08	-0.1	0.01
36	1986	321	1348.2	0.16	-0.02	0.0004
37	1990	114	478.8	0.05	-0.13	0.0169
38	1992	330.2	1386.84	0.16	-0.02	0.0004
39	1997	221.1	928.62	0.11	-0.07	0.0049
40	1999	333.3	1399.86	0.16	-0.02	0.0004

შეტვიწარებული კოლოიდური ფრაქციების ფარდობითი სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობები ტოლია:

$$\left(\bar{S}_i / S_{\max}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{40} (S_i / \bar{S})}{N} \quad (4.18)$$

კოლოიდური ფრაქციების ფარდობითი მნიშვნელობების კვადრატული გადახრა ტოლია:

$$\dagger = \sqrt{\frac{\sum (S_i / S_{\max}) - (\bar{S}_i / \bar{S})}{N}} = 0,258; \quad (4.19)$$

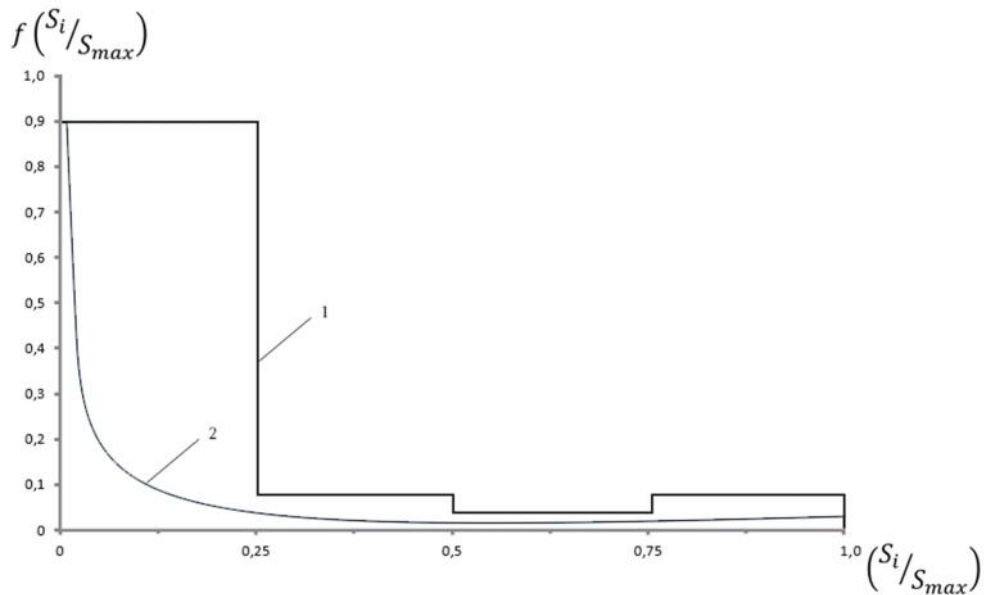
წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების შედეგად კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობები შესაბამის ინტერვალებში მოცემულია ცხრილი 4.6- ში.

**ცხრილი 4.6**  
კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობების სიხშირე შესაბამის ინტერვალებში

ინტერვალი	0-0.25	0.25-0.5	0.5-0.75	0.75-1.0
სიხშირე $m_i$	35	2	1	2
$f(S_i/S_{\max})$	0.7	0.175	0.1	0.025



ჰისტოგრამის ასაგებად ვსარგებლობთ 4.6 ცხრილის მონაცემებით და ვაგებთ მის გრაფიკს (ნახ. 4.4).



ნახ. 4.4. კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობების ჰისტოგრამა (1) და შესაბამისი განაწილების მრუდი(2)

კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი სიდიდის მათემატიკური ლოდინი ტოლია:

$$m'_* = \sum_{i=1}^{40} (S_i / S_{\max}) \cdot f(S_i / S_{\max}) = 0.125 \cdot 0.875 + 0.25 \cdot 0.05 + 0.625 \cdot 0.025 + 0.875 \cdot 0.005 = 0.18 \quad (4.20)$$

მდინარე დურუჯის კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობების ჰისტოგრამა და შესაბამისი თეორიული გამონატანის მრუდი ნაჩვენებია 4.4 ნახაზზე.

4.4 ნახაზზე გამოსახულ მრუდს შეესაბამება ვეიბულის განაწილების კანონი, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$f(S_i / S_{\max}) = 0,232(S_i / S_{\max}) \cdot \exp[-0,258(S_i / S_{\max})^{0.18}] \quad (4.21)$$

თუ გავიანგარიშებთ მდინარე დურუჯის კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი სიდიდის მნიშვნელობებს (4.21) დამოკიდებულებით, მაშინ მიღებული სიდიდეების საიმედოობა იანგარიშება ფორმულით:

$$P(S_i / S_{\max}) = \int_0^{1,0} f(S_i / S_{\max}) d(S_i / S_{\max}) = 0,78 \quad (4.22)$$

(4.22) დამოკიდებულების რისკი კი ტოლია.

$$R = 1 - P(S_i / S_{\max}) \quad (4.23)$$

$$R = 1 - 0.78 = 0.22 \quad (4.24)$$

ამრიგად, ჩვენს მიერ ჩატარებული თეორიული კვლევების მიხედვით განგარიშებული საიმედოობა ტოლია 0,78-ის, რაც პრაქტიკაში დასაშვებ სიდიდედ ითვლება.

## ძირითადი დასკვნები

მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზსა და საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში განხორციელებული საველე და თეორიული კვლევების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. საქართველოში და საზღვარგარეთ გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურის დამუშავების შედეგად შეფასებულია მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა, მისი ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორების - გეოლოგიური, ფიზიკურ-ქიმიური და მელიორაციული სიდიდეების შეფასებით;
2. მდინარე დურუჯის კალაპოტიდან - ღვარცოფის გამოტანის კონუსიდან აღებულია ღვარცოფული მასის ნიმუშები და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში განხორციელდა მათი ქიმიური და გეოლოგიური ანალიზი;
3. ღვარცოფულ გამონატანში დადგენილია ქიმიური ელემენტების  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  შესაბამისი პროცენტული მაჩვენებლები;
4. მიღებულია, რომ ქინძმარაულის მიკროზონის სავარგულებში არსებული ნიადაგების ფორმირებას სხვა მაჩვენებლებთან ერთად განსაზღვრავს სილიციუმის ორჟანგი, რომლის სიდიდეც მერყეობს 47-49 % ფარგლებში;
5. მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის გეოლოგიური ანალიზის შედეგების მიხედვით აგებულია მყარი ფრაქციების გრანულომეტრული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდები, რომელიც საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული მყარი ფრაქციების საშუალო დიამეტრი;

6. ქინძმარაულის ყურძნის სავარგულებისათვის საჭირო სასოფლო-სამეურნეო ფართობების გაზრდის მიზნით საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში (ყვარელი, გორი, გარდაბანი, ბაღდათი) მოეწყო საველე - ექსპერიმენტალური უბნები, სადაც დარგული იქნა საფერავის ჯიშის ვაზის ნერგები, ნიადაგში დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის სხვადასხვა პროცენტული შემცველობის სუსპენზიის (20,40,60,80 %) შეტანით;
7. საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენილია ღვარცოფისა და წყალდიდობების მიერ ტრანსპორტირებული მყარი ფრაქციებისა და შეტივნარებული კოლოიდური ფრაქციის ფუნქციის სიმკვრივის განაწილების კანონი, რომელსაც აქვს ვეიბულის განაწილების სახე;
8. საველე კვლევების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ იმ სავარგულებში, სადაც 60, 80 %-იანი სუსპენზია იყო შეტანილი, მცენარეს ძალიან გაუჭირდა ვეგეტაცია. ხოლო იმ ფართობებზე, სადაც 20 და 40 % - იანი სუსპენზია იყო შეტანილი, ოთხივე საკვლევ უბანზე მცენარემ არა მარტო გააძლიერა ვეგეტაცია, არამედ დაფიქსირდა ზოგიერთ ვაზზე ყურძნის ნაყოფი;
9. ქ. ყვარელში ქინძმარაულის მიკროზონის ყურძნისა და საკვლევ უბნებზე მოსხმული ყურძნის წვენის ქიმიური ანალიზის შედეგებმა დაადასტურა, რომ ნაყოფი, რომელიც მიღებულია ნიადაგზე, სადაც შეტანილი იყო მდინარე დურუჯის 40% შემცველობის კოლოიდური ფრაქციის სუსპენზია, თავისი ქიმიური შემცველობით (ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი, ტიტრული მჟავის კონცენტრაცია, საერთო გოგირდოვანი მჟავისა და აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია, საერთო გოგირდოვანი მჟავისა და თავისუფალი გოგირდოვანი მჟავის მასური კონცენტრაცია, დაყვანილი ექსტრაქტის

მასური კონცენტრაცია და ფარდობითი სიმკვრივე) თანხვედრაშია ადგილობრივი ყურძნის მონაცემებთან;

10. ჩატარებული კვლევების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია გავუწიოთ რეკომენდაცია მდინარე დურუჯის კოლოიდური გამონატანის 40 %-იანი სუსპენზიის შეტანას სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში. აღნიშნული საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ ქინძმარაულის სავარგულების ფართობები, რაც ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღების გარანტიაა;
11. ჩატარებული კვლევების საიმედოობის დადასტურების მიზნით დაგეგმილია სამეცნიერო საველე კვლევების გაგრძელება, რის საფუძველზეც იგეგმება სამეცნიერო-პრაქტიკული დეტალური რეკომენდაციების დამუშავება, რომელიც ქინძმარაულის ბიზნესის განვითარების მიზნით განსახილველად გაეგზავნება საქართველოს მთავრობას.

**ნაშრომის აპრობაცია.** სამუშაოს ძირითადი დებულებები და შედეგები მოხსენებულ იქნა მე-4 საერთაშორისო კონფერენციაზე „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“, ქალაქი თბილისი, 27-30 სექტემბერი, 2014 წელი. XII საერთაშორისო კონფერენციაზე „გარემოს დაცვა, ბიოლოგიური და ეკოლოგიური მეცნიერებები და ინჟინერია“, ქალაქი მადრიდი, 11-12 ნოემბერი, 2014 წელი და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის შრომათა კრებულებში, 2014-2015, ასევე ინსტიტუტის სამეცნიერო ანგრიშში „მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის ჰიდროეკოლოგიური კვლევა ქ. ყვარლის მოსახლეობის ღვარცოფებისაგან ეფექტური დაცვის მიზნით (2010-2014)“.

## გამოქვეყნებული ნაშრომების სია

1. „Evaluation ecological condition of the river Duruji“ 4<sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference „Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction“. Tbilisi, 2014, pp. 231-233.
2. „Evaluation of debris flow sediment and using it in order to increase agricultural lands“. XII International Conference „ Environmental Protection, Biological and Ecological Sciences and Engineering“. Madrid (Spain),2014, pp. 511-512.
3. „მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სასოფლო-სამეურნეო მიზნით გამოყენებისათვის მიმდინარე ექსპერიმენტის მიმოხილვა" საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის შრომათა კრებული #69. თბილისი, 2014, გვ. 250 -254.
4. „მდ. დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების განსაზღვრა და მისი გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებით“. მე-5 საერთაშორისო კონფერენციის „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ სამენიერო შრომათა კრებული. თბილისი, 2015, 5 გვ, გადაცემულია დასაბეჭდად.

## Conclusion

From natural disaster distributed in the territory of Georgia, one main important is debris flow, which takes place approximately every mountain and pre-mountain region. Debris flow has big negative influence at many field of industry, also they decreases whole area of agricultural lands.

The purpose of the research is study of debris flow sediment of river Dutsuji and then using it for increase vineyard area of vine „Saperavi”, which will be suitable for make known Georgian brand „Kinzmarauli.

To achieve noted aim it has been prepared colloidal fraction from river Dutsuji debris flow sediment by us, which diameter was less than 1 mm. On the each section added suspension containing 20; 40 60 and 80 %. On the research sections has been planted „Saperavi” plants in March, 2013. Also in Kvareli, Kinzmarauli microzone territory and Gardabani research area noted suspension added to bearing vine area.

For use river Dutsuji colloid in agriculture in order to increase Kinzmarauli agricultural area has been establish law of density distribution of solid fractions function transported by debris flow and floods, by using of theory of reliability and risks, which has view of Veibool distribution.

On the base of analysis of conducted researches, is established, that when add 40 % suspension in agricultural area, vegetation of Saperavi vine is running efficiently, was also first fruit and is possible to give recommendation about use noted concentrated suspension for agricultural aim. Above noted give us ability to increase Kinzmarauli area, that is warranty of receiving ecologically safe product and it is one way of development Kinzmarauli business in Georgia.