

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ირმა ქუფარაშვილი

კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით ალაზნის ველის
დამლაშებული ფართობის შეფასება და მათი განმარტივების
საინჟინრო ინოვაციური ღონისძიებების დამუშავება

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

აკტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა-ჰიდროინჟინერია

შიფრი-0415

თბილისი

2019 წელი

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

ხელმძღვანელი: გივი გაგარდაშვილი

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

რეცენზენტები: შორენა კუპრეიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ასოცირებული პროფესორი,
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,
აკადემიური დოქტორი

ვლადიმერ შურღაია

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,
აკადემიური დოქტორი

დაცვა შედგება 2019 წლის --- თებერვალს, 14:00 საათზე საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე
კორპუსი I, აუდიტორია 508 (ბიბლიოთეკა)

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 72.

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

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

დემურ ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა. 2015-2020 წწ. საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიის ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს მელიორაციისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდა, რაც ითვალისწინებს სარწყავი (საირიგაციო) და დამშრობი (სადრენაჟე) სისტემების გაუმჯობესებას. საქართველოს კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, მიწების მელიორაცია, სარწყავი და დამშრობი სისტემების მშენებლობა, ექსპლუატაცია და მართვა წარმოადგენს მნიშვნელოვან სფეროს, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ქვეყანაში ინტენსიური და ეფექტური სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისთვის საჭირო პირობების შექმნა.

აქედან გამომდინარე, ალაზნის ველის სოფლის მეურნეობის თანამედროვე მდგომარეობის ანალიზისა და გამოუყენებელი რეზერვების მაქსიმალურად გამოვლენის მიზნით, მეტად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ბუნებრივი და ეკონომიკური პირობების თავისებურებათა დეტალურ შესწავლას. ალაზნის ველის დაბლობი თავისი ბუნებრივ-კლიმატური პირობებით მეტად რთულ და თავისებურ სამელიორაციო ობიექტს წარმოადგენს. დამლაშების მიზეზთა თავისებურებებისა და მრავალფეროვნების გამო, აუცილებელია ყველა იმ ხერხებისა და მეთოდების გამოყენება, რომლებიც დღეისათვის ცნობილია მელიორაციულ პრაქტიკაში და რიგ შემთხვევებში, საჭიროა სპეციალური ღონისძიებების შემუშავებაც.

დამლაშებული ზონების შესწავლა, სამეურნეო ათვისება და ამავდროულად დაცვა, პრობლემატურ საკითხთა რიგშია შეტანილი. მრავალწლიური გამოკვლევის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგებზე მარტო დახურული დრენაჟი ვერ უზრუნველყოფს მცენარისათვის ნორმალური წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმის შექმნას. ასეთი ტიპის ნიადაგების ხარისხის ამაღლებისათვის საჭიროა ზედაპირული წყლების გაყვანისთვის გამაძლიერებელი ღონისძიების შემუშავება.

აქედან გამომდინარე, აქტუალური და მეტად საჭიროა ახალი სადრენაჟო კონსტრუქციების კვლევა და მათი რენტაბელური ტიპების შემუშავება დამლაშებული ნიადაგ-გრუნტის მელიორაციული თვისებების გაუმჯობესებისათვის.

სადისერტაციო სამუშაოს მიზანი: კვლევის მიზანს წარმოადგენს ალაზნის ველის დამლაშებული მიწის რესურსების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლა-შეფასება, სამელიორაციო და წყალსამეურნეო მეცნიერული სამუშაოების ჩატარება. კერძოდ, თეორიული გათვლებისა და კვლევების ჩატარება მლაშე ნიადაგებზე სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის გამოყენების ეფექტიანობის დასადგენად.

დასახული მეცნიერული მიზნის მისაღწევად განხორციელებულ იქნა შემდეგი საველე, ლაბორატორიული და თეორიული კვლევები:

- სამეცნიერო-ტექნიკური ლიტერატურის დამუშავების საფუძველზე შეფასებულია ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების არსებული მდგომარეობა და დაფიქსირებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დამარილიანების ძირითადი მიზეზები;
- შეფასებულია ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგების ხარისხობრივ-თვისობრივი მახასიათებლები კლიმატის ცვლილების ფაქტორების გათვალისწინებით;
- საველე კვლევების ანალიზის საფუძველზე, ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტისა და თანამედროვე ამერიკული ფირმის HACHI-ის წყლის პორტატული ლაბორატორიის ფოტოელექტრო კოლორიმეტრის (DH900) საშუალებით, ჩატარებულია ლაბორატორიული გამოკვლევები ნიადაგისა და წყლის მარილიანობის ხარისხის დასადგენად.
- სტატისტიკური რიგის დამუშავებით დადგენილია ნიადაგისა და წყლის მარილიანობის მინერალიზაციის ფუნქციის განაწილების კანონი;

- საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით გაანგარიშებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგებზე აღებული წყლისა და ნიადაგის ნიმუშების ქიმიურ-ლაბორატორიული კვლევის შედეგები;
- ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების პირობების გაუმჯობესების მიზნით შემოთავაზებულია სამიარუსიანი კომბინირებული ინოვაციური კონსტრუქცია;
- თეორიული კვლევების საფუძველზე დადგენილია სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაო სისტემის პროექტირებისთვის ძირითადი ჰიდრავლიკური პარამეტრები, რომლის გამოყენებითაც დგინდება სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაო სისტემის ეფექტურობა;

კვლევის ობიექტი: კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ალაზნის ველისა და ასევე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის დამლაშებული ნიადაგი.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე: მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების თვისობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით.

მეცნიერული სიახლეა ასევე, მლაშე ნიადაგების განმარილიანების მიზნით, სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ეფექტურობის დასადგენად, კონსტრუქციის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება.

შედეგების გამოყენების სფერო: განხორციელებული თეორიული და ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე მომზადდა რეკომენდაცია, სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის ეფექტიანობის დადგენისთვის, რაც საშუალებას მოგვცემს შევაფასოთ დამლაშებული ნიადაგების განმარილიანების ეფექტი.

ნაშრომის აპრობაცია: სამუშაოს ძირითადი დებულებები და შედეგები მოხსენებულ იქნა:

- სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყლთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ გამართულ მე-7 საერთაშორისო კონფერენციაზე „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. თბილისი. 25-27 სექტემბერი, 2017 წ;

- სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყლთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ გამართულ მე-8 საერთაშორისო კონფერენციაზე „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. თბილისი. 1-5 ნოემბერი, 2018 წ;

- სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყლთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ გამოცემულ N72 შრომათა კრებულში. თბილისი 2017 წ;

აგრეთვე: სამეცნიერო კონფერენციებზე, სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე, სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტზე კოლოქვიუმებისა და სემინარების სახით 2015-2018 წწ.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: შესავალის, 4 თავის, დასკვნებისა და 150 დასახელების ლიტერატურული წყაროსაგან, რომელთაგან 82 ქართული და 68 უცხოურია. დისერტაციის მოცულობა შეადგენს 102 გვერდს, 14 ცხრილის, 28 სურათის, 6 სქემის, 6 გრაფიკის და 4 ფიზიკურ რუკას.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები თავების მიხედვით

სადისერტაციო ნაშრომის პირველ თავში მოცემულია საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიული ხედვა მდგრადი განვითარების პრინციპებზე დაყრდნობით, რაც ითვალისწინებს ისეთი გარემოს შექმნას, რომელიც ხელს შეუწყობს აგროსასურსათო სექტორში კონკურენტუნარიანობის ამაღლებას, მაღალხარისხიანი პროდუქციის წარმოების სტაბილურ ზრდას, სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფას, სურსათის უვნებლობასა და სოფლად სიღარიბის დაძლევას.

დედამიწაზე კლიმატის ცვლილება, მოსახლეობის სწრაფი ზრდა, ბუნებრივი რესურსების თანდათანობით გამოღევა, ადამიანის უარყოფითი ზემოქმედება გარემო პირობებზე, მსოფლიოს უდიდეს ნაწილში საკვები პროდუქტების ნაკლებობა და სხვ. არის ფაქტორები, რომლებიც დღეს აწუხებს მთელ კაცობრიობას.

სოფლის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულების განხორციელების პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა რეგიონებისა და მუნიციპალიტეტების ეკონომიკური განვითარების ღონისძიებებს, სასოფლო-სამეურნეო ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაციას. სარწყავი (საირიგაციო) და დამშრობი (სადრენაჟე) სისტემების გაუმჯობესებას. საქართველოს კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, მიწების მელიორაცია, სარწყავი და დამშრობი სისტემების მშენებლობა, ექსპლუატაცია და მართვა წარმოადგენს მნიშვნელოვან სფეროს, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ქვეყანაში ინტენსიური და ეფექტიანი სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისთვის საჭირო პირობების შექმნა. სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს სამელიორაციო სისტემების რეაბილიტაციით და მოდერნიზაციით ტექნიკური ღონის ამაღლება, მათი ეფექტიანი ფუნქციონირების ტექნოლოგიური და ორგანიზაციული სრულყოფა.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას წარმოადგენს დამლაშებული ნიადაგების სასოფლო-სამეურნეო ათვისება.

პრობლემის აქტუალობა განპირობებულია იმით, რომ დამლაშებულ მიწებს უკავიათ დასამუშავებელი ფართობის 18.7 %.

აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე ზოგიერთ რეგიონში პრობლემურია ნიადაგების დამლაშება. დამლაშებას უმეტესად იწვევს ნიადაგის ზედაპირზე ამოსული მარილი, რომელიც წარმოიქმნება ზედაპირიდან გრუნტის წყლის აორთქლების შედეგად. ეს პრობლემა ძირითადად დამახასიათებელია ქვემო ქართლის, გარე კახეთისა და ალაზნის ვაკისათვის. აქ გავრცელებული ნიადაგები და დედაქანი ბუნებრივად შეიცავს სხვადასხვა ადვილადხსნად მარილებს, მაგრამ ინტენსიურ დამლაშებას ხელი გარკვეულწილად შეუწყო არასწორმა ანთროპოგენურმა საქმიანობამ.

ცნობილია, რომ კლიმატი, როგორც მთავარი ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორი განსაზღვრავს მის მიმართულებას და ნიადაგის ძირითად ზონალურ ტიპს, მაგრამ თუ კლიმატის გავლენა აღნიშნული მიმართულებით შესუსტებულია, რომელიმე ფაქტორების მეოხებით, მაშინ ნიადაგის ძირითადი კლიმატოგენური ტიპი მკვეთრად არ არის გამოხატული და მოკლებულია ნიადაგის შენების ტიპიურ ნიშნებზე.

მეორე თავში მოცემულია კლიმატის მიმდინარე ცვლილებები საქართველოში, რომელიც შეფასდა ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის 33 სადგურის დაკვირვების მონაცემებზე დაყრდნობით 1964-2010 წწ პერიოდში.

საპროგნოზო სცენარები 2021-2050 და 2071-2100 წწ პერიოდისთვის შედგა კლიმატის რეგიონალური მოდელის RegCM4-ის გამოყენებით. ძირითადად განხილული იქნა შემდეგი კლიმატური ელემენტების სეზონური და წლიური მნიშვნელობები: ჰაერის ტემპერატურა, ნალექების ჯამი, ქარის საშუალო სიჩქარე, ფარდობითი ტენიანობა, ტემპერატურისა და ნალექების ექსტრემალური ინდექსები. დადგენილი იქნა, რომ გასული 50 წლის განმავლობაში საშუალო წლიური ტემპერატურა საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე მხოლოდ მეტობის ტენდენციას ავლენდა და მისი

მაქსიმალური ნაზრდი აღმოსავლეთ საქართველოში - დედოფლისწყაროში (+0.7°C), ხოლო დასავლეთ საქართველოში - ფოთში (+0.6°C).

კლიმატის ცვლილება უშუალო გავლენას ახდენს სოფლის მეურნეობაზე. სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურის მატება და ნალექის კლება ავტომატურად იქვევს სარწყავი ნორმის ან რწყვათა რაოდენობის ზრდას. არანაკლებ მნიშვნელოვანია კლიმატური ფაქტორების ცვალებადობის გავლენა ნიადაგის დამლაშების პროცესზე. ამავე დროს, ტემპერატურის ზრდა და ნალექების სიმცირე, ხელს უწყობს ნიადაგის გამოშრობას, რაც განაპირობებს დამლაშების წარმოშობას ან მატების საშიშროებას.

საქართველოს მუნიციპალიტეტებში კლიმატის ცვლილების მიმართ სოფლის მეურნეობის მგრძობიარობის შესაფასებლად, საჭიროა კლიმატის ცვლილების მიმართ მგრძობიარობის ისეთი მაჩვენებლების შერჩევას, რომლებიც ადეკვატურად ასახავს ეკონომიკის ამ სექტორის მნიშვნელობას დამლაშებული ნიადაგებისთვის.

მლაშე ნიადაგების ტერიტორიებზე სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გამოყენების ერთ-ერთ აუცილებელ პირობად გვევლინება თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით საიჟინრო-ინოვაციური ეკონომიური ღონისძიებების დამუშავება და მისი დანერგვა პრაქტიკაში.

მესამე თავში მოცემულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის მლაშე ნიადაგების შესწავლის მიზნით 2015-2018 წწ განხორციელებული სავლე კვლევების შედეგები. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა წყლისა და ნიადაგის სინჯების აღება წლის სხვადასხვა სეზონისთვის და მათი გამოკვლევა ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში.

წყლის სინჯები აღებული იქნა დამლაშებულ მიწებზე არსებული კოლექტორებიდან (ფოტო -1). წყლის სინჯების ლაბორატორიული შემოწ-

მება ხდებოდა ამერიკული სტანდარტის, HACHI-ის ფირმის წყლის პორტატული ლაბორატორიის (DH900) დახმარებით, რომელსაც გააჩნია ძალიან დიდი სიზუსტე (ფოტო - 2). ანალიზის შედეგების მიხედვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ალაზნის ველის დამლაშებულ-მელიორირებული მიწებზე არსებული კოლექტორების წყლის და მლაშე ნიადაგების ნიმუშები არის საკმაოდ მაღალ მინერალიზირებული; წამყვანი ანიონი აღმოჩნდა სულფატი და წამყვანი კათიონი კალციუმი.



ფოტო 1. ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო ნაკვეთზე ნიმუშების აღების პროცესი



ფოტო 2. წყლის სინჯების ლაბორატორიული შემოწმება HACHI-ის ფირმის წყლის პორტატული ლაბორატორიით (DH900)

ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების შეფასებლად, საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით, აუცილებელია შევავსოთ წყლისა და ნიადაგის სტატისტიკური რიგი ალბათობის თეორიის გამოყენებით.

წყლისა და ნიადაგის სტატისტიკური საშუალო მაჩვენებელი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

სადაც, $\sum Xi$ არის სტატისტიკური მონაცემების ჯამური მონაცემები, ხოლო n სტატისტიკური რიგის რაოდენობა, რომელიც ჩემს შემთხვევაში ტოლია 20-ის.

მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n [(xi) - (X_i)]^2}{n}} \quad (2)$$

ჩატარებული კვლევების საიმედოობა იანგარიშება ფორმულით:

$$P[f(k)] = \int_0^n f(X_i) dk \quad (3)$$

ხოლო ჩატარებული კვლევების რისკი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$R[k] = 1 - P[f(k)] \quad (4)$$

განხილული მეთოდოლოგიის გამოყენებით შესაძლებელია შევავსოთ ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა, წყლის და ნიადაგის მარილების მინერალიზაციის მხედველობაში მიღებით.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგები $[(SO_4)^2-$ მარილების] მხედველობაში მიღებით, მოყვანილია ცხრილში 1.

სულფატის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\overline{(Ki)} = \frac{\sum_{i=1}^n (SO_4)_i}{20} = \frac{13.27}{20} = 0.664 \quad (5)$$

სულფატის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n [(k_i) - (\bar{k})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.992}{20}} = 0.223. \quad (6)$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 2-ში.

ცხრ. 1. სულფატის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

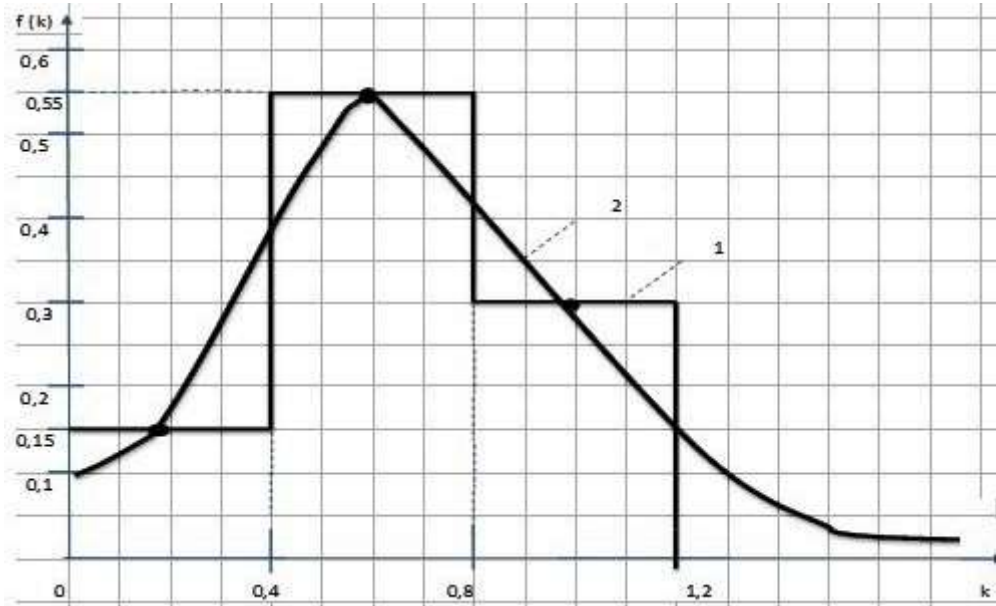
№	SO ₄	k	k	k - \bar{k}	(k - \bar{k}) ²
1	2	3	4	5	6
1	780	0.78	0.90	0.236	0.056
2	840.5	0.84	0.89	0.226	0.051
3	890.3	0.89	0.89	0.226	0.051
4	442.5	0.44	0.88	0.216	0.047
5	358.6	0.35	0.88	0.216	0.047
6	785.1	0.79	0.85	0.186	0.035
7	884.2	0.88	0.84	0.176	0.031
8	888.8	0.89	0.84	0.176	0.031
9	446.5	0.45	0.79	0.126	0.016
10	348.2	0.35	0.78	0.116	0.013
11	346.2	0.35	0.78	0.116	0.013
12	448.3	0.45	0.78	0.116	0.013
13	882.3	0.88	0.45	-0.214	0.046
14	782.6	0.78	0.45	-0.214	0.046
15	351.3	0.35	0.44	-0.224	0.050
16	443.5	0.44	0.44	-0.224	0.050
17	838.9	0.84	0.35	-0.314	0.099
18	891.3	0.89	0.35	-0.314	0.099
19	783.5	0.78	0.35	-0.314	0.099
20	846.5	0.85	0.35	-0.314	0.099
		13.27	13.27	0	0.992

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 2-ში.

ცხრ. 2. სულფატის მინერალიზაციის ჰისტოგრამის რიცხობრივი მაჩვენებელი

k ინტერვალები	0-0.4	0.4-0.8	0.8-1.2
M სიხშირე	3	11	6
სულფატის განმეორებადობის მნიშვნელობა	0.1501	0.553	0.3

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ სულფატის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოყვანილია ნახ. 1.



ნახ. 1. ნიადაგში სულფატის ჰისტოგრამა (1) და თეორიული განაწილების მრუდი(2)

გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (k - m^*)]. \quad (7)$$

სადაც m^* -არის მათემატიკური ლოდინი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(k) \cdot \bar{k} = 0.2 \cdot 0.15 + 0.6 \cdot 0.55 + 1.0 \cdot 0.3 = 0.03 + 0.33 + 0.3 = 0.66. \quad (8)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\right)^2 = \left[\frac{1}{0.223 \cdot 1.414}\right]^2 = 3.17^2 = 10.05. \quad (9)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (3.3.3.) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[10.05 - (k - 0.66)]. \quad (10)$$

ჩატარებული კვლევების მიახლოებითი საიმედოობა ტოლია:

$$P[f(k)] = \int_0^n f(k) dk. \quad (11)$$

$$P[f(k)] = \int_0^{1.2} f(k) dk = \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[10.05 - (k - 0.66)] dk = 0.76. \quad (12)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[k] = 1 - P[f(k)]. \quad (13)$$

შევიტანოთ შესაბამისი მნიშვნელობები მე-3.3.9 დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$R[k] = 1 - P[f(k)] = 1 - \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[10.05 - (k - 0.66)] dk = 1 - 0.76 = 0.24. \quad (14)$$

ე.ი. ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევები, რომელიც ითვალისწინებდა ნიადაგში სულფატის მინერალიზაციის მათემატიკურ ჩაწერას, აღიწერება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქციით, რომლის საიმედოობაც ტოლია 76 %-ის, ხოლო შესაბამისი რისკი შეადგენს 24%-ს, რაც მელიორაციული კვლევებისთვის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები $[(Ca)^{2+}]$ მარილების მხედველობაში მიღებით, მოყვანილია ცხრ. 3-ში

კალციუმის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\overline{(K)} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ca)_i}{20} = \frac{8.26}{20} = 0.413 \quad (15)$$

სულფატის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(K) - \overline{(K)}]^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.237}{20}} = \sqrt{0.012} = 0.11 \quad (16)$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 4 -ში.

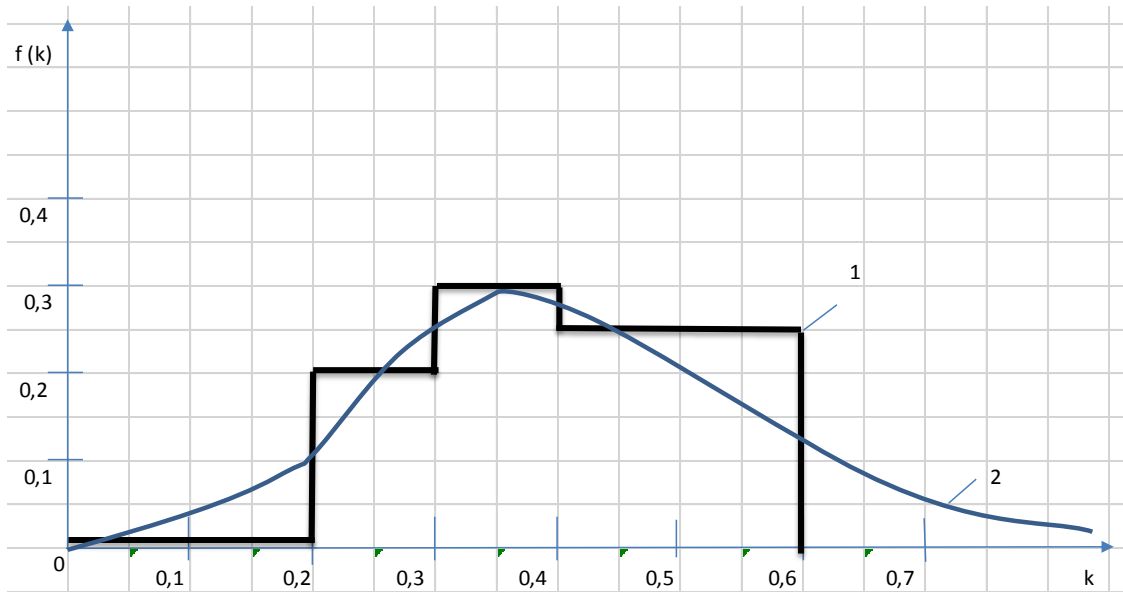
ცხრ. 3. კალციუმის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	Ca	k	k	$k - \bar{k}$	$(k - \bar{k})^2$
1	0	3	4	5	6
1	320	0.32	0.562	0.149	0.022
2	560	0.56	0.56	0.147	0.021
3	493	0.493	0.55	0.137	0.019
4	300	0.30	0.55	0.137	0.019
5	310	0.31	0.541	0.128	0.016
6	550	0.55	0.50	0.087	0.008
7	472	0.472	0.493	0.080	0.006
8	290	0.29	0.490	0.077	0.006
9	340	0.34	0.472	0.059	0.003
10	562	0.562	0.462	0.049	0.002
11	500	0.50	0.34	-0.073	0.005
12	320	0.32	0.32	-0.093	0.009
13	300	0.30	0.32	-0.093	0.009
14	541	0.541	0.31	-0.103	0.011
15	462	0.462	0.31	-0.103	0.011
16	280	0.28	0.31	-0.103	0.011
17	310	0.31	0.30	-0.113	0.013
18	550	0.55	0.30	-0.113	0.013
19	490	0.49	0.29	-0.123	0.015
20	310	0.31	0.28	-0.133	0.018
	8260,00	8.26		0	0.237

ცხრ. 4 . კალციუმის მინერალიზაციის ჰისტოგრამის რიცხობრივი მაჩვენებელი

k ინტერვალები	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6
M სიხშირე	0	0	4	6	5	5
სულფატის განმეორებადობის მნიშვნელობა	0	0	0.2	0.3	0.25	0.25

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ სულფატის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოცემულია ნახ. 2 -ზე.



ნახ. 2. წყალში კალციუმის ჰისტოგრამისა და თეორიული განაწილების მრუდი

ნახ. 2. გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (k - m^*)]. \quad (17)$$

სადაც m^* -არის მათემატიკური ლოდინი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(k) \cdot \bar{k} = 0.25 \cdot 0.2 + 0.35 \cdot 0.3 + 0.45 \cdot 0.2 + 0.55 \cdot 0.2 = 0.355. \quad (18)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\right)^2 = \left[\frac{1}{0.11 \cdot 1.414}\right]^2 = 6.429^2 = 41.33. \quad (19)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (3.5.3) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[41.33^2 - (k - 0.355)]. \quad (20)$$

ჩატარებული კვლევების მიახლოებითი საიმედოობა $P[f(k)] = \int_0^m f(k) dk$.

$$P[f(k)] = \int_0^{0.6} f(k) dk = \int_0^{0.6} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[41.33^2 - (k - 0.355)] = 0.75. \quad (21)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[k] = 1 - P[f(k)]. \quad (22)$$

შევიტანოთ შესაბამისი მნიშვნელობები მე-3.5.8 დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$R[k] = 1 - P[f(k)] = 1 - \int_0^{0.6} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[41.33 - (k - 0.26)] dk = 1 - 0.75 = 0.25. \quad (23)$$

ე.ი. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევები, რომელიც ითვალისწინებდა წყალში კალციუმის მინერალიზაციის მათემატიკურ ჩაწერას, აღიწერება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქციით, რომლის საიმედოობაც ტოლია 75%-ის, ხოლო შესაბამისი რისკი შეადგენს 25%-ს, რაც მელიორაციული კვლევებისთვის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის ჯამური შედეგები $[(SO_4)^2- \text{ მარილების}]$ მხედველობაში მიღებით, მოყვანილია ცხრ. 5 -ში.

ცხრ. 5. წყალში სულფატის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	SO ₄	A	A	A - \bar{A}	(A - \bar{A}) ²
1	2	3	4	5	6
1	765,00	0.765	1.014	0.226	0.051
2	995,00	0.995	1,003	0.215	0.046
3	996,60	0.997	1.000	0.212	0.045
4	393,00	0.393	0.997	0.209	0.044
5	770.2	0.770	0.995	0.207	0.043
6	903.7	0.903	0.903	0.115	0.013
7	1014,00	1.014	0.890	0.102	0.010
8	773,00	0.773	0.851	0.063	0.004
9	851,00	0.851	0.780	—0.008	0.001
10	764,00	0.764	0.773	—0.015	0.001
11	769.8	0.770	0.770	—0.018	0.001
12	750,00	0.750	0.770	—0.018	0.001
13	780.5	0.780	0.766	—0.022	0.001
14	754,00	0.754	0.765	—0.023	0.001
15	411.7	0.441	0.764	—0.024	0.001
16	890,00	0.890	0.754	—0.034	0.001
17	1002.8	1.003	0.750	—0.038	0.001
18	766.4	0.766	0.441	—0.347	0.120
19	999.8	1.00	0.401	—0.387	0.150
20	401.7	0.401	0.393	—0.395	0.156
		15.769	15.769	0	0.691

სულფატის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n (SO_4)_i}{20} = \frac{15.769}{20} = 0.788. \quad (24)$$

სულფატის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

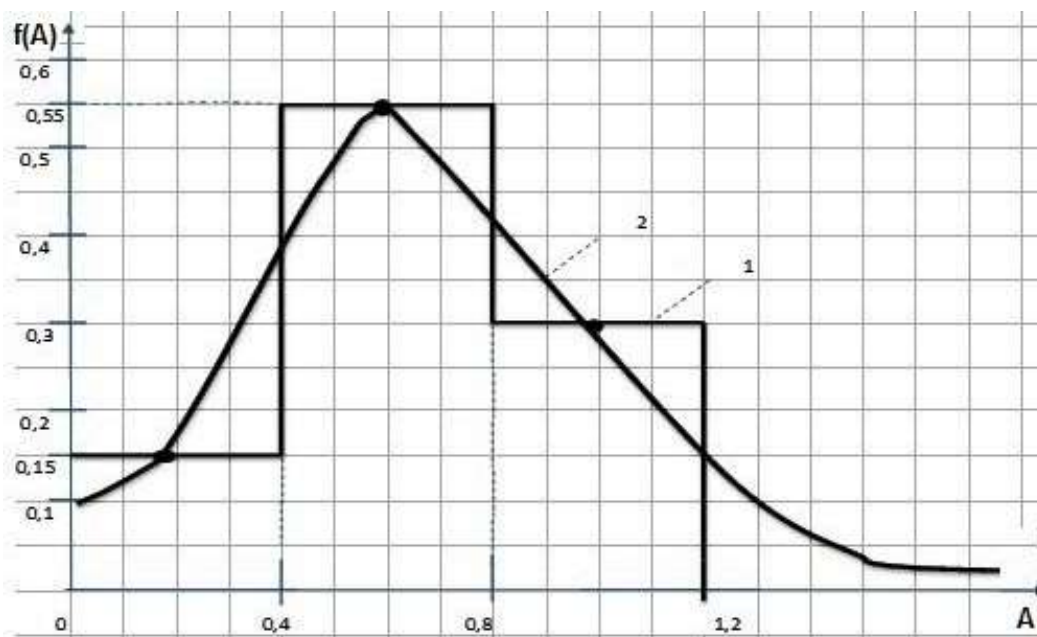
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(A) - (\bar{A})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.691}{20}} = \sqrt{0.0345} = 0.186. \quad (25)$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 6 -ში.

ცხრ. 6. სულფატის მინერალიზაციის ჰისტოგრამის რიცხობრივი მაჩვენებელი

A ინტერვალები	0-0.4	0.4-0.8	0.8-1.2
M სიხშირე	3	11	9
სულფატის განმეორებადობის მნიშვნელობა	0.15	0.55	0.3

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ სულფატის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოცემილია ნახ. 3.



ნახ. 3. წყალში სულფატის ჰისტოგრამისა(1) და თეორიული განაწილების მრუდი(2)

ნახ. 3. გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (A - m^*)]. \quad (26)$$

სადაც m^* -არის მათემატიკური ლოდინი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(A) \cdot \bar{A} = 0.2 \cdot 0.15 + 0.6 \cdot 0.55 + 1.0 \cdot 0.3 = 0.66. \quad (27)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\delta\sqrt{2}} \right)^2 = \left[\frac{1}{0.186 \cdot 1.414} \right]^2 = 3.80^2 = 14.44. \quad (28)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (3.6.3) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(A) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[14.44 - (A - 0.66)]. \quad (29)$$

ჩატარებული კვლევების მიახლოებითი საიმედოობა $P[f(A)] = \int_0^n f(A) dA$.

$$P[f(A)] = \int_0^{1.2} f(A) dA = \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[13.71^2 - (A - 0.66)] dA = 0.65. \quad (30)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[A] = 1 - P[f(A)] \quad (31)$$

შევიტანოთ შესაბამისი მნიშვნელობები 31 დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$R[A] = 1 - P[f(A)] = 1 - \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[13.7 - (A - 0.67)] dA = 1 - 0.65 = 0.35. \quad (32)$$

ე.ი. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევები, რომელიც ითვალისწინებდა ნიადაგში სულფატის მინერალიზაციის მათემატიკურ ჩაწერას, აღიწერება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქციით, რომლის საიმედოობაც ტოლია 65 %-ის, ხოლო შესაბამისი რისკი შეადგენს 35 %-ს, რაც მელიორაციული კვლევებისთვის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის ჯამური შედეგები $[(Ca)^{2+}$ მარილების] მხედველობაში მიღებით, მოყვანილია ცხრ. 7 -ში.

ცხრ. 7. წყალში კალციუმის მინერალიზაციისრაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	Ca	B	B	$B - \bar{B}$	$(B - \bar{B})^2$
1	0	3	4	5	6
1	225	0.225	0.565	0.346	0.12
2	445	0.445	0.55	0.331	0.11
3	550	0.55	0.447	0.228	0.052
4	440.2	0.44	0.445	0.226	0.051
5	362.5	0.362	0.44	0.221	0.049
6	24.060	0.024	0.44	0.221	0.049
7	44.2	0.044	0.364	0.12	0.014
8	22.60	0.023	0.362	0.145	0.021
9	36.6	0.037	0.226	0.007	0.001
10	42.2	0.042	0.225	0.006	0.001
11	226	0.226	0.044	-0.175	0.03
12	447	0.447	0.044	-0.175	0.03
13	565	0.565	0.042	-0.177	0.032
14	440	0.44	0.042	-0.177	0.032
15	364	0.364	0.037	-0.182	0.033
16	24.13	0.024	0.036	-0.183	0.034
17	44.3	0.044	0.024	-0.195	0.038
18	22.81	0.023	0.024	-0.195	0.038
19	42.7	0.042	0.023	-0.196	0.038
20	36.4	0.036	0.023	-0.196	0.038
	3262,00	4.390	4.390	0	0.811

კალციუმის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\overline{(B)} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ca)^i}{20} = \frac{4.39}{20} = 0.219 \quad (33)$$

კალციუმის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

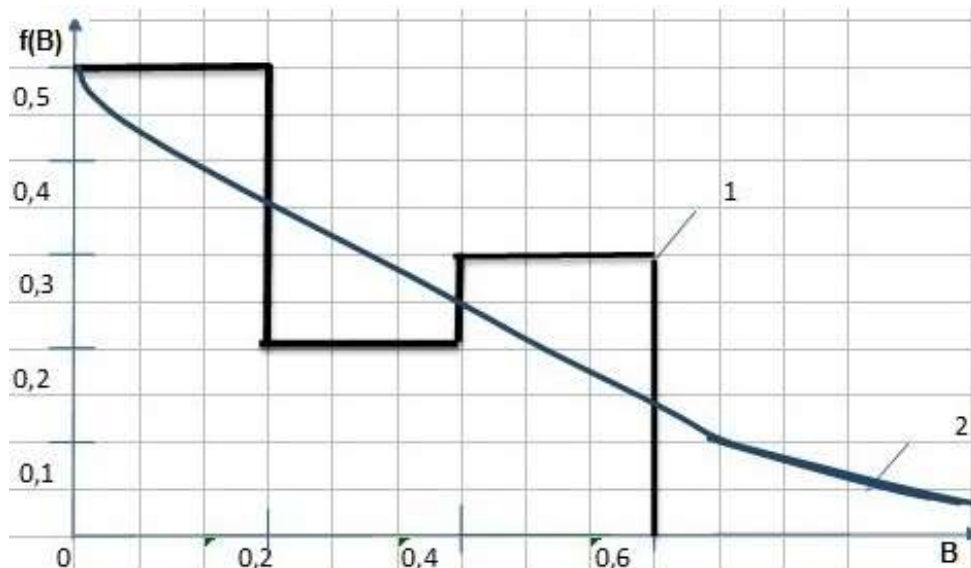
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(B) - (\bar{B})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.811}{20}} = 0.201. \quad (34)$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას, რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 8-ში.

ცხრ. 8. წყალში კალციუმის მინერალიზაციის ჰისტოგრამის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

B ინტერვალები	0-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6
M სიხშირე	10	2	2	4	2
სულფატის განმეორებადობის მნიშვნელობა	0.5	0.1	0.1	0.2	0,1

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ კალციუმის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოცემულია ნახ. 4 -ზე.



ნახ. 4. წყალში კალციუმის ჰისტოგრამა(1) და თეორიული განაწილების მრუდი(2)

გრაფიკზე მიღებული გამოსახულება შეესაბამება მათემატიკური განაწილების კანონს, რომელიც გამოისახება ფორმულით:

$$f(B) = \frac{d}{e^c}, \quad (35)$$

სადაც $d = 0.5$ ზემოთ აღნიშნული მონაცემების გათვალისწინებით მათემატიკური გამოსახულება (35) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$f(B) = \frac{0.5}{e^c}. \quad (36)$$

ჩატარებული კვლევების საიმედოობა იანგარიშება ფორმულით:

$$P(B) = \int_0^{0.5} f(B)dB = 0.74. \quad (37)$$

ხოლო ჩატარებული კვლევების რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R(B) = 1 - P(B) = 1 - \int_0^{0.5} f(B)dB = 1 - 0.74 = 0.26. \quad (38)$$

ე.ი. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევები, რომელიც ითვალისწინებდა ნიადაგში კალციუმის მინერალიზაციის მათემატიკურ ჩაწერას, აღიწერება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქციით, რომლის საიმედოობაც ტოლია 74%-ის, ხოლო შესაბამისი რისკი შეადგენს 26%-ს, რაც მელიორაციული კვლევებისთვის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ალაზნის ველზე მლაშე ნიადაგებიდან აღებული წყლის ქიმიური ანალიზის მშრალი ნაშთის შედეგები მოყვანილია ცხრ. 9 -ში.

ცხრ. 9. წყალში მშრალი ნაშთის მინერალიზაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

N	მშრალი ნაშთი	C	c	C - c̄	(C - c̄) ²
1	0	3	4	5	6
1	2068.9	2.069	3.113	0.712	0.507
2	2751.3	2.751	3.113	0.712	0.507
3	3111.2	3.111	3.111	0.710	0.504
4	1678	1.678	3.110	0.709	0.503
5	2067	2.067	3.110	0.709	0.503
6	2753.2	2.753	2.753	0.352	0.124
7	3110.1	3.110	2.753	0.352	0.124
8	1676	1.676	2.751	0.350	0.123
9	2065.1	2.065	2.751	0.350	0.123
10	2749.1	2.749	2.750	0.349	0.122
11	3110.4	3.110	2.069	-0.332	0.110
12	1669	1.669	2.068	-0.333	0.111
13	2069	2.069	2.067	-0.334	0.112
14	2750.3	2.750	2.066	-0.335	0.112
15	3112	3.112	2.065	-0.336	0.113
16	1674	1.674	1.678	-0.723	0.523
17	1673.1	1.673	1.676	-0.725	0.526
18	2066.2	2.066	1.674	-0.727	0.529
19	2753.1	2.753	1.673	-0.728	0.530
20	3114.3	3.114	1.669	-0.732	0.536
	13945,00			0	6.342

მშრალი ნაშთის შემთხვევაში, მინერალიზაციის საშუალო მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\overline{(C)} = \frac{48.021}{20} = 2.401. \quad (39)$$

მშრალი ნაშთის მინერალიზაციის საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით

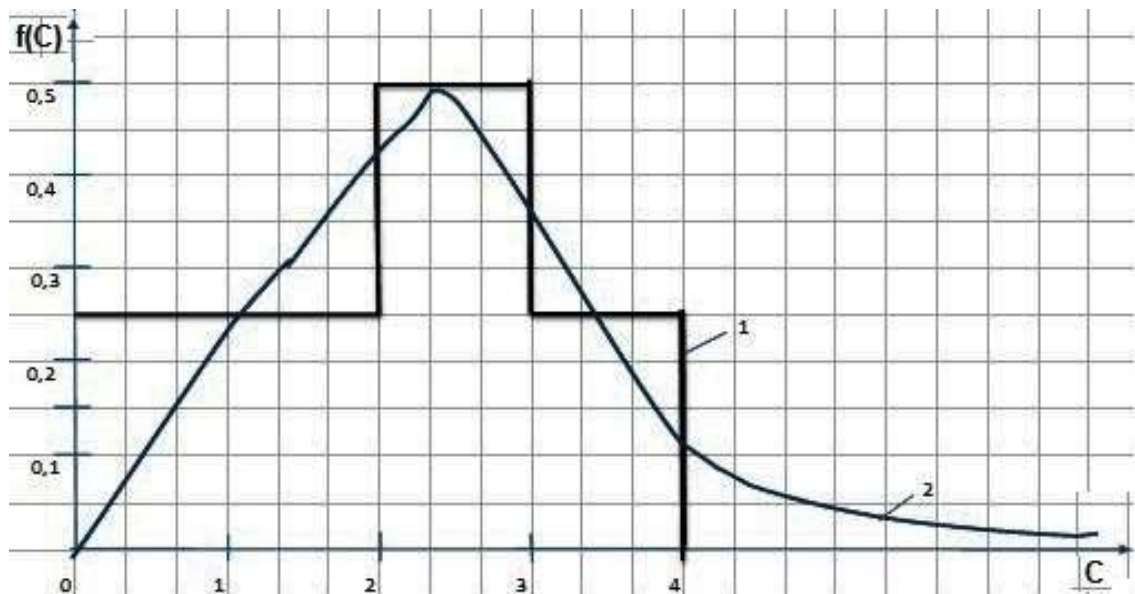
$$\sigma = \sqrt{\frac{[\sum_{i=1}^n (c) - (\overline{C})]^2}{n}} = \sqrt{\frac{6.342}{20}} = \sqrt{0.317} = 0.56 \quad (40)$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ ჰისტოგრამას რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცემულია ცხრ. 10 -ში.

ცხრილი 10. წყალში მშრალი ნაშთის ჰისტოგრამის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

C ინტერვალები	0-1	1-2	2-3	3-4
M სიხშირე	5	0	10	5
სულფატის განმ-ის მნიშვნელობა	0.25	0	0.5	0.25

ცხრილის მონაცემებისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვაგებთ მშრალი ნაშთის თეორიული განაწილების მრუდის გარაფიკს, რომელიც მოცემულია ნახ. 5 -ზე.



ნახ. 5. წყალში მშრალი ნაშთის ჰისტოგრამის(1) და თეორიული განაწილების მრუდი(2)

ნახ. 5 -ის გრაფიკს შეესაბამება ნორმალური განაწილების სპეციალური ფუნქცია ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (h), რომლის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$f(C) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[h^2 - (C - m^*)]. \quad (41)$$

სადაც m^* - არის მათემატიკური ლოდინი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$m^* = \sum_{i=1}^n f(C) \cdot \bar{C} = 0.1 \cdot 0 + 0.3 \cdot 0.2 + 0.5 \cdot 0.3 = 0.21. \quad (42)$$

ხოლო სიზუსტის კოეფიციენტი:

$$h^2 = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\right)^2 = \left[\frac{1}{0.56 \cdot 1.414}\right]^2 = 4.31^2 = 18.58. \quad (43)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით (7) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$f(C) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[18.58 - (C - 0.21)]. \quad (44)$$

ჩატარებული კვლევების საიმედოობა ტოლია:

$$P[f(C)] = \int_0^{1.2} f(C) dC = \int_0^{1.2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[18.58 - (C - 0.21)] = 0.84. \quad (45)$$

ხოლო შესაბამისი რისკი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R[C] = 1 - P[f(C)]. \quad (46)$$

$$R[C] = 1 - \int_0^{0.6} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp[18.58 - (C - 0.21)] dC = 1 - 0.84 = 0.16. \quad (47)$$

მივიღებთ, რომ ჩვენს მიერ ველზე აღებულ წყლის ნიმუშებში მშრალი ნაშთის მნიშვნელობები აღიწერება ნორმალური განაწილებით ე.წ. სიზუსტის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, რომლის საიმედოობა ტოლია 84 % ხოლო რისკი 16 %, რაც მელიორაციული კვლევებისათვის საკმაოდ მაღალ სიდიდეთ ითვლება.

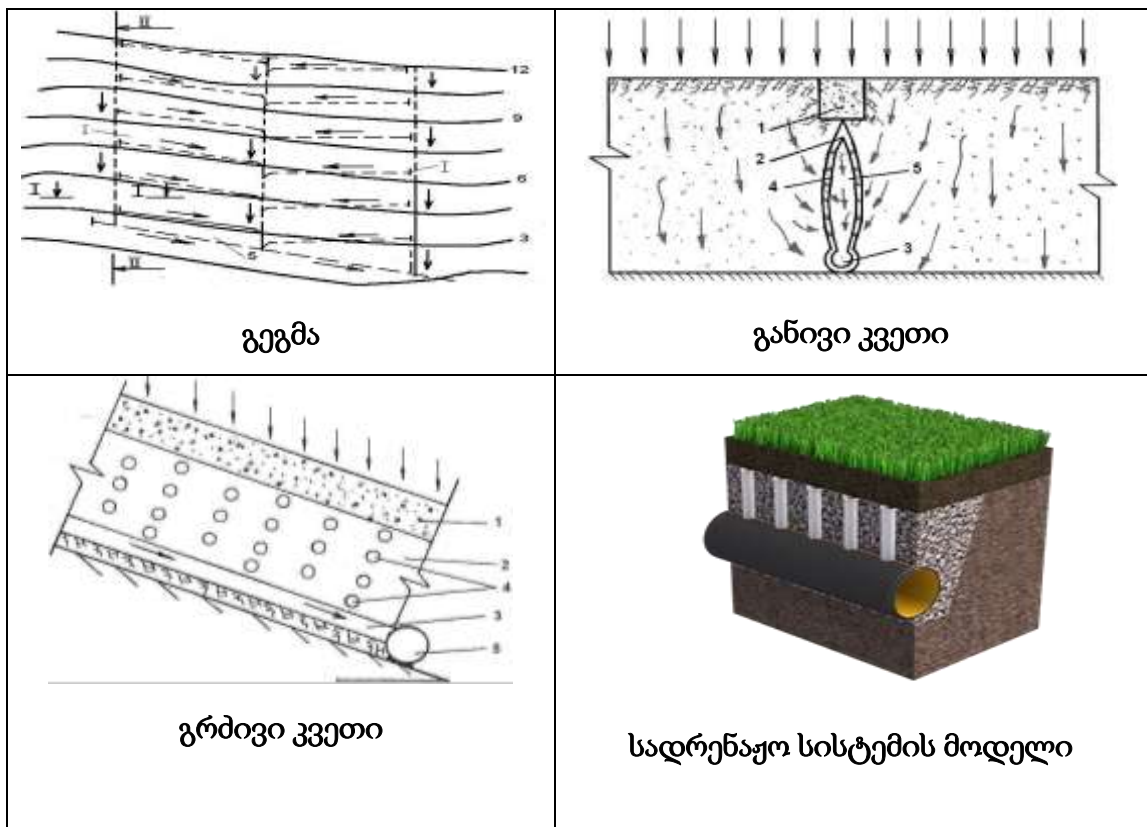
მეოთხე თავში წარმოდგენილია დრენაჟის ინოვაციური კონსტრუქცია ალაზნის ველის ცენტრალურ ნაწილში გავრცელებული მძიმე თიხნარი და ბიცობიანი ნიადაგების მლაშე ნიადაგების განმარილიანებისათვის.

დამშრობი სისტემების საიმედოობის უზრუნველსაყოფად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის,

პროფესორ გივი გავარდაშვილის მიერ დამუშავებულია კომბინირებული დრენაჟის ახალი მოწყობილობა, რომლის მეცნიერულ-ტექნიკური სიახლის პრიორიტეტი დამოწმებულია საქართველოს პატენტის მოწმობით (საქართველოს პატენტი №H3573 B).

კომბინირებული სამიარუსიანი დრენაჟის მიზანია, დროის შედარებით მცირე პერიოდში, მლაშე ნიადაგებისთვის წყალ-ჰაეროვანი ოპტიმალური რეჟიმის შექმნა.

ნახ. 6 - ზე წარმოდგენილია კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის სქემები ტოპოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით.



ნახ. 6. კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის სქემები

კომბინირებული დრენაჟი შედგება მიწისქვეშა ნაპრალოვანი დრენებისგან (1), რომლის ქვეშ მოთავსებულია წყალმიმღებები - (2) მაღალი სიმტკიცის პოლიეთილენის მასალისგან დამზადებული მილები ელიფსური პერფორირებული კვანძებით (4). წყალმიმღები შეერთებულია მილსადენთან (3), რომელიც ჩადგმულია წყალსადენის კოლექტორში (5).

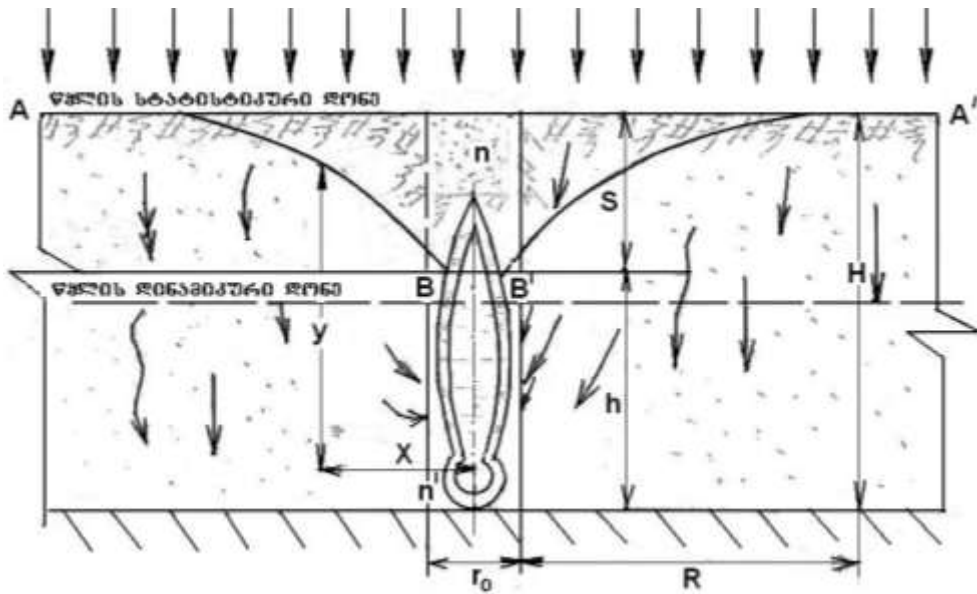
კონსტრუქცია იმგვარად არის შესრულებული, რომ გრუნტის წყლიდან ან ჭარბი ატმოსფერული ნალექებიდან ფორმირებული მიწისქვეშა წყლის ნაკადები მოხვდნენ ნაპრალოვან დრენებში (1), რომლებიც ელიფსური პერფორირებული (4) კვანძის (2) მიმართულებით მოძრაობენ და მილსადენში (3) გროვდებიან. მილსადენი უზრუნველყოფს ჭარბი წყლის სწრაფ მოცილებას დასაშრობი ფართობიდან.

სადრენაჟო სისტემის მუშაობის დროს კონსტრუქციის ელემენტების ფუნქციებს წარმოადგენს:

- პირველი იარუსის (1) - ზედაპირული ჩამონადენი წყლის რეგულირება, რათა ის დასაშვებ დროზე მეტ ხანს (დატბორვისა და ნიადაგის დაჭაობების მიმართებაში) არ შეეყოვნდეს;
- მეორე იარუსის - ელიფსური პოლიეთილენის პერფორირებული კონსტრუქცია (2), რომელიც უზრუნველყოფს ჭარბი ტენის შთანთქმას ნიადაგიდან და მის ტრანსპორტირებას წყალმიმღები მილისაკენ (5);
- მესამე იარუსი - წყალმიმღები მილი (3), რომელიც უზრუნველყოფს გამტარ არხებში (5) წყლის მიწოდებას, გრუნტის წყლის საჭირო დონისა და ტენტევადობის რეჟიმის შენარჩუნებას.

კომბინირებული სამიარუსიანი დრენაჟის განლაგების სქემა და საფილტრი მასალის შერჩევა ხორციელდება წვიმის მაქსიმალური ინტენსივობის, გრუნტის გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებების, ტერიტორიის ტოპოგრაფიული პირობებისა და სხვა ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური მაჩვენებლების გათვალისწინებით.

სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ჰიდრაულიკური გაანგარიშებისათვის განვიხილოთ საანგარიშო სქემა, რომელიც მოცემულია ნახაზზე 7.



ნახ. 7. სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ჰიდრავლიკური გაანგარიშების სქემა

სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის 1 გრძივ მეტრზე (1 გრძ.მ) დებიტის ანგარიშისათვის განვიხილოთ წარმოდგენილი ე.წ პრიზმა, სიგრძით $2x$, ხოლო სიღრმით y .

პრიზმაში შემოდინებული გრუნტის წყლის ნაკადის სიჩქარე პროპორციული იქნება:

$$V = k_i = k \frac{\partial y}{\partial x} \quad (48)$$

სადაც, $k = k_{გ.წ} = a \cdot k_{გ.ა}$ იგივე რაც არის ფილტრაციის კოეფიციენტი (სმ/წმ); i - ქანობი; $k_{გ.წ}$ - არის წყლის ფილტრაციის კოეფიციენტი, ხოლო $k_{გ.ა}$ - არის ფილტრაციის კოეფიციენტი მინერალიზაციის გათვალისწინებით. მაშინ პრიზმაში შემოდინებული გრუნტის წყლის ხარჯი, ტოლი იქნება:

$$Q = 2xyak_{გ.ა} \frac{dy}{dx} \quad (49)$$

ცვლადთა განცალგებით (49) დამოკიდებულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$ydy = \frac{Q}{2ak_{გ.ა}} \frac{dx}{x} \quad (50)$$

(50)-ის ინტეგრირებით მივიღებთ:

$$y^2 = \frac{Q}{ak_{\text{ფ}}^2} \ln x + c. \quad (51)$$

ინტეგრირების მუდმივას (c) დასადგენად ვსარგებლობთ სასაზღვრო პირობით, როდესაც r_0 , მაშინ $y = h$, მივიღებთ,

$$h^2 = \frac{Q}{ak_{\text{ფ}}^2} \ln r_0 + c. \quad (51)$$

(51) დამოკიდებულებიდან ინტეგრირების მუდმივა (c) ტოლია:

$$c = h^2 - \frac{Q}{ak_{\text{ფ}}^2} \ln r_0. \quad (52)$$

იმისათვის, რომ ცილინდრი რადიუსით r_0 , არ ემთხვევა სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ელიფსური ფორმის ზედაპირს (ნახ.7), შემოვიტანოთ ახალი სიდიდე, ფორმის კოეფიციენტის სახით η , მაშინ (51) განტოლებაში r_0 -ის ნაცვლად შევიტანოთ ηr_0 . ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, თუ მხედველობაში მივიღებთ (52) დამოკიდებულებას, განტოლება (52) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$y^2 - h^2 = \frac{Q}{ak_{\text{ფ}}^2} \ln \frac{x}{\eta r_0}. \quad (53)$$

(53) დამოკიდებულებაში შევიტანოთ სასაზღვრო პირობა, როდესაც $x = R$, მაშინ $y = H$ (ნახ. 7),

მივიღებთ:

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{ak_{\text{ფ}}^2} \ln \frac{R}{\eta r_0}. \quad (54)$$

თუ გამოვიყენებთ (54) განტოლებას და ამოვხსნით Q -ს მიმართ, მივიღებთ განტოლებას, დრენაჟის 1 გრძივ მეტრზე პრიზმაში შემოდინებული გრუნტის წყლის ხარჯის საანგარიშო ფორმულას:

$$Q = \frac{ak_{\text{ფ}}(H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r_0}}, \quad (\text{სმ}^3/\text{წმ}) \quad (55)$$

თუ ვაპროექტებთ კომბინირებულ (L) სიგრძის სამიარუსიან დრენაჟს, (55) დამოკიდებულება მიიღებს შემდეგ სახეს,

$$Q = \frac{Lak_{\text{ფ}}(H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r_0}}, \quad (\text{სმ}^3/\text{წმ}). \quad (56)$$

სადაც (η), როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, არის კომბინირებული სამიარუსიანი დრენაჟის ელიფსური კვანძის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია კვანძის სიმრუდის რადიუსზე. მისი რიცხობრივი მაჩვენებელი ტოლია:

$$\frac{\text{nn}(\text{ჰორიზონტალური მრუდის სიგრძე})}{\text{mm}(\text{ვერტიკალური მრუდის სიგრძე})} > 1. \quad (57)$$

სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის მუშაობისას, როდესაც გრუნტის წყლის ნიშნული ეცემა $h = H - S$ დონეზე (ნახ. 7), მყარდება გრუნტის წყლის დინამიკური ნიშნულის დონე:

$$h^2 = H^2 - 2HS + S^2. \quad (58)$$

გავამარტივოთ (58) დამოკიდებულება, მივიღებთ:

$$H^2 - h^2 = 2HS \left(1 - \frac{S}{2H}\right) \approx 2HS. \quad (59)$$

იმის გათვალისწინებით, რომ სიდიდე $S \ll 2H$ და მხედველობაში მივიღებთ (59) დამოკიდებულებას, მაშინ (56) დამოკიდებულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Q_{\text{max}} = \frac{2ak_{\text{ფ}}HS}{\ln \frac{R}{r_0}}, \quad (\text{სმ}^3/\text{წმ}). \quad (60)$$

ამრიგად, მივიღეთ, რომ (60) დამოკიდებულებით იანგარიშება კომბინირებული სამიარუსიანი დრენაჟისათვის გრუნტის წყლის

მაქსიმალური ხარჯი (Q_{max}), რომელსაც იგი გაატარებს, სადაც, ($ak_{ფა}$) არის ნიადაგის ფილტრაციის კოეფიციენტი (სმ/წმ), H - დრენის განთავსების სიღრმე (მ), S - გრუნტის წყლის დინამიკური დონე ნიადაგის ზედაპირიდან (მ), R - მანძილი გრუნტის წყლის დაცემის წირიდან დრენამდე (მ), η - პერფორირებული დრენის ხვრელის ფორმის კოეფიციენტი და r_0 - ელიფსური დრენის დიამეტრი (მ).

ტექნიკურ-ეკონომიკურმა გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ წარმოდგენილი სადრენაჟო კონსტრუქცია არსებულთან შედარებით საკმაოდ ეფექტურია. სადრენაჟო სისტემის სერიული წარმოების შემთხვევაში მისი ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს მეორადი ნედლეულის გადამუშავების შესაძლებლობას, მაგალითად, მეორადი პოლიეთილენის ან პლასტმასის მასალის გამოყენებას.

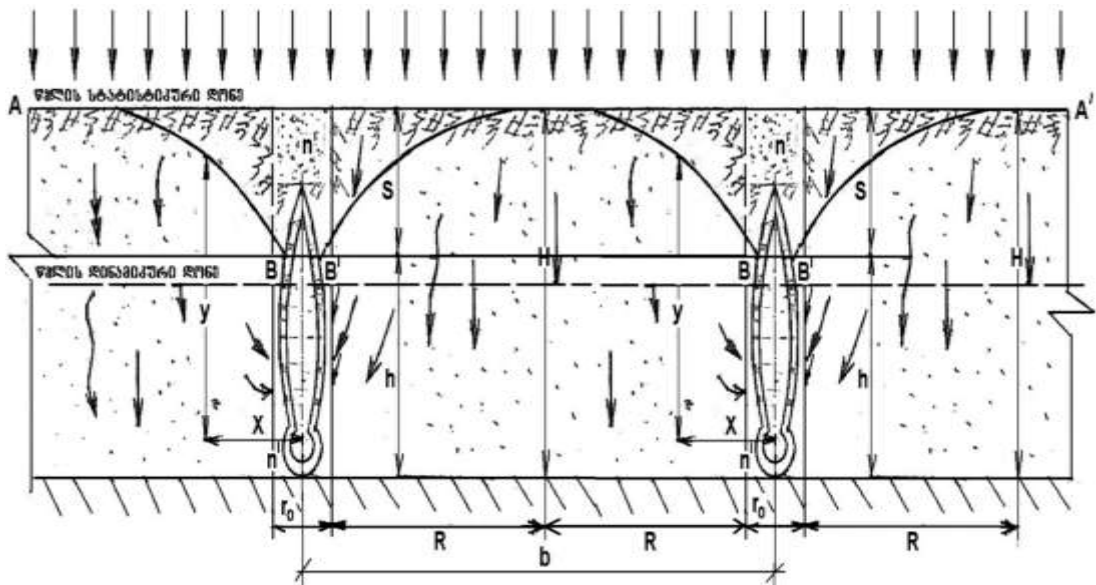
ამრიგად, წარმოდგენილი ახალი ღონისძიება მლაშე ნიადაგიან რეგიონებში განთავსებული მოსახლეობისათვის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე აგროტექნიკური სამუშაოების განხორციელების საშუალება-საც იძლევა, რომელიც მოსახლეობის ცხოვრების უზრუნველყოფისათვის ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტად გვევლინება.

დრენებს შორის მანძილის დადგენას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია, იგი დამოკიდებულია მრავალ რთულ ფაქტორზე, როგორც არის მოსული ნალექების ინტენსივობა, გრუნტის წყლების სიმაღლე, ნიადაგობრივი და სხვ. ძირითადი ფაქტორები.

დრენებს შორის მანძილი (b) ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ მან მოგვცეს გრუნტის დონის ეფექტური დაწევა დროის მოცემულ მომენტში, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმის ოპტიმალურ მოთხოვნებს.

ვიციტ რა გრუნტის წყლის სიღრმე, ასევე ნიადაგობრივი, ჰიდროგეოლოგიური, კლიმატური პირობები, წარმოდგენილი სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის გამოყენებით, შესაძლებელია სასოფლო-

სამეურნეო კულტურების წყალ-ჰაეროვანი რეჟიმის რეგულირება. ნახაზზე 8 მოცემულია დრენებს შორის მანძილის დადგენის საანგარიშო სქემა.



ნახ. 8. დრენებს შორის მანძილის საანგარიშო სქემა

თეორიული და სავსე კვლევების ანალიზის შედეგად (60) დამოკიდებულება საანგარიშო სქემის (ნახ. 8) გათვალისწინებით მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Q = \frac{2\alpha K_{\text{ფ}} HS}{\ln \frac{b}{r_0}}, \quad (\text{სმ}^3/\text{წმ}). \quad (61)$$

გავამარტივოთ (61) დამოკიდებულება:

$$Q(\ln b - \ln 2\eta r_0) = 2\alpha K_{\text{ფ}} HS. \quad (62)$$

დამოკიდებულებიდან (62) განვსაზღვროთ დრენებს შორის მანძილი (b), მივიღებთ:

$$\ln b = \frac{2\alpha K_{\text{ფ}} HS}{Q} + \ln 2\eta r_0. \quad (63)$$

ე.ი.

$$b = \exp\left(\frac{2\alpha K_{\text{ფ}} HS}{Q} + \ln 2\eta r_0\right). \quad (64)$$

ხოლო მლაშე ნიადაგებში წყლის ფილტრაციის კოეფიციენტი ტოლია

$$K_{\text{ფ}} = \frac{bQ}{a \cdot \exp(2HS + \ln 2\eta r_0)} \quad (65)$$

დრენებს შორის (b)მანძილის დასადგენად ვიქცევით შემდეგნაირად: თუ სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის მოწყობით მიმდინარეობს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ათვისება, მაშინ დრენებს შორის მანძილს ვიანგარიშებთ (66) ფორმულით, ხოლო, როდესაც აუცილებელია მრავალწლიანი ნარგავების ფართობზე სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის მოწყობა, მაშინ სადრენაჟო სისტემას ვამონტაჟებთ მრავალწლიანი ნარგავების რიგის მწკრივთა შორის შუაში; ასევე გაანგარიშებით შესაძლებელია მრავალწლიანი ნარგავების რიგის მწკრივთა შორის სადრენაჟო სისტემის მოწყობა ერთზე მეტი სადრენაჟო ხაზით.

სადრენაჟო სისტემის ეფექტური მუშაობისათვის, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დრენებში ხვრეტების ფართობის ზუსტ დადგენას (სურ. 9).



სურ. 9. სადრენაჟო მილების ხვრეტების სქემა

ამ მიზნით განვიხილოთ სადრენაჟო მილის ხვრეტის ფართობის საანგარიშო ფორმულა:

$$\omega = \frac{q_{max}}{\mu\sqrt{2gh}} = \frac{0.00003}{0.61\sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.675}} = 0.000014. \quad (66)$$

სადაც, q_{max} - დრენაჟის ერთ გრძივ მეტრზე წყლის მაქსიმალური მოდინებაა, $q_{max} = 0,03$ (ლ/წმ) = 0,00003 (მ³/წმ); μ - ხარჯის კოეფიციენტი; h - გრუნტის წყლის სიღრმე (ჩვენი შემთხვევისათვის აღებულია საველე პირობებში)

ტოლია 2.5-3 მ. D – სადრენაჟე მილის გარე დიამეტრი (250 მმ). ამ ფართობის შესაბამისი ხვრეტის დიამეტრი ტოლია 3 მმ-ის. მილსადენის ზედაპირის ფართობი 1 გრძივ მეტრზე ტოლია:

$$F = \pi D = 3.14 \cdot 0,250 = 0.785 = 785000 \text{ (მ}^2\text{)}. \quad (67)$$

ხვრეტების მიერ დაკავებული ფართობი მიიღება 2-5% -ის ფარგლებში. ავიღოთ მინიმალური რაოდენობა - 5%, მაშინ ხვრეტების ჯამური ფართობი ტოლია: $785000 \times 0,005 = 3925 \text{ მ}^2$.

გვერდების რაოდენობა: $3925 \text{ მ}^2 : 15.625 \text{ მ}^2 = 236 \approx 240$ ცალი.

ამრიგად, თეორიულად დადგინდა სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის წყალგამტერობის ეფექტი მლაშე ნიადაგებისათვის, რომლის ძირითადი უპირატესობა არის ზედაპირული გრუნტის წყლების სწრაფი გატარება, რაც ძალზედ მნიშვნელოვანია დამლაშებულ ნიადაგთან რეგიონებში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ეფექტური დამუშავებისათვის.

ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები

სადისერტაციო ნაშრომში განხორციელებული საველე, ლაბორატორიული და თეორიული კვლევების საფუძველზე შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგი სახის ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. სამეცნიერო ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე შეფასებულია ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების თვისობრივი მაჩვენებლები მელიორაციული, წყალსამეურნეო, კლიმატურ-მეტეოროლოგიური და სხვა ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორების მხედველობაში მიღებით;
2. დადგენილია ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების მარილების მინერალიზაციის დინამიკური მაჩვენებლები კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით, ორი პერიოდის (2010-2050 წწ; 2071-2100 წწ.) მხედველობაში მიღებით;
3. საველე-სამეცნიერო კვლევები განხორციელებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 45 ჰა საცდელი ნაკვეთის ფართობზე, სადაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სხვადასხვა სავეგეტაციო პერიოდში აღებულია ნიადაგისა და წყლის 160 ნიმუში სადრენაჟო კოლექტორებიდან და მის მიმდებარე მლაშე ნიადაგების ფართობებიდან;
4. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტისა და თანამედროვე HACHI-ის ფირმის წყლის პორტატული ლაბორატორიის ფოტოელექტრო კოლორიმეტრის (DH900) საშუალებით ჩატარებულია მლაშე ნიადაგებისა და წყლის ნიმუშების ლაბორატორიული კვლევები. ამერიკული სტანდარტების მხედველობაში მიღებით დადგენილია ქიმიური ელემენტების ცვლილებები: წყალში SO_4^{2-} - min=393 მგ/ლ, max=1014 მგ/ლ; Ca^{2+} - min=22.6 მგ/ლ, max=565 მგ/ლ; ნიადაგში SO_4^{2-} - min=398 მგ/ლ, max=990.6 მგ/ლ; Ca^{2+} - min=300 მგ/ლ, max=560 მგ/ლ; მშრალი ნაშთში - min=1669 მგ/ლ, max=3111 მგ/ლ;

5. საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენილია მლაშე ნიადაგებსა და წყალში სულფატ-იონის (SO_4^{2-}) და კალციუმ-იონის (Ca^{2+}) მინერალიზაციის ცვლილების ფუნქციის განაწილების კანონი, რომელიც აღიწერება ლოგარითმული განაწილებით ე.წ. სიზუსტის ნორმის გათვალისწინებით;
6. თეორიული და ლაბორატორიული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია მეცნიერული კვლევების საიმედოობა (P) და რისკი (R) რომლის რაოდენობრივი მაჩვენებელი წყლის მინერალიზაციის შემთხვევაში ტოლია $P=72\%$, რისკი $R=28\%$ ხოლო ნიადაგის მინერალიზაციის შემთხვევაში კი შესაბამისად $P=76\%$, $R=24\%$;
7. მალაშე ნიადაგის თვისებების გაუმჯობესების მიზნით, შემოთავაზებულია სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის ახალი კონსტრუქცია, რომლის ეფექტურობის დადგენის მიზნით განხორციელებულია თეორიულ-ჰიდრავლიკური გაანგარიშება. დადგენილია სამიარუსიანი კომბინირებული სადრენაჟო სისტემის პროექტირებისათვის ძირითადი ჰიდრავლიკური პარამეტრები და დრენებს შორის მანძილი, რომლებიც აუცილებელია კონსტრუქციის დაპროექტებისათვის.

ლიტერატურა

1. გავარდაშვილი გ., კუხალაშვილი ე., სუპატაშვილი თ., ქუფარაშვილი ი., ბზიავა კ., ნატროშვილი გ., - “ჟინვალის წყალსაცავის აკვატორიაში მიმდინარე ეკოლოგიური პროცესების კვლევა და მისი შეფასება”. VIII საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. შრომების კრებული. 2018, გვ. 27-34.
2. ქუფარაშვილი ი., კაკაშვილი გ. - “ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო პუნქტის 45 ჰა ნაკვეთის დამლაშებული ნიადაგის შეფასება და ანალიზი”. VIII საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ შრომების კრებული“. 2018, გვ. 241-248.
3. ქუფარაშვილი ი. - “ალაზნის ველის ძლიერდამლაშებული მიწების მელიორაცია ჩარეცხვის ღრმა დრენირების მეთოდის გამოყენებით”. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. 2017, N 72, გვ.162-68.
4. Qufarashvili I. - “Assessment of contemporary state of salinized soil of the alazani vailley”.VII International Scientific and Technical Conference “Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi. 2017, pp.160-161.
5. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G. - “The Research of Water Levels in the Zhinvali Water Reservoir and Results of Field Research on the Debris Flow Tributaries of the River Tetri Aragvi Flowing in It”. Rome,Italy. 2019, Part-V (1). pp. 702 – 705.
6. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G. - “Using the “CAPRA” Methodology for Analysis of the Critical State of the Zhinvali Earth Dam and Risks”. Part-XVII. Istanbul.Turkey. 2019, pp. 1914-1918.

CONCLUSION

The work deals with the agricultural use of the soils of Alazani Valley. Modern study of land resources and biodiversity-related land resources, amelioration and water works.

On the basis of the analysis of the State Strategy of Agriculture of Agriculture (III, 2015-2020), 3.3.1 and 3.3.2 subdivision analysis, the soil hydrogeological conditions of surface areas of Alazani valley, character of irrigation regime, artificial drainage, Dynamics (mode).

The impact of climatic factors variation in soil salinization has been identified. It is estimated that reduction in precipitation reduces the risk of water erosion, although the number of fleas or irrigation is enhanced by the threat of salinity. At the same time, the increase in temperature and lack of precipitation contributes to the drying of the soil, which causes the threat or rise of salinity.

As a result of research, it was established that in order to assess the sensitivity of agriculture to climate change in the municipalities of Georgia, it is necessary to select the indicators of sensitivity to climate change, which adequately reflect the importance of this sector of economy to the soils.

On the background of reducing rainfall and rising temperatures in tropical soils, one of the necessary conditions for agricultural land use is to develop and implement the engineering and innovative economic measures using techniques and technologies in practice

Taking into consideration the reliability and risk theory, as a result of research of 45 hectares of soil testing site Ts.Mirtskhulava Water Supply Institute of Georgian Technical University, it was established that the waste balance in water and soil samples taken on our field is described by normal distribution Considering the accuracy ratio, the reliability of which is 68-80% and the risk is 16-24%, which is considered to be a high value for melioration studies.

Planning of innovative engineering innovative measures for exploitation of soil and their theoretical research.

The law of distribution of sulfate ion (SO_4^{2-}) and calcium-ion (Ca^{2+}) mineralization function, which is described by the logarithmic so-called "Distribution of precision norms".

The effect of water combustion of three-fold combined drainage is determined by considering drainage structural elements, as well as the distance between the drones and the control of the precincts (the number of holes).

Therefore, in order to determine the filtration coefficient of mineralization, it is necessary to conduct laboratory and field surveys that are planned for my future studies.

It is necessary to conduct laboratory and field surveys that are planned for my future studies.