

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: **გივი გავარდაშვილი**

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

რეცენზენტები: **ზურაბ ლობჯანიძე**

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 საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის

სხდომაზე, კორპუსი II , აუდიტორია 212<sup>ა</sup>

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი დემური ტაბატაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით სუპატაშვილი თამრიკო მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის კვლევა ქინძმარაულის ყურძნის სავარგულების გაზრდის მიზნით და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ხელმძღვანელი: \_\_\_\_\_

რეცენზენტი: \_\_\_\_\_

რეცენზენტი: \_\_\_\_\_

ავტორი: სუპატაშვილი თამრიკო

დასახელება: მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის კვლევა ქინძმარაულის ყურძნის სავარგულების გაზრდის მიზნით

ფაკულტეტი: სამშენებლო

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა:

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა: \_\_\_\_\_

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

## დასკვნა

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

კვლევის მიზანს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის ღვარცოფული გამონატანის შესწავლა და მისი შემდგომი გამოყენება ცნობილი ქართული ბრენდის „ქინძმარაულის“ დასამზადებლად საჭირო ყურძნის, „საფერავის“ ვენახების ფართობების გაზრდის მიზნით.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად მდ. დურუჯის ღვარცოფული გამონატანიდან ჩვენს მიერ მომზადებული იქნა კოლოიდური ფრაქციები, რომელთა დიამეტრიც 1 მმ-ზე ნაკლებია. თითოეულ უბანზე შეტანილი იქნა ღვარცოფული მასის სუსპენზია 20; 40 60 და 80 %-ის შემცველობით. საკვლევ უბნებზე დარგული იქნა საფერავის ჯიშის ვაზის ერთწლიანი ნერგები 2013 წლის მარტში, ხოლო ყვარლის ქინძმარაულის მიკროზონის ტერიტორიაზე და გარდაბნის რაიონის ბაზაზე ზემოაღნიშნული სუსპენზია ასევე შეტანილი იქნა მსხმოიარე ვაზის ფართობებში.

მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სოფლის მეურნეობაში გამოყენებისათვის, ქინძმარაულის სავარგულების ფართობების გაზრდის მიზნით, დადგენილია ღვარცოფის და წყალდიდობების მიერ ტრანსპორტირებული მყარი ფრაქციებისა და შეტივნარებული კოლოიდური ფრაქციის ფუნქციის სიმკვრივის განაწილების კანონი საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით, რომელსაც აქვს ვეიბულის განაწილების სახე.

ჩატარებული კვლევების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ღვარცოფული კოლოიდური მასის 40 %-იანი სუსპენზიის შეტანისას სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში საფერავის ჯიშის ვაზის ვეგეტაცია მიმდინარეობს ოპტიმალურად, დაფიქსირდა პირველი ნაყოფი და შესაძლებელია გავუწიოთ რეკომენდაცია მდინარე დურუჯის კოლოიდური გამონატანის ზემოაღნიშნული კონცენტრაციის სუსპენზიის შეტანას სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში. აღნიშნული საშუალებას მოგვცემს

გავზარდოთ ქინძმარაულის სავარგულები ფართობები, რაც ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღების გარანტიას და ქინძმარაულის ღვინის ბიზნესის განვითარების ერთ-ერთ ძირითად საშუალებას წარმოადგენს.

## 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 Dutuji and then using it for increase vineyard area of vine „Saferavi”, which will be suitable for make known Georgian brand „Kinzmarauli.

To achieve noted aim it has been prepared colloidal fraction from river Duruji 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 Duruji 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.

შესავალი -----	9
<b>თავი 1. ღვარცოფული მოვლენები ზოგადი დახასიათება</b>	
1.1 ღვარცოფული მოვლენების კლასიფიკაცია-----	18
1.2 ღვარცოფების გავრცელება კავკასიასა და საქართველოში -----	27
1.3 ფაქტორთა როლი ღვარცოფულ პროცესებში-----	30
1.4 1.4. ღვარცოფებთან ბრძოლის ღონისძიებები-----	40
<b>თავი. 2. მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის და ქინძმარაულის ტერიტორიის კომპლექსური ანალიზი და მელიორაციული შეფასება</b>	
2.1. მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის ზოგადი დახასიათება-----	43
2.2 მდ. დურუჯის კალაპოტის თანამედროვე მდგომარეობა-----	44
2.3. მდ. დურუჯის ეროზიული ღრანტეების დახასიათება-----	48
2.4 საფერავის ზოგადი ბოტანიკური დახასიათება-----	50
2.5 ქინძმარაულის ტერიტორიის ზოგადი გეოგრაფიული დახასიათება----	61
2.6 ქინძმარაულის ტერიტორიის ზოგადი კლიმატური შეფასება-----	62
2.7 ქინძმარაულის ტერიტორიის ზოგადი გეოლოგიურ მელიორაციული შეფასება-----	65
<b>თავი 3. ქინძმარაულის ტერიტორიაზე საველე სამეცნიერო კვლევების განხორციელება და მათი შეფასება.</b>	
3.1 საველე საექსპერიმენტო კვლევებისათვის შერჩეული ტერიტორიების ზოგადი დახასიათება-----	69
3.2. საველე სამეცნიერო კვლევების შედეგები და მათი შეფასება-----	83
<b>თავი 4. მდინარე დურუჯის კალაპოტში მიმდინარე ეროზიულ - ღვარცოფული პროცესების პროგნოზი</b>	
4.1. მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ეროზიული პროცესების პროგნოზი-----	94
4.2 მდინარე დურუჯის კალაპოტში ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის პროგნოზირება-----	100
4.3. მდინარე დურუჯის კალაპოტში წყალდიდობის მიერ ტრანსპორტირებული შეტივნარებული კოლოიდური ფრაქციის მოცულობების პროგნოზი-----	106
ძირითადი დასკვნები -----	110
ლიტერატურა-----	113
დანართი-----	125

## ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.1. ღვარცოფების კლასიფიკაცია გამომწვევი მიზეზების მიხედვით -----	25
ცხრილი 2.1 მდინარე დურუჯის ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის თანხედრის მაჩვენებლები -----	46
ცხრილი 2.2. ვენახების ჯიშობრივი შემადგენლობა-----	53
ცხრილი 3.1. სხვადასხვა რაიონის ნიადაგების მექანიკური შემადგენლობა -----	85
ცხრილი 3. 2. მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის ქიმიური ანალიზის შედეგები -----	86
ცხრილი 3.3. სხვადასხვა რაიონის ნიადაგების წყლით გამონაწურის ანალიზის შედეგები -----	87
ცხრილი 3.4 . მდინარე დურუჯის წყალში შეტივნარებული ნატანის მოცულობა -----	88
ცხრილი 3.5. საფერავის მტევნის მექანიკური ანალიზის შედეგები -----	92
ცხრილი 3.6. საფერავის ღვინომასალის ძირითადი პარამეტრების ანალიზის შედეგები -----	93
ცხრილი 4.1 მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში მთის ფერდობის ეროზიის კოეფიციენტისა და ეროზიის კლასის მნიშვნელობები -----	96
ცხრილი 4.2 მდინარე დურუჯის ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის მოცულობა -----	101
ცხრილი 4.3 ღვარცოფის მოცულობის მნიშვნელობები შესაბამის ინტერვალებში -----	104
ცხრილი 4.4 მდ. დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული წყალდიდობის მიერ ტრანსპორტირებული ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი სიდიდეები -----	106
ცხრილი 4.5 კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობების სიხშირე შესაბამის ინტერვალებში -----	108

## მადლიერება

მინდა დიდი მადლობა გადავუხადო ჩემი დისერტაციის ხელმძღვანელს, პროფ. გივი გავარდაშვილს, რომელიც თავის მრავალმხრივ ცოდნასა და გამოცდილებას მიზიარებდა როგორც დოქტორანტურაში სწავლის პერიოდში, ისე სადისერტაციო ნაშრომის მომზადების ყველა ეტაპზე. მადლობას ვუხდით მას შემოთავაზებული თემისათვის, სამუშაოსადმი გამოჩენილი ყურადღებისა და დახმარებისთვის.

აგრეთვე, მადლიერი ვარ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტის თანამშრომლებისა და მისი ხელმძღვანელის პროფესორ ლალი ღოდელიანისა და შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდს, რათა დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის ფარგლებში მოპოვებული საგრანტო დაფინანსება ძალიან დამეხმარა როგორც სწავლის საფასურის გადახდაში, ასევე საველე ექსპერიმენტული კვლევების განხორციელებაში.



## შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს ბუნებაში მიმდინარე საშიში პროცესების მართვის პრობლემა. მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრიდან მსოფლიოს უმეტესი ქვეყნისათვის ბუნებრივი კატასტროფებისაგან მოსახლეობის დაცვა და საინჟინრო-სამეურნეო ობიექტების უსაფრთხო ფუნქციონირება გახდა პრიორიტეტული სოციალურ - ეკონომიკური, დემოგრაფიული, ეკოლოგიური და პოლიტიკური პრობლემა, რომელიც არ შეიძლება შემოიფარგლოს გეოგრაფიული და ნაციონალური საზღვრებით. პრობლემა კიდევ უფრო აქტუალური გახდა XXI-ე საუკუნის დასაწყისში, როცა ბუნებაში მიმდინარე პროცესებზე ადამიანის არაორგანიზებული, ხშირად გაუაზრებელი, ჩარევის შედეგად ადგილი აქვს გარემოს ბუნებრივი წონასწორობის პირობების მკვეთრ დარღვევას და სტიქიური კატაკლიზმების ფართო მასშტაბებით განვითარებას. დღეისათვის მსოფლიოში თითქმის არ არსებობს ეკონომიკურად და პოლიტიკურად განვითარებული სახელმწიფო, სადაც გარემოს პრობლემებს დიდი ყურადღება არ ექცეოდეს. მსოფლიოს მაღალ განვითარებული ქვეყნები ცდილობენ შეიმუშაონ სტიქიური უბედურებების წინააღმდეგ ბრძოლის თავიანთი საკუთარი სისტემა.

### ▪ თემის აქტუალურობა

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ბუნებრივი კატასტროფებიდან (ღვარცოფი, მეწყერი, წყალდიდობა, თოვლის ზვავი და ა.შ.) 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, გლობალურმა დათბობამ და ინტენსიურმა ტექტონიკურმა პროცესებმა მნიშვნელოვნად გაართულა მაღალმთიანი ზონების გრავიტაციული მდგრადობა. აღსანიშნავია, რომ ღვარცოფის ზეგავლენის ქვეშ იმყოფება ქვეყნის ტერიტორიის 29 %.. 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 ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენა, მაღალი კონცენტრაციის წყალგრუნტოვანი ნაკადის მოძრაობა მდინარის ან ხრამის კალაპოტში, რაც გამოვლინებულია რელიეფის ძლიერი დანაწევრებით, ფერდობებისა და კალაპოტების ძლიერი დახრილობით, დენუდაციური და ეროზიული პროცესების ინტენსიური 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 [1].

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 [1].

დურუჯმა ყვარელი პირველად 1832 წელს დაანგრია. მომდევნო ტრაგედია 1904 წელს დატრიალდა, მდინარემ ქალაქი წალეკა და სახლებიდან აკვნისანი ბავშვები გაიტაცა. 1906 წელს, ილია ჭავჭავაძის თაოსნობით დამცავი დამბები აშენდა, რაც ქალაქს 1949 წლამდე იცავდა. 1949 წელს მოვარდნილმა დურუჯმა მთელი საბჭოთა კავშირი შეძრა. ღვარცოფი თავს დაატყდა ე.წ. „კაზარმას“, რომელშიც ბერლინის აღებაში მონაწილე სამხედრო საავიაციო ნაწილი იყო განლაგებული. სულ რამდენიმე წუთში სტიქიამ 54 პილოტის

სიცოცხლე იმსხვერპლა. დაილუპა დიდძალი პირუტყვი, განადგურდა მიმდებარე ვენახები და ბალ-ბოსტნები [2].

ქ. ყვარელში ღვარცოფებმა 1949 წელს 250 ადამიანი იმსხვერპლა. მართალია შემდეგ აგებულმა 6,5 კმ სიგრძის დამცავმა დამბამ ქალაქი დაიცვა 1962, 1963, 1974, 1987, 1999 წლების მძლავრი ღვარცოფული პროცესებისაგან, მაგრამ დროთა განმავლობაში, განსაკუთრებით სათავე კვანძის სამშენებლო - საექსპლოატაციო სამუშაოების შეწყვეტის გამო იგი მწყობრიდან გამოვიდა.

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 სელურმა ნაკადმა 1899 წელს მდინარე დურუჯის სათავიდან, ყვარელში ჩამოიტანა 224 ტონა წონის ლოდი, რაც, უნიკალურ მოვლენად მიიჩნევა და საქართველოს წითელ წიგნშია დაფიქსირებული [2].

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 ყოველწელს ფონურზე მაღალია, ცალკეული წლების ექსტრემალური აფეთქებებით. ასეთი იყო 2009 და 2010 წლები. სტიქიური მოვლენების გააქტიურების ერთერთი 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-ზემოთ, ხოლო ღვარცოფების ტრანსფორმაცია დღე-ღამეში მოსული 30 მმ-ზე მაღლა [3].

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 დურუჯი იმაზე 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 წაღვეკავს.

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 გამოყენებული 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 სხვა. 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 აპირობებს.

#### ▪ კვლევის მიზანი და მეთოდები

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 განხორციელებულ იქნა შემდეგი საველე, ლაბორატორიული და თეორიული კვლევები:

- ღვარცოფების ბუნების შესახებ ლიტერატურული მონაცემების შესწავლა;
- 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 ქიმიური და გეოლოგიური

ანალიზის ჩატარების შემდეგ მოვახდინეთ საცდელი მეურნეობებისათვის ტერიტორიების შერჩევა. საცდელ-სამეურნეო ნაკვეთებად შერჩეულ იქნა 4 რაიონი. 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.

- **დაცვის საგანი**

მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფების ძირითადი ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური პარამეტრების შესწავლა, ღვარცოფული გამონატანის გამოყენება ქინძმარაულის მეურნეობის ფართობების გაზრდისათვის, მდ. დურუჯის კალაპოტის გაწმენდის გათვალისწინებით, რაც ხელს შეუწყობს ქ. ყვარელის მოსახლეობის უსაფრთხოების დაცვას.

- **კვლევის ობიექტი**

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

- **მეცნიერული სიახლე**

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის კვლევა სასოფლო სამეურნეო მიზნებისათვის კერძოდ, ქინძმარაულის ყურძნის სავარგულების

ფართობების გაზრდისათვის საქართველოში განხორციელდა პირველად, დადგინდა მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის ოპტიმალური რაოდენობა, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საფერავის ყურძნის ძირითად პარამეტრებზე და საგემოვნო თვისებებზე და განსაზღვრავს ამ ჯიშის ყურძნის გამოყენებას ცნობილი ქართული ბრენდის „ქინძმარაულის“ ღვინის მიღებას.

- **სამუშაოს საიმედოობა**

ძირითადი მეცნიერული დებულებების საიმედოობა დასაბუთებულია ჩატარებული საველე საექსპერიმენტო და ლაბორატორიული კვლევების შედეგებით, ასევე მიღებული მონაცემების სტატისტიკური რიგის დამუშავებით. მიღებული შედეგები დაკმაყოფილებლად თანხვდება, როგორც ფაქტობრივ დაკვირვებულ, ასევე სხვადასხვა ავტორების მიერ მიღებულ მონაცემებს.

- **სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა**

განხორციელებული საველე -საექსპერიმენტო კვლებისა და მიღებული შედეგების სტატისტიკური რიგის დამუშავების საფუძველზე გაიცა რეკომენდაცია მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სასოფლო სამურნეო - სავარგულების კერძოდ ქინძმარაულის ფართობების გაზრდის თაობაზე. რაც გულისხმობს მდინარე დურუჯის ღვარცოფულ მასიდან კოლოიდური ფრაქციების ამოღებას, ეს კი გარდა სასოფლო-სამეურნეო ფართობების გაზრდისა მოახდენს მდინარე დურუჯის კალაპოტის გაწმენდის სტიმულაციას, რაც ასე სჭირდება მდინარე დურუჯს და ქალაქ ყვარელის მოსახლეობის უსაფრთხოებას.

- **ნაშრომის აპრობაცია**



სამუშაოს ძირითადი დებულებები და შედეგები მოხსენებულ იქნა მე- 4 საერთაშორისო კონფერენციაზე „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვისა, არქიტექტურის 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. მე - 5 საერთაშორისო კონფერენციის „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვისა, არქიტექტურის და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები „მდ. დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების განსაზღვრა და მისი გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებით“. გაგზავნილია.

• **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.

**პუბლიკაცია.** დისერტაციის მასალები გამოქვეყნებულია 4 სამეცნიერო ნაშრომში.

**თავი 1. ღვარცოფული მოვლენების ზოგადი დახასიათება**

## 2. 1 ღვარცოფული მოვლენების კლასიფიკაცია

დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის ცვლილებამ კაცობრიობის ყურადღება მიაპყრო გარემოს მდგომარეობაზე, ვინაიდან ბუნება მყისიერად რეაგირებს მიმდინარე პროცესებზე. როგორც ცნობილია, კლიმატის ცვლილების ფონზე მიმდინარე გლობალური დათბობა, უპირველეს ყოვლისა იწვევს ყინულოვანი საფარის ინტენსიურ დნობას და შესაბამისად, ისეთი სტიქიურ-დამანგრეველი პროცესებისა აქტივაციას, როგორც არის წყალდიდობები, ზვავები, მეწყერები და ღვარცოფები.

აღნიშნულ მოვლენებსა და ანომალიებს სტოქასტიკური ხასიათი გააჩნიათ და მათი ზემოქმედებით ეკოლოგიურ წონასწორობაზე, მკვეთრად იცვლება გარემო პირობები. გამომდინარე აქედან, აუცილებელი ხდება გარემოსდამცავი, ისეთი ღონისძიებების შემუშავება, რომელთა რეალიზება უზრუნველყოფს, როგორც ეკოლოგიური წონასწორობის მდგრადობას, ასევე ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების შესაძლებლობას.

ანომალიათა შორის განსაკუთრებული ადგილი ღვარცოფებს უკავიათ, რომელთა გავლენის სფეროებში მოქცეული ობიექტების მწყობრიდან გამოსვლა, მიყენებული ეკონომიკური ზიანი და ადამიანთა მსხვერპლი, საშიშროების უმაღლესი რისკის კატეგორიას შეიძლება მივაკუთვნოთ.

მთისა და მთისწინა რეგიონებში ტერიტორიების განსაზღვრული ნაწილი განთავსებულია ღვარცოფული ნაკადების დამანგრეველი ზემოქმედების ზონაში, რაც ადამიანის ხშირად წინდაუხედავი მოქმედების გამო (ფერდობებზე გზებისა და არხების მშენებლობა, ტყის მასივების გაჩეხვა, ალპურ და სუბალპურ ზონაში ბალახოვანი საფარის განადგურება საქონლის ინტენსიური ძოვების გამო, წიაღისეული სიმდიდრეების მოპოვება და ა.შ.) შესაძლებელია, რომ მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს.

ამგვარად, დაზიანებული ტერიტორიების შემდგომი აღდგენა მნიშვნელოვნად ძნელდება და ხშირად შეუძლებელიც კი ხდება. ამიტომ მიზანშეწონილია, რომ წინასწარ იქნეს მიღებული ყველა ზომა იმისათვის, რომ მინიმუმზირებული იქნეს ამგვარი ღვარცოფული პროცესები და მათ შორის ღვარცოფული მოვლენები, რომლებიც გარკვეულწილად ხელს უწყობენ ზედაპირული ლანდშაფტის არსებული მდგრადი მდგომარეობის დარღვევას.

ძლიერი დამანგრეველი ძალის ღვარცოფული ნაკადები უპირატესად ფორმირდებიან მაღალმთიანი რეგიონების ეროზიულ კერებში, რომლებიც მთის წყალსადინარების სათავეებში წარმოადგენენ მცირე ზომის კალაპოტთა მთელ სისტემას; ისინი მთის ქანების ნგრევის შედეგად და მათი გადაადგილებით ზევიდან ქვევით ივსებიან ნამტვრევი მასებით; შემდგომ სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებით ექვემდებარებიან გამოფიტვას, მტვრევასა და დანაწევრებას. ამგვარი პროცესების შედეგად წარმოშობილი ტალახოვანი მასა ფარავს ნამტვრევი მასალების ზედაპირებს ღორღთან ერთად და ავსებს სიცარიელებს მათ შორის. ამ გზით მდინარის კალაპოტის ზედა ნაწილში უკუმულირებული ღვარცოფული მასა აღმოჩნდება ე.წ. ბმულ მდგომარეობაში და საკმარისია ძლიერი წვიმა, თოვლის ინტენსიური დნობა ან სხვა მსგავსი მიზეზები, რომ იგი დაიძრას ქვევით, წარიტაცებს რა გზად კლდოვან ნამტვრევებს, ქვებს, ხის მორებს და ა.შ.

მორენული და მორენისქვეშა დანალექებიც ხშირად წარმოჩინდებიან, როგორც უკვე გამზადებული ღვარცოფული მასის კომპონენტები. იმ შემთხვევაში თუ მორენული დანარიყები გაიჟლინთებიან 10-20%-ით (წონით) წყლის შემადგენელით, მაშინ დიდი ქანობის არსებობის პირობებში შესაძლებელია ქვატალახოვანი ნაკადის ფორმირება [4]. მყინვარის არსებობის შემთხვევაში მყინვარის ქვეშა დანალექების მოწყვეტასაც შეუძლია გამოიწვიოს ღვარცოფის ფორმირება. ამგვარ კერებში ღვარცოფული ნაკადების ფორმირება შესაძლებელია თავსხმა წვიმების გარეშეც.

ღვარცოფული ნაკადები ფორმირდებიან აგრეთვე დიდი დაფერდების მქონე მთის შიშველ ზედაპირებზედაც მთის მდინარეების სათავეებთან თავსხმა წვიმების შემდგომ, რასაც უნდა უსწრებდეს ხანგრძლივი გვალვების პერიოდი. ასეთ შემთხვევაში ეროზიული კერის თითქმის მთელი ზედაპირი იფარება მტვრის სქელი ფენით და ვინაიდან იგი წყალგაუმტარი ხდება, თავსხმა წვიმების დროს იგი ჩამოედინება ტალახოვანი მასის სახით, წარიტაცებს რა ნამტვრევი მასის დიდ ნაწილს. ამგვარად ფორმირებული ნარევი მოძრაობს წყალსადინარში ბმული (სტრუქტურული) ქვატალახოვანი ნაკადის (თუ ნალექიანობა შეადგენს 10-20%-ს წონით მთლიანი ღვარცოფული ნარევის მიმართ), ან წყალდიდობის სახით (ნალექიანობის რაოდენობა შეადგენს 70-80% წონით მთლიანი ნარევის მიმართ) [4].

ამრიგად სტრუქტურული (ბმული) ღვარცოფული (ქვატალახოვანი ნარევი) ნაკადი შედგება კლდოვანი ნამტვრევებისაგან, ღორღისაგან, მცენარეული ნარჩენებისაგან და ღვარცოფის ტალახოვანი შემადგენლებისაგან, რომელიც ფარავს მის ქვიან კომპონენტს. ამგვარი ნაკადი შეიცავს 80-90% (წონით) მყარ მასალას და 10-20% წყალს (ბმულ მდგომარეობაში), ნარევის სიმკვრივე  $1.8-2.3 \text{ ტ/მ}^3$ -ია და მამოძრავებელი გარემო არის პლასტიკური ქვატალახოვანი კონგლომერატი.

ტურბულენტური (არაბმული) ღვარცოფული ნაკადი წარმოადგენს უპირატესად წყლოვან გარემოს, გამდიდირებულს კოლოიდური ფრაქციით, მას გადააქვს ღორღიანი მასა და ცალკეული მსხვილი ქვები, მისი სიმკვრივე იცვლება 1,1-დან  $1,7 \text{ ტ/მ}^3$ -მდე, მყარი კომპონენტის მოცულობა 10-70%-ია (წონით); მატრანსპორტირებელ გარემოს წარმოადგენს წყლოვან-კოლოიდური ნარევი [5; 6; 7; 8; 9].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ღვარცოფული ნაკადები, მათი სიმკვრივის გათვალისწინებით, განეკუთვნებიან როგორც ნიუტონურ ისე არანიუტონურ სითხეებს. ამიტომ კონკრეტული პრაქტიკული ამოცანების

გადაწყვეტისას მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს, როგორც ნიუტონური ისე არანიუტონური სითხეების მექანიკის კანონები.

ღვარცოფები გამოირჩევიან მცირე ხანგრძლივობით და ხშირ შემთხვევაში დინება წყდება რამოდენიმე ათეულ წუთში, თუმცა შესაძლებელია იგი გაგრძელდეს 4-6 საათის განმავლობაშიც.

ღვარცოფულ ნაკადებს, აგრეთვე, ახასიათებს დონის მკვეთრი აწევა, რომელიც დაკავშირებულია ღვარცოფის ჩამოყალიბების ტალღურ ბუნებასთან. ღვარცოფული ტალღის ფრონტალური ნაწილი, რომლის სიმაღლე ძირითადად 5-დან 15 მეტრამდე მერყეობს, აყალიბებს ღვარცოფის „თავს“ და მოძრაობს ტალახის, ქვებისა და წყლისგან ჩამოყალიბებული მყარი კედლის [10; 11;12;13;14;15;16].

ღვარცოფის კიდევ ერთ თვისებას წარმოადგენს ნაკადის დიდი გაჯერება მყარი მასალით. ღვარცოფულ მასაში მთის ქანების ნატეხების მოცულობა 10-დან 75%-მდეა. ღვარცოფულ ნაკადს გააჩნია აგრეთვე დიდი სიმკვრივე - 1,2-დან 2,0 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე, და ზოგიერთ შემთხვევაში უფრო მეტიც.

ღვარცოფებს გააჩნიათ ეროზიისა და ტრანსპორტირების დიდი უნარი და შესაბამისად გამოაქვთ მთის ქანების ნაშალის დიდი მასები. ყველაზე მძლავრ ღვარცოფებს შეუძლიათ გამოიტანონ 2-4 მლნ მ<sup>3</sup> მყარი მასალა. ღვარცოფულ ნაკადს რამოდენიმე საათში გამოაქვს იმდენი ნატანი, რასაც მდინარის ნაკადი 25-120 წელიწადს ანდომებს.

ღვარცოფების კლასიფიკაცია გამოტანილი მყარი მასის ანუ სიმძლავრის მიხედვით შემდეგნაირადაა ჩამოყალიბებული:

- მძლავრი ღვარცოფები, გამოაქვთ 100 ათასი მ<sup>3</sup> მყარი მასა;
- საშუალო სიმძლავრის ღვარცოფები, გამოაქვთ 10-დან 100 ათასამდე მ<sup>3</sup> მყარი მასა;
- მცირე სიმძლავრის, გამოაქვთ არაუმეტეს 10 ათასი მ<sup>3</sup> მყარი მასა;

მძლავრი ღვარცოფული ნაკადების ზემოქმედების ზონაში მუდმივადაა ხიდების, წყალსაცავების, მილსადენების, შენობა-ნაგებობების, სახნავ-სათესი სავარგულების, მრავალწლოვანი ნარგავების და სხვათა წალეკვის საშიშროება.

როგორც ცნობილია, ღვარცოფული ნაკადები ძირითადად ფორმირდება მთის მდინარეების აუზებსა და დროებით წყალსატარებში. წყალშემკრებ აუზს, რომლის ფარგლებშიც ხდება ღვარცოფების ფორმირება, ეწოდება ღვარცოფული აუზი. ღვარცოფულ აუზებს გააჩნიათ შეზღუდული არეალი და კალაპოტის მნიშვნელოვანი ქანობი.

სქემატურად, ღვარცოფული აუზი შეიძლება დაყოფილ იქნას სამ ძირითად ზონად :

1. ღვარცოფის წარმოქმნის ზონა (ღვარცოფსაცავი) - აუზის ზედა ნაწილი, სადაც ყალიბდება ღვარცოფი. ეს არის ციცაბო ფერდობებისა და ქანების აქტიური ნგრევის ზონა.

2. სატრანზიტო ზონა - მოიცავს აუზის შუა და ქვედა ნაწილს. ამ ზონაში ხორციელდება ღვარცოფული ნაკადის ტრანსპორტირება კალაპოტში, თუმცადა ხშირად ხდება ღვარცოფული ნაკადის დამატებითი „კვება“ ნაშალი მასით და მისი ნაწილობრივი დალექვა.

3. დალექვის ანუ განტვირთვის ზონა - ჩვეულებრივ აუზის იმ ზონაშია განლაგებული სადაც ქანობი და ნაკადის ენერგია მცირდება. აქ წარმოიქმნება ნაშალი მასალის დაგროვება ტერასებისა და გამოტანის კონუსების სახით.

აღწერილი სქემა ბუნებაში ხშირად ირღვევა. ასე, მაგალითად ბევრ ახლადწარმოქმნილ ღვარცოფულ აუზსს, რომლებიც განლაგებულნი არიან ციცაბო და მოკლე ქედებზე, თითქმის არ გააჩნიათ ტრანზიტული ზონა - ღვარცოფსაცავი, რომელშიც ხორციელდება ღვარცოფული მასების დაგროვება, პირდაპირ გადადის ფართე გამოტანის კონუსში ქედების ძირთან. ხშირად, ღვარცოფული აუზების ზედა ნაწილი წარმოადგენს მხოლოდ წყალშემკრებს,

ხოლო ღვარცოფის ფორმირება ხდება ღვარცოფსადინარის შუა და ხანდახან ქვედა ნაწილშიც კი, კალაპოტის ნაპირებისა და ფსკერის გარეცხვის შედეგად.

ღვარცოფული აუზების მორფოლოგიური განსხვავება გავლენას ახდენს ღვარცოფების მოძრაობის რეჟიმზე. თავსხმა წვიმების შედეგად წარმოქმნილი ღვარცოფები ძირითადად გვხვდება მცირე ფართობის მქონე აუზებში, არიან მცირე პერიოდიანი და გამონატანის მოცულობით უმნიშვნელონი. შედარებით დიდ აუზებში გრძელი კალაპოტებით წარმოიქმნება მძლავრი და ხანგრძლივი ღვარცოფები, მაგრამ მათი გავლა უფრო იშვიათობაა. მორფოლოგიური სხვაობის მიხედვით ღვარცოფული აუზები იყოფა ორ ნაწილად:

- კალაპოტური ღვარცოფების ფორმირება ხდება დიდი და საშუალო ფართობის მქონე ღვარცოფულ აუზებში. ჩვეულებრივ, ეს არის ჩამოყალიბებული გრძივი პროფილისა და კალაპოტების მქონე მდინარეთა ველები. აქ ფორმირდება სხვადასხვა გენეზისის მქონე ღვარცოფები: თავსხმა წვიმებით, თოვლის ინტენსიური დნობით, ტბების გარღვევით, მეწყერების ჩამოცურებით ან მათი ერთობლიობით;
- ფერდობების ღვარცოფები, რომლებიც წარმოიქმნებიან მთების ფერდობების ეროზიულ ღრანტეებში. ასეთი ტიპის ღვარცოფებისათვის დამახასიათებელია უმნიშვნელო ფართის აუზები, ციცაბო ქანობები, მუდმივი წყალგამტარებისა და გამომუშავებული კალაპოტების ქონა. ამ შემთხვევაში ღვარცოფები წარმოიქმნება ფერდობის შუა და ქვედა ნაწილში, ფხვიერი საფარის გარეცხვის შედეგად თავსხმა წვიმებისა და ინტენსიური თოვლის დნობის ზეგავლენით. ფერდობების ღვარცოფების გამოტანის ზონა ფართობით დიდი არ არის და ახასიათებს ადგილმდებარეობის ცვლილებას.

ზოგჯერ, გამოიყენება ღვარცოფული აუზების კლასიფიკაცია მათი სათავის სიმაღლის მიხედვით:

- მაღალმთიანი. სათავე განლაგებულია 2500 მ-ზე მაღლა, გამოტანილი მასის მოცულობა 1 კმ<sup>2</sup>-დან შეადგენს 15-25 ათას მ<sup>3</sup>-ს ერთი ღვარცოფის გავლის დროს;
- საშუალო მთიანი. სათავე განლაგებულია 1000-2500 მ-ზე, გამოტანილი მასის მოცულობა 1 კმ<sup>2</sup>-დან შეადგენს 5-15 ათას მ<sup>3</sup>-ს ერთი ღვარცოფის გავლის დროს;
- დაბალმთიანი. სათავე განლაგებულია 1000 მ-ზე ქვევით, გამოტანილი მასის მოცულობა 1 კმ<sup>2</sup>-დან შეადგენს 5 ათას მ<sup>3</sup>-ზე ნაკლებს ერთი ღვარცოფის გავლის დროს;

ღვარცოფული აუზების კლასიფიკაცია ღვარცოფების განმეორებადობის მიხედვით ხასიათდება ღვარცოფების წარმოქმნის ინტენსივობით ან ღვარცოფ აქტიურობით. ღვარცოფების სიხშირის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს სამი ჯგუფი:

1. მაღალი ღვარცოფული აქტივობა (განმეორადობა 3-5 წელიწადში ერთხელ და უფრო ხშირად);
2. საშუალო ღვარცოფული აქტივობა (განმეორადობა 6-15 წელიწადში ერთხელ);
3. მცირე ღვარცოფული აქტივობა (განმეორადობა 16 წელიწადში ერთხელ და უფრო იშვიათად).

ღვარცოფული აუზის ფერდობების ქანობი განაპირობებს ზედაპირული ჩამონადენის სიჩქარეს და ეგზოგენური პროცესების აქტიურობას, რომლის შედეგადაც ხდება მასალის დაგროვება ღვარცოფის კალაპოტში. წყლის ნაკადის სიჩქარის 2-ჯერ გაზრდა ზრდის მის გამრეცხ ძალას 4-ჯერ, ხოლო ტრანსპორტირების ძალას 32-ჯერ. გამომდინარე აქედან, სწორედ, რომ მთის რელიეფი ქმნის ღვარცოფის წარმოქმნისათვის აუცილებელ ხელშემწყობ ოროგრაფიულ პირობებს [17;18;19;20;21;22;23;24;25].



ღვარცოფული მასის მოძრაობასა და აკუმულაციაზე აგრეთვე, გავლენას ახდენს აუზის გეოლოგიური აგებულება. სტრუქტურისა და დინამიკის მიხედვით განასხვავებენ ბმულ და არაბმულ ღვარცოფებს.

არაბმულ ღვარცოფში ჭარბობს მსხვილი ნამსხვრევი მასალა, ხოლო მტვრისებრი ნაწილაკები იმყოფებიან თავისუფალ მდგომარეობაში. ბმულში - ჭარბობს წვრილი ნაწილაკების რაოდენობა. ისინი კრავენ წყლის ძირითად მასას მოლეკულური მიზიდულობის ძალით. ასეთი ღვარცოფის მოძრაობა ხორციელდება, როგორც ერთიანი გრავიტაციული ნაკადი.

ღვარცოფების წარმოქმნის აუცილებელ პირობებს წარმოადგენენ: მდინარეთა კალაპოტებისა და დროებითი წყალსადენების ქანობები, ინტენსიური ჩამონადენი და ფხვიერი, ადვილად ეროზირებადი მთის ქანები.

გარდა აღნიშნული პირდაპირ მოქმედი ფაქტორებისა, არსებობს ღვარცოფების წარმოქმნის სხვა მიზეზებიც, რომელთა შორის აღსანიშნავია: მთის გამყინვარების მდგომარეობა, ვულკანიზმი, მცენარეული საფარის ხასიათი, ადამიანის მოღვაწეობა და სხვ. ღვარცოფების კლასიფიკაცია მათი გამომწვევი მიზეზების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 1.1.

ღვარცოფული მოვლენების ბუნებიდან გამომდინარე, ისინი გვხვდება მსოფლიოს ყველა მთათა სისტემებზე ანტარქტიდის გარდა, რომელთაგან აღსანიშნავია კორდილიერები, ანდები, ცენტრალური აზიის ქედები, პირინეები, ალპები, სკანდინავიის, ბალკანეთის ნახევარკუნძულის, იაპონიისა და ვიეტნამის მთები, სადაც ღვარცოფსაშიში მდინარეების რაოდენობა აღემატება უსაფრთხო მდინარეების რაოდენობას.

### ცხრილი 1.1.

ღვარცოფების კლასიფიკაცია გამომწვევი მიზეზების მიხედვით

#	ღვარცოფის ტიპი	გამომწვევი მიზეზები	გავრცელება და წარმოქმნა
1	წვიმის	თავსხმები, ხანგრძლივი წვიმები	დედამიწაზე ყველა გავრცელებული ღვარცოფის ტიპი. წარმოიქმნება ფერდობების გარეცხვისა და მეწყერების შედეგად.
2	თოვლის	თოვლის ინტენსიური დნობა	გავრცელებულია სუბარქტიკის მთებში. წარმოიქმნება თოვლის მასების გატენიანებისა და მოწყვეტის შედეგად.
3	ყინული	თოვლისა და ყინულის ინტენსიური დნობა	გავრცელებულია მაღალმთიან რეგიონებში. წარმოიქმნება მყინვარული მდნარი წყლების გარღვევის შედეგად.
4	ვულკანოგენური	ვულკანები ამოფრქვევა	გავრცელებულია მოქმედი ვულკანების რაიონებში. ყველაზე დიდი ღვარცოფები. წარმოიქმნება სწრაფი თოვლისდნობისა და კრატერული ტბების გარღვევის შედეგად.
5	სეისმოგენური	ძლიერი მიწისძვრები	გავრცელებულია მაღალი სეიმურობის ზონებში. წარმოიქმნება ფერდობებიდან გრუნტის მასების მოწყვეტის შედეგად.
6	ლიმნოგენური	ტბის კაშხლების (ჯებირების, დამბების) ფორმირება	გავრცელებულია მაღალმთიან რეგიონებში. წარმოიქმნება კაშხლების (ჯებირების, დამბების) გარღვევის შედეგად.
7	ანტროპოგენური (პირდაპირი ზემოქმედება)	ტექნოგენური ქანების დაგროვება. უხარისხო მიწის კაშხლები (ჯებირები, დამბები)	გავრცელებულია ქანების დაგროვების ადგილებში. წარმოიქმნება ტექნოგენური ქანების გარეხვა-დაცურებისა და მიწის კაშხლების (ჯებირების, დამბების) გარღვევის შედეგად.

8	ანტროპოგენური (ირიბი ზემოქმედება)	ნიადაგურ-მცენარეული საფარის რღვევა	გავრცელებულია გაუტყეურების ზონებში. წარმოიქმნება ფერდობებისა და კალაპოტების გარეცხვის შედეგად.
---	-----------------------------------	------------------------------------	--

## 1.2 ღვარცოფების გავრცელება კავკასიასა და საქართველოში

ღვარცოფული ნაკადები ფართოდაა გავრცელებული კავკასიაში. ყველაზე ხშირად, ღვარცოფული მოვლენების გააქტიურება გამოწვეულია წყალმოვარდნებით, ხანდახან - თოვლისა და ყინულის დნობით, ჯებირების გარღვევით, მყინვარების ჩამოშლითა და მეწყერების ჩამოწოლით.

დიდ კავკასიონზე ღვარცოფსაშიში ზონები აღმოსავლეთით მატულობს, რაც ძირითადად დაკავშირებულია კონტინენტალური კლიმატის გაძლიერებასთან და ტყის ზოლის შევიწროებასთან.

კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში ღვარცოფსაშიში რაიონები განთავსებულია რიონის, ენგურისა და სხვა მდინარეების აუზებში, ცენტრალურ კავკასიონზე - თერგის, ყუბანის, არაგვისა და დიდი ლიახვის მდინარის აუზებში, ხოლო დიდი კავკასიონის აღმოსავლეთ ნაწილის ჩრდილოეთ და სამხრეთ ფერდობებზე, მდინარე ალაზნის მარცხენა სანაპიროზე.

მცირე კავკასიონზე ღვარცოფსაშიში ტერიტორიები ფართოვდება აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით, რაც დაკავშირებულია მაღალმთიანი რეგიონის მშრალ კლიმატთან. აქ ძირითადი ღვარცოფსაშიში რაიონები განთავსებულია სომხეთის, ბარგუმატის და მეგრინის ქედების ფერდობებზე.

კავკასიაში აღრიცხული 5000-ზე მეტი ღვარცოფული აუზიდან საქართველოზე თითქმის ნახევარზე მეტი მოდის. ისინი ძირითადად განლაგებულია დიდი და მცირე კავკასიონის ციცაბო ფერდობებზე ჩქარი

მდინარეების ხეობების გასწვრივ. ღვარცოფული აუზების რაოდენობის, ნაკადების წარმოშობისა და განმეორადობის სიხშირის, სიმპლავრის, ფორმირების სირთულის და მიყენებული ზარალის მიხედვით საქართველოს ტერიტორია მსოფლიოში ერთ-ერთ რთულ და საშიშ რეგიონთა რიცხვს მიეკუთვნება.

ბოლო 10 წლის მონაცემებით, ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების ექსტრემალურ გააქტიურებას, დასაშვებ ფონს ზემოთ, ადგილი ჰქონდა რაჭა-ლეჩხუმში, სამეგრელოს მთისწინეთში, აჭარაში, ზემო იმერეთსა და კახეთში, მცხეთა-მთიანეთში, ნაწილობრივ ბორჯომის, ახალციხე-ასპინძის, მესტიის რაიონებში და თბილისის ტერიტორიაზე.

საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს მონაცემებით, 1995-2009 წლებში საქართველოში ფიქსირებულია ღვარცოფული მოვლენების 1494 შემთხვევა, მისგან მიყენებული ზარალი დაახლოებით 1189 მლნ. ლარს შეადგენს. სამწუხაროდ იყო ადამიანთა მსხვერპლიც, დაიღუპა 49 ადამიანი. აქედან გამომდინარე, ეროზიულ-ღვარცოფულ მოვლენებთან ბრძოლა, ჩვენი ქვეყნისათვის, უმნიშველოვანეს პრობლემას წარმოადგენს.

ღვარცოფული პროცესების ფორმირებას და მის ინტენსიურობას ძირითადად განსაზღვრავს ლანდშაფტურ-კლიმატური პირობების დიდი კონტრასტულობა, ქანების ლითოფაციალური 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, მაღალ მთიანი ალპური ზონით დამთავრებული.

კლიმატური, ჰიდროგრაფიული, ჰიდროლოგიური და გეოლოგიური ტიპიზაციის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორია, ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო - კვლევითი ინსტიტუტის

კლასიფიკაციით, დაყოფილია 12 ღვარცოფულ რაიონად.

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 ყოველწელს ფონურზე მაღალია, ცალკეული წლების ექსტრემალური აფეთქებებით. ასეთი იყო 2009 და 2010 წლები. სტიქიური მოვლენების გააქტიურების ერთერთი მთავარი ფაქტორი ჭარბი ატმოსფერული ნალექების, მათ შორის თავსხმა წვიმების მოსვლაა.

კახეთის რეგიონში კლასიკური ღვარცოფსადინარის მაგალითს წარმოადგენს მდინარე დურუჯის აუზი, რომლის ვიდეო-ვიზუალური აგეგმვით და ხეობასი განხორციელებული საველე და თეირული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ ერთ ჰექტარ ფართობზე ეროზირებული მასა წელიწადში 50 ტონას აღწევს, 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.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესები პერიოდულ ცვალებადობას (გააქტიურება და დროებითი სტაბილიზაცია) განიცდის, ამიტომ შეუძლებელია მათი საშიშროების რისკის ალბათობის შესახებ საიმედო ინფორმაციის დამუშავება 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.

მიუხედავად იმისა, რომ დღეისათვის, საქართველოში გამოვლენილია ღვარცოფსაშიში და შედარებით მდგრადი უბნები, შედგენილია სპეციალური გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური და საინჟინრო გეოდინამიკური რუკები და წლების მანძილზე ტარდება თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები მრავალი მეცნიერის მიერ, ღვარცოფული მოვლენების სპეციფიკურობის გამო, პროცესში მონაწილე ფაქტორთა მახასიათებლები ზოგჯერ ვერ იძლევა მოვლენის სრულად აღწერისა და შესაბამისი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარების შესაძლებლობას. სწორედ ამიტომ, ღვარცოფის პროგნოზირება და ღვარცოფ-საწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავება-შერჩევა ღვარცოფ-წარმოქმნელი პროცესისა და ღვარცოფის დინამიკის თეორიულ-ექსპერიმენტული შესწავლის საფუძველზე უნდა განხორციელდეს.

### **1.3. ფაქტორთა როლი ღვარცოფულ პროცესებში**

ღვარცოფული გამონატანის კუმულაციური მრუდების ანალიზი ადასტურებს, რომ ისინი წყლის მილიმეტრიანი და მასზე ნაკლები მყარინაწილაკების და ქვის ჩანართის ნარევით შექმნილი მრავალკომპონენტური გარემოს წარმოადგენს. იგი არ წარმოადგენს წყლის ნაკადით ტრანსპორტირებულ მყარ დანალექს და მათი ჩამოყალიბება ღვარცოფწარმოქმნელ კერებში ხდება სიმძლავრის მიხედვით.

განსაკუთრებულ საშიშ ფუნქციას ღვარცოფული პროცესები სატრანზიტო უბნებზე იძენს, იგი ხასიათდება დიდი სიჩქარით და დამანგრეველი ძალით. სპეციფიკურად მოქმედებს კალაპოტურ პროცესებზე, როცა კალაპოტის

მახასიათებლების წინააღმდეგობის უნარი გაუტოლდება ნაკადის მოძრაობის წინააღმდეგობის მახასიათებლებს შესაძლებელია მოძრაობის შეწყვეტა.

ღვარცოფწარმოქმნის პროცესი შეიძლება განხილული იქნას, როგორც სტატიკური და დინამიკური ფაქტორების ურთიერთშერწყმის განსაკუთრებულ შემთხვევაში. სტატიკური ფაქტორების შემადგენლობაში შეიძლება გაერთიანდეს მყარი მასის ფიზიკურ–მექანიკური მახასიათებლები, პოტენციური ღვარცოფული მასივები და კერები მორფომეტრიული მახასიათებლებით დროში. სტატიკური მახასიათებლების დროში ცვლილება თითქმის არ შეიმჩნევა, ხოლო რაც შეეხება დინამიკურ-ტენიანობას შინაგანი ხახუნის კუთხეს, ბმულობას და სხვა რეოლოგიურ მახასიათებლებს მათი ცვლილება დღე-ღამეში შეიძლება მრავალჯერ განხორციელდეს.

ღვარცოფის ჩამოყალიბება და მისი ტანის დაძაბული მდგომარეობის ცვლილება ვერტიკალურ ზონალობასთან ერთად გარე ფაქტორების მოქმედების ინტენსივობაზე არის დამოკიდებული, რაც განსხვავებული ბუნების მქონე ღვარცოფის სახეობის წარმოშობის მიზეზი ხდება.

ფაქტორთა შორის ღვარცოფის ფორმირებაში თავსხმა წვიმებს განსაკუთრებული ადგილი უკავია, რაც თანმიმდევრობით ასე გამოიყურება: წვიმები, თოვლის დნობა, მიწის ან თოვლის ჩამოზვავება, მყინვარებს და ბუნებრივი ან ხელოვნური წყალსაცავების გარღვევა [26, 27, 28, 29, 30].

ღვარცოფთა წარმოქმნა მისი გარემოს დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრულ მომენტში ხდება. ის ხასიათდება წყალმდეგობის უსწრაფესი უნარის განსაზღვრული მნიშვნელობით. გარეგანი ძაბვების ცვლილებით შესაძლებელი არის მისი ტანის გარკვეული სახის დეფორმაცია. მოძრაობის დაწყების მომენტში ღვარცოფის ტანის სტრუქტურა უცვლელია და არ ხდება მისი შემადგენელი მყარი ნაწილაკების გადალაგება ძვრის ზედაპირზე ან ნაკადის სიღრმეში. როდესაც დაძაბულობა მისი სტრუქტურული კავშირების სიმტკიცეს და ბმულობის წინააღმდეგობის მნიშვნელობას გადააჭარბებს ხდება

ღვარცოფის ტანის ფორმის დარღვევა და ძვრის დეფორმაციის განვითარება [13, 14, 17, 31, 32, 33].

ღვარცოფის ტანის შემადგენელი კომპონენტების ურთიერთთანაფარდობა განსაზღვრავს მისი დამძვრის ზედაპირის ფორმას. სწორედ ამ ზედაპირის სიბრტყესთან დახრის კუთხით შეიძლება შეფასდეს წონასწორობის სტაბილურობა და მოძრაობის დაწყების შესაძლებლობა. სწორედ ამაზე მიუთითებს ნაკადის მოძრაობის შეწყვეტის ფიქსირებული მოწმობები, რომელიც ადასტურებს კალაპოტის ქანობის და ხარჯის ზედაპირის სიბრტყესთან დახრის კუთხის ფარდობის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ფიზიკურ–მექანიკურ მახასიათებლებთან ერთად რეოლოგიური პარამეტრები ბმული ღვარცოფის წონასწორობის და მოძრაობის ერთ–ერთი განმსაზღვრელი მახასიათებელია.

ღვარცოფის ტანის დამაბული მდგომარეობის ცვლილებას ადგილი აქვს, როგორც ფენის ზრდის პირობებში, ასევე მისი გარემოს წყლით შევსებით. წყლის ფაქტორის ზემოქმედებით ხდება ეფექტური ხახუნისა და ბმულობის ძალის შემცირება, რაც იწვევს მასის მყარი ნაწილის მეორის მიმართ გადაადგილებას. წარმოიქმნება ძვრის ზედაპირი, რომელიც ზღვრული წონასწორობის პირობებს შეესაბამება. ღვარცოფწარმომქმნელ მოქმედ გრუნტში ძაბვების განაწილების სურათის შესწავლა და დადგენა დიდ სირთულესთან არის დაკავშირებული. პირველი მიახლოებით ძაბვების ცვლილების შესწავლის მიზნით ფართოდ არის გამოყენებული ხაზოვანად დეფორმადი სხეულების განტოლებები [34, 16, 18, 31, 35, 36, 20, 22, 37, 33, 38, 39].

ღვარცოფწარმომქმნელი გრუნტის მდგომარეობა ზღვრული წონასწორობის თეორიის კერძო ამოცანას წარმოადგენს და ძვრის ზედაპირზე შესაძლო მოქმედი ძაბვების განსაკუთრებულ შემთხვევებს შეესაბამება. დამაბულობის მომენტში, როცა მთავარ ძაბვებს შორის სხვაობა აღწევს



ზღვრულ მნიშვნელობას, იქმნება კრიტიკული მდგომარეობა და ღვარცოფის წარმოქმნის შესაძლებლობა [40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47].

ღვარცოფთა ჩამოყალიბება, სხვა მრავალ მოქმედ ფაქტორთან ერთად მის ერთგვაროვნებაზეა დამოკიდებული. ხშირად ამ მაჩვენებლის ცვლილება დიდ დიაპაზონში არის მოსალოდნელი და პროცესის პროგნოზირება განსაკუთრებულ მიდგომებს საჭიროებს. ასე მაგალითად, ერთგვაროვნების კოეფიციენტი, რომლითაც ფასდება ღვარცოფის ტანი, წარმოადგენს მისი შემადგენელი ნაწილაკების  $60 \cdot 10^{-4} / d$  პროცენტულ ფართობს სხვადასხვა ავტორთა მონაცემებით ეს მაჩვენებელი (6,5–100)-ის ფარგლებშია მოთავსებული. ღვარცოფულ კერებში დაგროვილი მყარი მასის წონასწორობა მისი შინაგანი ხახუნის კუთხესთან არის უშუალო კავშირში და მისი ცვლილება მისი ტენიანობის ფუნქციას წარმოადგენს. დადგენილია, რომ როცა ტენიანობა  $3 \div 5\%$ -ის ფარგლებშია მოთავსებული უდრის 350-ს, ხოლო  $12\%$ -ი ტენიანობის შემთხვევაში მისი მნიშვნელობა 40–მდე ეცემა ანალოგიური სურათით არის წარმოდგენილი ბმულობის მახასიათებლის ცვლილების კანონზომიერება და  $12\%$  – ტენიანობის შემთხვევაში მისი ეფექტი საერთოდ ქრება [48, 49, 50, 51, 52].

ღვარცოფთა დაძვრის და მოძრაობის პროცესი ხასიათდება არასტაციონალურობით, რომლის მახასიათებელ ოპერატიულ საშუალებად პირველი, მიახლოებით ჰიდროგრაფიაა მიჩნეული. მას წყალდიდობის ჰიდროგრაფიისაგან განსხვავებით სრულიად განსხვავებული სახე აქვს და მისი ფერდების აწევისა და დაწევის მოხაზულობა მკვეთრად განსხვავებულია. ამაზე მიუთითებს მეცნიერთა შრომები [53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60], სადაც გაკეთებული დასკვნები–ჰიდროგრაფის ფორმის სწორად შეფასების შემთხვევაში ღვარცოფთა ჰიდრაულიკური ამოცანების გადაწყვეტის საკითხები გამარტივდება.

ღვარცოფული კერებიდან მოძრავი ტანის ჩამოყალიბების პროცესი შეიძლება არასტაციონალურად ჩაითვალოს, რომლის შეფასების ერთადერთ მეთოდად მიწის კაშხლების გარღვევის ჰიდროგრაფიის მოდელი ითვლება.

სატრანზიტო უბნებზე მოძრავ ნაკადს გააჩნია რიგი თავისებურებანი, ამაზე მიუთითებს მეცნიერთა სხვადასხვა შეხედულებით წარმოდგენილი მოდელების ამსახველი დამოკიდებულებები ძვრის წინააღმდეგობის და სიჩქარის გრადიენტს შორის. შრომათა ერთ ნაწილში განხილულია ნაკადის დინების მრუდები რემელიც შვედოვ-ბინგამის მოდელით და სიჩქარის გრადიენტს შორის კავშირს აღწერს სხვადასხვა ფორმით წარმოდგენილი დამოკიდებულებით, ხოლო მეორე მიმართულებაში ეს კავშირი ხარისხობრივ ფორმას ატარებს [61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70].

აღნიშნულ მოდელთა განსხვავებულობა მიუთითებს მათი სწორად შერჩევის აუცილებლობაზე ღვარცოფის მოძრაობის სქემის განზოგადოებულ ფორმასთან. სტრუქტურული კავშირებისა და სიმტკიცობრივი მახასიათებლების დიდ დიაპაზონში ცვლილების გამო სიჩქარის ვერტიკალზე განაწილების სურათის კანონზომიერების დადგენა და მასზე სწორი წარმოდგენა ხშირად ვერ ხერხდება. ამის გამო მეცნიერთა ერთი ნაწილი იღებს სიჩქარეთა ვერტიკალზე განაწილების უწყვეტ ფორმას, ხოლო მეორე ნაწილი ამ სურათს საგრადიენტო შრითა და ძირითადი ბირთვის არსებობით განიხილავს. უკანასკნელ პერიოდში სამეცნიერო პუბლიკაციებში მოძრაობის სამშრიან მოდელებსაც ვხვდებით [34; 71; 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80].

ღვარცოფთა ჰიდრაულიკის ამოცანების ანალიზური გადაწყვეტა თანამედროვე პირობებში იმის გამო არ კარგავს თავის აქტუალობას, რომ ნაკადის სატრანზიტო უბნების ცალკეულ მონაკვეთებზე ადგილი აქვს მორფომეტრიული მახასიათებლების ისეთ ცვლილებებს, რომლებიც ხშირად არ ექვემდებარება შეფასებას. მიუხედავად იმისა, რომ კალაპოტურ პროცესებზე არსებობს დიდი სამეცნიერო ინფორმაცია ღვარცოფთა

ჰიდრავლიკური ამოცანების გადაწყვეტა და ღვარცოფსაწინააღმდეგო საინჟინრო ღონისძიებათა პროექტირება დაფუძნებული უნდა იყოს აპრობირებული გაანგარიშების მეთოდებზე, რომელიც სრულად ასახავს მათ ბუნებას. ღვარცოფწარმომქმნელი კერები, რომლებიც ჰიდროგრაფიული ქსელის კალაპოტთა სისტემით არის წარმოდგენილი მოსალოდნელი საშიშროების და ფორმირებულ ნაკადთა სიმძლავრის განმსაზღვრელ ძირითად ელემენტს წარმოადგენს.

გამოტანის კონუსებზე გამოტანილი მყარი მასის მოცულობის მიხედვით გამოირჩევა მდინარე დურუჯის, მდინარე ლაჯანურის და მათი აუზების ღვარცოფწარმომქმნელ კერებში ფორმირებული ნაკადები. ღვარცოფთა ჩამოყალიბებაზე და სიმძლავრის მახასიათებლებზე განსაკუთრებულ ზეგავლენას დინამიკური ფაქტორები, კერძოდ წვიმის ინტენსივობა და ხანგრძლივობა, კერის ფილტრაციული მახასიათებლები და სხვა ფაქტორები ახდენს. ბმული ღვარცოფის მოძრაობის დაწყება და სტატიკური მდგომარეობიდან დინამიკურში გადასვლა სრული ძვრის წინააღმდეგობის სიდიდეზე, საწყისი ძვრის წინააღმდეგობისა და სიბლანტის მახასიათებლებზეა დამოკიდებული. ღვარცოფის ტანი ძვრის მრავალკომპონენტთან გარემოს წარმოადგენს და მისი სიბლანტე დინამიკის ინტეგრალური მაჩვენებელია. ამ მახასიათებლის და ცვლილების კანონზომიერებების დადგენა წყალკოლოიდური ნაწილის კვლევით იწყება. ამაზე მიუთითებს ღვარცოფულ ტანში ქვის ჩანართის წონით სიდიდეების ცვლილების გავლენა სიბლანტის სიდიდეზე [34].

ჩატარებული კვლევებით დასტურდება ღვარცოფის წონასწორობაზე და მოძაობაზე მეორე ხარისხოვნად მიჩნეული ისეთი ფაქტორების როლი, როგორცაა შინაგანი ხახუნის კუთხე, ბმულობა, დრეკადობის მოდული, გვერდითი გაფართოების კოეფიციენტი. მათი ცვლილების შეფასებით უფრო ნათელი ხდება მოვლენის ფიზიკა და საინჟინრო ღონისძიებათა სქემების და

საპროექტო პარამეტრების ოპტიმალური ვარიანტების საანგარიშო დამოკიდებულებების გამოყვანა [40, 18]. აღნიშნულმა განაპირობა არანიუტონური სითხეების არსებული მოდელების ღვარცოფულ პროცესებთან ადაპტირება.

ბმულ ღვარცოფთა კრიტერიალური საზღვრების დადგენა და შეფასება, მოქმედ ფაქტორთა შესაძლო გათვალისწინებით, მათი სპექტრიდან გამოყოფის და მათზე საანგარიშო მოდელთა ადაპტირების საფუძველს წარმოადგენს. შემადგენელ კომპონენტთა ურთიერთთანაფარდობაზეა დამოკიდებული ღვარცოფთა დინამიკის და დაძაბული მდგომარეობის ამოცანათა გადაწყვეტის შესაძლებლობა. კრიტერიალური საზღვრების უმნიშვნელო ცვლილებითაც კი შესაძლებელია ღვარცოფის ერთი სახიდან მეორეში გარდასახვა. კომპონენტთა ცვლილება ბმული ღვარცოფისათვის უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას. წყლისა და მილიმეტრიანი ნაწილაკების წონითი თანაფარდობა უნდა შეადგენდეს  $0 \div 0,49$ -ს. წყლის წონის ფარდობა ღვარცოფის მთლიან მასასთან მოთავსებული უნდა იყოს  $0,112-0,20$ , ხოლო მილიმეტრიანი და მასზე ნაკლები ნაწილაკების წონის შეფარდება მთლიან მყარ მასასთან  $0,23-0,45$  საზღვრებში. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შემადგენელ კომპონენტთა ცვლილების პროგნოზით შესაძლოა ისეთი ამოცანების გადაწყვეტა, როგორცაა კერებში დაგროვილი მასის დაძვრა, მოსალოდნელი ხარჯის პროგნოზი, აქტიური და პასიური წნევების სურათის შესწავლა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებზე ნაკადის მოქმედება და სხვა [81, 82].

ბმული ღვარცოფები მაღალი სიმკვრივის ნაკადთა შორის, ბუნების ის სტიქიური გამოვლინებაა, რომლის დინამიკის საკითხების გადაწყვეტა შესაძლებელია დინების კანონზომიერებათა ფიზიკური არსის სრული შესწავლით. იგი მოძრაობის დროს ხასიათდება არასტაციონალური რეჟიმით და მისი აღწერის მიზნით ხშირად დამყარებული რეჟიმის განტოლებებს იყენებენ [83, 13, 14, 16, 58, 84].

ბმულ ღვარცოფებთან ბრძოლის ღონისძიებების შერჩევის დროს განსაკუთრებული ყურადღება ნაკადის სტრუქტურის რღვევის საკითხებს უნდა მიექცეს. ღვარცოფსადინარები, რომლებიც ხასიათდებიან მორფომეტრული მახასიათებლების მკვეთრი ცვლილებით გარკვეულ გავლენას ახდენს მის სტრუქტურულ ცვლილებაზე და მოძრაობის რეჟიმზე. განსაკუთრებულ ყურადღებას ნაკადის სტრუქტურის ცვლილებაზე მისი ტანის კუმშვისა და გაფართოების მახასიათებელი იწვევს. წყალთან შედარებით ეს მაჩვენებელი გაცილებით დიდი სიდიდით ხასიათდება და გარკვეულ გავლენას ახდენს ნაგებობათა პროექტირების დროს [15, 55, 85, 57, 86, 87, 88].

ნაგებობასთან ურთიერთქმედების შემთხვევაში დამყარებული ძალის სრული პროგნოზის მიზნით მკვეთრად გამოხატული ბმულობის პირობებში უკანასკნელ პერიოდში ყურადღება იქნა გამახვილებული ღვარცოფის ტანში ტალღის გავრცელების სიჩქარის ცვლილების თავისებურებაზე. ღვარცოფში წყალთან შედარებით ტალღის გავრცელების სიჩქარე თითქმის 7-ჯერ მცირდება [18].

საინჟინრო თვალსაზრისით, ღვარცოფსადინართა კალაპოტების მდგრადობა და სარეგულიაციო ნაგებობათა პროექტირება ისეთი კრიტერიუმების გათვალისწინებას საჭიროებს, როდესაც არ ხდება ნაკადის სტრუქტურის ცვლილება და მდგრადობის კოეფიციენტის ნორმატივებიდან გამოსვლა. პირობის დარღვევის შემთხვევებში და ნაგებობის ღიობების ზომების არასწორად დანიშვნის შემთხვევაში მოსალოდნელია ხერგილების წარმოქმნა და ეკოლოგიური სტაბილურობის რღვევის მოსალოდნელი შემთხვევები [24].

ბმულობის თვისებებიდან გამომდინარე ნებისმიერი სიმძლავრის მქონე ღვარცოფწარმოქმნელი მასის ტანში შეიძლება გამოყოფილი იქნას ორი ზონა: პირველი – სადაც - არ ხდება ძვრის ზედაპირების წარმოქმნა, გვერდები

ინარჩუნებს ვერტიკალურ მდგომარეობას და მისი სიდიდე შეიძლება ბმულობის ექვივალენტური სიდიდის სიმაღლით დახასიათდეს; მეორე – რომელიც პირველი ზონის გაგრძელებას წარმოადგენს ადგილი აქვს ზღვრული წონსწორობის რღვევას. ბმულობის საფუძველზე შესაძლებელია შეფასდეს ღვარცოფის აქტიურ ძაბვის და გვერდითი წნევის კოეფიციენტის მნიშვნელობები [12].

ეროზიულ ღრანტეებში დაგროვილი ღვარცოფის ტანის ქვის კარკასის ტალახოვანი მდგენელით შევსების დასრულებით შესაძლებელი ხდება ზღვრული წონასწორობის დაკარგვა და ღვარცოფის ტანის არამდგრად დენად მდგომარეობაში გადასვლა [31].

ღვარცოფთა რეგულირების სირთულეები მათ სადინარებში მიმდინარე რთული კალაპოტური პროცესი შესწავლის დონეზეა დამოკიდებული. აქედან გამომდინარე ღვარცოფის რეგულირება, კალაპოტების მდგრადობის მორფომეტრიული მახასიათებლების და ნაკადის ჰიდრავლიკური პარამეტრების ისეთი ურთიერთშერწყმით უნდა განხორციელდეს, როცა დაცული იქნება ნაგებობის და ნაკადის მდგრადობის პირობები. კალაპოტური პროცესების შესწავლას მიეძღვნა შემდეგი სამეცნიერო ნაშრომები [89, 90, 91, 92].

მოდრავი ბმული ღვარცოფის ფიზიკაზე თანამედროვე წარმოდგენით შესაძლებელია მათი ნაგებობებზე მოქმედების მოდელის სწორად შერჩევა. ამაზე მიუთითებს შრომაში [44] მოცემული ბლანტ–პლასტიკური კოჭების მოძრაობის ანალოგიების მოდელის გამოყენება და ადაპტირება ნაგებობასთან ურთიერთმოქმედების დროს. არანიუტონური სისტემების რეოლოგიური მაჩვენებლის კვლევებით შესაძლებელია ეფექტების გამოვლენა. განსაზღვრული პირობების შემთხვევაში ღვარცოფის მოძრაობის დროს მყარი ნაწილის დიდი პროცენტული შემცველობის გამო ადგილი აქვს კალაპოტის მოძრავ ნაკადის გარემოს სიმეტრიული მოძრაობის მიმართულებით მიზიდვას.

ბლანტი ღრეკადი გარემოს ძვრითი მოძრაობის შემთხვევაში ეს ძაბვები კუმშვის ეფექტით ხასიათდება და იწვევს გარემოს აღრევას და ზედაპირის დეფორმაციას. აღნიშნული თვისების გათვალისწინებით შესაძლებელი ხდება ნაკადის შეტბორვის წირის შეფასება. მთის ზონებში ღვარცოფთა მოძრაობას სადინარებში რეალურად არასტაციონალური ხასიათი გააჩნია. კერებში ჩამოყალიბებული ნაკადისათვის მოძრაობის გზაზე ახასიათებს დინამიკური მახასიათებლების ცვლილების თავისებურება. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, გასაგებია თუ რა შეცდომები შეიძლება იქნას დაშვებული გაანგარიშებებში მოძრაობის არასტაციონალურობის გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში. ამოცანის გადაწყვეტის დროს არსებული მიზნის მისაღწევად გამოიყენება რიცხვითი მეთოდები. ღვარცოფულ პროცესებზე მოქმედი ფაქტორების ანალიზით დასტურდება მნიშვნელოვანი განსხვავება საანგარიშო მოდელების პროცესზე ადაპტირებით მიღებული შედეგების ჰიდრავლიკურ პარამეტრებს შორის, როგორც ნაკადის ჩამოყალიბების, ასევე მოძრაობის სატრანზიტო უბნების შემთხვევაში. ზემოთ აღნიშნული საკითხი ეხება კერიდან დაძრული მასის ხარჯის პროგნოზირების არასტაციონალურობას, მათი რეოლოგიური მახასიათებლების, დინამიკის საანგარიშო დამოკიდებულებების დაზუსტებას, სატრანზიტო უბნებზე მათი მოძრაობის პირობებს და კალაპოტებში მიმდინარე პროცესებს.

ღვარცოფული მოვლენები ეს წარმოადგენს პროცესებს, რომლებიც მათ ფორმირებასთან, მოძრაობასთან დამანგრეველ ზემოქმედებასთან, ტრანსფორმირებასთან და გამოტანილი მყარი მასის დალექვასთან არის დაკავშირებული. ღვარცოფული მოვლენებისაგან ზემოქმედებას განიცდის ჩვენი ქვეყნის სახალხო მეურნეობის თითქმის ყველა მნიშვნელოვანი ობიექტი.

ღვარცოფული პროცესების შეფასების განმსაზღვრელ ფაქტორებად შეიძლება ჩაითვალოს ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა პროცესში დაგროვილი მასის პოტენციური შესაძლებლობის ზღვრული მნიშვნელობა,

ძვრის კრიტიკული ქანობი, მოსალოდნელი ხარჯი, ნაკადის სატრანზიტო უბნებზე ჰიდრავლიკური, კალაპოტის ტრანსფორმაციის მახასიათებელი, გამოტანის კონუსებზე მათი მოძრაობის პირობების განმსაზღვრელი მახასიათებლები და სხვა.

#### 1.4. ღვარცოფებთან ბრძოლის ღონისძიებები

ღვარცოფულ მოვლენებთან ბრძოლა მიმდინარეობს უხსოვარი დროიდან. ძველი ცივილიზაციის მრავალი ქვეყნის მთების ფერდობებზე შემორჩენილია ტერასების სისტემები, რომელთა მეშვეობითაც ხორციელდებოდა მყარი და თხიერი ნაკადის რეგულირება.

თანამედროვე ღვარცოფსაწინააღმდეგო სისტემების მშენებლობა XIX საუკუნეში დაიწყო და ძირითადი აქცენტი კეთდებოდა ღვარცოფსაშიში ფერდობების დატერასებასა და მათზე ტყის გაშენებაზე.

დღეისათვის, ამ ღონისძიებებს მიეკუთვნება: ტერიტორიის ექსპლუატაციის რეგულირება, აგროსატყეო-სამელიორაციო ღონისძიებები (ფერდობების ტერასირება და ტყის გაშენება) და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობა. ამა თუ იმ ღვარცოფდამცავი ღონისძიების შერჩევა დამოკიდებულია ღვარცოფის აუზის თავისებურებაზე.

მიუხედავად აღნიშნული ღონისძიებებისა, ტერიტორიებისა და ნაგებობების დაცვა ღვარცოფული ნაკადების კატასტროფული ზეგავლენისგან რთული ამოცანაა, რომლის გადაწყვეტაც შესაძლებელია მხოლოდ კომპლექსური მიდგომებით, ანუ საინჟინრო (აქტიური) და პროფილაქტიკური ღონისძიებების ერთობლივი განხორციელებით.

პირობითად, სახალხო მეურნეობის ობიექტებისა და ტერიტორიების ღვარცოფებისგან დაცვის ღონისძიებები, შეიძლება ოთხ ჯგუფად დაიყოს:



ღვარცოფების წარმოქმნის შეჩერება, ღვარცოფების ტრანზიტული გაშვება და სრული ან ნაწილობრივი აკუმულაცია.

**ღვარცოფდამცავი ღონისძიებების პირველი ჯგუფი** - ღვარცოფების წარმოქმნის შეჩერება, რაც გულისხმობს ნიადაგ-გრუნტის გარეცხვის შემცირებასა და ფერდობებზე წარმოქმნილი უმნიშვნელო წყლის ნაკადების მძლავრ ნატანდატვირთულ ან ქვატალახიან ნაკადებად გადაზრდის შეჩერებას. ამ ჯგუფის ყველაზე გავრცელებულ ღონისძიებას წარმოადგენს, მთის ფერდობებზე ტყის გაშენება, რომლის საშუალებითაც ხდება ხევების წარმოქმნის პროცესის შენელება.

**ღვარცოფდამცავი ღონისძიებების მეორე ჯგუფი** - მიმმართველი და დამცავი დამბები, ღვარცოფგამტარი ნაგებობები და ა.შ. ასეთი ტიპის ნაგებობები კონსტრუქციულად მარტივი, ადვილად ასაგები და ეკონომიურია, თუმცა მათი გამოყენების პირობები შეზღუდულია ადგილმდებარეობის ქანობიდან გამომდინარე, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს 5-10 %-ს.

**ღვარცოფდამცავი ღონისძიებების მესამე ჯგუფი** - მიეკუთვნება ნაგებობები რომელთა მეშვეობითაც ხდება ღვარცოფების სრული შეკავება. აღნიშნული ნაგებობებიდან ყველაზე საიმედოა ყრუ კაშხლები, რომელთა მეშვეობითაც შესაძლებელია ბრძოლა ნებისმიერი წარმოშობის ღვარცოფებთან (თავსხმა წვიმებით გამოწვეული ღვარცოფები, სეისმური, ვულკანური, გლაციალური)

**ღვარცოფდამცავი ღონისძიებების მეოთხე ჯგუფი** - გამჭოლი ღვარცოფდამჭერები, რომელთა ძირითადი დანიშნულებაა ღვარცოფული ნაკადების მსხვილი ფრაქციების შეკავება, ღვარცოფის მოცულობის, სიმკვრივისა და სიჩქარის შემცირება და წვრილი ფრაქციის გატარება ქვედა ბიეფში.

ასეთი ტიპის კონსტრუქციების აგება, ეკონომიკური თვალსაზრისით, გაცილებით ხელსაყრელია, ვიდრე მასიური ნაგებობების აგება [ 93, 94].

მსოფლიო პრაქტიკაში, უკანასკნელ პერიოდში, ფართო გამოყენება ჰპოვა ღვარცოფებთან ბრძოლის კომპლექსურმა ღონისძიებებმა: მდინარის სათავეში იგება წყალსაცავი ნატანის დასაჭერად, მდინარის შუა ნაწილში - დამჭერი ჯებირები, ხოლო დინების ქვედა ნაწილში - ღვარცოფგამტარი არხები.

ღვარცოფსადინარის კალაპოტის ფართე ნაწილებში, ანუ გამოტანის კონუსის ზონაში, სადაც ნაპირი ნაკლებად ციცაბოა და ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარე და სიღრმე შედარებით მცირეა, ეფექტურია გამარტივებული ღვარცოფდამცავი ნაგებობების გამოყენება: უნიფიცირებული რკინაბეტონის ღერძული ელემენტებით ან ფოლადის მესერის კონსტრუქციები.

ფერდობების გასწვრივ გამავალი გზების დასაცავად, ძირითადად გამოიყენება მიწის დამბები, ტრანშეები, რკინაბეტონის ბარიერები და სხვა გრძივი ნაგებობები.

ღვარცოფებისგან დაცვისათვის, აგრეთვე, გამოყენება ჰპოვა ავტომობილების მეორადი საბურავების სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციებმა, რომელთა გამოყენებითაც ადვილად ხდება ღვარცოფული ნაკადის ენერჯის ჩაქრობა. ასეთი ტიპის კონსტრუქციები გამოირჩევა მშენებლობის სიმარტივით, მცირე ღირებულებითა და გამოყენების ვადის ხანგრძლივობით (წყალში 1500-2000 წელი, ატმოსფეროში 50-60 წელი).

არსებული ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ანალიზის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ მიუხედავად არსებული უამრავი ეფექტური ღვარცოფსაწინააღმდეგო კონსტრუქციებისა, აუცილებელია მათი დაგეგმარებისა და გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფა, ნორმებისა და წესების მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდების შემუშავების საფუძველზე.

**თავი. 2. მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის და ქინძმარაულის ტერიტორიის კომპლექსური ანალიზი და მელიორაციული შეფასება**

**2.1. მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის ზოგადი დახასიათება**

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. ხასიათდება წყალმოვარდნის რეჟიმით. მდინარე დურუჯის ზემო ნაწილში პერიოდულად იქმნება ტიპური სტრუქტურული ღვარცოფი, რომლის დროს ხარჯმა შეიძლება 200 მ<sup>3</sup>/წმ-ზე მეტს მიაღწიოს. მთებიდან გამოაქვს კოლოსალური რაოდენობით ტალახად ქცეული მყარი მასალა და დიდ საფრთხეს უქმნის ქალაქ ყვარელს. აუზის გამოტანის კონუსის საერთო ფართობი შეადგენს 95 კმ<sup>2</sup>-ს.

**2.2 მდ. დურუჯის კალაპოტის თანამედროვე მდგომარეობა**

2000-2010 წწ. მდ. დურუჯის სათავეებში, ე.წ. “შავ კლდეზე”, ცალკეულ ადგილებში დაფიქსირდა ღარებისა და ხრამების ქსელის ინტენსიურობა სიხშირით 15-20 მ, რაც ცნობილი ინგლისელი პროფესორის რ. მორგანის [3,5] კლასიფიკაციით შეესაბამება ეროზიის მე-7 კლასს, რომლის დროსაც ეროზიის ინტენსიურობა მეტია 500 ტ/ჰა-ზე წელიწადში.

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

დამცავი კედლის ამ 500 მეტრიან უბანზე 2004 და 2006 წლებში აგებულ იქნა 4 მ სიმაღლის გაბიონი, რომელიც ამჟამად მთლიანად ღვარცოფული გამონატანითაა ამოვსებული და გაზაფხულის წყალდიდობების შემთხვევაში შეიძლება კატასტროფა დაემუქროს ყვარლის მოსახლეობას. დამცავი კედლის ამ მონაკვეთზე 1998 წელს ნაწილობრივ შეკეთებულ იქნა მდინარის მიერ დანგრეული მონაკვეთი. კედლის ტანში მთელ სიგრძეზე ამოსულია დიდი ზომის სხვადასხვა ჯიშის ხე-მცენარეები, რის გამოც კედელი მასიურად დანგრეული და დეფორმირებულია. 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. ქ. ყვარლის და ქ. თელავის შემაერთებელ გზაზე, მდ. დურუჯის ხიდთან კალაპოტი ნატანისაგან მთლიანად შევსებულია. ნაპირსამაგრი ფილები ზოგან გადავსებულია, ზოგან კი წაღებულია წყალდიდობებისას. სასწრაფოდ საჭიროა ხიდის ჩრდილოეთით 500 მ-ზე და სამხრეთით 200 მ-ზე კალაპოტის გაწმენდა დაახლოებით 70 ათ. მ<sup>3</sup> მოცულობის ნატანისაგან [1, 95, 96, 97, 98, 99, 100].

მდ. დურუჯის მდ. ალაზანთან შესართავიდან 2 კმ-ის მანძილზე ზევით კალაპოტი მთლიანად გადავსებულია და წყალი გადაედინება სავარგულებსა და მეცხოველეობის ფერმების მიმდებარე ტერიტორიაზე [97,101].

მდინარემ უკვე მიიტაცა 80 ჰა-ზე მეტი სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ტერიტორია და საშიშროების წინასე დგას ასეულობით ჰექტარი სავარგული. მდინარის კალაპოტის ნაწილობრივ აღსადგენად საჭიროა 2 კმ სიგრძეზე დაახლოებით 120 ათ. მ<sup>3</sup> ნატანის გატანა [100].

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 კალაპოტსა 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 სამოსახლო ტერიტორიები. ეს პროცესი კალაპოტში დღესაც გრძელდება (ცხრილი 2.1 ) [102, 103, 104, 105].

**ცხრილი 2.1**

**მდინარე დურუჯის ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ღვარცოფული მასის თანხვედრის მაჩვენებლები**

№	ღვარცოფის გავლის წელი	ღვარცოფის ხარჯი	ღვარცოფის გავლის	ღვარცოფის მოცულობა - W (მ <sup>3</sup> )	ცდომილება

		$Q_{\max}$ (მ³/წმ)	ხანგრძლიობა $T$ (წმ)	საველე მონაცემები	ფორმულით [1] $W = 0,138 \cdot T^{1,52} \cdot Q_{\max}^{0,73}$	(%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1899	434,8	1380	600024	689361	12,9
2	1906	2000,0	900	1 800000	1096675	39,6
3	1947	1666,6	960	1 599936	1058926	33,8
4	1949	370,4	1620	600048	782448	23,3
5	1956	253,2	900	227880	242579	6,1
6	1957	199,2	960	191232	224600	14,8
7	1961	159,6	900	143640	173197	17,1
8	1961	210,0	660	138600	132055	4,7
9	1961	740,0	1560	1 154400	1224423	5,7
10	1961	250,0	2160	540000	909388	40,6
11	1963	172,0	960	165120	201774	18,2
12	1963	132,0	420	55440	47341	14,6
13	1963	703,0	1740	1 223220	1 392487	12,2
14	1963	144,0	840	120960	144673	16,4
15	1963	73,0	420	30660	30722	0,2
16	1963	470,0	3300	1 551000	2 745691	43,5
17	1963	103,0	180	18540	10896	41,2
18	1963	1244,0	720	895680	552387	38,3

19	1963	443,0	1380	611340	698827	12,5
20	1963	288,0	300	86400	50172	41,9
21	1963	150,0	360	54000	41115	23,8
22	1963	262,0	720	188640	177167	6,1
23	1963	446,0	360	160560	91091	43,3
24	1963	205,0	900	184500	207926	11,3
25	1963	82,0	300	24600	20053	18,5
26	1963	62,0	1020	63240	105050	39,8
27	1973	200,6	900	180540	204658	11,8
28	1976	240,2	840	201768	210185	4,0
29	1977	167,6	720	120672	127863	5,6
30	1981	264,0	1200	316800	387263	18,2
31	1982	458,0	300	137400	70394	48,7
32	1983	229,0	720	164880	160585	2,6
33	1984	162,0	960	155520	193142	19,5
34	1986	282,0	720	203040	186942	7,9
35	1986	160,0	1500	240750	377177	36,2
36	1986	321,0	900	288900	288454	0,2
37	1990	114,0	1200	136800	209785	34,8
38	1992	330,2	1500	495300	640086	22,6
39	1997	221,1	1080	239868	289889	17,3

40	1999	333,3	1500	500000	644477	22,4
----	------	-------	------	--------	--------	------

საგანგაშო ის არის, რომ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების ინტენსივობა კი არ იკლებს, არამედ მატულობს და თუ დროულად არ იქნა მიღებული ქმედითი ღონისძიებები, არის იმის საშიშროება, რომ დასახლებული პუნქტის მოსახლეობის ნაწილი აღმოჩნდეს ღვარცოფული პროცესების მსხვერპლი.

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

### 2.3. მდ. დურუჯის ეროზიული ღრანტეების დახასიათება

როგორც ცნობილია შავი დურუჯის ეროზიულ-ღვარცოფული კერა შავი კლდის სახელით არის ცნობილი, ხოლო თეთრი დურუჯის ეროზიული კერა მდებარეობს ფოხალოს მთის სამხრეთ ფერდობზე ზღვის დონიდან 2994 მ. სიმაღლეზე რომლის ჩრდილოეთი ფერდობი ესაზღვრება დაღესტანს. შავი და თეთრი დურუჯის ღვარცოფწარმომქმნელი კერების საერთო ფართობი 308 ჰექტარის ტოლია, მათ შორის 250 ჰექტარი ფართობი განლაგებულია სუბალპურ და ალპურ ზონებში, აქედან 60-70 ჰექტარი ფართობი განლაგებულია ტყიან ზოლში. მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზის მთლიანი ფართობი გამოტანის კონუსის ჩათვლით 116 კმ<sup>2</sup> -ია, აქედან გამოტანის კონუსის ფართობი 36 კმ<sup>2</sup> -ს შეადგენს.



მდინარე დურუჯის გამოტანის კონუსის სიგრძემ შესართავიდან ხერხეულიძის ნაგებობამდე 8,0 კმ შეადგინა, მდინარის სიგრძე ხეობაში კი დაახლოებით 18 კმ-ია, აქედან გამომდინარე მდინარის მთლიანი სიგრძე 26 კმ-ია, კალაპოტის საშუალო ქანობით  $i = 0,222$ . მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზის სიგანის საშუალო სიდიდე 4,3 - 4,5 კმ-ის ფარგლებში მერყეობს, მაქსიმალური ქანობი კი უტოლდება 6,5-7,0 კმ-ს [24].

მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზი გეოტექნიკური მიმართულებით იყოფა ორ ნაწილად: მთავარი კავკასიონის ქედი და ალაზნის ველი. მდინარე დურუჯის წყალშემკრები აუზი ლითოლოგიური ჭრილის მიხედვით იყოფა: 8 ძირითადი ფიქალების წყობა; 2. თიხა-ფიქალებისა და ქვიშა-ქვების ჩანართები მორიგეობის სახით. 3. მეოთხეული დანალექები. კლიმატი. 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 [24, 106].

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 დელიუვიარული 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) [107].

ჩატარებულმა საველე-ექსპედიციურმა გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ მდინარე დურუჯის კალაპოტში ფორმირებული ღვარცოფების სიმძლავრეზე, მომავალში დიდ გავლენას მოახდენს ასევე მდ. თეთრი დურუჯის წყალშემკრები აუზი, რადგან ფოხალოს მთაზე ზღვის დონიდან 2990 მეტრზე დაფიქსირებული იყო მთის ქანების ტექტონიკური რღვევის ხაზი, რომელიც მომავალში მეწყრული პროცესების გააქტიურებას გამოიწვევს, ეს კი ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების გაძლიერების დასაწყისია. ეროზიულ-ღვარცოფულ და მეწყრულ პროცესებს მდ. დურუჯის აუზში დაემატა აგრეთვე თოვლის ზვავების მოქმედებაც. 2001 წლის 22 ივნისს მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში დაფიქსირებული იყო მდინარე წიფელ გორის წყლის ხეობიდან (მდ. შავი დურუჯის მარცხენა შენაკადი) ჩამოცურებული თოვლის მასა, რომლის სიგრძემ 150 მეტრი, ხოლო სიმაღლემ კი 5 – 6 მ. შეადგინა. მდინარე დურუჯის კალაპოტის გრძივი პროფილის დახრის კუთხემ ამ ადგილას 170 შეადგინა, კალაპოტის სიგანემ – 4,6 მ. , ხოლო წყლის ნაკადის სიღრმემ კი 0,32 მ [1].

#### **2.4 საფერავის ზოგადი ბოტანიკური დახასიათება**

მსოფლიო კაცობრიობის ისტორიაში, მისი სამეურნეო და სოციალური კულტურის განვითარებისათვის მევენახეობა-მეღვინეობას ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა. თანამედროვე მევენახეობა-მეღვინეობა ამსხვრევს მასობრივი მრეწველობის, მათ შორის მასობრივი წარმოების სტერეოტიპებს და ამკვიდრებს სრულიად ახალ ხედვას იმის შესახებ, თუ სად არის მევენახეობა-მეღვინეობის - როგორც აგრარული მეურნეობის დარგის ისტორიული საწყისები და როგორი განვითარება ჰპოვა მან მსოფლიოში.

ამ კუთხით მსოფლიოში საქართველოს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია, რადგან მევენახეობა-მეღვინეობა სწორედ ჩვენთან გაჩნდა დაახლოებით 8000 წლის წინ და მან საუკუნეების მანძილზე უნიკალური განვითარება ჰპოვა, რაც ქართულ მევენახეობა-მეღვინეობას განასხვავებს მსოფლიოს მევენახეობა-მეღვინეობისაგან. კერძოდ: ძირძველი მდიდარი ტრადიციები, საუკუნოვანი ისტორიის მქონე ვაზის 500-მდე ჯიში, ყურძნის პირველადი და მეორადი გადამუშავების ტექნოლოგიების სხვადასხვაობა, დაღვინების პროცესები, არა მარტო ხაზს უსვამს ქართული ღვინის უნიკალურობას, არამედ ამკვიდრებს აზრს იმის შესახებ, რომ სწორედ ქართული ვაზი, ქვევრის კულტურა და მასზე დაფუძნებული მეღვინეობა წარმოადგენს მსოფლიო მეღვინეობის საწყისს, რაც მსოფლიო მეცნიერებამ, ფართო მასშტაბიანი არქეოლოგიური, ისტორიული, პალეონტოლოგიური, ლინგვისტური და ამპელოგრაფიული გამოკვლევების საფუძველზე აღიარა.

საქართველოს ღვინოები თავის ბრწყინვალე ხარისხის წყალობით, უძველესი დროიდან მთელ მსოფლიოში სამართლიანი აღიარებით სარგებლობდნენ. ქართველი ხალხის ისტორიული ფესვები საუკუნეების მანძილზე განუყოფელია ვაზის ფესვებთან. საქართველოს მატერიალური კულტურის შემონახული ისტორიული ძეგლები და ასევე რიგი წერილობითი წყაროები ამტკიცებენ, რომ ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მეღვინეობის განვითარების დონე ძალზე მაღალი იყო და აქედან ევროპაში გაჰქონდათ ღვინო.

საქართველოს მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობები საუკეთესო გარემოს ქმნის მაღალხარისხიანი მევენახეობა-მეღვინეობის განვითარებისათვის, რომლის თავისებურებათა მიხედვით ქვეყნის ტერიტორია იყოფა შემდეგ მიკროზონებად: კახეთი, ქართლი, იმერეთი, რაჭა-ლეჩხუმი, გურია-სამეგრელო, აფხაზეთი და აჭარა. საქართველოს ვენახების 65-

70 % გაშენებულია უძველესი და უნიკალური მევენახეობა-მეღვინეობის რეგიონში კახეთში (სურ.1).



**სურ. 2. 1. მევენახეობის სპეციფიკური ზონები საქართველოში**

კახეთი - ქართული მეღვინეობის უმთავრესი რეგიონია. საუკეთესო ხარისხის ღვინოების მომცემი ვენახები მდებარეობს ალაზნისა და ივრის აუზებში, ზღვის დონიდან 400-700 მეტრ სიმაღლეზე, ნემომპალა-კარბონატულ, შავმიწა და ალუვიურ ნიადაგებზე. ეს რეგიონი შეიძლება დაიყოს 4 ძირითად მხარედ: ალაზნის მარჯვენა სანაპირო, ალაზნის მარცხენა სანაპირო, ქიზიყი და გარე კახეთი. საქართველოში დარეგისტრირებული 18 ადგილწარმოშობის ღვინოდან 14 სწორედ კახეთს ეკუთვნის, ესენია: წინანდალი, გურჯაანი, ვაზისუბანი, მანავი, კარდენახი, ტიბაანი, კახეთი, კოტეხი, ნაფარეული, მუკუზანი, თელიანი, ქინძმარაული, ახაშენი, ყვარელი. ყურძნის ჯიშებიდან აღსანიშნავია: რქაწითელი, საფერავი, მწვანე კახური, ქისი, ხიხვი, ბუდეშური, მცვივანა, საფენა, კუმსი, კაბერნე სოვინიონი, თავკვერი, იყალთოს წითელი და სხვ. კახური ღვინო ქართულ ღვინოებს შორის

ყველაზე მეტად გამოხატავს ნიადაგის თვისებებს. ღვინის ხარისხს განაპირობებს შემდეგი ფაქტორები: ნიადაგი, ვაზის ჯიშში, ადგილობრივი კლიმატური თავისებურებები, ვენახის ექსპოზიცია და სხვა. ამათგან, ღვინის ხარისხი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნიადაგის ტიპზე, ნიადაგის განსაზღვრულ ტიპს კი აყალიბებს მასში საუკუნეების განმავლობაში მიმდინარე ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესები. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგი, ვაზის თვისებებს განსხვავებულად წარმოაჩენს და ღვინის განსაკუთრებულ ხარისხს აპირობებს (ცხრილი. 2.2).

**ცხრილი. 2.2. ვენახების ჯიშობრივი შემადგენლობა**

ჯიშის დასახელება	ვენახის ფართობი ჰა
რქაწითელი	19741
საფერავი	3704
მწვანე	249
ქისი	20
ხიხვი	5
კაბერნე	223
გორული მწვანე	224
ჩინური	955
ალიგოტე	97
პინო თეთრი	171
თაკვერი	29
ციცქა	2939
ცოლიკოური	6161
კრახუნა	36
ოცხანური საფერე	5
ალექსანდროული	219
უსახელოური	8
ოჯალეში	25
ჩხავერი	20
ალადასტური	16
სხვა ჯიშები	2490

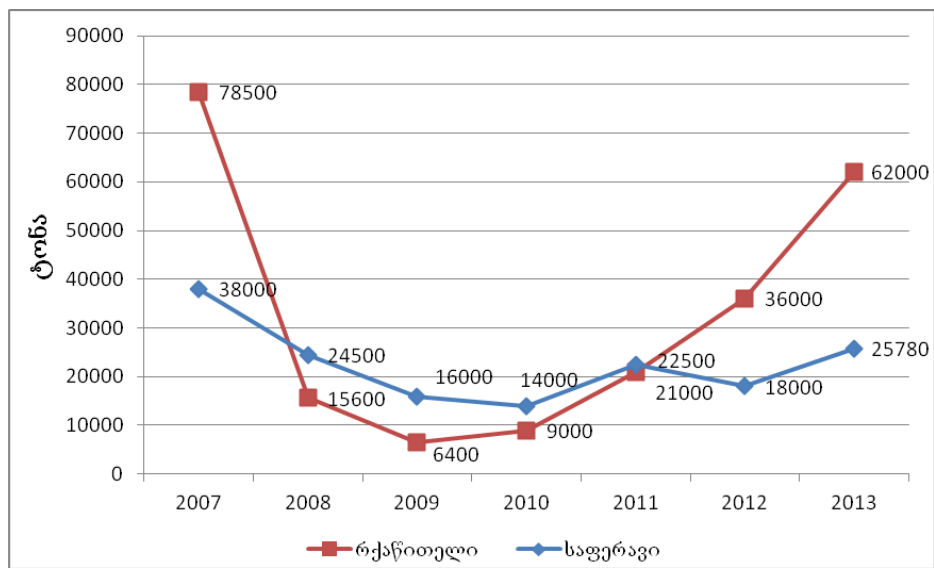
ღვინო „ქინძმარაულის“ მიკროზონა მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, შიდა კახეთში, ყვარლის ადმინისტრაციულ რაიონში. ვენახები

ძირითადად განლაგებულია ზღვის დონიდან 250-550 მ. სიმაღლის საზღვრებში, მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროზე (გალმამხარი). დასავლეთის მიმართულებით ზონა მოიცავს სოფლებს: შილდას, ენისელს, საბუეს, ალმატს, გრემს და შაქრიანს. აღმოსავლეთის მიმართულებით კი სოფლებს: ფატმასურს, სანავარდოს, კუჭატანს, წიწკანაანთ სერს, ჩანტლის ყურს, ზინობიანს, ახალსოფელს, თხილის წყაროს, მთის ძირს, ჭიკაანს ძირითადად და ნაწილობრივ გავაზისა და ბაღლოჯიანის ტერიტორიებს. მიკროზონის ტერიტორიაზე გამოყოფილია ალუვიური ნიადაგების ორი სახეობა, ცხრა სახესხვაობით და დელუვიური ნიადაგების ორი სახეობა ხუთი სახესხვაობით. ყვავილობა მაისის ბოლოს, ყურძნის სიმწიფის დაწყება კი აგვისტოს მეორე ნახევარში აღინიშნება (20.VIII-დან). ყურძნის ტექნიკურად მომწიფება სექტემბრის ბოლო რიცხვებში ხდება. ბუნებრივად ნახევრადტკბილი ღვინომასალის მისაღებად ყურძენი ოქტომბრის შუა რიცხვებში უნდა დაიკროფოს.

ქინძმარაულის მიკროზონაში სანედლეულო ბაზის ფართობი შეადგენს დაახლოებით - 1633 ჰა-ს. ყველაზე გავრცელებული ვაზის ჯიშია საფერავი.

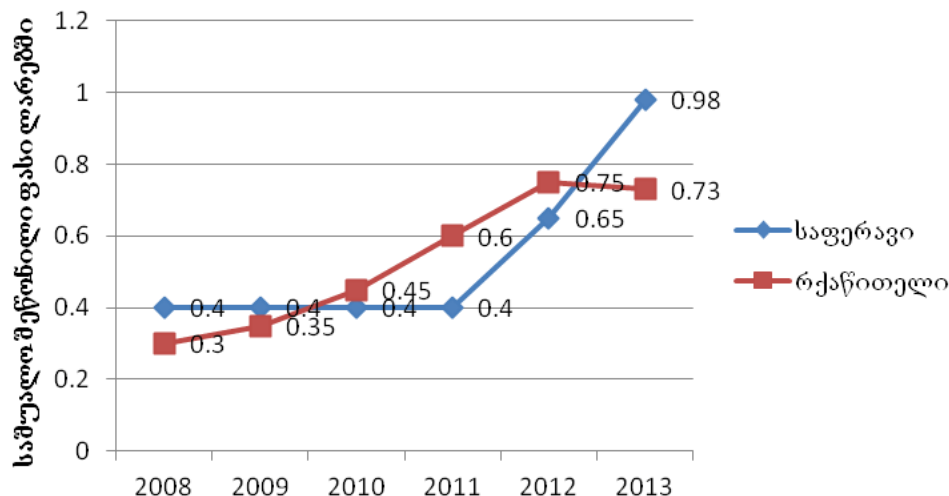
საფერავი ქართული წითელ ყურძნიანი ვაზის ჯიშია. წარმოშობით სამხრეთ საქართველოდანაა, მაგრამ ყველაზე მეტად გავრცელებულია კახეთში, სადაც საუკეთესო შედეგს იძლევა. გავრცელებულია საფერავი მრგვალმარცვალა და ბუდეშორისებრი, ანუ გრძელმარცვალა – ერთი ჯიშიდან წამოსული ორი სახეობა. ერთმანეთისგან მხოლოდ მარცვლის ფორმით განსხვავდება. სიტყვა "საფერავი" ფერის მიმცემს გულისხმობს. საფერავისგან მზადდება მაღალ-ხარისხიანი კლასიკური და ტრადიციული ტიპის ღვინოები, დაძველების დიდი პოტენციალით. ასევე გამოიყენება ნახევრადტკბილი და ვარდისფერი ღვინოების დასამზადებლად. საფერავი არის ჯიში, რომელსაც მაღალი შაქრიანობა შეუძლია დააგროვოს, შეინარჩუნოს მჟავიანობა. გამოირჩევა საღებავის

სიუხვით, ანუ საფერავი, შემფერავი ნივთიერებებით, შესაბამისად, მისგან მუქი შეფერილობის ღვინო დგება. აქვს ძალიან კარგი, დიდი რაოდენობით და ადვილად ექსტრაგირებადი ტანინები. სწორედ ტანინები განასხვავებენ ღვინოს სხვა ჯიშებისაგან. საფერავისგან შეიძლება დავამზადოთ ძლიერი, მაღალმჟავიანი, მაღალი ალკოჰოლის შემცველი, მუქი შეფერილობისა და კარგი ტანიანი ღვინო. ტანინებთან და საღებავებთან ერთად საფერავს თავისი ჯიშური, გამორჩეული არომატები გააჩნია, რომლითაც ყოველთვის იცნობა და მის უნიკალურობასაც განაპირობებს. საფერავი შეიძლება ჩაითვალოს ერთ-ერთ დიდი პოტენციალის მქონე ვაზის ჯიშად, რომელიც საკმაოდ დიდ ყურადღებას იმსახურებს უცხოელების მხრიდანაც.



სურ. 2.2. რქაწითელის და საფერავის მოსავლიანობის სტატისტიკური მონაცემები

საქართველოში წარმოებული ყურძნის საერთო რაოდენობიდან მეორე ადგილი უკავია საფერავს. 2007 - 2013 წლებში საფერავის მოსავლის რაოდენობამ შეადგინა 158 780 ტ. (სურ. 2.1). საფერავზე გაზრდილ მოთხოვნილებას მოწმობს ასევე ყურძნის ფასის პროგრესირებადი ზრდა (სურ. 2.2).



სურ. 2.3. ყურძნის ფასების დინამიკა 2008-2013 წწ.

საფერავის ჯიშის ვაზის ვენახის გასაშენებლად ოპტიმალური სიმაღლეა 550 – 600 მეტრი ზღვის დონიდან. ნიადაგი ნემომპალა კარბონატული და კალციუმის კარბონატების საკმაო რაოდენობის შემცველი. მექანიკური შედგენილობით მძიმე ქვეთიხნარიანი და საშუალო რაოდენობით შეიცავს ჩონჩხს ზედა ჰორიზონტში. ვენახი დაბლარია, ვაზი გაფორმებულია ორმხრივი შპალერის წესით სარ\_მავთულზე. ვაზის კვების არე 2,15 მ<sup>2</sup>, ხოლო შტამბის სიმაღლე 50-55 სმ უდრის.

ახალგაზრდა, 15-20 სმ სიგრძის მოზარდი ყლორტის წვერი გვირგვინითა და პირველი ორი ჯერ კიდევ გაუმლელი ფოთოლაკითურთ დაფარულია სქელი ქეჩისებრი ბუსუსით, შეფერილია თეთრად და ღია ვარდისფერი არშია აქვს ახალგაზრდა ფოთოლაკების ირგვლივ. მეორე იარუსის ფოთლებზე (3-4) შებუსვა ზედა მხრიდან მცირდება და ფოთლები მოყვითალო\_მწვანე ფერისა ხდება, ქვედა მხრიდან კი შებუსვის შეუმცირებლობის გამო ისინი ინარჩუნებს მორუხო\_თეთრ ფერს სუსტი მოვარდისფრო ელფერით. ახალგაზრდა ყლორტი ფუძისაკენ თანდთან კარგავს შებუსვას და ბაცი მწვანე ფერისა ხდება. ფოთლის ილღიებში ახალგაზრდა კვირტებს აგრეთვე ვარდისფერი არშია აქვს.



შემოსული ერთწლიანი რქა საკმაოდ მსხვილია (7,5X8,0 მმ) და ჯიშისათვის დამახასიათებელი ფხვიერი მერქანი აქვს. შემოდგომით, ყურძნის სავსებით დამწიფების შემდეგ, რქა მოწითალო-ვარდისფერი ხდება. მუხლთაშორისები საშუალო სიგრძისაა (8-10 სმ), მუხლები კარგადაა გამოსახული, რომლებიც მუხლთაშორისებზე უფრო მსხვილი და მუქია.

ზრდადამთავრებული, შუა იარუსის (9-12) ფოთლები საშუალო ზომისაა (22X20 სმ). ფოთლის ფირფიტა მომრგვალოა, იშვიათად კვერცხისებრიც გვხვდება, ღია მწვანე ფერისაა და საკმაოდ უხეში. უფრო ხშირად ფოთლები სამნაკვთიანია, იშვიათად ხუთნაკვთიანი ან ოდნავ დანაკვთული – თითქმის მთლიანი ფოთლებიც გვხვდება. ფოთლის ზედაპირი ბადისებრ დანაოჭებულია, იშვიათად წვრილბურთულებიანიცაა. ფოთლის ნაკვთები განიერი და ოდნავ ზემოთ წამოწეულია.

ზედა ამონაკვეთები საშუალო სიღრმისაა, ან უფრო ხშირად ზეზეურია. ამონაკვეთები ხშირად ვიწრო ყელიანი ჩანგისებრია ან დახურული ოვალურთვლიანია. ამონაკვეთებს მახვილი ფუძე აქვს. იშვიათად ამონაკვეთი ოდნავ შესამჩნევია ან, პირიქით, მომრგვალო თვლიანია ერთი მეორეზე გადაბმული ნაკვთებით.

ქვედა ამონაკვეთები ზედა ამონაკვეთზე უფრო სუსტადაა განვითარებული, ჩვეულებრივ უფრო პატარაა ან სულ არ არის წარმოდგენილი. ამონაკვეთის ფორმა ხშირად ნაპრალისებრი ან პარალელურგვერდებიანი ჩანგისებრია; იშვიათად იგი ოდნავ შესამჩნევია ან შეჭრილი კუთხისებრია.

ყუნწის ამონაკვეთის ფორმა ცვალებადობს ღია თალისებრიდან ვიწრო ელიფსურთვლებიან დახურულ ამონაკვეთამდე. უფრო ხშირად ვიწროყელიანი და მახვილფუძიანი ჩანგისმაგვარი ამონაკვეთები გვხვდება. ხოლო უფრო იშვიათად დახურული ამონაკვეთები თითისტარისებრი

(ოვალური) თვალით. თავისუფალ მდგომარეობაში, გვერდითი ნაკვეთების წინ (ზეზე) წამოწევის გამო, ყუნწის ამონაკვეთი ხშირად დახურულს წააგავს.

ფოთლის მთავარი ძარღვები უფრო ხშირად ბოლოვდება გამოწეულ გვერდებიანი მახვილწვერიანი სამკუთხედისებრი ან გუმბათისმაგვარი ფორმის კბილებით. გვერდითი კბილები გამოწეულ გვერდებიანი, მახვილწვერიანი სამკუთხედისებრია ან, უფრო იშვიათად, ხერხკბილა\_სამკუთხედისებრია.

ფოთლის ქვედა მხარის შებუსვა საკმაოდ სქელია, იგი უფრო ქერისებრია, ვიდრე აბლაბუდისებრი, რომელიც შედგება ჰორიზონტალურად გართხმული აბლაბუდისებრი ბეწვისა და ვერტიკალურად მდგომი ჯაგრისმაგვარი ბუსუსებისაგან. ფოთლის ზედა მხარე შიშველია ან ოდნავ შესამჩნევი აბლაბუდისებრი ბეწვი დაჰყვება ძარღვების გასწვრივ.

ფოთლის ყუნწს ალაგ-ალაგ დაჰყვება ოდნავ შესამჩნევი აბლაბუდისებრი ბეწვი, იშვიათად, და ისიც ქვედა იარუსის ფოთლებზე ემჩნევა თხელი ჯაგრისებრი ბუსუსი. ყუნწი ჩვეულებრივ ფოთლის მთავარ ძარღვზე მოკლეა ან, იშვიათად, მისი ტოლია. ყუნწი მომწვანო ფერისაა, ხოლო იშვიათად მოწითალო-ღვინისფერია. ყვავილი ორსქესიანია. მას კარგად განვითარებული ბუტკო და მტვრიანები აქვს. ყვავილში 5 მტვრიანაა, იშვიათად 6 და უფრო იშვიათად 4 მტვრიანიანი ყვავილებიც გვხვდება. მტვრიანები ოდნავ უფრო გრძელია ბუტკოზე. მტვრიანას სიგრძის შეფარდება ბუტკოს სიმაღლესთან 1,0-1,2 შეადგენს, იშვიათ შემთხვევაში კი ეს შეფარდება 1,5 და მეტსაც აღწევს. ნასკვი პატარა სურისმაგვარი ფორმისაა; დინგი კარგადაა გამოსახული, სვეტი კი მოკლეა.

მტევნები საშუალო ზომისაა. მათი სიგრძე მერყეობს საფერავის საშუალოდ 13-დან 21 სანტიმეტრამდე, ხოლო სიგანე 7,5- დან 12 სანტიმეტრამდე. მტევნის ფორმა დიდად არ ცვალებადობს. ჩვეულებრივ მტევანი განიერ კონუსისებრია და ფუძესთან დატოტვილი. იშვიათად მტევნის

მხრების გადაზრდის გამო იგი კარგავს თავის ფორმას და უფორმო ხდება. მეტწილად საფერავის მტევანი მეჩხერია, იშვიათად კი საშუალო სიმკვრივისაც გვხვდება. მტევანში საშუალოდ 100-120 მარცვალია. მტევნის საშუალო წონა კახეთში 140 – 160 გ აღწევს.

მტევნის ყუნწის სიგრძე მერყეობს 4- დან 6 სმ - მდე, საშუალოდ კი 4 – 5 სმ უდრის. მწვანე ყუნწი ადვილად მოსაწყვეტი, ბალახისებრია, ხოლო ბოლოში იგი ხვედება და რქის ფერს იღებს. მარცვლის ყუნწი წვრილია, მოგრძო (6-8მმ) და გლუვი. მარცვლის ყუნწის ბალიში ვიწრო კონუსისებრია, იშვიათად განიერ კონუსისებრი, ხშირად ხორკლებიანია, იშვიათად კი გლუვი. მარცვლის ყუნწის ბალიში ღია წითელია. მარცვლების სიმწიფისას მარცვლის ყუნწიც ღია წითელი ხდება. მარცვალი საშუალო ზომისაა, მისი სიგრძე მერყეობს 1,3- დან 2,0 სმ- მდე, ხოლო სიგანე 1,2- დან 1,85 სმ- მდე. საშუალო მარცვლის ზომა 1,6 X 1,45 სმ უდრის.

მარცვალი ოვალურია, შუა წელში კი განიერი, ხოლო ბოლო მომრგვალო აქვს. მარცვალი მუქი ლურჯია, თითქმის შავი. ცვილისებრი ფიფქი მარცვალზე საკმაოდ სქელია, მარცვლის კანი თხელია, მაგრამ მკვრივი. რბილობი წვნიანი და მდნარია, ოდნავ მკვრივი წიპწების ირგვლივ. მარცვალს სასიამოვნოდ ტკბილი გემო აქვს.წიპწა. წიპწების რიცხვი მარცვალში ცვალებადობს 1- დან 4 - მდე. 1000 მარცვალში ერთწიპწიანები შეადგენს 20%, ორწიპწიანები - 56%, სამწიპწიანები - 21% და ოთხიპწიანები - 3%. ამრიგად, საშუალოდ მარცვალზე მოდის 2,04 წიპწა. წიპწის სხეული მომრგვალოა, ნისკარტის მიმართულებით კი თანდათან ვიწროვდება და მოგრძო ფორმისა ხდება. წიპწის სიგრძე საშუალოდ 7,0 მმ, ხოლო განი 4,0 მმ შეადგენს. წიპწის სხეული ღია ყავისფერია, ნისკარტისაკენ კი მოყვითალო ხდება. ქალაძა მომრგვალოა და ოდნავ ჩაზნექილი, ღარტაფი ქალაძიდან ნისკარტისაკენ სუსტადაა გამოსახული. წიპწის მუცლის მხარე ქედიანია. ღარები მუცლის მხარეზე საკმაოდ ღრმაა და ყვითელი ფერი აქვს. ნისკარტის სიგრძე საშუალოდ 2 მმ უდრის. იგი ზემოდან

ღია ყავისფერია, ქვემოდან კი ოდნავ წარინჯისფერი. ნისკარტი მეჭეჭებიანია, მისი წვერი მოხრილია მუცლის მხრისაკენ.

საფერავი სიმწიფის საშუალო პერიოდის ჯიშია, კახეთში ცალკეულ წლების მიხედვით იგი სექტემბრის მეორე ნახევრიდან ოქტომბრის პირველ ნახევრამდე მწიფდება. ყველაზე ადრე საფერავი უზბეკეთში მწიფდება. აქ იგი იკრიფება აგვისტოს ბოლო რიცხვებში სუფრის, ხოლო სექტემბრის დასაწყისში მაგარი და სადესერტო ღვინის დასაყენებლად. .

სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლიობა (კვირტის გაშლიდან ყურძნის სრულ სიმწიფემდე) ცალკეული რაიონების მიხედვით საგრძნობლად ცვალებადობს. რაც უფრო ჩრდილოეთისაკენაა მევენახეობის რაიონი, მით უფრო გრძელია ჯიშის სავეგეტაციო პერიოდი, რადგან ძნელდება ყურძნის მომწიფებისათვის საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის დაგროვება. სამხრეთ განედებზე, პირიქით, მაღალი დღეღამური ტემპერატურის გამო სავეგეტაციო პერიოდი საგრძნობლად მოკლეა. მაგალითად, უკრაინაში საფერავის სავეგეტაციო პერიოდი გრძელდება 172 დღემდე მაშინ, როდესაც შუა აზიის რესპუბლიკებში იგი 34 დღით მცირდება და შეადგენს 138 დღეს.

ჩრდილო რაიონებში საფერავის მარცვლების სრულ მომწიფებისათვის საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი განისაზღვრება საშუალოდ 3200 გრადუსით, სამხრეთ რაიონებში კი თბიერების სწრაფად დაგროვების გამო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი იზრდება 3500<sup>0</sup>-მდე, ალბათ ვაზის მიერ გამოუყენებელი თბიერების ხარჯზე. ამის გამო ახალ რაიონებში საფერავის გაშენებისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ჯიშის სრული მომწიფებისათვის საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, რაც ადვილი დასადგენია მევენახეობის ჩრდილო რაიონებში და საფერავისათვის საშუალოდ 3200<sup>0</sup> შეადგენს.

კახეთში საფერავის ერთწლიანი რქები ყურძნის სრული სიმწიფის პერიოდისათვის სავსებით ასწრებს მომწიფებას. ყველგან, სადაც კი საფერავის

მარცვლები სრულად მწიფდება, მისი რქები ფოთოლცვენის მომენტისათვის თავისუფლად ასწრებს მომწიფებას 100 – 120 სმ სიგრძეზე.

საფერავის ზრდის სიძლიერის მიხედვით უნდა მიეკუთვნოს საშუალო ზრდის ჯიშების ჯგუფს. ზოგიერთ რაიონში, ჰავისა და ნიადაგის პირობების გამო, საფერავი უფრო ძლიერ იზრდება.

საფერავი სხვა ქართული ჯიშების მსგავსად ადრე იძლევა პირველ მოსავალს. პირველ ნიშანს საფერავი დარგვიდან მეორე წელს იძლევა, მესამე წელს იგი ისხამს მთელი მოსავლის თითქმის ნახევარს. ხოლო სრულ მოსავალს საფერავი დარგვის მეოთხე წლიდან იძლევა. კახეთში საფერავი საშუალოზე მეტ მოსავალს იძლევა.

ყველაზე დიდ მოსავალს საფერავი იძლეოდა მუკუზნის, შემდეგ წინანდლისა და ნაფარეულის ტერიტორიებზე. ზოგიერთ ნოყიერი ნიადაგიან ნაკვეთებზე 100 – 150 ცენტნერი ყურძენი იკრიფება ერთ ჰექტარზე. ასეთია ჩუმლაყი და კიკიანთეული მუკუზნის ვენახების ჯგუფი.

საფერავი კარგად ისხამს კახეთში, უხვ მოსავალს იძლევა საფერავი მევენახეობის სხვა რაიონებშიაც. ყირიმში საფერავმა 15 გამოცდილ ჯიშს შორის მოსავლიანობით მეოთხე ადგილი, ხოლო წითელ ჯიშებს შორის მეორე ადგილი დაიკავა.

## **2.5 ქინძმარაულის ტერიტორიის ზოგადი გეოგრაფიული დახასიათება**

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, მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროზე (გაღმამხარი). ბარის ძირი

უკავია ალაზნის ვაკეს, რომელიც ჩრდილოეთისაკენ მალღდება – გადადის მთისწინეთის ზოლში და მიბჯენილია კავკასიონის ძირზე.

"ქინძმარაულის" ღვინომასალის მისაღებად არსებული ტერიტორია შიდა კახეთის ნაწილს მოიცავს და მდინარე ალაზნის მარცხენა, მეორე ტერასაზეა წარმოდგენილი, მისი შენაკადი მდინარეების: დურუჯის, ბურსის, ჩელთის, ინწობას, ავანისხევის და შორახევის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს. ჩრდილოეთით ემიჯნება კავკასიონის მთების სამხრეთი კალთების დაბოლოებას. აღნიშნული ტერიტორიის დასავლეთი ნაწილი მდინარე დურუჯის მარჯვენა მხარიდან მოყოლებული რელიეფურად უფრო სამხრეთ-დასავლეთისაკენ დახრილი ვაკეა სუსტი ტალღისებური ზედაპირით, ხოლო დანარჩენი ტერიტორია აღმოსავლეთის მიმართულებით სამხრეთისაკენ დახრილ ვაკეს წარმოადგენს. აღნიშნული ზონა ზღვის დონიდან 250-550 მ ფარგლებშია და მოიცავს თვით ქინძმარაულისა და ყვარელს ადმინისტრაციულ ტერიტორიას, დასავლეთის მიმართულებით სოფლების: შილდის, ენისელის, საბუეს, ალმატის, გრემის და შაქრიანის შუა და ზედა ნაწილს, რომლებიც ალაზნის მეორე ტერასაზე მდებარეობენ. აღმოსავლეთის მიმართულებით კი სოფლების: ფატმასურის, სანავარდოს, კუჭატანის წიწკანაანთ სერის, ჩანტლის ყურის, ზინობიანის, ახალსოფლის, თხილის წყაროს, მთის ძირის, ჭიკაანის ძირითადად და ნაწილობრივ გავაზისა და ბაღლოჯიანის ტერიტორიებს ალაზნის პირველ ტერასამდე.

## **2.6 ქინძმარაულის ტერიტორიის ზოგადი კლიმატური შეფასება**

"ქინძმარაულის" მიკროზონაში ამინდის ფორმირებას ძირითადად განაპირობებს სუბტროპიკულ და ზომიერ განედებში განვითარებული, მაღალმთიანი სისტემების ზეგავლენით გამოწვეული, დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან გადმონაცვლებული ჰაერის მასები. ხეობის სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან გახსნილობისა და ჩრდილო-დასავლეთი და სამხრეთის

მხრიდან ჩაკეტილობის გამო, აქ გაბატონებულია ხეობის მიმართულებების – ჩრდილო-დასავლეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებების ქარები. ხეობის თავისებური ჩაკეტილობის შედეგად ქარის სიჩქარე დიდი არ არის. კლიმატი ზომიერად ნოტიოა, ზომიერად ცივი ზამთრით და თბილი ხანგრძლივი ზაფხულით.

არსებული ვენახები და სავენახე ფართობები ძირითადად მდებარეობს 2-3<sup>0</sup> სამხრეთ და მის მიმდებარედახრილ დაქანებაზე. ყურძნის მარცვლების ფორმირებისა და სიმწიფის პერიოდში, ქინძმარაულის განედისათვის მზის სიმაღლე შესაბამისად 60-70<sup>0</sup> და 40-50<sup>0</sup>-ის ფარგლებშია. მზის ნათების ხანგრძლივობა წელიწადში 2050 საათია.

ზონაში ყურძნის მარცვლების ფორმირებისა და სიმწიფის პერიოდში, ცის თალის 8-10 ბალიანი ღრუბლებით დაფარულობა თანმიმდევრულად 20 და 18 დღეს უდრის, ხოლო მოწმენდილი დღეები (0-2 ბალი) მოღრუბლულობით 15 და 16 აღწევს.

ამასთან, განედური მიმართულების ხეობაში, სამხრეთული დაქანების მთისწინებზე წარმოქმნილი ისეთი ძირითადი აგროკლიმატური ფაქტორები, როგორცაა: მზის სხივური ენერგია, სითბოს რაოდენობა, ზაფხულის ზომიერი ტემპერატურა, ადგილმდებარეობის საკმაო დატენიანება, კომპლექსურად ქმნის ხელსაყრელ პირობებს საფერავის მაღალხარისხოვანი პროდუქციის მისაღებად.

მდ. დურუჯის ჩამონაზიდ მოშავო ფერის ფიქალების ზედაპირზე, დღის განმავლობაში ტემპერატურა მეტია; შუადღის საათებში ტემპერატურა 3-5<sup>0</sup>-ით აღემატება მოსაზღვრე ტყის ალუვიურ-უკარბონატო ნიადაგების ზედაპირის ტემპერატურას.

მოშავო ფერის ნიადაგის ზედაპირზე დაცემული სხივური ენერგიის არეკვლის ნაკლები უნარი (15%) გააჩნია. ენერგიის მეტი შთანთქმის შედეგად,

ნიადაგის ტემპერატურა იზრდება. ამ ნიადაგებზე გაშენებულ ვენახს 20% მზის სხივების არეკვლის უნარი ახასიათებს.

"ქინძმარაულის" მიკროზონაში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 12,5<sup>0</sup>-ია, უთბილესი თვეების VII-VIII საშუალო ტემპერატურა 23,6<sup>0</sup>, უცივესი თვისა კი +1,0<sup>0</sup>-ია. მრავალწლიური მონაცემებიდან გამომდინარე, ჰაერის წლიური აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურებიდან საშუალო -10, -11<sup>0</sup>, აბსოლუტური მაქსიმუმებიდან საშუალო 35<sup>0</sup>, ხოლო ექსტრემალური ტემპერატურები - 23 \_ +38<sup>0</sup> უდრის. გაზაფხულზე ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10<sup>0</sup>-ზე ზევით მდგრადი გადასვლა ხდება 5.IV. შემოდგომაზე 10<sup>0</sup>-ზე ქვემოთ დაცემა, 4.XI-ს აღინიშნება. ე. ი. თბილი პერიოდის ხანგრძლივობა 212 დღეა.

თოვლის საფარი დეკემბრის ბოლო დეკადაში (25.XII-დან) იქმნება, რომელიც მარტის შუარიცხვებში ქრება. თოვლიან დღეთა რიცხვი ზამთარში 21<sup>0</sup>-ზე მეტი არ არის. მიკროზონაში თოვლის საფარი არამდგრადია, 87%.

სეტყვიანი დღეების რიცხვი წელიწადში საშუალოდ 2,1-ს უდრის. წლის განმავლობაში ყველაზე სეტყვიანი მაისია (0,9 დღე); აპრილში, ივნისში და ივლისში თითოეულში ცალ-ცალკე სეტყვა 0,3 დღეს არ აღემატება.

ზონაში ჰაერის ტემპერატურის წლიური აბსოლუტური მინიმუმებიდან საშუალო -10, -11<sup>0</sup>c უდრის. 10 წელიწადში ერთხელ მინიმალური ტემპერატურა შესაძლოა - 15<sup>0</sup>-მდე დაეცეს, რაც საფერავის სანაყოფე კვირტებს მხოლოდ სუსტად (30%) დააზიანებს.

მიკროზონაში ძირითადად გაბატონებულია დასავლეთიდან (23%) და სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან (17%) მომართული ქარები. უქარო დღეები წელიწადში საშუალოდ 31%-ს უდრის. ქარის სიჩქარეს აძლიერებს აქ წარმოქმნილი მთა-ხეობის ქარები. ღამით, მზის ამოსვლამდე, კავკასიონის მაღალი მწვერვალებიდან დაშვებული ცივი ჰაერის მასები ზამთრის ყინვებს



და გაზაფხულის წაყინვების საშიშროებას ადიდებს. ალაზნის ხეობის ეს მიკროზონა მიეკუთვნება მავნე ქარების ზემოქმედების III ჯგუფის რაიონებს.

## 2.7 ქინძმარაულის ტერიტორიის ზოგადი გეოლოგიურ მელიორაციული შეფასება

არსებული კვლევისა და ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიკროზონის ტერიტორიაზე გამოყოფილია ალუვიური ნიადაგების ორი სახეობა, ცხრა სახესხვაობით და დელუვიური ნიადაგების ორი სახეობა ხუთი სახესხვაობით.

1. ალუვიური, უკარბონატო, დიდი სისქის თიხნარი.
2. ალუვიური უკარბონატო, დიდი სისქის, სუსტად ხირხატიანი, თიხნარი.
3. ალუვიური-უკარბონატო, დიდი სისქის, საშუალოდ ხირხატიანი, საშუალო და მსუბუქი თიხნარი.
4. ალუვიური უკარბონატო, დიდი სისქის, ძლიერ ხირხატიანი თიხნარი.
5. ალუვიური სუსტად კარბონატული, დიდი სისქის, თიხნარი.
6. ალუვიური სუსტად კარბონატული, დიდი სისქის, სუსტად ხირხატიანი, თიხნარი.
7. ალუვიური სუსტად კარბონატული, დიდი სისქის, საშუალოდ ხირხატიანი, თიხნარი.
8. ალუვიური უკარბონატო, დიდი სისქის, ჭარბტენიანი და დაჭაობებული, თიხიანი და თიხნარი.
9. ალუვიური სუსტად კარბონატული, ჭარბტენიანი და დაჭაობებული, თიხნარი და თიხიანი.
10. დელუვიური უკარბონატო, დიდი სისქის, თიხნარი.
11. დელუვიური უკარბონატო, დიდი სისქის, სუსტად ხირხატიანი, თიხნარი.

12. დელუვიური სუსტად კარბონატული, დიდი სისქის, თიხიანი.

13. დელუვიური სუსტად კარბონატული, დიდი სისქის, სუსტად ხირხატიანი, თიხნარი და თიხიანი.

14. დელუვიური სუსტად კარბონატული, დიდი სისქის, ჭარბტენიანი, თიხიანი

ზემოთ დასახელებული ნიადაგებიდან პირველი ათი სახესხვაობა ალუვიური ნიადაგებისა წარმოდგენილია ალაზნის მეორე ტერასაზე და ძირითადად ვაკე რელიეფის ფორმებით ხასიათდებიან, ხოლო მე-11, მე-12, მე-13 და მე-14 სახესხვაობები დელუვიური ნიადაგებისა კავკასიონის სამხრეთ კალთების დაბოლოებაზე არიან წარმოდგენილი და უშუალოდ ემიჯნება სამხრეთ კალთებს, რომელიც ზღვის დონიდან 400-500 მეტრის ფარგლებშია, რელიეფურად ეს ფართობები სამხრეთისაკენ და სამხრეთ-დასავლეთისაკენ სუსტად დაქანებულ შლეიფებს წარმოადგენს.

ალუვიური ნიადაგების პირველი ათი სახესხვაობის ნიადაგები ხასიათდებიან ღრმა სისქის პროფილით და განსხვავდებიან ხირხატიანობის ხარისხით, მექანიკური შედგენილობით, კარბონატების შემცველობით, ჭარბტენიანობისა და დაჭაობების ხარისხის მიხედვით. აღნიშნული ნიადაგებიდან პირველი შვიდი სახესხვაობის ნიადაგები ხასიათდება ღრმა სისქის პროფილით და პროფილის სისქე ძირითადად 1-1,5 მ ფარგლებშია, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი ფენა 50-70 სმ-ია. ხასიათდებიან ძირითადად თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, გამონაკლის შემთხვევებში ზოგიერთ გენეზისურ ჰორიზონტში გადახრილია მსუბუქი თიხისაკენ ან მსუბუქი თიხნარისა და სილნარისაკენ. გარდა ამისა, აღნიშნული ნიადაგები განსხვავდებიან ხირხატიანობის ხარისხით და დაქვიანებით. ხირხატიანობა და ქვიანობა მეტწილად შესამჩნევია მდინარეთა ახალ ტერასებზე და ნაპირებთან. მე-8 და მე-9 სახესხვაობის ნიადაგები კი ხასიათდებიან ჭარბტენიანობით და დაჭაობებით, რომლებიც ძირითადად წარმოდგენილია მცირე ნაკვეთების

სახით ჩადაბლებულ ადგილებზე და ფშების გასწვრივ. მექანიკური შედგენილობით ეს ნიადაგები მეტწილად თიხიანი და თიხნარია.

ნიადაგწარმომქმნელ ქანებს პირველი ცხრა სახესხვაობის ნიადაგებში ძირითადად ალუვიური წარმოშობის რიყნარ-თიხნარი და რიყნარ-ქვიშნარი ნაფენები წარმოადგენს, რომელიც ძირითადად კავკასიონის სამხრეთი ფერდობებიდან ჩამონატანი ნაშალი მასალებისაგან შედგება, რომელიც მეტწილ შემთხვევაში ზღვიური წარმოშობის შავი ფიქალების ნაშალი მასალით არის წარმოდგენილი, რომელიც სითბოს შთანთქმის მაღალი უნარით ხასიათდება და გარკვეულ გავლენას ახდენს ნიადაგის ტემპერატურულ რეჟიმზე. ეს კი თავისებურად განაპირობებს ყურძნის შაქრიანობის მატებას და პროდუქციის ხარისხიანობას.

მე-10\_მე-14 სახესხვაობის ნიადაგები კი დელუვებს წარმოადგენენ, რომლებიც განვითარებული არიან დელუვიურ-პროლუვიური წარმოშობის თიხნარ და თიხნარ-სილნარ-ლორლიან ნაფენებზე. ეს ნიადაგებიც ხასიათდებიან ღრმა სისქის პროფილით, რომლის სიღრმე ძირითადად 80-150 სმ-ის ფარგლებშია, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი ფენა 50-60 სმ-ს შეადგენს. აღნიშნული ნიადაგების ეს სახესხვაობებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მექანიკური შედგენილობით, ხირხატეანობის ხარისხით, კარბონატების შემცველობით და ტენიანობის მიხედვით. მე-10 და მე-11 სახესხვაობის ნიადაგები უკარბონატოა და თიხნარი მექანიკური შედგენილობით ხასიათდება, განსხვავებით მე-11 სახესხვაობა ხირხატეანობითაც გამოირჩევა და სუსტად ხირხატეანია. მე-12, მე-13 და მე-14 სახესხვაობები სუსტად კარბონატულია და თიხიანი და თიხნარი მექანიკური შედგენილობით ხასიათდებიან. განსხვავებით მე-13 სახესხვაობა სუსტად ხირხატეანია, ხოლო მე-14 სახესხვაობა ჭარბტენიანი [109].

ღრმა და ჭარბტენიანი ნიადაგი იძლევა უხვ მოსავალს; შედარებით ნაკლებად ღრმა და მშრალი ტიპის ნიადაგი, მაღალი ხარისხის მოსავლის მიღების წინაპირობას იძლევა;

ტბორიანი და მკვრივი (დატკეპნილი) ნიადაგი, ვაზის ფესვთა სისტემის გავრცელებაზე უარყოფითად მოქმედებს; თიხნარი მიწები, ძირითადად წყალგაუმტარია და კულტივირებისათვის ნაკლებად მოსახერხებელია; კირქვნარი ნიადაგები ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი შეიძლება იყოს და ვენახსაც მის მიმართ გამძლეობის მიხედვით აშენებენ; ცარციანი (ცარცის მაღალი შემცველობის მქონე) ნიადაგები საუკეთესო მოსავლის მომცემია; ქვიანი ნიადაგები, ასევე საუკეთესო მოსავლის მომცემია, მაგრამ კულტივირებისათვის ნაკლებად მოსახერხებელია, ქვის მაღალი შემცველობა, გაუწყლოებისგან იცავს ნიადაგს: უზრუნველყოფს დრენაჟს და ამ გზით, წყლის პირდაპირ აორთქლებას ზღუდავს. დღის განმავლობაში, მზის სხივებით გამთბარი ქვები, გარკვეული დროით ღამეც ინარჩუნებს სიმბურვალეს და ღამის განმავლობაში ვაზის ფესვთა სისტემას სითბოთი „ამარაგებს“, რაც დამწიფების პროცესს აჩქარებს.

განხორციელებული ანალიზიდან გამომდინარე, აღნიშნული ნიადაგები მექანიკური შედგენილობით ძირითადად თიხნარებს მიკუთვნებიან. გამონაკლის შემთხვევებში კი მსუბუქი თიხიანობით ხასიათდებიან. ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით ძირითადად საშუალო მაჩვენებლით ხასიათდებიან და ნიადაგის აქტიურ ფენაში 50-70 სმ-ის სიღრმემდე 5,5-2,5%-ის ფარგლებშია, ქვედა ფენებში კი თანდათან მცირდება და 2,5-0,5%-ის ფარგლებშია. ჰიდროლიზური აზოტი ძირითადად მცირე და საშუალო რაოდენობითაა წარმოდგენილი და 9,36-2,24 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. ხსნადი ფოსფორით მეტწილ შემთხვევებში ძალზე ღარიბია და მხოლოდ კვალის სახითაა წარმოდგენილი. ასევე დაბალია გაცვლითი კალიუმის შემცველობაც და 17,0-2,0 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. კალციუმის კარბონატებს

პირველი, მე-2, მე-3, მე-4, მე-8, მე-10 და მე-11 სახესხვაობის ნიადაგები საერთოდ არ შეიცავს, ხოლო მე-5, მე-6, მე-7, მე-9, მე-12, მე-13 და მე-14 სახესხვაობის ნიადაგებშია მცირე რაოდენობით წარმოდგენილი და ძირითადად 0,2-5,0 %-ის ფარგლებშია. ნიადაგის არეს რეაქცია (pH) ნეიტრალური და სუსტი ტუტეა და pH-ის მაჩვენებელი 5,8-7,6-ის ფარგლებშია.

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

### **თავი 3. ქინძმარაულის ტერიტორიაზე საველე სამეცნიერო კვლევების განხორციელება და მათი შეფასება.**

#### **3.1 საველე საექსპერიმენტო კვლევებისათვის შერჩეული ტერიტორიების ზოგადი დახასიათება**

**ყვარლის მუნიციპალიტეტი** — ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეული აღმოსავლეთ საქართველოში, კახეთის რეგიონის ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში. ყვარლის მუნიციპალიტეტი ესაზღვრება 3 ადმინისტრაციულ მუნიციპალიტეტს (თელავის მუნიციპალიტეტი, გურჯაანის მუნიციპალიტეტი, ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტი). მუნიციპალიტეტის ფართობია – 1000,8 კმ<sup>2</sup>. ყვარლის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის დანაწილება ორ ძირითად ნაწილად შეიძლება – ვაკისა და მაღალ მთიან ნაწილებად. მუნიციპალიტეტში მაღალი ადგილები გვხვდება ჩრდილოეთში კახეთის კავკასიონისა და მისი სამხრეთი განშტოებების სახით.

რაც შეეხება ალაზნის ვაკეს იგი ყვარლის მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილშია წარმოდგენილი.

ყვარლის დასავლეთით, მდინარე დურუჯის მარჯვენამ ხარეზე მდებარეობს კუდიგორა დაბალისერი, რომელიც წარმოადგენს მდინარეების დურუჯისა და ჩელთის წყალგამყოფს, ფოხალის ქედის უკიდურეს სამხრეთ დაბოლოებას. კუდიგორას სერის სიმაღლე ცვალებადობს 500-იდან 800 მ-მდე. მასზეა აღმართული მთაკუდიგორა. იგი აგებულია ზედაპირული ქვიშაქვებითა და კირქვებით.

მნიშვნელოვანი ოროგრაფიული ერთეულებია მდინარეების დურუჯის, ჩელთის, ინწობისა და ბურსას ხეობები.

დურუჯის ხეობა შემოზღუდულია ნინიკასციხის მთავარი ქედის მონაკვეთით, წითელ გორისთავისა და ფოხალის ქედებით. გაედინება მდინარე დურუჯი, რომლის სიგრძეა 14,6 კმ (პირდაპირი ხაზით), ფაქტობრივად 19,8 კმ. დურუჯის მთავარი მდგენელი სათავეები ერთდებიან 735 მეტრ აბსოლუტურ სიმაღლეზე.

ყვარლის მუნიციპალიტეტის ტერიტორია მიეკუთვნება ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული ჰავის ოლქს.

დაბალ მთიანეთში ზღვის დონიდან 1000-1200 მეტრზე განვითარებულია ზომიერად ცივი ზამთარი და თბილი ზაფხული, სადაც ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა 8-9°. საშუალო მთიანეთში ზღვის დონიდან 1700-1800 მეტრზე იცის ცივი ზამთარი და ხანგრძლივი ცივი ზაფხული, სადაც ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა 5-6°. 1800 მეტრის ზემოთ კი ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა 3-4°. ყვარლის მუნიციპალიტეტის სამხრეთში (ალაზნის ვაკე) საშუალო წლიური ტემპერატურაა 12.5°, აბსოლუტური მაქსიმუმი 38°. მინიმუმი – 23°. ნალექების საშუალო წლიური ჯამი 795 მმ-იდან 938 მმ-მდე მერყეობს. ნალექების მაქსიმუმი (19% წლიური

ჯამიდან) მაისშია, ხოლო მინიმუმი იანვარში (წლიური ჯამი 2%). მთებში წლიურად მოდის 1100-2000 მმ ნალექი [110].

ყვარლის მუნიციპალიტეტში გაბატონებულია ალუვიური მდელო ტყის უკარბონატო თიხნარი ნიადაგები, მაგრამ რელიეფი სადაც საერთოდ მიკროგეოგრაფიული პირობების გამო მცირე ნაკვეთების სახით აქა-იქ სხვა ტიპის ნიადაგებიც გვხვდება. მთის ძირებთან გამოზიდვის კონუსებზე ახალ სოფლის, ქალაქ ყვარლის, ენისელისა და სხვა მიდამოებში გავრცელებულია მცირე სისქის ძლიერ ხირხატიანი ალუვიური და პროლუვიური ნიადაგები. მდინარეების ჩელთისა და ინწობის ხეობებში არის ალუვიური მდელოს უკარბონატო თიხნარი ნიადაგები. მდინარე დურუჯის აუზში კი გამოხატულია ნიადაგის რამდენიმე ტიპი ტყისყავისფერი ნიადაგები, ყომრალი ყავისფერი, ნაკლებად განვითარებული წარეცხილი ნიადაგები, მთა ტყის მდელოს ნიადაგები, განუვითარებელი წაბლისფერი ნიადაგები და პროლუვიური და დელუვიური ნიადაგები [ 109].

ალაზნის ვაკის მარცხენა სანაპიროზე გაბატონებულია უკარბონატო ალუვიური ნიადაგები, მაგრამ ზოგან, სადაც კი ზედაპირზე გამოდის იურული კირქვები, მათი გამოფიტვის ქერქზე განვითარებულია ალუვიური მდელოს თიხნარი კარბონატული ნიადაგები. გავაზის სამხრეთით ვრცელდება ნოტიო-მდელოს მძიმე თიხნარი ნიადაგები.

**გარდაბნის რაიონი** გარშემორტყმულია დაბალი ქედებით და სერებით. ჩრდილო-აღმოსავლეთ მხრიდან გარდაბნის ვაკეს ესაზღვრება არხაშენის ქედი, რომლის აბსოლუტური სიმაღლე 650 მ-ს არ აღემატება.

გარდაბნის რაიონი მიეკუთვნება მშრალ სუბტროპიკულ კლიმატურ ზონას. ზონა მოიცავს ქვემო ქართლის ვაკეს, ვაზიანის ქვემოთ 300 - დან 450 მ. სიმაღლემდე, მდინარე იორის ზეგანს და შირაქის ზეგანს. ზონის ტერიტორია გაშლილი და დაქანებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ.

დასავლეთიდან ჰაერის მასების შემოჭრა ხშირია და დიდი მნიშვნელობა აქვს ამინდის მსვლელობაზე საქართველოში ამინდის ანტიციკლონური ტიპის გაბატონების შედეგად, ზამთარი ქვემო ქართლში ცივი და მშრალია, ღრუბლიანობა კი ზომიერი, უცივესი თვის საშუალო ტემპერატურა მერყეობს 0° მახლობლად, მინიმალური ტემპერატურა ზამთრის თვეებში ხშირედ ეცემა 0°-მდე და უფრო ქვემოთ.

ნალექების წლიური რაოდენობა მერყეობს 300 მმ - დან (ზონის აღმოსავლეთ დაბლობ ნაწილში) 500 მმ-მდე. ნალექის წლიურ მსვლელობაში, როგორც აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უმეტესს ნაწილში, საკმაოდ აშკარადაა გამოსახული 2 მაქსიმუმი და 2 მინიმუმი. მთავარ მაქსიმუმს ადგილი აქვს მაისში (60-90მმ), ივნისში რამდენადმე ნაკლებია, მეორე მაქსიმუმი სექტემბერში (35-40მმ), ნალექების მთავარი მინიმუმი იანვარში (10-18მმ)-ია, მეორე მინიმუმს ადგილი აქვს აგვისტოში (25-30მმ).

ნალექების წლიური და განსაკუთრებით თვიური ჯამის მერყეობა წლიდან - წლამდე საკვლევ მხარეში, როგორც საქართველოს სხვა რაიონებშიც საკმაოდ მნიშვნელოვანია. დაახლოებით 5 წელიწადში ერთხელ წლიურ ნალექთა ჯამის გადახრა ნორმიდან აღემატება 30%-ს.

მხარის მთელ ტერიტორიაზე ხშირად არის მოსალოდნელი ნალექიანობის ძლიერი დეფიციტი. განსაკუთრებით წლის ცივ პერიოდში და ზაფხულის 2 უკანასკნელ ივლისსა და აგვისტოს თვეებში. ამავე დროს არც ისეთი წლებია იშვიათი, როდესაც ცივი პერიოდი ან ზაფხულის მეორე ნახევარიც უხვ ნალექიანია [110].

გარდაბნის რაიონში გავრცელებულია ორი სახის ნიადაგი, ესენია: მდელოს რუხი-ყავისფერი და დამლაშებული ნიადაგები. მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები იმპერმაციდულ-ექსუდაციური ტიპის ტენის რეჟიმის პირობებში წარმოიქმნება. ამ ნიადაგების წარმოქმნა-განვითარების პროცესში განსაკუთრებულ როლს ჰიდროლოგიური პირობები თამაშობს. მიწისქვეშა



წყალი წარმოადგენს პირველ პირობას, რომელიც მდელის ტიპის ნიადაგთწარმოქმნას უწყობს ხელს. ამ ნიადაგების პროფილს რიგი სპეციფიკური დიაგნოსტიკური ნიშნები ახასიათებთ, უპირველეს ყოვლისა, უნდა აღინიშნოს ამ ნიადაგების წარმოქმნის ჰიდრომორფული ხასიათი, რის გამოც მათი პროფილი ხასიათდება ჰუმუსის რამდენადმე გადიდებული რაოდენობით, სიღრმითი ფენების გაღებებით, სხვადასხვა ხარისხის დამლაშებით, ხოლო ზოგჯერ ცალკეული ფენების გაბიცობებით.

მდელის რუხი-ყავისფერი ნიადაგები, მექანიკური შედგენილობის მიხედვით მძიმე თიხნარ - თიხანია. ფიზიკური თიხის რაოდენობა ზედა ფენაში 73,7% უდრის და პროფილის შუა ნაწილში 80-82% აღწევს. სიღრმით კი თანდათან მცირდება და ღრმა ფენებში 65-68% არ აღემატება. პროფილის შუა ნაწილის გათიხებას ნათლად გვიჩვენებს პროფილში მიკრონული ფრაქციის შემცველობა და სიღრმით განაწილება, ყურადღებას იქცევს მისი გადიდებული რაოდენობა ზედა ფენაში 53,2%, რომელიც პროფილის შუა ნაწილში კიდევ უფრო მატულობს და აღწევს 57%. აქედან ჩანს, რომ მდელის რუხ - ყავისფერ ნიადაგებში ვერტიკალური პროფილის უფრო მეტი ნაწილია გათიხებული. მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა წარმოდგენილი წვრილი და მსხვილი მტვრის რაოდენობა, რაც შეეხება საშუალო მტვრის ფრაქციას, საგრძნობლად არის შემცირებული. მტვრის ფრაქციის ამგვარი განაწილება პროფილში მდელის რუხი-ყავისფერი ნიადაგებისთვისაა დამახასიათებელი. ამ ნიადაგების მთელი პროფილის გათიხება გენეზისური ნიშანია, პროფილის მთლიანი გათიხების სურათს კარგად გვიჩვენებს გათიხების კოეფიციენტი, რომელიც ნიადაგში ყოველთვის მაღალია, ვიდრე ნიადაგწარმოქმნელ ქანში. პროფილის შუა ნაწილში იგი ყველაზე მაღალ მაჩვენებლებს აღწევს. მდელის რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში მიკროაგრეგირების პროცესი კარგადაა გამოხატული, რის გამოც მიკროაგრეგატების თითქმის ნახევარი წარმოდგენილია 0,25 - 0,05 და 0,05 - 0,01 მმ. ზომის ფრაქციებით.

აღსანიშნავია, რომ მიკროაგრეგატების რაოდენობა საკმაოდ მაღალია პროფილის ქვედა ფენებშიც. მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები შედგება მონტმორილონიტის, ჰიდროქარსების, ჰიდროქარს-მონტმორილო-ნიტიანი და ქლორიტ-მონტმორილონიტიანი შერეული შრის წარმონაქმნებით. მინარევების სახით მონაწილეობს კვარცი, მინდვრის შპატები, კარბონატები და კაოლინიტი. ჰუმუსი, მართალია პროცენტულად მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ მისი შემცველობა დიდ სიღრმეზე ვრცელდება პროფილში და >1 მეტრს სიღრმეზე არც თუ იშვიათად <1მეტრს <1% -ია, მთლიანი აზოტის რაოდენობა ზედა ფენებში 0,01-0,16% უდრის, სიღრმით კი თანდათანობით მცირდება; C:N-ის შევიწროვებული მაჩვენებელი ამ ნიადაგების ჰუმუსის აზოტით მაძღრობაზე მიგვანიშნებს. ეს ნიადაგები ფუძეებით გაჯერებულია. შთანთქავ კომპლექსში გაცვლითი კათიონებიდან კალციუმზე მოდის 80-88%, მაგნიუმზე 10-15%, ხოლო ნატრიუმი უმნიშვნელო რაოდენობითაა [109].

ამ ნიადაგების პროფილი ზედაპირიდანვე კარბონატულია და სიღრმით მეტ-ნაკლებად განიცდის მატებას. მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგების რეაქცია არის ტუტეა. უმეტესად 8-ს უდრის და პროფილში თითქმის არ განიცდის ცვალებადობას. მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგების მოცულობითი წონა მაღალია, რაც მის მაღალ სიმკვრივეზე მიგვითითებს. წვრილდისპერსიული ფრაქციის შემცველობისა და მაღალი თიხიანობის გამო საგრძნობლად მაღალია ჰუნობის კოეფიციენტი. ეს კი მიგვითითებს ამ ნიადაგებში მცენარისათვის მიუწვდომელი ტენის დიდ რაოდენობაზე. მდელოს რუხ-ყავისფერ ნიადაგებს მეტად დაბალი ფილტრაციის მაჩვენებლები ახასიათებს. წყლის გატარება ზოგიერთ ფენაში უმნიშვნელოდ დაბალია.

საქართველოს ბიცი და ბიცობი ნიადაგები მძიმე მექანიკური შედგენილობით ხასიათდებიან. გამოფიტვის ინტენსიური პროცესების

შედეგად ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ფიზიკურ თიხას ( $<0,01\text{მმ}$ ) და მიკრონულ ( $<0,001\text{მმ}$ ) ფრაქციის.

ამ ნიადაგების უდიდესი ნაწილი თიხებს და ძლიერ მძიმე თიხებს მიეკუთვნებიან. მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემების მიხედვით, ამ ნიადაგებში  $\text{SiO}_2$ -ის რაოდენობა მნიშვნელოვან ფარგლებში მერყეობს. ზედა ფენებში 70-62%-ია, სიღრმით ის თანდათან კლებულობს 66-60%-მდე. ანიონებიდან მთავარი ადგილი  $\text{SO}_4$ -ს უკავია. მისი მაქსიმალური რაოდენობა 1,5-2,3% მოდის ძლიერ დამლაშებულ ჰორიზონტზე. პროფილში მისი განაწილება კორელაციურ კავშირშია ადვილად ხსნადი მარილების რაოდენობის ცვალებადობასთან. ქლორიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით იცვლება 0,01-0,5%-ის ფარგლებში. კათიონებიდან მონაწილეობენ Na; Ca და Mg. მათ შორის უდიდესი ნაწილი მოდის Na-ზე.

დამლაშებული ნიადაგები ხასიათდებიან ცუდი ფიზიკური, წყლოვანი და ჰაეროვანი თვისებებით, რაც გამოწვეულია ამ ნიადაგების მძიმე მექანიკური შედგენილობით, არამტკიცე სტრუქტურით, მიკროაგრეგატების მჭიდრო წყობით და მაღალდისპერსიული თიხა მინერალის-მონტმორილონიტის ჭარბი რაოდენობით. ამ ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია მაღალი მოცულობითი და ხვედრითი წონა. მოცულობითი წონა ზედა ჰორიზონტებში 1,19-1,42-ის ფარგლებშია, სიღრმით კი 1,45-1,55-მდე მატულობს. დაბალია საერთო ფორიანობასა და ზღვრულ ტენტევადობას შორის სხვაობა, ანუ თავისუფალი აერაცია, რაც ზედა ფენებში 11-8%-ს შეადგენს; სიღრმით ის მკვეთრად მცირდება 4-3%-მდე: ასეთ პირობებში ნიადაგს ახასიათებს გაძლიერებული ანაერობულ-აღდგენითი პროცესები, რაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე უარყოფითად მოქმედებს.

ეს ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალი ფილტრაციის თვისებებით. ფილტრაციის კოეფიციენტი 0,0001-0,000095 სმ/წმ ფარგლებშია. ეს ნიადაგები წყლის ცუდი გამტარებია.

ჰუმუსის რაოდენობა ამ ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში 2,9-3,9%-ის ფარგლებშია. სიღრმით ის მკვეთრად მცირდება. საერთო აზოტის რაოდენობა ჰუმუსის შესაბამისად 0,25-0,17%-ის ფარგლებში იცვლება.

ბიცობები ეწოდება ისეთ ნიადაგებს, რომელთა ჰუმუსიანი ჰორიზონტი არ არის დამლაშებული და შეიცავს შთანთქმულ Na-ს, რაც განაპირობებს მის ბიცობიანობას—მაღალ ტუტე რეაქციას. ეს ნიადაგები ხასიათდებიან მძიმე მექანიკური შედგენილობით, შეიცავენ მიკრონულ ფრაქციას (< 0,001 მმ) და მიკრონული ფრაქციის (<0,001მმ) გადიდებული რაოდენობა მკვეთრად არის გამოსახული გაბიცობებულ ჰორიზონტში, რაც პეპტიზირებული კოლოიდების ზემოდან ქვევით გადანაცვლებით არის გამოწვეული [109].

ქიმიური ანალიზის მონაცემებით ბიცობებისათვის დამახასიათებელია SiO<sub>2</sub>-ის დაგროვება ზედა ფენებში და რკინა ალუმინის ჟანგეულების გადანაცვლება ბიცობიან ჰორიზონტში. ეს ნიადაგები ადვილად ხსნად მარილებს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავენ. ზედა ფენაში ხსნადი მარილების რაოდენობა 0,098-0,512%-ს არ აღემატება, ღრმა ფენები დამლაშებულია. მარილების რაოდენობა ზოგიერთ ბიცობში 1 მეტრის სიღრმიდან 1,3-1,5%-ს აღწევს. ბიცობიანი ნიადაგების შთანთქმავ კომპლექსში შედის Ca, Mg და Na. შთანთქმული Na ამ ნიადაგების ძირითად გენეზისურ თავისებურებას, ბიცობიანობას განაპირობებს. ბიცობიანი ნიადაგების მნიშვნელოვანი ნაწილისათვის დამახასიათებელია შთანთქმული Mg-ის მაღალი შემცველობა 30-40% შთანთქმული ფუძეების ჯამიდან მაგნიუმის გადიდებული რაოდენობა ნატრიუმის მსგავსად აძლიერებს ნიადაგის ბიცობიანობას. შთანთქმული Na განაპირობებს ბიცობიანი ნიადაგების მაღალ ტუტეიანობას, pH 8,5-8,5 უდრის. გარდა ამისა Na-ის შემცველი კოლოიდები

მაღალი ჰიდროფილურობით ხასიათდებიან და იწვევენ ნიადაგის ცუდ ფიზიკურ, წყლიერ და აეროვან თვისებებს. მოცულობითი წონა ამ ნიადაგების ზედა ფენებში 1,15-1,31 შეადგენს. სიღრმით ის მკვეთრად მატულობს 1,45-1,51-მდე. ასევე მაღალია ხვედრითი წონა, რომელიც პროფილში მცირე ფარგლებში იცვლება.

ბიცობ ნიადაგებს ახასიათებს მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენტევადობის მაღალი მაჩვენებელი 26-17%-ის ფარგლებში; ამის შესაბამისად წყლის გამოყენებული, ანუ მკვდარი, მარაგი ნიადაგში საკმაოდ მაღალია.

მძიმე მექანიკური შედგენილობის, არამტკიცე სტრუქტურის და მიკროაგრეგატების მჭიდრო წყობის მიზეზით ეს ნიადაგები ძლიერ დაბალი წყალგამტარი თვისებებით ხასიათდება, ფილტრაციის კოეფიციენტი (k) 0,000066-0,000007 სმ/წმ ფარგლებში მერყეობს.

ძლიერ ბიცობებში მაღალი ტუტე რეაქციის გამო ჰუმუსის მნიშვნელოვანი ნაწილი ხსნადია, არ მაგრდება ნიადაგში და ირეცხება. ეს ნიადაგები საერთო და გაცვლითი კალიუმით შედარებით უზრუნველყოფილია.

**ბაღდათის მუნიციპალიტეტის** ტერიტორია უმეტესად მთაგორიანია, იგი მდებარეობს მესხეთის ქედის კალთებზე, მთისწინეთსა და იმერეთის დაბლობზე. ტერიტორია — 815 კვ. კმ., მათ შორის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს უკავია 82.22 კვ.კმ.

მევენახეობის სპეციფიკური ზონა მეორე ობჩა - აბსოლუტური სიმაღლე ზღვის დონიდან საშუალოდ 220 მ უდრის.

აღნიშნული სპეციფიკური ზონა მიეკუთვნება ზღვის ნოტიო სუბტროპიკული კლიმატის ოლქს და ხასიათდება რბილი, თბილი ზამთრითა და ცხელი ზაფხულით.

მზის ნათების წლიური ხანგრძლივობა 2100 საათს შეადგენს, სავეგეტაციო პერიოდში 1550 ს-თს უდრის. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა საკმაოდ მაღალია და 14,0<sup>0</sup>-ს უდრის, ყველაზე თბილი თვის

(აგვისტო) ტემპერატურა  $24,2^{\circ}$ -ს, ყველაზე ცივი თვის (იანვარი)  $+4,4^{\circ}$ -ს უდრის.

ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ზე ზევით მდგრადი გადასვლა მარტის ბოლო რიცხვებში,  $10^{\circ}$ -ზე ქვევით დაცემა ნოემბრის მესამე დეკადაში აღინიშნება. ამრიგად,  $10^{\circ}$ -ზე ზევით ტემპერატურის პერიოდის ხანგრძლივობა უდრის 230-235 დღეს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი საშუალოდ  $4300^{\circ}$  აღემატება.

ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 1500 მმ-ს, სავეგეტაციო პერიოდში კი – 675 მმ-ს უდრის. ნალექების საშუალო თვიური რაოდენობა უდიდესია ზამთრის თვეებში (175-180 მმ), უმცირესი (71 მმ) კი – აგვისტოში.

ივლისში და აგვისტოში მოსული ნალექების რაოდენობა (76-71 მმ) თითქმის უთანაბრდება მათ აორთქლებას.

სეტყვა მოსალოდნელია მთელი წლის განმავლობაში, თუმცა უმნიშვნელო რაოდენობით (0,7-1,0 დღე). სეტყვა ყველაზე ხშირად (0,3 დღე) მაისში მოდის.

ძირითადად გაბატონებულია დასავლეთის (36%) და აღმოსავლეთის (35%) მიმართულების ქარები; ნაწილობრივ მათ ენაცვლება სამხრეთ-აღმოსავლეთის (12%) ქარები. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე 2,2 მ/წმ უდრის. სეზონების მიხედვით ქარები მეტად ძლიერია გაზაფხულზე. ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი 34-ს უდრის.

მაგნე ქარების ზემოქმედების მიხედვით სპეციფიკური ზონა მიეკუთვნება ძლიერი ქარების მოქმედების მეორე ჯგუფის რაიონებს.

შემოდგომით, პირველი ყინვების დადგომა, ვაზის ფოთოლცვენის დასრულების (25.XI) შემდეგ, ნოემბრის ბოლო რიცხვებში იწყება.

ჰაერის ტემპერატურის წლიური აბსოლუტური მინიმუმების საშუალო,

10 წელიწადში ერთხელ აქ მოსალოდნელია მინიმალური ტემპერატურის - 13<sup>0</sup>-მდე დაცემა. ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი შესაძლოა -19, - 20<sup>0</sup>-მდე დაეცეს, რაც ძალზე იშვიათი შემთხვევაა [110].

არსებული ტერიტორია დასავლეთ საქართველოს და კერძოდ კოლხეთის დაბლობის უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილებშია წარმოდგენილი და უშუალოდ ჩრდილო და სამხრეთ კავკასიონის მთისწინების დაბოლოებას ემიჯნება. ტერიტორიის ძირითადი ნაწილი ვაკე რელიეფით ხასიათდება, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი კი, რომელიც მთისწინების გორაკბორცვიან ზონაშია წარმოდგენილი სუსტად დაქანებულ ფერდობებსა და მცირე ტერასის მიერ, გავაკებებს წარმოდგენენ, რომელიც მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთით და დასავლეთისაკენ.

ქვედა სარტყელში წარმოდგენილია ალუვიური და დელუვიური ნიადაგების ნაირსახეობები და სახესხვაობები, შუა სარტყელში კი ეწერი ნიადაგების ნაირსახეობები და სახესხვაობები.

ზემოთ დასახელებული ნიადაგები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან როგორც პროფილისა და ჰუმუსიანი ფენის სისქით, ასევე მექანიკურ შედგენილობათა ხირხატიანობის მიხედვით.

ზემოთ დასახელებული ნიადაგებიდან ალუვიური ნიადაგები წარმოდგენილია მდინარე ყვირილას პირველ და მეორე ტერასაზე. ამ ნიადაგების პროფილის სისქე 1 მეტრს აღემატება, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი ფენა 30-40 სმ-ის ფარგლებშია. მექანიკური შედგენილობის მიხედვით მეორე ტერასაზე წარმოდგენილი შედარებით ძველი ალუვიური ნიადაგები ძირითადად მძიმე თიხნარი და თიხებია, ხოლო შედარებით ახალი ალუვიური ნიადაგები საშუალო და მსუბუქი თიხნარებია. ზოგიერთ მონაკვეთებზე დამახასიათებელია ხირხატიანობა.

დელუვიური ნიადაგები წარმოდგენილია მთისწინების გორაკბორცვიანი ზონის ქვედა კალთების დაბოლოებებზე შედარებით მცირე

მონაკვეთების სახით. ამ ნიადაგების პროფილის სისქეც ერთ მეტრს აღემატება, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი 40-50 სმ-ის ფარგლებშია. ხასიათდება თიხიანი მექანიკური შედგენილობით.

ჰუმუსის შემცველობა როგორც ალუვიურ, ისე დელუვიური ნიადაგების აქტიურ ფენაში ძირითადად 2,5-1,5%-ის ფარგლებშია, ქვედა ფენებში კი თანდათან უფრო მცირდება. ჰიდროლიზურ აზოტს მეტწილად მცირე რაოდენობით შეიცავენ და ძირითადად 100 გ ნიადაგში 2,5 მგ-ის ფარგლებშია. ასევე დაბალი მაჩვენებლებით ხასიათდება დაბალი ფოსფორის შემცველობაც და 8,0 მგ-ს არ აღემატება 100 გ ნიადაგში. გაცვლითი კალიუმი ფართო საზღვრებში ცვალებადობს და ძირითადად 5,0-4,0 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. ნიადაგის არეს რეაქცია ძირითადად ნეიტრალური და სუსტი ტუტეა. ზოგიერთ შემთხვევაში კი სუსტი მჟავისაა არის გადახრილი და pH-ის მაჩვენებელი 5,8-7,6-ის ფარგლებში მერყეობს. კარბონატებს ზოგიერთ მონაკვეთებში მცირე რაოდენობით შეიცავენ, ეწერი ნიადაგები წარმოდგენილი ზონის შუა სარტყელში. მისი პროფილის სისქე 70-100 სმ-ის ფარგლებშია, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი ფენა 25-35 სმ-ის ფარგლებში მერყეობს. ხასიათდება მძიმე თიხნარი და თიხიანი მექანიკური შედგენილობით, სუსტი მჟავე რეაქციით. ჰუმუსის შემცველობა აქტიურ ფენაში ძირითადად 2,5-1,5%-ის ფარგლებშია ქვევით კი თანდათან უფრო მცირდება, ძირითადი საკვები ელემენტები (NPK) ძირითადად შემცველობით მეტწილად ნაკლებია.

ნეშომპალა-კარბონატული და ყომრალი ნიადაგები წარმოდგენილია მიკროზონის ზედა ნაწილში. გორაკ-ბორცვიანი რელიეფის ფორმებზე. ამ ნიადაგების პროფილის სისქე 60-100 სმ-ის, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი ფენა 30-40 სმ-ის ფარგლებში მერყეობს. ხასიათდება მძიმე თიხნარი და თიხიანი მექანიკური შედგენილობით, ჰუმუსის შემცველობა აქტიურ ფენაში ძირითადად 2-3%-ის ფარგლებშია ქვევით კი თანდათან კლებულობს,



ძირითადი საკვები ელემენტები (NPK) შემცველობით მიხედვით ეს ნიადაგები მეტწილად დაბალი მაჩვენებლებით ხასიათდება. ცალკეულ შემთხვევებში კი საშუალო მაჩვენებელს აღწევს. ნიადაგის არეს რეაქცია pH ყომრალ ნიადაგებში ძირითადად ნეიტრალურია ან სუსტი მჟავისაყენ არის გადახრილი და pH-ის მაჩვენებელი 5,6-7,0-ის ფარგლებშია. ნემომპალა-კარბონატულ ნიადაგებში კი საშუალო და სუსტი ტუტეა და pH-ის მაჩვენებელი 7,3-8,0-ის ფარგლებშია. კარბონატების შემცველობა ნემომპალა-კარბონატულ ნიადაგებში ძირითადად 2,5-16,0%-ის ფარგლებში მერყეობს, ცალკეულ შემთხვევაში კი უფრო მეტსაც აღწევს.

გორის რაიონი - მდებარეობს შიდა ქართლში, თრიალეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი კალთების დაბოლოებაზე. მიკროზონაში ვენახები მოქცეულია 620 მეტრიდან 750 მეტრამდე სიმაღლის ფარგლებში[109].

**კლიმატი** - სპეციფიკური ზონა მიეკუთვნება ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულ კლიმატურ ოლქს, რომელიც ზომიერად თბილი სტეპურიდან ზომიერად ნოტიოზე გარდამავალი კლიმატით ცხელი ზაფხულითა და ცივი ზამთრით ხასიათდება.

მზის ნათების წლიური ხანგრძლივობა 2200-2300 საათია, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდში 1500-1700 საათს ჭარბობს. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 10,70-ს, ყველაზე თბილი თვის \_ აგვისტოს საშუალო ტემპერატურა 22,00-ს, ყველაზე ცივი თვის იანვარისა კი მინუს 1,50-ს აღწევს.

ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 100-ზე ზევით მდგრადი გადასვლა აპრილის შუა რიცხვებიდან (16.IV), ხოლო ქვევით დაცემა (25.IX) ოქტომბრის ბოლოს ხდება ამ პერიოდის ხანგრძლივობა 192 დღეს უდრის. 100-ზე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 34500-ს უახლოვდება.

ნალექების საშუალო თვიური რაოდენობა უდიდესია (73 მმ) მაისში, უმცირესი (32 მმ) კი აგვისტოში. წლის თბილ პერიოდში ნალექები 344 მმ-ზე მეტი არ მოდის. ჰიდროთერმული კოეფიციენტი ივლისის შუა რიცხვებიდან ოქტომბრის პირველ რიცხვებამდე (112 დღის განმავლობაში) 1-ზე ნაკლებია. განსაკუთრებული გვალვიანობით გამოირჩევა ივლისი და აგვისტო, როცა ვენახი ინტენსიურ რწყვას მოითხოვს. დანარჩენ თვეებში ნალექები იმაზე მეტია, რამდენიც ნიადაგიდან და მცენარეულობიდან შესაძლოა აორთქლდეს.

სეტყვიან დღეთა რიცხვი წელიწადში საშუალოდ 2-ს უდრის. სეტყვა შედარებით ხშირად (0,8 დღე) მაისში მოდის.

გორის რაიონში, მდ. მტკვრის ხეობაში გაბატონებულ ჩრდილო-დასავლეთისა (44%) და მისი პერპენდიკულარული სამხრეთ-აღმოსავლეთის (41%) ქარები.

ჰაერის მინიმალური ტემპერატურების საშუალო, სანაპირო ზოლთან შედარებით გაზრდილია და მინუს 12-140 °C -ის საზღვრებში იცვლება. ასეთ შემთხვევებში 10 წელიწადში მოსალოდნელია ყინვების 17-190°C -მდე დაცემა და მოზამთრე ერთწლიანი ნაზარდების მნიშვნელოვანი დაზიანება [110].

**ნიადაგები** - ძირითადად ნიადაგის ორი ტიპია წარმოდგენილი – ყავისფერი და ალუვიური ნიადაგები. მცირე ლაქების სახით წარმოდგენილია დელუვიური და პროლუვიური ნიადაგებიც.

ნიადაგების პროფილის სისქე 0,7-1,5 მეტრის ფარგლებშია, ხოლო აქტიური ჰუმუსიანი ფენა 30-60 სმ-ის ფარგლებში ცვალებადობს. მექანიკური შედგენილობის მიხედვით ძირითადად მძიმე თიხნარებისა და მსუბუქ თიხებს მიეკუთვნებიან, სადაც ფიზიკური თიხის შემცველობა 40-

70%-ის ფარგლებშია. თიხის რაოდენობა კი ძირითადად ლექის ( $<0,081$  მმ) ფრაქციითაა გაზრდილი და ამიტომ ლექინლამიანი ნიადაგების ჯგუფს მიეკუთვნებიან. კარბონატების მეტწილად მცირე რაოდენობით შეიცავენ და პროფილში 0,2-14,0%-ის ფარგლებში ცვალებადობს. ნიადაგის არეს რეაქცია (pH) სუსტი და საშუალო ტუტეა, pH-ის მაჩვენებელი 7,2-8,2-ის ფარგლებშია. ჰუმუსს საშუალოდ და მცირე რაოდენობით შეიცავს და პროფილში 3,25-0,5%-ის ფარგლებშია. ჰიდროლიზური აზოტით მეტწილად ღარიბია, 100 გ ნიადაგში 6,0 მგ-ს არ აღემატება. გამონაკლის შემთხვევებში კი საშუალოდაა წარმოდგენილი და 7-10 მგ-ს შეადგენს 100 გ ნიადაგში. საშუალო და მცირე რაოდენობით შეიცავს ხსნად (შესათვისებელ) ფოსფორს და 6,0-1,2 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. ზოგიერთ შემთხვევებში კი მხოლოდ კვალის სახითაა წარმოდგენილი. გაცვლითი კალიუმს საშუალო და მცირე რაოდენობით შეიცავენ და ნიადაგის საპლანტაჟო ფენაში 46,0-9,2 მგ-ის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. შთანთქმული ფუძეების ჯამი (Ca+Mg) საშუალო და მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება და 20,0-54,3 მილიექვივალენტის ფარგლებშია 100 გ ნიადაგში. ჯამიდან გაცილებით მეტი პროცენტი მოდის შთანთქმულ კალციუმზე, მაგნიუმი კი გაცილებით მცირეა [109].

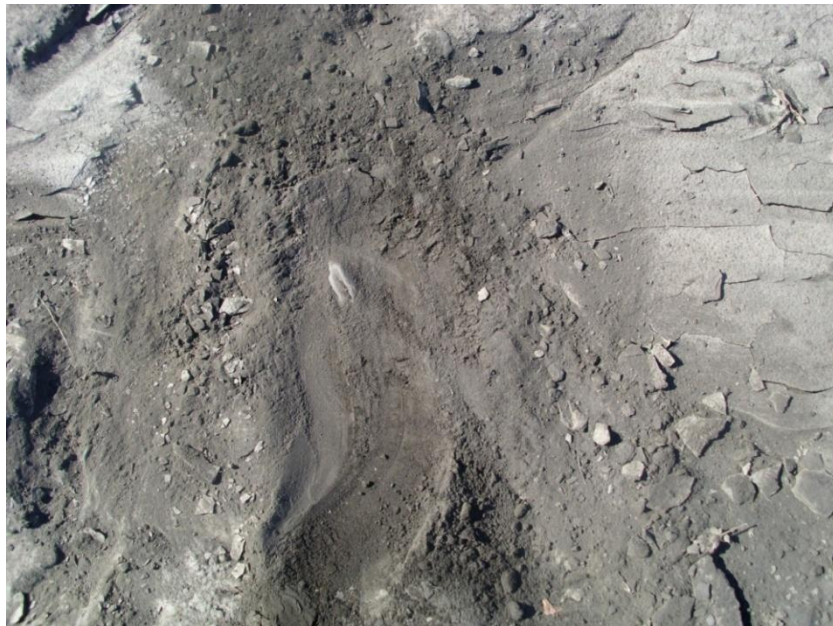
### 3.2. საველე სამეცნიერო კვლევების შედეგები და მათი შეფასება

საველე სამეცნიერო კვლევების განხორციელების მიზნით კვლევის ობიექტად შერჩეულ იქნა ქინძმარაულის მიკროზონაში არსებული მსხმოიარე ვენახი, გარდაბნის რაიონი სოფელი გამარჯვება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის საცდელ-სამელიორაციო ბაზა, გორის რაიონი სოფელი კარალეთი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის

ინსტიტუტის საცდელ-სამელიორაციო ბაზა და ბაღდათის რაიონი სოფელი მე-2 ოზხა უშანგი კაკაურიძის საკარმიდამო ნაკვეთი.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მდინარე დურუჯის კოლოიდური გამონატანის (იხ. სურ. 3,1,2) სხვადასხვა კონცენტრაციის სუსპენზიის სახით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში შეტანა.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად ჩვენს მიერ გამზადებული იქნა მდ. დურუჯის ღვარცოფული გამონატანიდან კოლოიდური ფრაქციები, რომელთა დიამეტრიც ნაკლები იყო 1 მმ-ზე. თითოეულ უბანზე შეტანილი იქნა სუსპენზია 20; 40 და 60 %-ის შემცველობით. საკვლევ უბნებზე დარგული იქნა საფერავის ჯიშის ვაზის ერთწლიანი ნერგები 2013 წლის მარტში, ხოლო გარდაბნის რაიონის ბაზაზე ზემოაღნიშნული სუსპენზია ასევე შეტანილი იქნა მსხმოიარე ვაზის ფართობში.





სურ. 3. 1, 2. მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანი

კვლევის ფარგლებში დაგეგმილი ამოცანების შესასრულებლად განხორციელდა. მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის გეოლოგიური და ქიმიური შემადგენლობის დადგენა. მდ. დურუჯის გამონატანის კონუსიდან აღებული მყარი შემადგენლობის ნიმუშების გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია 3.1 ცხრილში [30], მიღებული შედეგების მიხედვით ავსებთ გეოლოგიური მრუდები (სურ. 3.3)

ხოლო ღვარცოფული მასის სოფლის მეურნეობაში გამოყენების თვალსაზრისით ჩატარებული იყო კოლოიდური მასის ქიმიური ანალიზი [32], რომლის შედეგებიც მოყვანილია 3.2 ცხრილში (ქიმიური ელემენტების რაოდენობა მოცემულია %-ში). იმავე ნიმუშებიდან გაკეთდა წყლით გამონაწურის ანალიზი (იხ. ცხრილი 3.3).

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

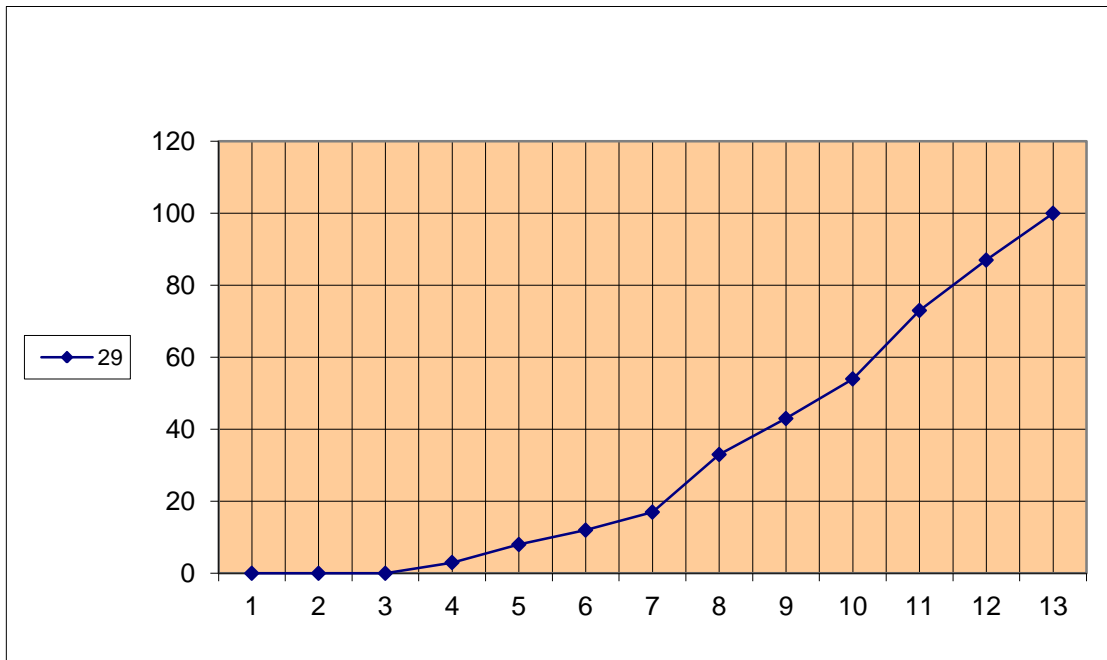
ნიმუშები, რომელშიც განსაზღვრულ იქნა შეტივნარებული ნატანის რაოდენობა (მგ/ლ-ში) (ცხრილი 3,4.).

#	ნადაგის 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

ცხრილი 3.1. სხვადასხვა რაიონის ნიადაგების მექანიკური შემადგენლობა

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

მდინარე დურუჯის კოლოიდური მასისი ქიმიური შედეგნილობა %-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



სურ. 3.3 მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის გრანულომეტრული შემადგენლობის მრუდი (%)

ცხრილი 3.3. სხვადასხვა რაიონის ნიადაგებიდან აღებული სინჯების წყლით გამონაწურის ანალიზის შედეგები

#	ნიმუშის დასახელება	pH	Cl-	HCO <sub>3</sub> -	SO <sub>4</sub> 2+	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	ჰუმუსი %
1	ყვარელი	8.07	0.0568	0.0854	0.014	0.012	0.0048	19.8
2	ბაღდათი	7.86	0.0355	0.0488	0.0125	0.012	0.012	17.3
3	გარდაბანი	8.24	0.0852	0.0732	0.0135	0.024	0.0072	20.8
4	გორი	7.93	0.1278	0.061	0.005	0.016	0.0024	22.1



სურ. 3.4 მდინარე დურუჯის საერთო ხედი 2014 წლის 14 ივლისი

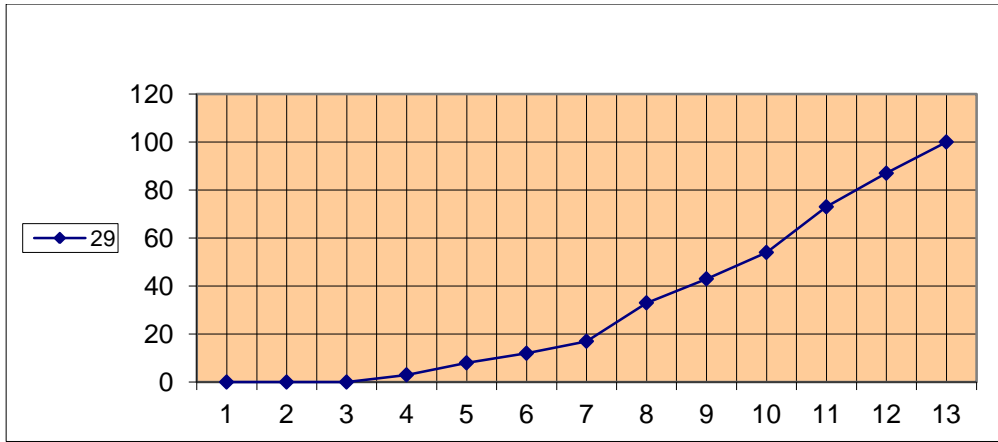


**ცხრილი 3.4 . მდინარე დურუჯის წყალში შეტივანარებული ნატანის მოცულობა**

#	წელიწადის დრო	ამინდი	ნატანის რაოდენობა
1	გაზაფხული	მზიანი	4.2
2		მზიანი	4.5
3		წვიმიანი	7.5
1	ზაფხული	წვიმიანი	10.5
2		წვიმიანი	10.3
3		წვიმიანი	10
1	შემოდგომა	წვიმიანი	10.5
2		წვიმიანი	9.8
3		წვიმიანი	9.6

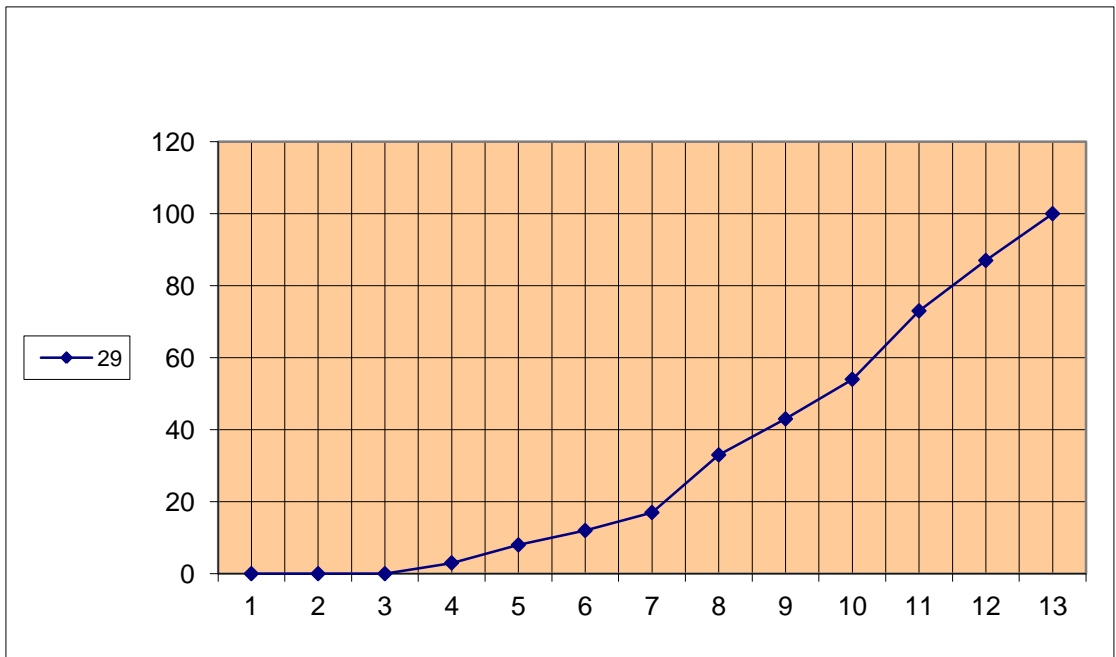
გარდაბნის რაიონის ნიადაგების გაცნობის შემდეგ, მოვახდინეთ ტერიტორიის შერჩევა საექსპერიმენტო პოლიგონის მოსაწყობად. აღნიშნული ტერიტორიიდან ავიღეთ ნიადაგის ნიმუშები, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის წყლისა და ნიადაგის ლაბორატორიაში განხორციელდა როგორც გეოლოგიური ასევე ქიმიური ანალიზი მიღებული შედეგები წარმოდგენილია სურ. 3.5-ის სახით.

ბაღდათის რაიონში საექსპერიმენტოდ შეირჩა სოფელი მეორე ობჩის ტერიტორია, როგორც სხვა საკვლევ ტერიტორიის შერჩევისას, ბაღდათის შემთხვევაშიც წინასწარ მოხდა ტერიტორიის დათვალიერება, ნიმუშების აღება და განხორციელდა გეოლოგიური და ქიმიური ანალიზი. მიღებული შედეგები მოცემულია სურათზე 3.8 და ცხრილში 3.2.



სურ. 3.5. გარდაბნის რაიონში საექსპერიმენტოდ შერჩეული ტერიტორიის ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობის მრუდი

ანალოგიურად მოვიქცით გორის რაიონის საცდელ საექსპერიმენტო უბანზეც. მიღებული შედეგები მოცემულია მრუდი სურათზე 3.6 და ცხრილში 3.2.



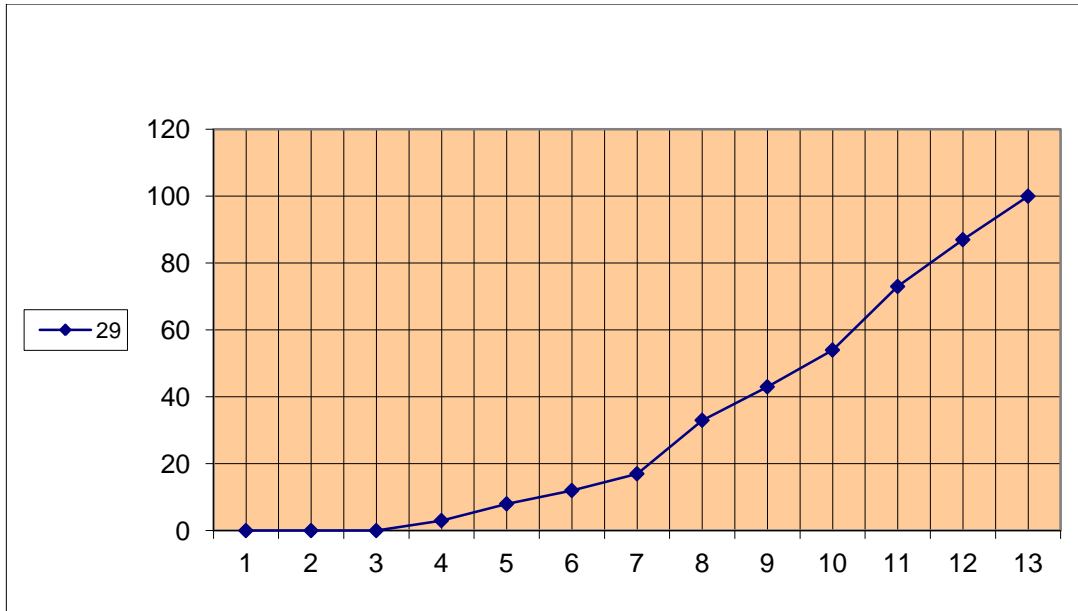
სურ. 3.6. გორის რაიონში საექსპერიმენტოდ შერჩეული ტერიტორიის ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობის მრუდი

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



სურ. 3.7. სუსპენზიის შეტანა გორის საცდელ პოლიგონზე.

ზემოთ აღნიშნული სამუშაოების პარალელურად დაკვირვებები წარმოებდა ასევე ვენახზე სადაც წინასწარ დანამატის სახით შევიტანეთ დურუჯის დვარცოფული კოლოიდური გამონატანი.



სურ. 3.8. ბაღდათის რაიონში საექსპერიმენტოდ შერჩეული ტერიტორიის ნიადაგის გეოლოგიური შედგენილობის მრუდი

საანალიზოდ ავიღეთ ყურძენი, რომელიც მივიღეთ ჩვენს საექსპერიმენტო ბაზაზე და ასევე შესადარებლად ავიღეთ ყურძენი რომელიც მოყვანილია ნიადაგზე სადაც კოლოიდური მასა არ არის დამატებული. ჩატარდა ყურძნის მტვენების მექანიკური შედგენილობის ანალიზი. ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილი 3.5-ში.



სურ 3.9. ბაღდათის საცდელ პოლიგონზე დარგული საფერავის ნერგები

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 - 40 %-იანი სუსპენზია.)

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 ჩაუტარდა საცდელი ნაკვეთიდან აღებული ყურძნის დაწურვით მიღებული ღვინომასალას.

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	თავისუფალის გოგირდოვანი მჟავის მასური კონცენტრაცია	დაყვანილი ექსტრაქტის მასური კონცენტრაცია	ფარდობითი სიმკვრივე
საფერავი (ქინძ. მიკროზონა)	13.7	1.04	6	0.85	38	8	24.8	0.9922
საფერავი (20 % იანი სუსპენზიით)	9.8	0.95	4	0.78	35	6	20.5	0.88
საფერავი (40 % იანი სუსპენზიით)	12.6	1.0	5.5	0.72	36	7.5	23.4	0.99
ნორმა	-	≤ 4.0	≤ 4.0	≤ 1.1	≤ 210	≤ 30	≤ 20	-

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.

თავი 4. მდინარე დურუჯის კალაპოტში მიმდინარე ეროზიულ - ღვარცოფული პროცესების პროგნოზი

4.1. მდინარე დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ეროზიული პროცესების პროგნოზი

მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში ჩამდინარე აქტიური ეროზიულ-ღვარცოფული ხასიათის ხევების, ეროზიული ღრანტეების შეფასებისათვის, გამოყენებულ იქნა პროფ. გივი გავარდაშვილის მეთოდოლოგია, ასევე საველე კვლევებისა და აერო-კოსმოსური გადაღებების დემიფირირების საფუძველზე მიღებული იყო დამოკიდებულება რომლითაც იანგარიშება მთის ფერდობის ეროზიის კოეფიციენტი (E) , [111, 112, 113, 114] :

$$E = 0,58 + 1,40(F_1 / F_0) \cdot (t/T)^{0,21}, \quad (4.1)$$

სადაც,  $F_1$  - არის მდინარის წყალშემკრებ აუზში ეროზირებული ფართობი(კმ<sup>2</sup>),

$F_0$  - მდინარის მთლიანი წყალშემკრები აუზის ფარ-თობი (კმ<sup>2</sup>),

$t$  - საკვლევი დროის ინტერვალი(წელი) ,  $T$  - მთლიანი

დაკვირვების პერიოდი (ჩვენს შემთხვევაში  $T = 30$  წელს).

(4.1) - დამოკიდებულების პრაქტიკაში გამოყენების ზღვრებია:

$$0,061 \leq (F_1/F_0) \leq 0,24 ; 0,1 \leq (t/T) \leq 1,0; \quad (4. 2)$$

(4.1) დამოკიდებულებით გაანგარიშებული იყო მდ. დურუჯის წყალშემკრები აუზის მთის ფერდობების ეროზიის კოეფიციენტის

მნიშვნელობები, შესაბამისი დაზიანების ხარისხის მხედველობაში მიღებით, რომელთა რიცხოვრივი მაჩვენებლებიც მოცემულია ცხრილში (იხ. ცხრილი 4.1 ).

მდ. დურუჯის სათავეებში 2002 წ. ე.წ. “შავ კლდეზე” ზოგ ადგილებში დაფიქსირებული იყო ღარებისა და ხრამების ინტენსიური ქსელი სიხშირით 15-20 მ-ი, რაც ცნობილი ინგლისელი პროფესორის რ. მორგანის კლასიფიკაციით შეესაბამება ეროზიის მე - 7 კლასს, სადაც ეროზიის ინტენსიურობა მეტია 500 (ტ/ჰა) წელიწადში [115].

რაც შეეხება 4.1 ცხრილში დამყარებულ კავშირს მთის ფერდობის ეროზიის კლასსა და ეროზიის კოეფიციენტს შორის იგი, აგრეთვე შეფასებულია პროფესორ რ. მორგანის შკალის მიხედვით [115].

მდ. დურუჯის კალაპოტის მდგრადობის შეფასებისათვის გაზომილი იყო კალაპოტის ცოცხალი კვეთისა(B) და ნოღა კალაპოტის(B) სიგანეები; წყლის ნაკადის სიღრმეები (H) , მდინარის კალაპოტის დახრის კუთხეები(α) და ნაკადის სიჩქარეები(V), რის შემდეგაც გაანგარიშებული იყო წყლის ნაკადის ხარჯები (Q); სტატისტიკური დაკვირვებების რიცხვმა 200 ერთეული შეადგინა [116, 117, 118, 119, 120].



ცხრილი 4.1

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

#	მდინარის დასახელება	ეროზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობები				ეროზიის კლასი (2030 წ.)	ეროზიის ინტენსიურობა წელიწადში (ტ / ჰა)
		2015 წ.	2020 წ.	2025 წ.	2030 წ.		
1	ნახეჩის ხევი	0,08	0,085	0,202	0,210	მეორე	2-5
2	სამალის ხევი	0,06	0,068	0,074	0,178	მეორე	2-5
3	სალესავის ხევი	0,35	0,51	0,72	0,79	მესამე	5-10
4	უთხოვარის ხევი	0,88	0,95	0,98	1,00	მეოთხე	10-50
5	მშრალი გორის ხევი	0,79	0,97	1,00	1,15	მეოთხე	10-50
6	სავეფხო გორის წყალი	0,93	0,98	1,19	1,25	მეხუთე	10-50
7	წიფელ გორის წყალი	0,99	1,11	1,26	1,29	მეხუთე	50-100
8	durujis saTaveebi (შავი კლდე)	1,15	1,54	1,98	2,24	მეექვსე	100-500

ემპირიულ გამოსახულებებს აქვს შემდეგი სახე:

$$(h/b) = 0,3 \cdot (\alpha)^{-0,62},$$

$$(b/B) = 0,001(\alpha)^{2,11}. \quad (4.3)$$

(4.3) დამოკიდებულებების გამოყენების ზღვრებია:

$$\begin{cases} 0,01 \leq (h/b) \leq 0,185; & 4^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ \\ 0,01 \leq (b/B) \leq 0,75; & 2^\circ \leq \alpha \leq 22^\circ \end{cases}; \quad (4.4)$$

მიღებული (4.3) დამოკიდებულებების პრაქტიკაში გამოყენების საიმედოობის დასადგენად გაანგარიშებული სიდიდეები შედარებული იყო ბუნებაში გაზომილ მონაცემებთან, ცდომილება მათ შორის 0,95 %-ს შეადგენს. უზრუნველყოფის ალბათობით იცვლება 10 - 20 %-ის საზღვრებში, რაც პრაქტიკაში ჰიდროლოგიური ანგარიშისათვის დამაკმაყოფილებელ სიდიდედ ითვლება.

მდ. დურუჯის წყალშემკრებ აუზში დაგროვილი ღვარცოფული მასის მოცულობის პროგნოზირებისათვის მდინარის ნოლა კალაპოტში გაზომილი იყო მთის ფერდობებიდან დენუდირებული მასის ძირითადი მახასიათებლები: გამოტანის კონუსის გეომეტრიული ზომები, ხევის გამოტანის კონუსზე მყარი ფრაქციების ზედაპირის დახრისა და შიგა ხახუნის კუთხეები, ფრაქციების საშუალო დიამეტრები და ა.შ [121, 122, 123, 124, 125].

სურათზე 4.1 ნაჩვენებია შავი დურუჯის ხეობის ხედი შავი კლდიდან 700 მეტრის დაშორებით, ხოლო 4.2 სურათზე კი მდ. თეთრი დურუჯის სათავეებში ფოხალოს მთაზე ორ იარუსიანი ეროზირებული მთის ფერდობი, ზღვის დონიდან 2800 მ.



ფოტო 4.1. მდ. დურუჯის ხეობა.



ფოტო 4.1.

შავი კლდის ეროზირებული ფერდობები,

სურათი 4.2.

ფოხალოს მთის ორ იარუსიანი ეროზირებული ფერდობი.

ამრიგად, მდ. თეთრი და შავი დურუჯის წყალშემკრებ აუზებში 2010 - 2014 წ. ზაფხულში ჩატარებულმა საველე - ექსპედიციურმა კვლევებმა დაგვანახა, რომ მთის ფერდობების ეროზიული პროცესების მდგომარეობა კრიტიკულია და იგი ზოგ ადგილებში შეესაბამება ეროზიის მე-6 კლასს.

#### **4.2 მდინარე დურუჯის კალაპოტში ტრანსპორტირებული**

##### **ღვარცოფული მასის პროგნოზირება**

მდინარე დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფის მიერ გამოტანილი ღვარცოფული მასის პროგნოზირების მიზნით გამოყენებული იყო, როგორც 2010-2014 წლებში ზაფხულის პერიოდში ჩატარებული საველე-ექსპედიციური კვლევის შედეგები, ასევე განვილი 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 შრომები.

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 ღვარცოფილი მასის მოცულობები (W), რომელთა მაჩვენებლებიც შედარებული იყო ბუნებაში გავლილ მონაცემებთან; მათი მნიშვნელობები მოცემულია 4.2 ცხრილში.

**ცხრილი 4.2**  
მდინარე დურუჯის ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული 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 4.2 ცხრილის მონაცემებით.

ღვარცოფული გამონატანის მოცულობის საშუალო მნიშვნელობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{W}_i / W_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^{40} W_i / W_{\max}}{N} \quad (4.7)$$

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:

$$\bar{W}_i / W_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^{40} W_i / W_{\max}}{N} = \frac{10.666}{44} = 0,2166 \quad (4.8)$$

ღვარცოფის მოცულობის საშუალო კვადრატული გადახრა გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (W_i / W_{\max})^2 - (\bar{W}_i / W_{\max})^2}{N}} \quad (4.9)$$



შევიტანოთ ჩვენი მონაცემები (4.9) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$\sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (w_i - \bar{w})^2 = 0,248 \quad (4.10)$$

ღვარცოფის მოცულობის მნიშვნელობები შესაბამის ინტერვალებში მოცემულია ცხრილში 4.3.

**ცხრილი 4.3**  
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 4.3- ის მონაცემებს, რომლის გრაფიკიც მოცემულია ნახ. 4.3-ზე.

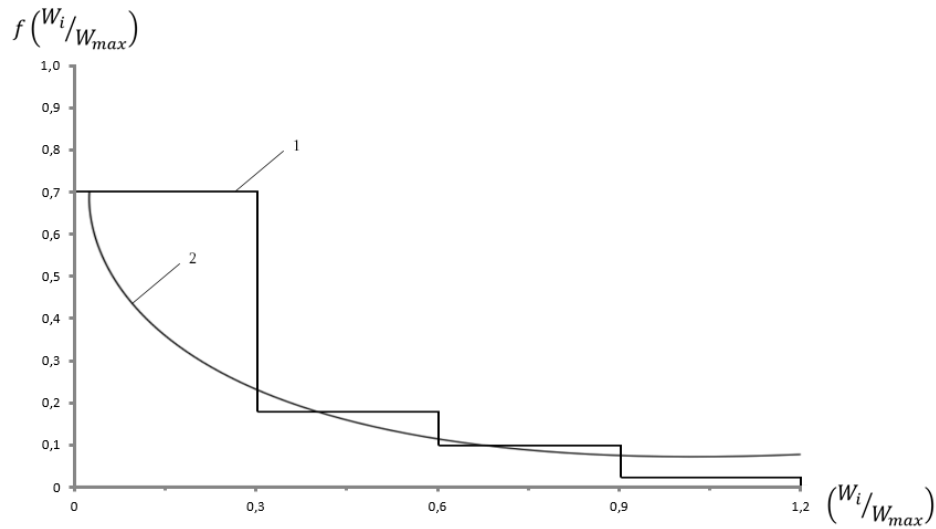
ღვარცოფული მასის მათემატიკური ლოდინი ტოლია:

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

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:

$$f(w_i / W_{\max}) = 0,115 (w_i / W_{\max})^{-1,115} \exp \left\{ -0,248 (w_i / W_{\max})^{0,248} \right\} \quad (4.13)$$



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

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

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

(4.14) დამოკიდებულების რისკი კი ტოლია.

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

$$R = 1 - 0,71 = 0,291 \quad (4.16)$$

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

### 4.3. მდინარე დურუჯის კალაპოტში წყალდიდობის მიერ

#### ტრანსპორტირებული შეტივნარებული კოლოიდური ფრაქციის მოცულობების პროგნოზი

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 4.4 ცხრილში.

ცხრილი 4.4

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

#	ღვარცოფის გავლის წელი	ღვარცოფის ხარჯი, Q max (მ3/წმ)	შეტივნარებული ნატანის მოცულობა, S <sub>i</sub> (კგ)	შეტივნარებული 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

შეტივანარებული კოლოიდური ფრაქციების ფარდობითი სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობები ტოლია:

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

კოლოიდური ფრაქციების ფარდობითი მნიშვნელობების კვადრატული გადახრა ტოლია:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{40} (S_i / S_{\max})^2 - (\bar{S}_i / S_{\max})^2}{N}} = 0,258; \quad (4.19)$$

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების შედეგად კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობები შესაბამის ინტერვალებში მოცემულია ცხრილი 4.5- ში.

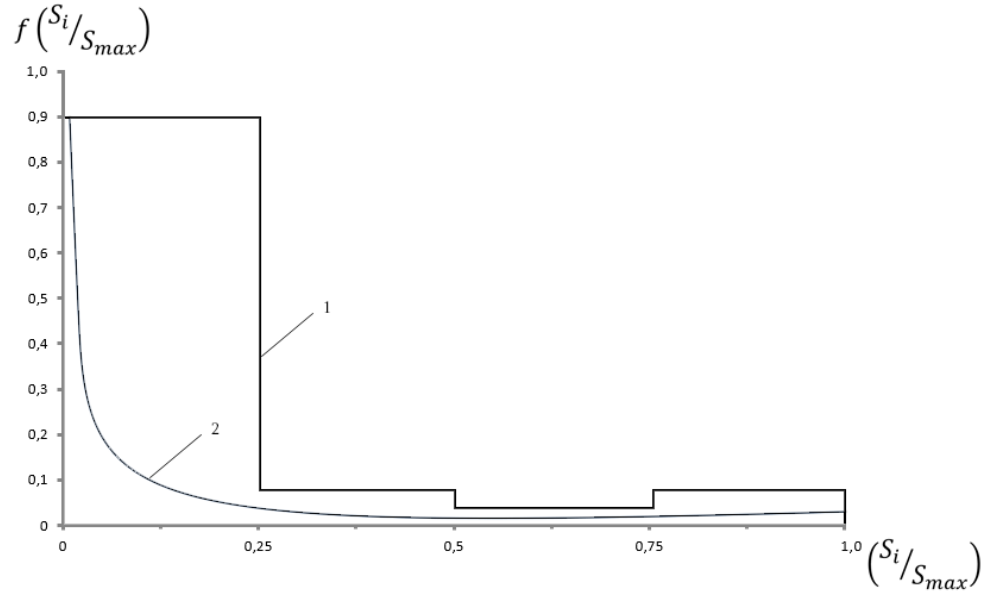
**ცხრილი 4.5**  
კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი მნიშვნელობების სიხშირე შესაბამის ინტერვალებში

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 4.5 ცხრილის მონაცემებით და ვაგებთ მის გრაფიკს (ნახ, 4.4).

კოლოიდური ფრაქციების მოცულობების ფარდობითი სიდიდის მათემატიკური ლოდინი ტოლია:

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



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

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:

$$f(S_i/S_{max}) = 0,232 (S_i/S_{max})^{-2} \exp \left\{ -0,258 (S_i/S_{max})^{-1,8} \right\} \quad (4.21)$$

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

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

(4.22) დამოკიდებულების რისკი კი ტოლია.

$$R = 1 - P(S_i/S_{max} \geq 0,78) \quad (4.23)$$

$$R = 1 - 0,78 = 0,22 \quad (4.24)$$

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, შეფასებულია მისი ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორების - გეოლოგიური, ფიზიკურ-ქიმიური და მელიორაციული სიდიდეები;
2. მდინარე დურუჯის კალაპოტში - ღვარცოფის გამოტანის კონუსიდან აღებულია ღვარცოფული მასის ნიმუშები და 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 მეურნეობის სავარგულებსათვის საჭირო სასოფლო-სამეურნეო ფართობების გაზრდის მიზნით, საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში (ყვარელი, გორი, გარდაბანი, ბაღდათი), მოეწყოს 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 ვაზმა არა მარტო გაამდიერა ვეგეტაცია, არამედ საკმარისი რაოდენობის ნაყოფი;
9. ქ. ყვარელში ქინძმარაულის მიკროზონის ყურძნისა და საკვლევ უბნებზე მოყვანილი ყურძნის წვენი 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 ქინძმარაულის მეურნეობიდან მოყვანილი 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.



## ლიტერატურა:

1. გავარდაშვილი გ. „მდინარე დურუჯის აუზში ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ახალი საინჟინრო-ეკოლო-გიური ღონისძიებები“ “მეცნიერება” თბილისი, 2003 , 116 გვ.
2. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси, 1970, 378 ст.
3. Gavardashvili G.V., 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.
4. გავარდაშვილი გ.ვ. ქალაქ ყვარლის მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით მდინარე დურუჯის კალაპოტში 2012 წლის მაისის თვეში განხორციელებული საველე კვლევის შედეგები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული #67. თბილისი, 2012, გვ. 22 – 31.
5. Натишвили О.Г. О переносе твердых взвешенных частиц турбулентным русловым потоком. Труды ГрузНИИГиМ, вып.23, Тбилиси, 1965, сс.159÷174.
6. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Волны в связанных селевых потоках. //ж. "Метеорология и гидрология", М., №2, 2003, с. 91÷96.
7. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Установление высоты волны повышения при входе связанного селевого потока в напорных сооружениях. //ж. "Гидротехническое строительство", М., №5, 2005, с. 20÷26.
8. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Расширение связанного селевого потока на конусе выноса. //Метеорология и гидрология, №7, 2000, с. 97-100.
9. Тевзадзе В.И., Гавардашвили Г.В. Установление расходов турбулентных селевых потоков с учетом гидрологических показателей водосборного бассейна. //Сообщения АН Грузии, т. 148, №1, 1993, с. 77-79.
10. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Влияние волнового режима движения водного потока по склону на интенсивность эрозии почв. //Сб. Научных трудов "Экологическая безопасность, устойчивость и надежность водохозяйственных и гидромелиоративных объектов". Тбилиси, 2005, с. 146-149.
11. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Расчетная модель почвоохранного мероприятия с использованием стеблевых растений. //Экологические системы и приборы, №9,

2006, c. 40-43.

12. კუხალაშვილი ე., ყრუაშვილი ი., ხუცურაული ბ.  
ღვარცოფწარმომქმნელი გრუნტის მდგრადობის რღვევის ზედაპირის შესაძლო ფორმები. აგრარულ მეცნიერებათა პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, თბილისი, 2001, გვ. 145-151.
13. კუხალაშვილი ე. ბმული ღვარცოფის თავისუფალი ზედაპირის განტოლება პრიზმატულ კალაპოტებში დამყარებული ართანაბარი მოძრაობის დროს. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის 70 წლისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო კონფერენცია. თბილისი 2000 წ. გვ. 370-375.
14. კუხალაშვილი ე., დანელია რ. ბმული ღვარცოფის დაუმყარებელი მოძრაობის სასრულო სხვაობანი განტოლებები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალეკოლოგიის სამეურნეო შრომათა კრებული. თბილისი 2001 წ. გვ. 116-118.
15. უნდილაშვილი ნ., ბმულ ღვარცოფთა რეგულირების ღვარცოფსადინარების მორფომეტრიული მახასიათებლები. „აგრარულ მეცნიერებათა პრობლემები.“. ტ. XXXVI. თბილისი. 2005 წ. გვ.198-200.
16. უნდილაშვილი ნ. ბმულ ღვარცოფთა მოძრაობის შეწყვეტის განმსაზღვრელი მახასიათებლები. „აგრარულ მეცნიერებათა პრობლემები“. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XXXIII თბილისი, 2005 წ. გვ. 141-143.
17. ყრუაშვილი ი. ფერდობების ეროზიული მდგრადობის საინჟინრო პროგნოზი. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული. თბილისი. 2001წ. 139-145 გვ.
18. ყრუაშვილი ი. ღვარცოფების შემფოთებული ზონის საანგარიშო მახასიათებლები. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული. თბილისი. 1997 წ. ტ. 11. გვ. 228-235.
19. Авалиани Э.С. О прогнозировании селей. Селевые потоки. Тр. Каз. НИИГиМ, М., 1976, сб. 1, с. 484.
20. Белый Л.Д. Теоретические основы инженерного-геологического картирования. М., "Недра", 1964, 168 с
21. Виноградов Ю.Б. О структуре и динамике селевой массы. Селевые потоки.

- Гидрометеоиздат, сб. 2, 1977 г., с. 2-26.
22. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. Л., Гидрометеоиздат, 1980, 144с.
  23. Власов А.Ю., Петров В.Ф. Селевые явления в Австрии и борьба с ними. Тезисы докладов XV всесоюзной конференции по противоселевым мероприятиям, вып. 3, М., ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1978, с. 157-162.
  24. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. Изд-во "Сабчота Сакартвело", Тбилиси, 1970, 386 с;
  25. Гагошидзе М.С. Структура, формирование и движение структурных селевых потоков. Сб. Защита железных дорог от селевых потоков, М., 1962;
  26. Белый Л.Д. Теоретические основы инженерного-геологического картирования. М., "Недра", 1964, 168 с
  27. Думитрашко Н.В. Геологические условия образования селей в СССР. V Всесоюзное совещание в г. Баку. М.-Л., 1982, с. 15-21.
  28. Кикилашвили Т.В. О селевых потоках правобережья р. Алазани и меры борьбы с ними. Изд-во АН СССР, М., 1957, с. 171-177.
  29. Сванидзе Г.Г., Цуцкиридзе Я.А. Основные гидрометеорологические явления на Кавказе. Л., Гидрометеоиздат, 1980, 268 с.
  30. Шeko А.И. Исследование механизма развития экзогенных геологических процессов и факторов, их обуславливающих. ВСЕГИОГНД, М., 1985, 119 с.
  31. ხუცურაული ბ. ბმული ღვარცოფის ძირითადი განმსაზღვრელი პარამეტრები. აგრარულ მეცნიერებათა პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XIII, თბილისი, 2001, გვ. 144-151
  32. Натишвили О. Г. Тевзадзе В.И. Гидравлические закономерности связных селей, „Мецниереба“, 1996 г.с. 156.
  33. Сергеев Е.М. Грунтоведение. М., Изд-во МГУ, 1983, 389 с.
  34. ნათიშვილი ო. გ., თევზაძე ვ. ი., დანელია ზ. ნ. ღვარცოფების და ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ჰიდრაულიკა. თბილისი, 1995 წ. 70 გვ.
  35. Бегишвили К.Р. Новые данные о движении грязекаменных потоков. Материалы всесоюзной конференции по селевым потокам, Алма-Ата, 1959 г.с. 122-123.

36. Беручашвили Г.М. Некоторые вопросы динамики селевого потока и его взаимодействия с сооружениями. Материалы IV всесоюзной конференции по селевым потокам. Алма-Ата, изд-во АН Каз ССР, 1959, с. 132-144
37. Войнич-Сяноженский Т.Г., Беручашвили Г.Н. К гидравлической теории потоков лавинного характера. Тр. ЗакНИИГиМ, М., 1970, вып. 37(43), с. 29-69.
38. Тевзадзе В.И. К вопросу установления предельного напряжения сдвига модели структурной селевой массы. Труды Груз. НИИГиМ, Тбилиси, 1972, вып. 29, с. 136-145.
39. Флейшман С.М. Л., Гидрометеиздат, 1978, 312 с.
40. ყრუაშვილი ი. ქაცარავა თ., კუხალაშვილი ე. კალაპოტურ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ღიობების ძირითადი გაბარიტების შერჩევა. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული. თბილისი ტ. I 1997 წ. გვ. 231-238.
41. Гавришкина А.Н. К методике расчета статистического напряжения сдвига селевой массы. Селевые потоки. Сб. 6, М., Гидрометеиздат, 1982, с. 5-15.
42. Иорданишвили З.С. Движение структурных селей на прямолинейные участки русла. В кн.: Защита железных дорог от селевых потоков. М., Трансжелдориздат, 1962, с. 188-196.
43. Кухалашвили Э.Г., Гавардашвили Г.В., Сиамашвили А.П. Комплекс инженерных мероприятий по зарегулированию Хархети-хеви. В Душетском районе. Научно-техническая конференция молодых ученых и аспирантов на тему мелиораций и водохозяйственное строительство, Тбилиси. 1989г, с. 116.
44. Кухалашвили Э.Г. Сичинава П.О, Ундилашвили Н. А., „Условия движения многокомпонентных потоков. „Известия Аграрной Науки”. Т.3.,№4. Тбилиси, 2005. с. 98-100.
45. Пруидзе Д.К. Определение уклона остановки селевых потоков. В кн. №6, М., 1978, с. 118-121.
46. Степанов Б.С. О соотношении транспортных и гравитационных сил при движении селевых потоков. Селевые потоки. М., Гидрометеиздат, 1977, сб. №2, с.

47. Флейшман С.М. Исследование вязкости и взвешенной способности селевой массы. Труды ВНИИЖДСиП, 1952, вып. 7, с. 132-149.
48. Гагошидзе М.С., Натишвили О.Г. Экспериментальная установка по изучению селевых потоков и паводков. Тр. ГрузНИИГиМ, Тбилиси, 1965, вып. 23, с. 175-184.
49. Гагошидзе М.С. Новый способ борьбы с селями (грязекаменными потоками). Сб. тр. Груз. НИИГиМ, сб. №2, 1951, с. 146-167.
50. Кухалашвили Э.Г. К оценке гранулометрического состава селевого потока. Республиканская научная конференция молодых ученых и аспирантов на тему „Водохозяйственное строительство и мелиорация в Грузии”, Тезисы докладов, Тбилиси, 1982 г., с. 18-19.
51. Сохадзе А.д. Об ударном воздействии структурных селевых потоков. Материалы конференции молодых научных работников по гидроэнергетическому строительству и гидромелиорации, Изд-во. „ Мецниереба ”, Тбилиси, 1971 г.с. 77-80.
52. Тевзадзе В.Н., Каладзе Б.Л., Кухалашвили Э.Г. Критериальные значения сложности селевых смесей высокой плотности. Прогноз и борьба с эрозией почв. Сб. научных трудов Груз. НИИГиМ, Тбилиси, 1987 г., с. 119-125.
53. Хмаладзе Г.Н. Редкий водокаменный поток. „Природа", №10, 1995, с. 91-93.
54. ხუცურაული ბ. ბმული ღვარცოვის ფორმირება და საანგარიშო ხარჯის პროგნოზირება. აგრარულ მეცნიერებათა პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტ. XIII, თბილისი, 2001, გვ. 139-144.
55. Алтунин В. Деформации русел канала -М, Колос, 1972 г. 120с.
56. Ахмедов Б.М., Джартаев Д.К.Б Квасов Л.Н. Исследование сбросных сооружений селезадерживающих плотин. Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата, изг-во Казахстан, 1979, с. 144-152
57. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. М., т. 2, 1955, 323 с.
58. Гагошидзе М.С. Способы защиты от селевых потоков объектов, расположенных на конусе выноса горного водотока. Тр. Груз. НИИГиМ, вып. 23, 1965, с. 137-158.

59. Гагошидзе М.С., Натишвили О. Г., Сулаквелидзе Г. А., Иорданишвили З.С., Тевзадзе В.И. Некоторые инженерные задачи расчета селевых потоков. Труды Груз. НИИТИМ. Тбилиси, 1967 г.. вып. 25. с. 26-37.
60. Сулаквелидзе Л.А. и др. Прохождение селевых потоков по руслу горного потока Шави Дуруджи 29.07.1956 г. Труды ГрузНИИГиМ, Тбилиси, 1957, вып. 18-19.
61. Гвелесиани Т.Л. Анализ основной зависимости для высоты образованной волны в водохранилищах при вертикальном смещении части их дна в результате тектонических землетрясений. Сообщения АН ГССР, т. 51, №3, 1968.
62. Кавецкий С.П. Об искусственном воспроизводстве селей в природных условиях и меры борьбы с ними. Изд-во АН СССР, М., 1957, с. 200-205.
63. Кухалашвили Э.Г. Об адаптации законов механики неньютоновских систем для описания динамики трехлинейной модели структурных (грязекаменных) селевых потоков. Сообщения АН Груз. ССР, Тбилиси, 1983, т. 112, 31, с. 113- 116.
64. Мостков М.А. Очерки теории руслового потока. Изд-во АН СССР, М., с. 18-54.
65. Мостков М.А. Очерк теории руслового потока. М. Изд-во АН СССР, 1959, с. 246.
66. Мясников В.П. Течение вязко-пластической среды при сложном сдвиге. ПМТФ, 1961, №6, с. 76-78.
67. Флейшман С.М. Сели. Л., Гидрометеиздат, 1970, 352 с.
68. Фукс Г.И. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. М.-Л., Гостехиздат, 1951, с. 252.
69. Мирзаджанзаде А.Х., Мирзоян А.Л., Гевинян Г.Н., Сейдра М.К. Гидравлика цементных растворов. М., 1966, с. 298.
70. Мирцхулава Ц.Е. Оценка риска повреждения противоселевых сооружений. Труды ВНИИГиМ, М., 1975, вып. 4, с. 48-62.
71. Натишвили О.Г. Инженерные методы оценки заиления русл рек и русловых водохранилищ. /Сб. "Заиление водохранилищ и борьба с ними", Москва, 1970, с.128÷133
72. Натишвили О.Г., Гольдин Ф.В. Экспериментальные исследования силового воздействия потока и коэффициента формы на крупные камни./Материалы XV

Всесоюзной научно-технической конференции по противоселевым мероприятиям, вып. II, Ташкент, 1978, с. 49÷50.

73. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Движение селей и их взаимодействие с сооружениями. Тбилиси, 2001, 148 с.
74. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Работа водного потока по перемещению камня и прогнозирование экологической ситуации в русле горного водотока. //ж. "Инженерная экология", №5, Москва, 2002, с. 34÷38.
75. Гагошидзе М.С., Натишвили О.Г., Сулаквелидзе Л.А., Тевзадзе В.И. Некоторые инженерные задачи расчета селевых потоков. /Труды ГрузНИИГиМ, Тбилиси, 1967, вып. 25, с.26÷37
76. Мелещенко Н.Т. Применение теории длинных волн малой амплитуды к вопросам суточного регулирования. //Изв. НИИ гидротехники, т.27, М.-Л., 1940, с.31÷63
77. Баренблатт Г.И. О движении взвешенных частиц в потоке. //ж. ПММ, М., 1953, т.XVII, вып.3
78. Виноградов Ю.Б. Некоторые вопросы формирования селевых потоков и методика их расчета. //Труды КазНИИГМИ, вып. 33, Вопросы изучения селей. Гидрометиздат, М., 1969, с. 5÷29.
79. Мирцхулава Ц.Е. Противозэрозонные гидротехнические сооружения. Тбилиси, изд-во "Мецниереба" ("Наука"), 2005, 270 с.
80. Тевзадзе В.И., Гавардашвили Г.В. Определение скорости связанного селевого потока с учетом коэффициента лобового сопротивления воздуха. //Сообщения АН Грузии, т. 151, №3, 1995, с. 444-447 (на груз. языке)
81. Кухалашвили Э.Г. К оценке гранулометрического состава селевого потока. Республиканская научная конференция молодых ученых и аспирантов на тему „Водохозяйственное строительство и мелиорация в Грузии”, Тезисы докладов, Тбилиси, 1982 г., с. 18-19.
82. Степанов Б.С. Баланс жидкой и твердой фаз Землинского Алатау. Труды КазНИИГиМ, 1976, сб. 1, с. 153-157.
83. გავარდაშვილი გ. ბმული ღვარცოფული ნაკადის სიჩქარის განსაზღვრა

ჰაერის წინაღობის გათვალისწინებით. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის  
მოამბე, თბილისი, 1995, ტ. 151, 13, გვ. 444-447 (თანაავტორობით).

84. Маккавеев В.М., Коновалов И.М. Гидравлика. Речиздат, М.-Л., 1940, 642 с.
85. Великанов М.А. Качественный динамический анализ селевого ротока. Изд-во АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., т. 9, №4, 1945, с. 353-363.
86. Гавардашвили Г.В. Чаяя Г.Г., Цулукидзе Л.Н. Оценка эрозионно-селевых явлений в бассейнах р. Терек, Белая Арагви и Дуруджи Матеряли Международной конференции по селевым. Пятигорск 2003 г. 22-24.
87. Кухалашвили Э.Г., Круашвили И.Г., Мирцхулава З.Ц. Показатели предельного равновесия состояния. Сообщения АН Груз. ССР, Тбилиси, 1985, т. 120. 32, с.373-376.
88. Шатберашвили Ф.А., Сичинава О.А., Сиамашвили А.Р. Некоторые гидравлические и гидрометрические закономерности потока в устойчивых руслах. Сообщ. А.Н. Грузии, 1999, с.454-457.
89. გუბელაძე დ. ძირითადი და ინდუქციურებული ნაკადების ურთიერთქმედების კანონზომიერებანი. სამეცნიერო შრომათა კრებული აგრარული მეცნიერებათა პრობლემები, საიუბილეო კრებული. თბილისი. სსაუ. 1999წ.
90. გუბელაძე დ. კალაპოტური პროცესების გაანგარიშება და პროგნოზირება. მონოგრაფია. თბილისი. 2002 წ.
91. Мостков М.А. Прикладная гидромеханика. М.-Л., „Госэнергоиздат“, 1959, 246с.
92. Шеко А.Н. Распространение и формирование селей на территории СССР. В сб.: Метод, руководство по комплексному изучению селей. М., Недра, 1971, с. 13-16.
93. ყრუაშვილი ი. ღვარცოფები და მათთან ბრძოლის მეთოდები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 2014.
94. Херхеулидзе И. И.- Сквозные защитные и регулирующие сооружения из сборного железобетона на горных реках. М.: , Гидрометеиздат, 1964, 220 с. 62.  
Херхеулидзе Г. И.- Селевые нагрузки и способы их определения. Труды ЗакНИГМИ, вып.83(90), Л.: Гидрометеиздат, 1984, с. 77 - 111.



95. გავარდაშვილი გ. ვ.- Противоселевое устройство. Авт.св. СССР №1242570, Бюлл. №25, М.: 1986, с.108.
96. Вентцель Е. С. – Теория вероятностей. М.: 1962, 564 с.
97. გავარდაშვილი გ. ვ., შარანგია რ.ლ. - Устройство для борьбы с эрозией. Авт.св. СССР №1783042, Бюлл. №47, М.: 1992, с.109.
98. გავარდაშვილი გ. ვ., გვიშიანი ზ.გ.- Противоселевое устройство. Авт.св. СССР №1789589, Бюлл. №3, М.: 1993, с.123.
99. გავარდაშვილი გ. ვ. , პასიკაშვილი მ. გ.- მეწერული პროცესების ზოგადი ანალიზი კატასტროფების თეორიის მიხედვით. ჟურნ. "მეცნიერება და ტექნიკა", # 9-10, Tbilisi, 1993, გვ. 18–20.
100. გავარდაშვილი გ. ვ. , პასიკაშვილი მ. გ - ახალი ღვარცოფსაწინააღმდეგ ტრამპლინის ტიპის ნაგებობების 106 შესაძლო აგარიების ანალიზი კატასტროფების თეორიის მიხედვით. ჟურნ. "მეცნიერება და ტექნიკა", №11-12, თბილისი , 1993, გვ. 31 – 34.
101. გავარდაშვილი გ. ვ., ზეგაი ე. ა. - Противоселевая запруда. Авт. св. СССР №1596006, Бюлл. №36, М.: 1990, с.100.
102. Беляев Н. М.- Соппротивление материалов.- М.: 1954, 828 с.
103. Беручашвили Г. М. , Кокоришвили В. И. – Некоторые результаты исследования селевых потоков.Труды КазНИГМИ, Алма-Ата, вып. 33,1969, с.42-62.
104. Брекер Т., Ландер Л. – Дифференцируемые ростки и катастрофы. М. : Мир, 1977,206 с. (пер. с англ.).
105. გავარდაშვილი გ. ვ., შარანგია რ.ლ. –Противоэрозионное устройство. Авт.св. СССР №1738902, Бюлл. №21, М.: 1992, с.183.
106. Церетели Э. Д. , Церетели Д. Д. – Геологические условия развития селей в Грузии. Мецნიერება,თბილისი, 1985, 185 с.
107. ურუშაძე თ. ფ. –საქართველოს ტყეების ნიადაგები. თბილისი, 1977. 60. Фабрикант Н. Я.- Аэродинамика. Изд.-во Наука, М.: 1964, 814 с. 111
108. ბასილაშვილი ც., სალუქვაძე მ., ცომაია ვ., ხერხეულიძე გ. - კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. სტუ. თბილისი, 2012. 243 გვ.

109. გ. ტალახაძე და სხვები საქართველოს ნიადაგები, თბილისი 1983 წ.
110. მ. კორძაძია, საქართველოს ჰავა, თბილისი, 1961 წ.
111. Gavardashvili G. V., Chakhaia G. G.- Evaluation of Present Ecological Situation of the River Duruji Drainage Basin. Bull. of The Georgian Academy of Sciences. Tbilisi, T. 166, # 1@, 2002, pp. 174 – 177.
112. Gavardashvili G. V Chakhaia G. G.- Evaluation of Present Ecological Situation of the River Duruji Drainage Basin. Bull. of The Georgian Academy of Sciences. Tbilisi, T. 166, # 1@, 2002, p.p. 174 – 177
113. Гавардашвили Г., Чахаия Г. Г. Цулукидзе Л. Н Оценка эрозионно-селевых явлений в бассейнах рек терек, белая арагви и дуруджи В кн.: Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков.(Материалы Международной конференции по селям) Новочеркасск – Пятигорск ,2003,22 - 24.
114. გავარდაშვილი გ. საქართველოს ძირითადი ღვარცოფული ტიპის მდინარეთა აუზების ტიპოლოგია და მათი შეფასება, წგ. - ში “წყალსამეურნეო და ჰიდრომელიორაციული ობიექტების მდგრადობა საიმედოობა და ოლოგიური უსაფრთხოება” საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის “ჰიდროეკოლოგიის” ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, თბილისი 2005, გვ. 12 - 19.
115. Morgan R. P. C. , Hann M. J. – Shah Deniz Gas Export Project: erosion risk assessment. Interim Report to BP Kvaerner. Cranfield University , Silsoe, 2001, 25 p.
116. T. Supatashvili. „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.
117. Gavardashvili G. Prediction of Bed Deformations on Water Courses of Debris Flow Character. Proceedings of the tenth International Symposium on River Sedimentation. Central Theme – Effects of River Sediments and Channel Processes on Social, Economic and Environmental; Safety. Volume I, August 1-4, 2007, Moscow, RUSSIA, pp. 194 – 202.

118.       გავარდაშვილი გ.,   Прогнозирование эрозионных процессов в бассейне реки Дуруджи. Труды Международной конференции – Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Пятигорск, 2008, с.270-273
119.       გავარდაშვილი გ.,       Определение максимальных расходов селевых потоков на рек Дуруджи. Труды Международной конференции – Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Пятигорск, 2008, с.274-277
120.       გავარდაშვილი გ.,   Современное экологическое состояние бассейна р. Дуруджи. Экологические системы и приборы. Москва, РАССИЯ, 2008, с. 51-55.
121.       T. Supatashvili. „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.
122.       გავარდაშვილი გ.   „ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები”, თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი”, 2011, 237 გვ.
123.       Gavardashvili G ., The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. 5th International Conference onDebris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, ITALY - 14-17 June 2011. pp. 63-71.
124.       თ. სუპატაშვილი. „მდინარე დურუჯის ღვარცოფული კოლოიდური გამონატანის სასოფლო-სამეურნეო მიზნით გამოყენებისათვის მიმდინარე ექსპერიმენტის მიმოხილვა" საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცენტრე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის შრომათა კრებული #69. თბილისი, 2014, გვ. 250 -254.
125.       გავარდაშვილი გ.,   Современные мероприятия по борьбе с селями и разработка методологии для их проектирования. Геориск, № 2, Москва, 2013, с. 24-29.
126.       <http://ka.wikipedia.org/>
127.       <http://agrokvkaz.ge/dargebi/mevenakheoba/qarthuli-vazis-jishebis-mimokhilva-sapheravi.htm>
128.       <http://www.geostat.ge/>
129.       <http://www.sakpatenti.org.ge/>

130. <http://www.gwa.ge/?50/199/&lan=ge>
131. <http://www.ick.ge/articles/7352-2011-08-09-09-11-26.html>
132. [http://mariamvasadze.blogspot.com/p/blog-page\\_2867.html](http://mariamvasadze.blogspot.com/p/blog-page_2867.html)
133. [http://agromarket.ge/soil\\_maps/index.shtml](http://agromarket.ge/soil_maps/index.shtml)
134. <http://www.science.org.ge>
135. <http://www.geofauna.ge/buneba/DAMATEBITI%20INFORMACIA/saqartvelos%20hava.html>

## დანართი



სურ. 1. მდ. დურუჯის კალაპოტი



სურ.2. ინერტული მასალის ამოღება მდ. დურუჯის კალაპოტიდან





სურ. 3, 4, 5 მდინარე დურუჯის კალაპოტი წვიმიან ამინდში



სურ. 6. ქ. ყვარელში ქინძმარაულის მიკროზონაში დასაკვირვებლად შერჩეული ვენახი



სურ. 7, 8. გარდაბნის რ-ნის სოფ. გამარჯვების საცდელი პოლიგონი





სურ. 9. ვაზის ნერვის მომზადება დასარგავად



სურ. 10. ნიადაგის მომზადება ვაზის დასარგავად გორის რ-ნის სოფ. კარალეთის საცდელი პოლიგონი



სურ. 11. გარდაბნის რ-ნის სოფ. გამარჯვების საცდელ პოლიგონზე დასაკვირვებლად შერჩეული მსხმოვიარე ვენახი.



სურ. 12. ბაღდათის რაიონის სოფ. მე-2 ობჩის საცდელი პოლიგონის ხედი, ვაზის დარგვიდან მეორე წელს.