

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

თეა ველიჯანაშვილი

ადიგენის რაიონის მიწისქვეშა

წყლების ქიმიური კვლევა

სამაგისტრო პროგრამა: ქიმიური ექსპერტიზა

სამაგისტრო ნაშრომი შესრულებულია ქიმიის მაგისტრის (ქიმიური
ექსპერტიზის სპეციალობით) აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

ნაშრომის ხელმძღვანელი: ჟუჟუნა გურჯია

აკადემიური დოქტორი

თბილისი 2020

ანოტაცია

საქართველოში ბუნებრივი წყლებიდან სასმელი დანიშნულებით ძირითადად გამოიყენება მიწისქვეშა წყლები, სუფთა მტკნარი წყალი კი ჯანმრთელობის წინაპირობაა.

საქართველოს მრავალ რეგიონში სასმელად გამოიყენება წყარო ან ჭის წყლები. აღნიშნული წყაროები არ არის სათანადოდ დაცული ანთროპოგენური და ბუნებრივი ფაქტორების ზეგავლენისაგან ამასთან უმეტეს შემთხვევაში სრულიად გამოუკვლეველია ამ წყლების ქიმიური და მიკრობიოლოგიური შემადგენლობა, არ არის დადგენილი მათი სასმელად გამოყენების ვარგისიანობა. სასმელი წყლის დაბინძურება კი რიგი დაავადებების განვითარების მიზეზია.

აქედან გამომდინარე ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოგვეკვლია ადიგენის რაიონისა და მისი რამოდენიმე სოფლის წყაროსა და ჭის წყლის ქიმიური შემადგენლობა და განსაზღვრული პარამეტრების მიხედვით დაგვედგინა მათი სასმელად გამოყენების შესაძლებლობა.

Annotation

In Georgia, groundwater is mainly used for drinking purposes from natural waters and clean water is a prerequisite for health. In many regions of Georgia, source or well waters are used for drinking.

These sources are not properly protected from the influence of anthropogenic and natural factors. In most cases, the chemical and microbiological composition of these waters has not been fully studied, and their suitability for drinking has not been established. Pollution of drinking water is the causes of a number of diseases.

Therefore, we aimed to investigate the chemical composition of Adigeni district and several of its rural spring and well water and to determine the possibility of using them for drinking according to the defined parameters.

სარჩევი

1.ლიტერატურული მიმოხილვა	7
1.1 წყლის თვისებების ზოგადი დახასიათება	7
1.2 წყლის რესურსები და სახეები	7
2. მიწისქვეშა წყლები	9
3.წყლის დაბინძურების ძირითადი ფაქტორები	13
3.1ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედი წყლის მახასიათებლები	17
4. საქართველოს წყლის რესურსები	18
4.1 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ჰიდროგეოლოგიური აღწერა	19
4.2 ადიგენის რაიონის ჰიდროგეოლოგიური დახასიათება	20
5.ექსპერიმენტული ნაწილი	23
5.1 წყლების ქიმიური შემადგენლობის კვლევის მეთოდების მიმოხილვა	23
5.2 წყალბად იონების კონცენტრაციის მაჩვენებელი (pH).	23
5.3 Ca^{2+} იონის განსაზღვრა კომპლექსონომეტრული მეთოდით.	23
5.4 Mg^{2+} იონის განსაზღვრა კომპლექსონომეტრული მეთოდით	24
5.5 წყლის საერთო სიხისტის განსაზღვრა	24
5.6 სულფატების განსაზღვრა ტურბიდიმეტრული მეთოდით	25
5.7 ქლორიდ-იონის განსაზღვრა მერკურიმეტრული მეთოდით	26
5.8 ჰიდროკარბონატ-იონის განსაზღვრა ნეიტრალიზაციის მეთოდით	27
6. ნატრიუმისა და კალიუმის იონების განსაზღვრა ატომურ-ემისიური სპექტროფოტომეტრული მეთოდით.....	28
7. აზოტმემცველი ნაერთების განსაზღვრა წყალში	29
7.1 ამონიუმ-იონის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრა ნესლერის რეაქტივის გამოყენებით	29
7.2 ნიტრიტ-იონის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრა გრისის რეაქტივის გამოყენებით	30
7.3 ნიტრატ-იონის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრა ნატრიუმის სალიცილატის გამოყენებით	31
დასკვნა	37
გამოყენებული ლიტერატურა	38

შესავალი

წყალი ჩვენი პლანეტის საფუძველს წარმოადგენს. არა მხოლოდ დედამიწის ზედაპირი, არამედ მისი სიღრმე და მთელი ბიოსფერო განისაზღვრება და დამოკიდებულია წყლის არსებობასა და მის თვისებებზე. წყალი ერთ-ერთი ელემენტია იმ ოთხთაგან (მიწა, წყალი, ცეცხლი, ჰაერი) რისგანაც შედგება სამყარო. წყალი ერთადერთი ნივთიერებაა, რომელიც გვხვდება უზარმაზარი რაოდენობით და ბუნებრივ პირობებში - სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში - მყარი, თხევადი და აირადი (ორთქლი). დედამიწაზე დაახლოებით 1400 მილიარდი მ³ წყალია, რომლის 94% ზღვებზე და ოკეანეებზე მოდის. რთულია მოიძებნოს ბუნებრივი სხეული, რომლის შემადგენლობაშიც არ იქნება წყალი. დედამიწის 2/3 წყალს უკავია - ოკეანეების, ზღვების, ტბებისა და მდინარეების სახით, ხოლო ხმელეთის მეხუთედი დაფარულია ყინულით და თოვლით. ცხოველები და მცენარეები ძირითადად წყლისგან შედგება, წყალს (ნესტს) შეიცავს ქვები და ცეცხლოვანი მagma კი. წყლისგან შედგება მცენარეთა სამყაროს 70-95%. რაც შეეხება ადამიანის ორგანიზმში წყლის რაოდენობას: მოზრდილებში იგი აღემატება 60%-ს, ხოლო მოზარდებში - 70%-ს. წყალი ხელს უწყობს ადამიანის სხეულის თითქმის ყველა ნაწილის ფუნქციონირებას: თავის ტვინის 75%, სისხლის 92%, ძვლების 22% და კუნთების 75% შეადგენს წყალს. სწორედ ამის გამოა, რომ უწყლოდ ადამიანი მხოლოდ რამოდენიმე დღე ძლებს, თუ ორგანიზმში ტენის შემცველობა მცირდება 6-10%-ით, ამას თან ახლავს თავის ტკივილი, ქოშინი, შეწყვეტილია ნერწყვის გამოყოფა, გართულებულია გადაადგილების შესაძლებლობა, დარღვეულია ლოგიკური აზროვნების უნარი. თუ ადამიანი წყლის 10-20%-ს კარგავს ეს იწვევს კუნთების სპაზმს, ბოდვას, სმენისა და მხედველობის დაქვეითებას. ხოლო 21%-ის დაკარგვა იწვევს სიკვდილს. ბუნებრივი წყლებიდან მნიშვნელოვანია მიწისქვეშა წყლები. როგორც ცნობილია ჰიდროსფეროს საერთო ბალანსში მიწისქვეშა წყლებზე მოდის 4,12%. მიწისქვეშა წყლებით იკვებება მდინარეები და რაც მთავარია ფართოდაა გამოყენებული წყალმომარაგებაში. მოსახლეობა წყალს დამოუკიდებლად, ძირითადად მიწისქვეშა წყლებიდან, ჭებისა და წყაროების საშუალებით მოიპოვებს. ასეთი სახის წყაროები არ არის სათანადოდ დაცული ანთროპოგენური და ბუნებრივი ფაქტორების ზეგავლენისაგან. მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის, მისი ხარისხისა და მათზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება, რადგან წყალი წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმისათვის აუცილებელი ბიოგენური, მაკრო და მიკროელემენტების წყაროს, მათი ჰიგიენურ ნორმატივებთან შეუსაბამობის შემთხვევაში, იზრდება სხვადასხვა არაინფექციური დაავადებების განვითარების რისკი. ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო

ორგანიზაციის მონაცემებით დაავადებების 80% მიზეზი სასმელი წყლის უკმარისობა, ან უვარგისობაა. სასმელი წყლის ხარისხის რეგულირება მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის უმნიშვნელოვანესი მიმართულებაა, ჯანმრთელობაზე მოქმედების თვალსაზრისით, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წყალში ბიოლოგიური ცოცხალი აგენტების არსებობა, რომელიც წარმოდგენილია ბაქტერიებით, ვირუსებითა და უმარტივესებით. სასმელი წყლის მიკრობული თუ პარაზიტული დაბინძურება მასიური დაავადებების მიზეზი ხდება მთელ მსოფლიოში. წყლის სისუფთავე ჯანმრთელობის მნიშვნელოვანი ელემენტია. იქ, სადაც წყალი დაბინძურებულია, მაღალია დაავადების განვითარების რისკი. სხვადასხვა კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ მიწისქვეშა წყლებმა განიცადა თვისობრივი ცვლილებები, რამაც გამოიწვია ხარისხის გაუარესება, ხოლო დაბინძურების მაშტაბები არის როგორც ლოკალური, ისე რეგიონული ხასიათის. მიწისქვეშა წყლების ძირითადი დამაბინძურებლებია: ორგანული ნივთიერებები, ნავთობპროდუქტები, პესტიციდები, მძიმე ლითონები და სხვა. უფრო ხშირად გვხვდება სასმელი წყლების მიკრობული დაბინძურება ბაქტერიებით. სასმელ წყალში არსებული ქიმიური და ბიოლოგიური აგენტების ზემოქმედება მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მრავალფეროვანია და შეიძლება გამოიწვიოს, როგორც ფიზიოლოგიური ძვრებისა და წინაპათოლოგიური მდგომარეობის, ასევე დაავადებების სახით. მაგ: ტოქსიკანტების მაღალი შემცველობის სასმელი წყლის ხანგრძლივად მიღება ზრდის სისხლის მიმოქცევის, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის, ენდოკრინული და შარდ-სასქესო სისტემების დაავადებების და სიმსივნური დაავადებების წარმოქმნის რისკს. წყლის საერთო სიხისტის მაღალი მაჩვენებელი წარმოადგენს კარდიოვასკულარული დაავადებების განვითარების მნიშვნელოვან რისკ-ფაქტორს. მაღალ მინერალიზებული წყლების სასმელად მოხმარება დაკავშირებულია ქოლესტეროლისა და ოსტეოპოროზების განვითარებასთან, ხანგრძლივად მოხმარებისას ვითარდება თირკმელ-კენჭოვანი დაავადებები, სხვადასხვა სახის მარილების დაგროვებით გამოწვეული პათოლოგიები, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებები, ჰიპერტენზია, ნადრევი მშობიარობა. დაბალი მინერალიზაციის მქონე წყლის გამოყენებისას კი განსაკუთრებით აღსანიშნავია კალიუმისა და ნატრიუმის დეფიციტით მიმდინარე დაავადებები, ამ ელემენტების დეფიციტი, უპირველეს ყოვლისა, ნეგატიურად კარდიო-ვასკულარულ სისტემაზე აისახება. ნიტრატების ორგანიზმში დასაშვებზე მაღალი დოზით მოხვედრისას ის უერთდება სისხლის წითელ ბურთულებს - ერითროციტებს და ამით აქვეითებს სისხლის მიერ ჟანგბადის ათვისების უნარს. ამან შეიძლება გამოიწვიოს მძიმე ჰიპოქსია, ანუ ჟანგბადის უკმარისობა. რაც განსაკუთრებით საშიშია ჩვილი ბავშვებისათვის. წყალში ფტორის დეფიციტით გამოწვეული პათოლოგიები ქვეყანაში ენდემური დაავადებების ხასიათს ატარებს, სასმელ წყალში ფტორის ნაკლებობა ასევე იწვევს კარიესს. ფტორის

რაოდენობა ჩვენს სასმელ წყალში ნულიდან 0,1 მგ/ლ-მდეა, როცა ნორმაში უნდა იყოს 0,7 მგ/ლ. იოდის მცირე შემცველობა სასმელ წყალში ჩიყვის გამომწვევი მიზეზია. წყალთან დაკავშირებულ დაავადებებად არის მიჩნეული დიარეა, ქოლერა, ჰეპატიტი და სხვა. ყოველწლიურად 3,4 მლნ კაცი კვდება წყლისა თუ სანიტარიულ-ჰიგიენურ პრობლემებთან დაკავშირებული მიზეზების გამო. სწორედ წყლის ხარისხზეა დამოკიდებული ჩვენი ცხოვრების ხარისხი. აქედან გამომდინარე ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოგვეკვლია ადიგენის რაიონისა და მოსი რამოდენიმე სოფლის წყაროსა და ჭის წყლის ქიმიური შემადგენლობა, ეკოლოგიური პარამეტრები და სასმელად ვარგისიანობა.

1.ლიტერატურული მიმოხილვა

1.1 წყლის თვისებების ზოგადი დახასიათება

წყალი წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ, უნიკალურ, მარტივ და ამავე დროს ყველაზე რთულ და იდუმალ ნივთიერებას დედამიწაზე. წყალი სითხეა, მაგრამ მისი მოლეკულები იმყოფება არა ქაოსურ მდგომარეობაში, არამედ წარმოქმნის კრისტალებისათვის დამახასიათებელ მოწესრიგებულ სტრუქტურას. ამის გამო აქვს მაღალი სითბოტევადობა, შთანთქმავს დიდი რაოდენობით სითბოს (პირველ რიგში, მზის ენერგიას) და სითხედ რჩება. სუფთა წყალი უგემო, უსუნო, უფერო სითხეა მაგრამ, კარგი გამხსნელი უნარის გამო, წყალი ბუნებაში ქიმიურად სუფთა სახით არ გვხვდება. დღეისათვის ბუნებრივ წყალში აღმოჩენილია თითქმის ყველა ელემენტი. წყლის მოლეკულური მასა $M_r = 18,016$ მ.ა.ე. სითბოსა და ელექტრობის ცუდი გამტარია. წყლის ფარდობითი წონა (სიმკვრივე) მიიღება 1 ტოლად (ფაქტიურად 0,9999), ნორმალური წნევის დროს. სუფთა წყალი კარგი იზოლატორია. წყლის სიბლანტესაც ანომალია ახასიათებს: თუ სხვა სითხეების შემთხვევაში წნევის მატებასთან სიბლანტე მატულობს, წყლის სიბლანტე მაღალ ტემპერატურაზე იკლებს. 1 ატმოსფერული წნევის დროს 0°C-ზე იყინება, 100 °C-ზე დუღს. თხევადი წყალი დუღს 100°C -ზე, იმიტომ, რომ მასში არსებობს მოლეკულური გაერთიანებები, ე.წ. ასოციაციები. ისინი რომ არ არსებობდნენ, წყლის დუღილის ტემპერატურა იქნება – 63,50°C. წყალი უნივერსალური გამხსნელია. ამ თვისების გამო ბუნებაში არსებული წყლის შედგენილობა არ ამოიწურება H₂O ფორმულით. ბუნებრივი წყალი შეიცავს პერიოდული სისტემის პრაქტიკულად ყველა ელემენტს, ასევე აირებს, ფუძეებს, მჟავებს, მარილებს და ორგანულ ნივთიერებებს. წყალთან დაკავშირებით არსებობს მრავალრიცხოვანი სამეცნიერო ნაშრომები, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ითვლება, რომ იგი ბოლომდე შესწავლილი არ არის. დღესდღეობით ცნობილია, რომ წყლის იზოტოპური ნაირსახეობა შეიძლება იყოს 135. მეცნიერები აგრძელებენ კვლევებს და ახალ აღმოჩენებს წყალთან მიმართებაში. დღეს უკვე დამტკიცებულია თეორია წყლის ინფორმაციული მეხსიერების შესახებ. წყლის ინფორმაციული მეხსიერება არის წყლის თვისება, აღიქვას და გადასცეს ნეგატიური ან პოზიტიური ინფორმაცია იმ მატერიის შესახებ, რომელთანაც მას ადრე ჰქონია კონტაქტი.

1.2 წყლის რესურსები და სახეები

წყლის რესურსებს ჩვეულებრივ უწოდებენ რომელიმე ტერიტორიის ზედაპირულ და მიწისქვეშა წყლების მარაგს. მიწისქვეშა წყლებისთვის ჰიდროლოგიაში განასხვავებენ ორ ტერმინს –“რესურსი” და “მარაგი”. “რესურსებში” იგულისხმება მიწისქვეშა წყლის ის ნაწილი,

რომლის შევსება ხდება დედამიწის მიმდინარე წყალბრუნვის პროცესების ხარჯზე (მიწისქვეშა წყლების ბუნებრივი რესურსები), “მარაგში” კი იგულისხმება მიწისქვეშა წყლების საერთო მოცულობა, რომელიც არსებობს დედამიწის გარსში განსახილველი ტერიტორიის ფარგლებში. წყალი ძალზე თავისებური ნივთიერებაა, ის ვრცელდება სხვა ნივთიერებებში 5 სხვადასხვა სახით, 5 ფორმით. არსებობს კონსტიტუციური წყალი, მაკრისტალბედი წყალი, ადსორბირებული წყალი, დამალბობელი წყალი და ფიზიოლოგიურად შეკავშირებული წყალი. აუცილებელია აღნიშნოს, რომ წყალი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ორგანიზმის ტემპერატურის რეგულირებაში (თერმორეგულაცია). წყლის რესურსები ითვლებიან განახლებად ბუნებრივ რესურსებად, მაგრამ ამისათვის დღევანდელ ეკოლოგიურ ვითარებაში საჭიროა შესრულდეს ორი პირობა: ა) არ უნდა იხარჯებოდეს ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლის მარაგის ის ნაწილი, რომელსაც ჩვეულებრივ საუკუნეობრივ მარაგს უწოდებენ (მყინვარები, ტბები, და სხვა). ბ) არ უნდა ხდებოდეს ბუნებრივი წყლის დაბინძურება ადამიანის სამეურნეო მოქმედების შედეგად იმ მაშტაბებით, რომელიც გამოიწვევს შეუქცევად პროცესებს ჰიდროსფეროში. წყლის რესურსების უშუალო და ძირითად წყაროს, საიდანაც ყველაზე ფართე გამოყენებას პოულობს წყალი, სადღეისოდ წარმოადგენენ ზედაპირული მტკნარი წყლები: მდინარეები, წყალსაცავები, ტბები, არხები. გაცილებით მცირე რაოდენობას წარმოადგენენ მიწისქვეშა მტკნარი წყლები, რომლებიც უპირველეს ყოვლისა გამოიყენება სასმელ წყაროდ და კომუნალურ – საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის. გარდა ამისა წყლის რესურსების დამატებით წყაროებად ჩაითვლებიან მიწისქვეშა მინერალური წყლები. ისინი გამოიყენება ბუნებრივ მდგომარეობაში (თუ მინერალიზაცია არ არსებობს 4-5 მგ/ლ), ან გამტკნარების შემდეგ, მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში, ნაწილობრივ სოფლის მეურნეობაშიც. ასევე ზღვის სანაპირო წყლები, გარდა ბიოლოგიური და რეკრეაციული მიზნებისა, აღნიშნული წყლები, გამტკნარების შემდეგ სულ უფრო ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა მიზნებისათვის. მიწისქვეშა თერმული წყლები, გამოიყენება, როგორც სამრეწველო ნედლეული, აგრეთვე ბალნეოლოგიური დანიშნულებისათვის და რაც განსაკუთრებით აღსანიშნავია როგორც ენერგორესურსი. მეორადი მტკნარი წყლები, ეს ის წყლებია რომელიც განმეორებით გამოიყენება შესაბამისი გაწმენდისა და დამუშავების შემდეგ. წყლის რესურსების ამ სახეს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მათი დიდი მნიშვნელობისა და ხელმომჭირნეობის გამო, აგრეთვე გარემოს დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად. წყლის რესურსების განსაკუთრებული დეფიციტისა და ნაკლებობის დროს შეზღუდული რაოდენობით შეიძლება გამოყენებული იქნას: ჩამდინარე, უკვე გამოყენებული წყლების ზოგიერთი სახე, სოფლის მეურნეობაში. რასაკვირველია, ამგვარი წყლების უტილიზაციამდე უნდა მოხდეს მათი გაწმენდა–განეიტრალება მკაცრი კონტროლის პირობებში. მყინვარქვეშა წყლების და მყინვარული ტბების

წყლები ეს ძვირფასი ხარისხის სასმელი წყლებია და როგორც უკვე აღვნიშნეთ განეკუთვნება საუკუნოვან მარაგის წყლებს. ამრიგად მათი გამოყენება უმკაცრესად უნდა იყოს შეზღუდული. ყინული და ატმოსფერული ნალექები გამოიყენებიან ექსტრემალურ სიტუაციაში სხვა წყაროების უქონლობის დროს.

2. მიწისქვეშა წყლები

მიწისქვეშა წყლებს დედამიწის მთელი წყლების 2% უკავია. მიწისქვეშ 40-ჯერ მეტი წყალია ვიდრე დედამიწის ყველა ტბაში, ჭაობში და მდინარეში ერთად აღებული. მიწისქვეშა წყალი დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილშია თავმოყრილი, ეს წყლები შეიძლება იყოს მტკნარი და მარილიანი. საქართველო მდიდარია მიწისქვეშა წყლებით, რაც მის ტერიტორიაზე მოსული უხვი ატმოსფერული ნალექებითაა განპირობებული. უკანასკნელი მონაცემებით, საქართველოს მიწისქვეშა წყლების ბუნებრივი რესურსების მარაგი 21,7 კმ³-ს აღწევს, რაც მთელი ტერიტორიის ზედაპირული ჩამონადენის 43%, ხოლო წლიური ატმოსფერული ნალექების 23%-ს შეადგენს. უმეტესად ეს წყლები დაბალი მინერალიზაციისა და სასმელად გამოსადეგია. ძირითადად გვხვდება ორი ტიპის სასმელი მიწისქვეშა წყალი. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ჰიდროკარბონატული მიწისქვეშა წყლები, რომელთა მინერალიზაციის ხარისხი 0,2-0,3 გ/ლ-ია. ამ წყლების მარაგი სამხრეთ საქართველოში 0,63 კმ³-ს შეადგენს. მეორე ჯგუფს 0,3-0,1 გ/ლ მინერალიზაციის მქონე სასმელი მიწისქვეშა წყლები, რომელთა მარაგი საქართველოს ტერიტორიაზე 2,582 კმ³-ს შეადგენს. მიწისქვეშა წყლის რესურსების განახლების ძირითად წყაროს ატმოსფერული ნალექები და ზედაპირული წყლები წარმოადგენენ. ამასთან, სისტემაში, ზედაპირული წყლები - მიწისქვეშა წყლები, წყალცვლა ორივე მიმართულებით მიმდინარეობს. საქართველო აგრეთვე გამოირჩევა მინერალური წყლების რესურსებით. საქართველოს ტერიტორიაზე აღრიცხულია 1400-მდე სამკურნალო მინერალური წყარო. საქართველოს ტერიტორიაზე აღრიცხულია 50-ზე მეტი თერმული წყაროებისა და ჭაბურღილების ჯგუფი. ისინი ძალზედ არათანაბრად არიან განაწილებულნი, თუმცა, თითქმის ყველა ჰიდროგეოლოგიურ რაიონში გვხვდებიან. საქართველოს თერმული წყლები ხასიათდებიან მრავალფეროვანი ქიმიური შედგენილობით - მტკნარი ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანიდან მაღალმინერალიზებულ ქლორიდულ-ნატრიუმიანამდე. გაზური შემადგენლობით ისინი ნახშირჟანგიანი, აზოტიანი ან მეთანიანი არიან. ბოლო წლების განმავლობაში სწრაფი ტემპებით გაიზარდა წყლის მოხმარება როგორც ქალაქებში, ისე სოფლებში. მიწისქვეშა წყლები

ხსნის ქანებში არსებულ ზოგიერთ ნივთიერებას, მაგალითად თაბაშირს, მარილს. ასეთი ქანებით აგებულ ადგილებში მიწისქვეშა წყლის ხანგძლივი მუშაობის შედეგად ჩნდება მიწისქვეშა სიცარიელები (მღვიმეები). ქიმიური და აირული შედგენილობის მიხედვით, საქართველოს მიწისქვეშა წყლები მრავალფეროვნებით ხასიათდება. მათ იყენებენ, როგორც სასმელი და სამკურნალო დანიშნულებით, ასევე სითბური ენერგიის წყაროებად. ამჟამად მსოფლიოში, სასმელად და საირიგაციოდ მიწისქვეშა წყლებზე დამოკიდებულია ორ მილიარდზე მეტი ადამიანი. წვიმის შემცირებასთან ერთად, წყალი იკლებს ტბებში, მდინარეებსა თუ ნაკადულებში. თუ ამ პროცესის ერთი რომელიმე ნაწილი იცვლება, ბალანსს კარგავს მთლიანი სისტემა. მიწისქვეშა წყლები მდებარეობენ მთის სქელ ფენებში (ქანებში), დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილში თხევად, მყარ და აირის მდგომარეობაში.

განლაგების პირობების მიხედვით მიწისქვეშა წყლები იყოფა რამდენიმე სახეობად:

- 1) ნიადაგის
- 2) გრუნტის
- 3) შრეებსშორისი
- 4) არტეზიული
- 5) მინერალური

ნიადაგის წყლები ავსებენ ნიადაგის შუალედურ ნაწილებს. გრუნტის წყლები განლაგებულია ზედაპირის დონიდან არცთუ ისე ღრმად და ამის გამო მნიშვნელოვან რყევებს განიცდიან წელიწადის სეზონების მიხედვით: ისინი ხან მატულობენ ნალექის მოსვლის ან თოვლის დნობის შემდეგ, ხან მცირდებიან მშრალ სეზონზე. მკაცრ ზამთარში გრუნტის წყლები შესაძლოა გაიყინოს. გრუნტის წყლები ყველაზე მეტად განიცდიან დაბინძურებას. შრეებსშორისი წყლები არიან ქვედაფენებში მდებარე წყლით გაჟღენთილი ჰორიზონტები, მოქცეული ორ წყალგამძლე ფენას შორის. გრუნტის წყლებისგან განსხვავებით, შრეებსშორისი წყლები უფრო სუფთაა, მდგრადი და დროის ცვლილებას ნაკლებად ექვემდებარება. შრეებსშორისი წყლები წნევის შედეგად მთლიანად ავსებენ წყლით გაჟღენთილ ჰორიზონტებს და იმყოფებიან ზეწოლის ქვეშ. საქართველოს მინერალურ სიმდიდრეთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მიწისქვეშა წყლებს, დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდება საქართველოს მინერალური წყლები მინერალური წყლები ბუნებრივი გამოსავალით მცირე რაოდენობითაა და ქიმიურად ისინი შემდეგი ტიპისაა: ნახშირორჟანგიან-კალციუმიანი ჰიდროკარბონატული, ნატრიუმ-კალციუმიანი ჰიდროკარბონატული, აგრეთვე კალციუმიანი ქლორიდული ქლორიდულ-სულფატური. წყლების დიდი ნაწილი გამოვლენილია ჭაბურღილების

საშუალებით. საქართველოს მდინარეები საზრდოობენ მყინვარების, თოვლის წვიმისა და მიწისქვეშა წყლებით. საქართველოს ტერიტორიაზე 12 წყალსაცავია. წყლის რესურსების დიდი ნაწილი მიწისქვეშ იმყოფება ყველა სახის მიწისქვეშა წყალი პირობითად იყოფა ყოველწლიურად განახლებად (დინამიკურ) და საუკუნოვან (სტატიკურ) წყლებად. დინამიკური მიწისქვეშა წყლების მარაგი შეადგენს 12 000 კმ³ -ს. ეს არის წყალი რომელიც ამოდის მიწის ზედაპირზე წყაროების, ნაკადულების, გეიზერების სახით, ანდა დრენირდება მდინარეების მიერ და საბოლოოდ ქმნიან მდინარეთა ჩამონადენის მდგრად ნაწილს. მიწისქვეშა წყლების დიდი ნაწილი ხასიათდება მაღალი მარილიანობით (მინერალური წყლები) და ტემპერატურით (თერმული წყლები). დედამიწის ზედაპირის 71%, უკავია მსოფლიო ოკეანეს, მაგრამ ჰიდროსფეროს საერთო მარაგის 97.5% სამეურნეო საქმიანობისათვის თითქმის გამოუსადეგარია მისი მარილიანობის გამო, მტკნარი წყლის წილად, რომელიც ბუნებაში მდინარეების, მყინვარების, მიწისქვეშა წყლების, ბუნებრივი წყალსატევების (ტბების), ხელოვნური წყალსატევებისა (წყალსაცავების) და ჭაობების სახით არსებობს, მხოლოდ 2.5% ანუ 34.7 მილიონი კმ³ მოდის. დღეისათვის გამოიყენება მტკნარი წყლის საერთო მოცულობის მხოლოდ 12% ანუ 4.16 მილიონი კმ³, მტკნარი წყალი შეადგენს ჰიდროსფეროს 2,53 %-ს მაგრამ ადამიანი თითქმის არ გამოიყენებს მის ძირითად ნაწილს მყინვარებს, გამოიყენებს მხოლოდ ჰიდროსფეროს საერთო მოცულობის დაახლოებით 1%-ს. წყლის გამოსადეგ რესურსებს მიეკუთვნება: მდინარეები, ტბები, ზღვები, მიწისქვეშა წყლები, მყინვარები და ატმოსფერული ტენი. მსოფლიოს წყლის მარაგის 95%-ი ოკეანეებისა და ზღვების მარილიანი წყლებია, რომელიც ადამიანის მიერ არ გამოიყენება. მტკნარს უწოდებენ წყალს, რომლის მარილიანობა არ აღემატება 1%-ს, ესეიგი შეიცავს არაუმეტეს 1 გრ. მარილს 1 ლიტრში. მიწისქვეშა, ანუ გრუნტის წყალი არის მტკნარი წყალი, რომელიც მიწისქვეშ, ნიადაგში იმალება ქანებს შორის. მკვლევართა განცხადებით, ტემპერატურის ცვალებადობა მასზე გაცილებით გვიან მოქმედებს, ვიდრე ზედაპირის წყლებზე. საქართველო, მიწისქვეშა მტკნარი წყლის რესურსების თვალსაზრისით, ერთ-ერთი უმდიდრესი ქვეყანაა მსოფლიოში. მიწისქვეშა მტკნარი წყლების ბუნებრივი რესურსების უდიდესი ნაწილი - 95% სასმელი წყლებია, რომლებიც ქვეყნის ჰიდროგეოლოგიური ოლქების მიხედვით არათანაბრადაა განაწილებული საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე. მათი საერთო რაოდენობის 63,4% მოდის დასავლეთ საქართველოზე, 24,1% - აღმოსავლეთ საქართველოზე, ხოლო 12,5% კი - სამხრეთ საქართველოზე. საქართველოში მიწისქვეშა მტკნარი წყლები წარმოადგენს სასმელად ვარგისი უმაღლესი ხარისხის წყლების ყველაზე საიმედოდ დაცულ წყაროს და შეადგენს რესურსების საერთო რაოდენობის 60-70%-ს. საქართველოს ტერიტორიაზე მტკნარი მიწისქვეშა წყლების 100-ზე მეტი საბადოა ცნობილი, რომელთაგან 95%-ს სასმელი წყლები შეადგენს. მიწისქვეშა მტკნარი სასმელი წყლები საერთო

მინერალიზაციის მიხედვით იყოფა: ულტრამტკნარ - 0,2-0,3 გ/ლ (ძირითადად გავრცელებულია სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაზე) და 0,3-1,0 გ/ლ მინერალიზაციის მქონე წყლებად, რომლებიც პრაქტიკულად საქართველოს მთელ ტერიტორიაზეა გავრცელებული. ქვეყნის ქალაქების მოსახლეობის 5% და სოფლის მოსახლეობის 65% სასმელ წყალს დამოუკიდებლად მოიპოვებს და ძირითადად იყენებს მიწისქვეშა წყლებს (ქები, წყაროები) ქვეყანას გააჩნია სასმელი წყლის ჭარბი რესურსი, რომელიც შეადგენს 150 მ³/წმ. მიწისქვეშა წყლებიდან ძირითადად გამოიყენება გრუნტის (ქისა და წყაროს) წყლები, რომელიც, არტეზიული (წნევიანი) წყლებისგან განსხვავებით, ძალზე სუსტად არის დაცული დაბინძურებისაგან. მინერალიზაციის მიხედვით საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე გვხვდება სასმელი წყლების შემდეგი სახეები:

- I. სუსტად მინერალიზებული (50-100 მგ/ლ),
- II. დამაკმაყოფილებელი (100-300 მგ/ლ),
- III. ოპტიმალური მინერალიზაციისა (300-500 მგ/ლ)
- IV. მომატებული მინერალიზაციის (500-1000 მგ/ლ და უფრო მაღალი)

საქართველოს მიწისქვეშა წყლები, ქიმიური და აიროვანი შედგენილობის მიხედვით, მრავალფეროვანია და ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულებით. მინერალიზაციისა და ტემპერატურის მიხედვით, პირობითად დაყოფილია შემდეგ ჯგუფებად:

- მტკნარი სასმელი წყლები (არა უმეტეს 1.0 გ/ლ მინერალიზაციით),
- მინერალური წყლები (1.0 გ/ლ-ზე მაღალი საერთო მინერალიზაციით),
- თერმული წყლები – სამკურნალო (20-35 C),
- თბოენერგეტიკული (40-108 C).

წყალმცირობის პერიოდში მდინარეები ძირითადად მიწისქვეშა წყლებით საზრდოობენ. საკმაოდ მნიშვნელოვანია უშუალოდ მოპოვებული მიწისქვეშა წყლების მოცულობაც. ისინი, ზედაპირულ წყლებთან შედარებით, არაორგანული და ორგანული თვალსაზრისით უფრო სუფთანი არიან. ამის გამო, საქართველოში ცენტრალიზებული წყალსადენების უმრავლესობა მიწისქვეშა წყლების ბაზაზეა მოწყობილი. დიდი რაოდენობით წარმოებს მინერალური წყლების გამოყენება. საქართველოში მოიპოვება ბალნეოლოგიური კლასიფიკაციის თითქმის ყველა ტიპის სამკურნალო წყალი: თერმორადიაქტიური, ნეიტრალური, ნახშირორჟანგიანი, ტუტემარილიანი, რკინიანი, დარიშხანიანი, გოგირდწყალბადიანი და სხვა. სამკურნალო წყაროების მახლობლად შექმნილია სხვადასხვა სახის კურორტი (ბორჯომი, წყალტუბო, საირმე

და სხვ.). საქართველოში ყოველწლიურად ჩამოსხმული სასმელი მინერალური წყლების რაოდენობა ასეულობით მილიონ ლიტრს აღწევს. საკმაოდ დიდი პოტენციალი არსებობს, თერმული წყლის რესურსების თბოენერგეტიკული მიზნებით გამოყენებისათვის. ჯერ-ჯერობით, ეს პოტენციალი უმნიშვნელოდ არის ათვისებული. საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში თერმული წყლების ბაზაზე შექმნილია სასათბურე მეურნეობები. საქართველოს ტერიტორიაზე გამოვლენილი სხვადასხვა სამკურნალო თვისებების მქონე მინერალური წყლების გამოსავლების (წყაროები, ჭაბურღილები) საერთო რაოდენობა 2000-ს აჭარბებს. დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე დეტალურად შესწავლილია მინერალური წყლის 45 საბადო. თერმული წყლის საექსპლუატაციო მარაგებიდან 15 საბადო. ბოლო წლების განმავლობაში სწრაფი ტემპებით გაიზარდა წყლის მოხმარება როგორც ქალაქებში, ისე სოფლებში. შესაბამისად, მოიმატა და ფართო ხასიათი მიიღო წყლის დაბინძურებამაც.

3. წყლის დაბინძურების ძირითადი ფაქტორები

წყლის რესურსების დაბინძურების ძირითადი წყაროებია: საწარმო-ჩამდინარე წყლები, როგორცაა ქიმიური და ნავთობ-გადამამუშავებელი, ცელულოზა-ქაღალდისა და საფეიქრო, მეტალურგიული და მადანმომპოვებელი. საწარმო-ჩამდინარე წყლები გაბინძურებათა სახის, კონცენტრაციის, რაოდენობის, ჩადინების რეჟიმის და ა.შ მიხედვით დამოკიდებულია საწარმოსა და გადასამუშავებელი ნედლეულის სახეზე, ტექნოლოგიურ პროცესებზე, ადგილობრივ პირობებზე და სხვა. თითქმის ყველა ჩამდინარე სამრეწველო წყლებში ამა თუ იმ რაოდენობით აუცილებლად არსებობს ნავთობპროდუქტები, დადგენილია რომ ყოველწლიურად მსოფლიო ოკეანე ბინძურდება საშუალოდ 6,1 მლნ.ტ. ნავთობპროდუქტებით, რომლის ერთი მესამედი წყლის ტრანსპორტზე მოდის. რაც შეეხება ფენოლის ნაერთებს ისინი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ქიმიურ წარმოებებში. ფენოლიანი წყლები ხასიათდებიან ძლიერი ანტისეპტიკური თვისებებით, არღვევენ ბიოლოგიურ პროცესებს წყალში და აძლევენ მათ მძაფრ არასასიამოვნო სუნს. უკანასკნელ წლებში საკმაოდ დიდი რაოდენობით გვხვდება სინთეტიკური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები. წყლის ობიექტების გაბინძურების თავიდან ასაცილებლად ჩამდინარე წყლები სპეციალურ გაწმენდა-დამუშავებას საჭიროებენ. კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო წყლების შემადგენლობაში შეიძლება იყოს მინერალური და ორგანული წარმოშობის ნივთიერებანი როგორც გახსნილი, ისე გაუხსნელი სახით, მათი თანაფარდობა ასე მერყეობს: მინერალური ნივთიერებები 42%,

ორგანული 58%. ჩამდინარე წყლებში ბაქტერიების რაოდენობა კი საკმაოდ დიდ დიაპაზონში იცვლება. 1 სმ³ ჩამდინარე წყალში ბაქტერიების რაოდენობა ზოგჯერ 100 მილიონამდე აღწევს. ბაქტერიების ძირითადი მასა პირობითად ორ ჯგუფად იყოფა საპროფიტებად (უვნებელ) და პათოგენებად (დაავადების გამომწვევ), უკანასკნელ ათწლეულებში მათი გამოყენების ტემპები მნიშვნელოვნად გაიზარდა. მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის მრავალრიცხოვანი კომპლექსების ჩამდინარე წყლები წარმოადგენენ წყლის ობიექტების გაბინძურების ერთ-ერთ ძირითად წყაროს. ფერმების ნარჩენები საშიშია იმითაც რომ შეიცავენ პათოგენურ მიკროორგანიზმებს, წყალში ჩადირული ხე-ტყე, მათ მიერ გამოყოფილი ფისები, აგრეთვე მავნე და მთრიმლავი ნივთიერებები ნელა იხრწნება, შთანთქავენ ჟანგბადს, გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს და წამლავენ წყალს. რადიოაქტიური ნარჩენების რაოდენობა ბოლო წლებში მთელ რიგ ქვეყნებში საკმაოდ გაიზარდა რაც დიდ საფრთხეს უქმნის წყლის რესურსებს. რადიოაქტიური ნარჩენები შეიძლება სამ ჯგუფად დაიყოს: მყარი (კონსტრუქციული მასალები და ხელსაწყოები, რომლებიც რეაქტორის აქტიურ ზონაში იმყოფებოდნენ; გამფილტრავი მასალები, რომლებიც დაბინძურებულნი არიან რადიოაქტიური აეროზოლებით და სხვა) აირისებური (აქროლადი რადიონუკლიდები ნახევრად დაშლის საკმაოდ დიდი პერიოდით და აეროზოლები) და თხევადი (წყლის ხსნარები, ემულსიები, და სუსპენზიები). წყალსაცავების მოწყობა მდინარეებზე ცვლის არა მარტო ჰიდროლოგიურ რეჟიმს არამედ წყლის ქიმიურ, ფიზიკურ და ბიოლოგიურ მახასიათებლებს. მდინარის წყალსაცავით დარეგულირების დროს ყველაზე უმნიშვნელოდ იცვლება მთავარი იონებისა და წყლის მინერალიზაციის რეჟიმი. მათი ცვლილების რეჟიმი ძირითადად დამოკიდებულია რეგიონის ნიადაგურ-კლიმატურ თავისებურებებზე, თუ რეგიონი ჭარბტენიანია მაშინ მინერალიზაციის ცვლილება მცირეა, მცირე ნალექების დროს კი პირიქით. მინერალიზაციაზე გავლენას ახდენს ასევე წყლის აორთქლება. წყალსატევებში წყლის ხარისხზე უაღრესად დიდ გავლენას ახდენს მათში არსებული მინერალური და ორგანული ნივთიერებები. ეს ნივთიერებები წყალსატევებში ხვდება მდინარისა და ზედაპირული ჩამონადენით, ატმოსფერული ნალექებით, სამრეწველო, კომუნალურ სამეურნეო და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ჩამდინარე წყლებით და თვით წყალსაცავში მიმდინარე პროცესებით. წყალსატევებში ნივთიერებათა წრებრუნვის საქმეში ძირითად როლს მიკროორგანიზმები ასრულებენ. ბაქტერიების შემცველობა წყალსაცავებში უპირატესად განპირობებულია მეტეოროლოგიური პირობებით და მზის აქტივობით. ბაქტერიების საკმაოდ დიდი რაოდენობაა ზედაპირულ აფსკში. მცირე სიღრმის წყალსაცავებში, უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყალსატევების მოწყობის დროს წყალმცენარეების მიერ გამოყოფილი ტოქსიკური ნივთიერებების გავლენას, როგორც წყალსაცავების ფლორასა და ფაუნაზე, ასევე ადამიანის ჯანმრთელობაზე, რადგან ამ დროს

ადგილი აქვს სხვადასხვა დაავადებების გავრცელებას. ჭაობების დაშრობა, თუ ეს დრენირების წესით მიმდინარეობს იწვევს წყლის ეკოსისტემების გაბინძურებას. ჭაობებში თავმოყრილია საკმაოდ დიდი რაოდენობით აზოტი, კალციუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, კალიუმი და სხვა ნივთიერებები. როდესაც ჭაობი ბუნებრივ წონასწორობაშია შეიძლება ითქვას რომ მისგან სტაბილურად გამოედინება გარკვეული ხარისხის წყალი, მას შემდეგ კი როდესაც ჭაობის წონასწორობა ირღვევა ადგილი აქვს წყლის ხარისხის შეცვლას-გაუარესებას. მნიშვნელოვნად გაიზარდა დიდ მანძილზე ჰაერის მასებით გამაბინძურებლების გადატანა, რომლებიც შემდეგ მჟავური წვიმების სახით გამოიყოფა. მჟავური წვიმა ეს ატმოსფეროს თვითგაწმენდის შედეგია. ამიტომ ატმოსფეროში მოხვედრილი ზოგიერთი ნივთიერება, მაგალითად გოგირდის ოქსიდი და აზოტის ოქსიდი ღრუბლებში არსებულ წყლის უმცირეს ნაწილაკებთან და წვიმის წვეთებთან ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოქმნის მჟავებს, ხოლო შემდეგ მჟავურ მარილებს, ხშირად უფრო ტოქსიკურსაც, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს ე.წ. მჟავურ წვიმებს. ამრიგად მჟავური წვიმები ეს ატმოსფეროს გაბინძურების შედეგია, ხოლო ჰაერში წარმოქმნილი მჟავების რაოდენობა პროპორციულია მასში გამაბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციისა. ინდივიდუალური ჭების, ბუნებრივი წყაროების და მცირე სიმძლავრის სოფლის ტიპის წყალსადენების სანიტარიულ-ჰიგიენური და ტექნიკური მდგომარეობა არადამაკმაყოფილებელია, სასმელი წყალი არ იქლორება, ან ეს პროცესი დარღვეულია, აღნიშნულს ხელს უწყობს: წყალმომარაგების წყაროების, განსაკუთრებით ზედაპირულის, ინტენსიური დაბინძურება, წყალმომზადების მოძველებული ტექნოლოგიები, რომლებიც არასაკმარისად ეფექტიანია რიგი ქიმიური და ბიოლოგიური დამაბინძურებლების მიმართ, ასევე გამანაწილებელ ქსელში წყლების მეორადი დაბინძურება. სოფლის მოსახლეობის უმეტესობა ვერ იღებს ნორმატიული ხარისხის სასმელ წყალს. წყლის ობიექტების ყველაზე გავრცელებული დამაბინძურებლების რიცხვს განეკუთვნება: სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული შხამქიმიკატები, პესტიციდები და სასუქები, საწარმოო ჩამდინარე წყლები, რადიოაქტიური ელემენტები, ფეკალურ-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები, მძიმე მეტალები, ქიმიური და სამრეწველო პროცესების, ასევე საყოფაცხოვრებო საქმიანობების შედეგად წარმოქმნილი/გამოყოფილი სხვადასხვა ნივთიერებები და სხვა. დაბინძურების შედეგად მცირდება მასში შემავალი ჟანგბადი, იწამლება წყლის ორგანიზმები და ა.შ წყლის რესურსების ხარისხობრივი გაუარესების მთავარი წყალსამეურნეო მიზეზებია: ირიგაცია, მლაშე ნიადაგების მელიორაცია, ჩამდინარე წყლები, წყალსაცავების ქვაბულის არასწორი ორგანიზაცია და ხეტყის დაცურება. ის ჩამდინარე წყლებიც კი, რომლებიც გაწმენდის შემდეგ უბრუნდებიან პირველწყაროს, მოითხოვს სუფთა წყლით 15-ჯერად გაზავებას, რათა აღდგენილ იქნეს წყლის ბუნებრივი ხარისხი. ყველა სახის ჩამდინარე წყლის წლიური მოცულობა, როგორც წესი,

აბინძურებს 12-15-ჯერ მეტ ბუნებრივ წყალს, რაც უკვე მდინარეული ჩამონადენის მნიშვნელოვანი ნაწილია. სასმელი წყლების დაბინძურების ძირითადი მიზეზია დასახლებული პუნქტების არაკეთილსაიმედო სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მდგომარეობა, ნარჩენების მართვის არაადეკვატური პრაქტიკა, სოფლის მეურნეობაში ქიმიური და ორგანული სასუქების არარაციონალური გამოყენება, ქალაქებისა და დასახლებული პუნქტების მოძველებული მუნიციპალური ინფრასტრუქტურა, საწარმოო ობიექტების დაბინძურებული წყლების გამწმენდი ნაგებობების უქონლობა ან არსებულის არაეფექტური მუშაობა და სხვ. გაუწმენდავ მუნიციპალურ ჩამდინარე წყლებზე მოდის საქართველოს მთლიანი ზედაპირული წყლების დაბინძურების 67%. სასმელ-სამეურნეო კატეგორიის წყალსატევებიდან აღებული წყლის 3/4 საყოფაცხოვრებო საკანალიზაციო წყლების სახით, ისევ წყლის ობიექტებში ბრუნდება. ეს ჩამდინარე წყლები საქართველოში ზედაპირული წყლების დაბინძურების ძირითადი წყაროა. წყლების ჩაშვება ხდება როგორც მუნიციპალური საკანალიზაციო კოლექტორებიდან, ისე ინდივიდუალური ჩაშვება/ჩადვრის გზით. წყალმომარაგების წყაროების ანთროპოგენური დაბინძურება 1/3-ით ამცირებს სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის მათი გამოყენებას და შესაძლებელია საკვებთან და წყალთან დაკავშირებული დაავადებების ერთერთი მიზეზი იყოს. გარდა აღნიშნულისა, სასმელი წყლების ხარისხის შეფასების ერთერთი კრიტერიუმი მისი ფიზიოლოგიური სრულფასოვნებაა, რადგან წყალი წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმისათვის აუცილებელი ბიოგენური მაკრო და მიკროელემენტების წყაროს მათი ჰიგიენურ ნორმატივებთან შეუსაბამობის შემთხვევაში, იზრდება სხვადასხვა არაინფექციური დაავადებების განვითარების რისკი. ქვეყნის სხვადასხვა რეგიონებში დღემდე სრულყოფილად არ არის შესწავლილი როგორც ცენტრალიზებული, ისე არაცენტრალიზებული წყალმომარაგების სისტემების სასმელი წყლების მარილოვანი და მიკროელემენტური შედგენილობა, არ ჩატარებულა ამ მაჩვენებლების მიხედვით სასმელი წყლის ხარისხის ჰიგიენური შეფასება, შეუსწავლელია მოსახლეობის წყლის ფაქტორთან დაკავშირებული არაინფექციური ავადობის მდგომარეობა, დაუდგენელია მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები, არ მომხდარა რისკის შეფასება. მართალია დედამიწაზე მტკნარი წყლის რესურსები მილიონობით კუბომეტრ კილომეტრებს ითვლის, მაგრამ ყველა წყალი არ არის ვარგისი სასმელად მოხმარებისთვის და არ არის სასარგებლო ადამიანისთვის. ხარისხიანი სასმელი წყლის პრობლემა, ყოველთვის განსაკუთრებულად მწვავედ იდგა მთელს მსოფლიოში. ამის მიზეზია უკვე დიდი ხნის წინ მოძველებული წყალგაყვანილობის მიწები, წყლის ფილტრაციის არქაული სისტემები, უკვე მორალურად მოძველებული წყლის დაქლორვა და ა.შ მაღიან ბევრი დაავადება, რომელიც მოულოდნელად დაატყდა თავს ადამიანს, სწორედ დაბინძურებული წყლის მიზეზით ხდება. საქართველოს მდინარეები ძირითადად

დაბინძურებულია აზოტის ნაერთებით, ზოგიერთ შემთხვევაში მძიმე ლითონებით, ხოლო შავი ზღვის აჭარის რეგიონის მდინარეები – ნავთობპროდუქტებით. საქართველოში, ზედაპირული წყლების დაბინძურების ძირითადი წყაროებია წყალმომარაგება-კანალიზაციის სექტორი, თბოენერგეტიკა და მრეწველობა. სექტორების მიხედვით დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების ჩაშვება ასე ნაწილდება:

წყალმომარაგება-კანალიზაციის სექტორი (67%);

თბოენერგეტიკა –(31%);

მრეწველობა – (2%)

მიუხედავად იმისა რომ ზედაპირის 70% წყალს უკავია, აქედან 97,2% მლაშე ხოლო 2,8 % მტკნარი წყალია, რომლიდანაც ასევე გარკვეული ნაწილი დაბინძურებულია, ასე რომ ნომერ პირველი პრობლემა სუფთა წყლის რესურსის ნაკლებობაა.

3.1 ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედი წყლის მახასიათებლები

წყალს მთელი რიგი მახასიათებლები გააჩნია, რომლებიც ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედებენ, ისინი რამდენიმე ჯგუფად არის დაყოფილი, ეს არის: ორგანოლექტიკური, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები. ორგანოლექტიკურია ის მახასიათებლები, რომლებსაც ადამიანი გრძნობათა ორგანოების მეშვეობით აღიქვამს – წყლის ფერი, სუნი, გემო, ტემპერატურა, სიმღვრივე, გამჭვირვალობა. ესენი, პირველ რიგში, გვამცნობენ თუ რამდენად სანდოა, მოხმარების თვალსაზრისით, ესა თუ ის წყალი, ხომ არ განიცადა მან გარკვეული ცვლილებანი და სხვა. ამ მახასიათებლების შეცვლამ შესაძლოა წყალმომარაგების წყარო საერთოდ გამოუსადეგარიც კი გახადოს. ქიმიური მაჩვენებლები – თავის მხრივ, რამდენიმე ჯგუფად იყოფა.

I ჯგუფში ის ქიმიური ნივთიერებანი შედიან, რომლებიც ბუნებრივად ხვდებიან წყალში. წყალი სუფთა H₂O როდია, იგი უნივერსალური გამხსნელია და მასში შესაძლოა იყოს რკინა, იოდი, თუთია და მენდელეევის სისტემის ნებისმიერი ქიმიურ ელემენტი. კონკრეტული წყალმომარაგების წყაროს ფორმირებისას, ნიადაგის გარკვეულ ფენებში გავლისას იგი

სხვადასხვა ელემენტთა შემცველი ხდება, ეს მიკრო და მაკროელემენტების საკმაოდ ფართო სპექტრია, რომელსაც წყალი ბუნებრივად შეიცავს.

II ჯგუფს შეადგენს ის ელემენტები, რომლებიც წყალში ადამიანის საქმიანობის შედეგად ხვდებიან, ეს ე.წ. ანთროპოგენური დამაბინძურებლები: ფაბრიკებისა და ქარხნების ნახმარი წყალი, სოფლად პესტიციდები, სასუქები, ინსექტიციდები, სარეცხი საშუალებები, ფხვნილები, სადეზინფექციო საშუალებები, ანუ ყველა ნივთიერება, რომელსაც ადამიანი ყოფა-ცხოვრებაში იყენებს.

III ჯგუფია – ხარისხის გასაუმჯობესებლად წყლის დამუშავებისას ხელოვნურად დამატებული რეაგენტები, მაგალითად, საყოველთაოდ ცნობილია, რომ გაუსნებოვნების მიზნით შეიძლება გამოყენებული იქნეს ქლორი, ოზონი, დამუშავებისთვის – სხვადასხვა ნივთიერება, მათ შორის პოლიმერები. ყველა მათგანი წყალს ემატება ადამიანისთვის უსაფრთხო კონცენტრაციით.

მიკრობიოლოგიური, ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლები – წყალი შესაძლოა შეიცავდეს წყლისმიერი ინფექციური დაავადებების გამომწვევ სხვადასხვა სახის ვირუსს, მიკრობსა და ბაქტერიას.

4. საქართველოს წყლის რესურსები

საქართველო მდიდარია წყლის რესურსებით. მის ტერიტორიაზე 26060 მდინარე მიედინება, რომელთა საერთო სიგრძე 60000 კმ-ს აღწევს. ამ მდინარეების 99,4% მცირე სიგრძისაა (25 კმ-ზე ნაკლები). წყლის რესურსები არათანაბრადაა განაწილებული და ძირითადად ქვეყნის დასავლეთ ნაწილშია თავმოყრილი მაშინ როდესაც აღმოსავლეთის რეგიონები ხშირად წყლის ნაკლებობას განიცდიან. საქართველოს მდინარეები ორ ძირითად აუზს მიეკუთვნებიან, რომლებსაც ლიხის ქედი ყოფს. შავი ზღვის აუზს დაახლოებით 18109 მდინარე მიეკუთვნება, ეს საქართველოს მდინარეთა საერთო რაოდენობის 70 %-ია, ხოლო კასპიის ზღვის აუზს 7951 მდინარე (30%) მიეკუთვნება. საქართველოს უდიდესი მდინარეა მტკვარი, საქართველოს ტერიტორიაზე მხოლოდ მისი შუა წელია. დასავლეთიდან საქართველოს აკრავს შავი ზღვა, რომლის სანაპირო ზოლის სიგრძე საქართველოს ფარგლებში დაახლოებით 315კმ-ია. შავი ზღვა არის წყლის უნიკალური ობიექტი. ეს არის ზღვა, რომელიც წარმოადგენს ყველაზე დიდ წყალშემკრებ აუზს მსოფლიოში. საქართველოში 860-მდე ტბაა, მათი უმეტესობა ძალიან პატარაა, და უმეტესობა მტკანარია. საქართველოში, ყველაზე დიდი ფარავანის ტბაა, მოცულობით ტაბაწყურის, სიღრმით რიწის. საქართველოში ჭაობებს განსაკუთრებით დიდი

ფართობი (225 ათასი ჰა) კოლხეთის დაბლობზე უკავია. ჰიდროელექტროსადგურებსა და ირიგაციულ სისტემებს 43 წყალსაცავი ემსახურება. მათგან 35 აღმოსავლეთ საქართველოში მდებარეობს. ამჟამად საქართველოში ელექტროენერგიის 75%-ზე მეტი ჰიდროელექტროსადგურებში გამოიმუშავდება. საქართველოს მინერალურ სიმდიდრეთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მიწისქვეშა წყლებს (მტკნარი, მინერალური და თერმული), რომლებიც ხასიათდება დიდი რესურსებით, მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით და დროში განახლებადობით. საქართველო მტკნარი მიწისქვეშა წყლის რესურსული პოტენციალით 2,5-ჯერ აღემატება მსოფლიოს მაჩვენებელს ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით. მათ იყენებენ როგორც სასმელი და სამკურნალო დანიშნულებით, ასევე სითბური ენერგიის წყაროებად.

4.1 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ჰიდროგეოლოგიური აღწერა

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარეობს, მისი ფართობია 6,413 მ². რეგიონში ექვსი მუნიციპალური ერთეულია: ახალციხის, ადიგენის, ასპინძის, ბორჯომის, ნინოწმინდის და ახალქალაქის. რეგიონული ცენტრია ახალციხე, რეგიონში 353 დასახლებული პუნქტია, საიდანაც ხუთი ქალაქი (ახალქალაქი, ახალციხე, ბორჯომი, ვალე, ნინოწმინდა), შვიდი დაბა (ბაკურიანი, ბაკურიანის ანდეზიტი, წალვერი, ახალდაბა, ადიგენი, აბასთუმანი, ასპინძა) და 254 სოფელია. სამცხე-ჯავახეთის მოსახლეობა 160.5 ათასი კაცი. სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი მდიდარია წყლის რესურსებით – მდინარეებით და ტბებით. საქართველოს სხვა რეგიონებთან შედარებით, მცირეა თერმული წყლის რესურსი. რეგიონში არსებული წყლის რესურსები გამოიყენება: სასმელ-სამეურნეო დანიშნულებით (8%), ჰიდროენერგეტიკაში (80%), მრეწველობაში, სარწყავად და თევზის სატბორეებისათვის. სამცხე-ჯავახეთის ძირითადი მდინარეებია: მტკვარი, ფარავანი, ფოცხოვი, ქვაბლიანი, ურაველი, ბორჯომულა, წინუბნისხევი, ოცხე. რეგიონში მრავალი ტბაა, რომელთაგან აღსანიშნავია: ფარავნის, სადამოს, ხანჩალის, ტაბაწყურის ტბები, ასევე სამი ხელოვნური ჯაჯის ტბა (2240 მზდ) და ტბა თრიალა ადიგენის მუნიციპალიტეტის სოფელ ლელოვანის მახლობლად. ტბები გამოიყენება მეთევზეობისათვის, ასევე რეკრეაციული და ეკოლოგიური მიზნით. მდ. მტკვარი ინტენსიურად გამოიყენება სარწყავად, ჰესებისა და ინდუსტრიული წყალმომარაგებისათვის. რეგიონში გაშენებულია რუსთავისა და ჩითახევის ჰესები, რომლებიც საქართველოში მდ. მტკვარზე მოწყობილი ჰესების ქსელის ნაწილია. მდ. ფარავანი გამოიყენება სარწყავად და ელექტროენერგიის გენერაციისთვის. მდინარეზე მოწყობილია რამდენიმე ლოკალური საირიგაციო არხი და ფარავნის ჰესი, რომელიც ბოლო პერიოდში გაშენდა და საქართველოს

ენერგოსისტემაშია ჩართული. მდ. ქვაბლიანი გამოიყენება სარწყავად და ელექტროენერგიის გენერაციისთვის. ამ მდინარეზე მოწყობილია კახარეთის ჰესი. მდ. ფოცხოვი გამოიყენება სარწყავად. რეგიონში სასმელ წყალზე ხელი მიუწვდება მოსახლეობის დიდ ნაწილს. მუნიციპალურ ცენტრებში და ზოგიერთ სოფელშიც წყალმომარაგება ცენტრალიზებულად ხდება. რეგიონში წყალმომარაგების ქსელის დაახლ. 70-80% დაზიანებულია, რის გამოც წყლის საკმაოდ დიდი რაოდენობა იკარგება. სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში არ არსებობს საკანალიზაციო წყლების გამწმენდი ნაგებობები, რაც რეგიონის ზედაპირული წყლების (მდინარეების) დაბინძურებას იწვევს. ამას გარდა, ტყეები და ტბები ბინძურდება დიფუზიური წყაროებით. მხარის ჰიდროგრაფიული თავისებურებანი დამოკიდებულია მრავალ გარემოებაზე, როგორიცაა კლიმატი, წყალ შემცრები აუზის სიდიდე, ლითოგენური საფუძველი, ნიადაგ-მცენარეული საფარი და ანთროპოგენური ზემოქმედების მამტაბები. სამცხე-ჯავახეთში ფორმირდება 1.655 კმ³ წყალი, რაც საქართველოს მთლიან ტერიტორიაზე ფორმირებული წყლის რესურსების 3.14%-ია, საზრდოობის ძირითადი წყარო ატმოსფერული ნალექები და მიწისქვეშა წყლებია. მნიშვნელოვანია ასევე მინერალური წყაროების სიუხვე და მრავალფეროვნება. მდინარეთა საზრდოობის ძირითადი წყაროებია წვიმისა და გრუნტის წყლები, სეზონურად ასევე თოვლის ნადნობი წყლები. უხვწყლიანობა ძირითადად დამახასიათებელია გაზაფხულზე. ვხვდებით მცირე მდინარეებსა და მშრალ ხევეებსაც. სამცხე-ჯავახეთის ყველაზე წყალუხვი მდინარეა მტკვარი, მნიშვნელოვანი წყლიანობით გამოირჩევიან მდინარეები ფარავანი და ფოცხოვისწყალი, ხოლო მდ. ქვაბლიანი ხასიათდება სამცხეში ყველაზე მაღალი ჩამონადენით. სამცხე-ჯავახეთი მდიდარია ტბებით, განსაკუთრებით ჯავახეთი. ტბები დიდი ფართობისაა, თუმცა მცირე სიღრმეებით გამოირჩევა. რეგიონში არის ასევე შრობადი ტბები, რომლებშიც წყალი წვიმის ან თოვლის დნობის შედეგად გროვდება. რამდენიმე ტბა გამდინარეა (ფარავანი, სადამო) და მათი ჰიდროლოგიური რეჟიმი შედარებით სტაბილურია. ზამთრობით ტბების უმრავლესობა იყინება. ყინულოვანი წარმონაქმნები შეინიშნება ნოემბრის შუა რიცხვებიდან, ხოლო ყინულებისაგან თავისუფლდება აპრილის ბოლოს-მაისის დასაწყისში. ტბების მიმდებარე ტერიტორიები დაჭაობებულია. ტბების უმრავლესობის წყალი მომწვანო შეფერილობისაა და დაბალი გამჭვირვალობა გააჩნია.

4.2 ადიგენის რაიონის ჰიდროგეოლოგიური დახასიათება

ადიგენის რაიონი განლაგებულია ახალციხის ქვაბულის დასავლეთ ნაწილში მდ. ქვაბლიანის მარცხენა მხარეს, ზ.დ. 1150-1285 მ. სიმაღლეზე. ფართობია 799.6 კმ², ადმინისტრაციული ცენტრი – დაბა ადიგენი. მდებარეობს 2 დაბა, 13 სოფლის საკრებულო:

არალის, ბენარის, ბოლაჯურის, გორგულის, ვარხანის, ზანავის, ლელოვნის, მლაშის, მოხის, უდის, ფხეროს, ჩორჩანის, ჭეჭლის და 55 სოფელი. რაიონს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ კვეთს სამცხის უდიდესი მდინარე ქვაბლიანი, რომლის შენაკადებია ოცხე, ღაღვი, ძინძე. მდინარე ქვაბლიანი მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე, ხულოსა და ადიგენის მუნიციპალიტეტებში მდებარეობს. სათავე აქვს ზღვის დონიდან 2355 მ. სიგრძე 41 კმ. აუზის ფართობი 900 კმ². ერთვის მდინარე ფოცხოვისწყალს მარცხნიდან, საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლით. წყალდიდობა იცის გაზაფხულზე, წყალმცირობა-ზაფხულსა და ზამთარში, წყალმოვარდნები-შემოდგომაზე. იყენებენ სარწყავად. რაიონში გვხვდება მრავალი პატარა ჩანჩქერი მაგალითად ჭულის ჩანჩქერი. მდ. ქვაბლიანის ზემო წელში, სოფელ კიკიბოდან ჩრდილო-დასავლეთით 6 კმ მანძილზე მდებარეობს 10 მ. სიმაღლის კიკიბოს ჩანჩქერი, რომელიც ღრმა მორევიდან გადმოედინება. მუნიციპალიტეტში გვხვდება ასევე მდინარე ფოცხოვისწყალი-ფოცხოვი, რომელიც მტკვრის მარცხენა შენაკადია. მისი სიგრძეა 64 კმ, აუზის ფართობი – 1840 კმ², წყალდიდობა ახასიათებს გაზაფხულზე, წყალმოვარდნა – აგვისტოდან ნოემბრამდე. უმთავრესად მიედინება ვიწრო ხეობაში, ახასიათებს ვარდნა და სწრაფი დინება. წყალს იყენებენ სარწყავად, წისქვილისა და ჰესისათვის. მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე გვხვდება მდინარე ოცხე, რომელიც ქვაბლიანის მარცხენა შენაკადია. მისი სიგრძე 26,8 კმ, აუზის ფართობი 266 კმ². საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლით. წყალდიდობა იცის გაზაფხულზე, წყალმცირობა ზამთარში. მდინარე ოცხეს ერთვის მარჯვნიდან მდინარე კურცხანა რომლის სიგრძე 16 კმ, ხოლო აუზის ფართობი 72,3 კმ². ისიც ასევე საზრდოობს თოვლის, წვიმის და მიწისქვეშა წყლით. წყალდიდობა გაზაფხულზეა, წყალმცირობა ზამთარსა და ზაფხულში, შემოდგომაზე იცის წყალმოვარდნა. მდინარე ოცხის მარცხენა შენაკადია მდინარე ბარათხევი რომელიც ასევე ადიგენის რაიონშია, მისი სიგრძე 11 კმ, აუზის ფართობი 52,2 კმ². სათავეს იღებს მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე, მიედინება წიწვიანი და შერეული ტყეებით შემოსილ ღრმა და ვიწრო ხეობაში. მდინარე ოცხეს ერთვის აბასთუმნის ქვემოთ. აქვს 42 პატარა შენაკადი, რაიონში გვხვდება ასევე მდინარეები ქორხუხი და ღაღვისწყალი. ადიგენის რაიონი ტბების სიმრავლითაც გამოირჩევა გვხვდება: თრიალას ტბები რომლებიც ადიგენის მუნიციპალიტეტში, მთა თლილის ჩრდილოეთ ფერდობზე მდებარეობს, სულ არის 3 ტბა. სამივე მათგანი ტყით არის გარშემორტყმული და საზრდოობს წვიმისა და წყაროს წყლებით, ზმთარში ტბები იყინება. დიდი ჯაჯის ტბა, რომლის მაქსიმალური სიღრმე – 5 მ, აუზის ფართობი – 0.89 კმ²-ია. წყალი მტკნარი, სუფთა და გამჭვირვალეა. გაუდინარია. დიდი ჯაჯის ტბის სამხრეთ-დასავლეთით გვხვდება პატარა ჯაჯის ტბა. რომლის მაქსიმალური სიღრმე – 3.2 მ, აუზის ფართობი – 0.58 კმ². წყალი მტკნარი, სუფთა და გამჭვირვალეა. გაუდინარია. მუნიციპალიტეტში სოფ. ზარზმის სამხრეთაღ-მოსავლეთით, არის სათახვის ტბა

იგივე ყარაგელის ტბა. იგი დღესდღეობით თითქმის დამშრალია და მას სათიბად იყენებენ. რაიონი გამოირჩევა მინერალური წყლების სიუხვითაც გვხვდება: მინერალური წყარო ადიგენის მიეკუთვნება აზოტოვან-სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიან ჯგუფს, საერთო მინერალიზაცია დაბალია – 1.2 გ/ლ. მინერალური წყარო ნაქურდევია, მიეკუთვნება აზოტოვან-სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმ-კალციუმიან ჯგუფს, საერთო მინერალიზაცია დაბალია – 0.9 გ/ლ. მინერალური წყარო მლაშე მიეკუთვნება ნახშირმჟავა ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმიან ჯგუფს, საერთო მინერალიზაცია – 2.2 გ/ლ. მინერალური წყარო ფლატე მიეკუთვნება ნახშირმჟავა ჰიდროკარბონატულ კალციუმ-ნატრიუმიან ჯგუფს, საერთო მინერალიზაცია – 2.8 გ/ლ, ტემპერა ტურა –15.20 C. ასევე ღაღვის მინერალური წყლები. გვხვდება ასევე თერმული წყლებიც როგორიცაა: სმადის თერმული წყლები მიეკუთვნება აზოტოვან ქლორიდულ-სულფატურ ნატრიუმ-კალციუმიანი წყალს, საერთო მინერალიზაცია 10-15 გ/ლ-ში. ამოდის 1-1.5 კმ სიღრმიდან, ჩორჩანის თერმული წყლები მდ. ქვაბლიანის ხეობაში. მიეკუთვნება აზოტოვან ქლორიდულ-ნატრიუმ-კალციუმიან ჯგუფს, საერთო მინერალიზაცია – 10-15 გ/ლ. რაიონში გვხვდება ასევე ხევაშენის არხი რომელიც საზრდოობს მდ. აბასთუმნისწყლის მარჯვენა ნაპირიდან. სათავე ნაგებობა არის კურორტ აბასთუმანთან და ირწყვება ადიგენის მუნიციპალიტეტის სასოფლო-სამეურნეო მიწები.

5. ექსპერიმენტული ნაწილი

5.1 წყლების ქიმიური შემადგენლობის კვლევის მეთოდების მიმოხილვა

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ჩემი სამაგისტრო ნაშრომის კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ადიგენისა რაიონის და მისი რამოდენიმე სოფლის მიწისქვეშა წყლებისა და ჭის წყლის ქიმიური შემადგენლობის კვლევა. ამისათვის წყლის სინჯები ავიღე 1.5ლ პოლიეთილენის ჭურჭლით. ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია წყლის ქიმიური ანალიზის საერთაშორისო სტანდარტების (ГОСТ, ISO, EPA) მეთოდები.

5.2 წყალბად იონების კონცენტრაციის მაჩვენებელი (pH).

ხსნარის pH მიახლოებით შეიძლება შევაფასოთ სხვადასხვა ინდიკატორის გამოყენებით. თუ ხსნარში მეთილწითელი ყვითლად იფერება $\text{pH} > 4,4$, თუ წითლად - $\text{pH} < 4,3$. ფენოლფთალეინის ჟოლოსფერი გვიჩვენებს, რომ $\text{pH} > 8,3$ და ა.შ. უკეთეს შედეგს იძლევა ინდიკატორთა ნარევის, ან უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდის გამოყენება. pH-ის ზუსტი გაზომვა შესაძლებელია პოტენციომეტრული (იონმეტრული) მეთოდით. ამ მიზნით იყენებენ სპეციალური მინისგან დამზადებულ ელექტროდს, რომლის პოტენციალი დამოკიდებულია ხსნარში H^+ -იონების კონცენტრაციაზე. ხელსაწყო (pH – მეტრი) ელექტრონული სქემის მეშვეობით ხდება ელექტროდზე აღძრული პოტენციალის გაძლიერება, გაზომვა და pH – ზე გადათვლა.

5.3 Ca^{2+} იონის განსაზღვრა კომპლექსონომეტრული მეთოდით.

კალციუმი ბუნებრივი წყლების მუდმივი შემადგენელი კომპონენტია. კალციუმის განსაზღვრისთვის ავიღე 25მლ საკვლევი წყლის ნიმუში პიპეტით, ჩავასხი 250მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაში, განვაზავე დისტილატით 50მლ-მდე, დავუმატე 2მლ 2N NaOH და რამდენიმე წვეთი ინდიკატორი მურექსიდი, ხსნარი შეიფერა ღვინისფერ-მოწითალოდ, შემდეგ გავტიტრე ტრილონ-ბ-თი. შეფერილობა გადავიდა იისფერში. საკვლევ ნიმუშში Ca^{2+} -ის შემცველობა ვიანგარიშე ფორმულით და მიღებული შედეგები შევიტანე ცხრილში. ჰიდროკარბონატულ მინერალურ წყლებში Ca^{2+} -ის განსაზღვრის გართულების მიზეზი შეიძლება გახდეს CaCO_3 -ის გამოლექვა სინჯში NaOH-ის დამატების შემდეგ. ჰიდროკარბონატ-იონის გავლენა შეიძლება ავიცილოთ HCl-ით მისი წინასწარი განეიტრალებით.

Ca²⁺-ის შემცველობას წყალში (გ) ანგარიშობენ ფორმულით

$$\text{Ca}^{2+}\text{მგ/ლ} = N \cdot V_1 \cdot 20 \cdot 1000 / a$$

V₁ - გატიტვრისას დახარჯული TB-ს მოცულობაა მლ-ში.

N-ნორმალობა TB-სი

a - საანალიზოდ აღებული წყლის მოცულობა მლ-ში.

20 Ca²⁺-ის მოლ-ეკვივალენტი.

5.4 Mg²⁺იონის განსაზღვრა კომპლექსონომეტრული მეთოდით

ავიღე 25მლ ნიმუში პიპეტით, ჩავასხი 250 მლ-იან კოლბაში, განვაზავე დისტილატით 50მლ-მდე. დავუმატე 5მლ ბუფერული ხსნარი (NH₄Cl + NH₄OH, pH=10.5) და რამდენიმე წვეთი ინდიკატორი ერიოქრომშავი, გავტიტრე 0.01N TB-თი მოწითალო ფერის ლურჯში ან ცისფერში გადასვლამდე. წყლებში Mg²⁺-ის რაოდენობას ანგარიშობენ, Ca²⁺ + Mg²⁺-ის ჯამის და ცალკე Ca²⁺-ის გატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ-ბ-ს მოცულობის სხვაობით. Mg²⁺-ის რაოდენობა ვიანგარიშე ფორმულით და მიღებული შედეგები შევიტანე ცხრილში .

$$\text{Mg}^{2+}\text{მგ/ლ} = N \cdot (V_2 - V_1) 12,2 \cdot 1000 / a , \text{ სადაც}$$

N – TB-ს ნორმალობაა

V₂- Ca²⁺ და Mg²⁺-ის საერთო გატიტვაზე დახარჯული TB-ს მოცულობაა მლ-ში,

V₁ - Ca²⁺-ის გატიტვრაზე დახარჯული TB-ს მოცულობა მლ-ში.

a - საანალიზოდ აღებული წყლის მოცულობა მლ-ში.

12,2 Mg²⁺-ის მოლ-ეკვივალენტი.

5.5 წყლის საერთო სიხისტის განსაზღვრა

საერთო სიხისტე განპირობებულია წყალში Ca²⁺ და Mg²⁺ საერთო შემცველობით. სიხისტე - სასმელად და ტექნიკური მიზნებისათვის განკუთვნილი წყლის ხარისხის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია. არსებული ნორმატივებით სასმელი წყლის საერთო სიხისტე არ უნდა აღემატებოდეს 7 მგ-ეკვ/ლ.

კომპლექსონმეტრული მეთოდით წყლის საერთო სიხისტის დასადგენად ისაზღვრება Ca^{2+} და Mg^{2+} -ის საერთო შემცველობა (იხილეთ Mg^{2+} -ის განსაზღვრა) და გატიტრება დახარჯული ტრილონ-ბ-ს მოცულობით (V_2) ანგარიშობენ საერთო სიხისტეს -

$$\text{საერთო სიხისტე} = \frac{N \cdot V_2 \cdot 1000}{a} \quad \text{მგ-ეკვ/ლ, სადაც}$$

N და V_2 ტრილონ-ბ-ს ნორმალობა და მოცულობაა,

a - საანალიზოდ აღებული წყლის მოცულობა მლ-ში.

წყლის საერთო სიხისტის განსაზღვრავად შეიძლება გამოვიყენოთ გარდამავალი სიხისტის განსაზღვრის შემდეგ მიღებული ხსნარი. 5 მლ ბუფერული ნარევისა და რამდენიმე წვეთი ერიოქრომშავის დამატების შემდეგ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ იტიტრება 0,01 N ტრილონ-ბ-ს ხსნარით. ტუტე არეში ერიოქრომშავის ინდიკაცია, მეთილ ნარინჯის ან მეთილწითელის თანაობისას, განსაკუთრებით მკვეთრია.

5.6 სულფატების განსაზღვრა ტურბიდიმეტრული მეთოდით

სულფატების განსაზღვრის ტურბიდიმეტრული მეთოდი დაფუძნებულია სუსტ მჟავა არეში ბარიუმის სულფატის სუსპენზიის მიღებაზე. მეთოდი საკმაოდ მგრძნობიარე (განსაზღვრავი მინიმუმი $< 10 \text{ მკგ SO}_4^{2-}$) და სპეციფიკურია.

მიზანი, გამოყენების სფერო

წყლებში სულფატ იონის განსაზღვრის ტურბიდიმეტრული მეთოდი ემყარება სულფატ იონის გადაყვანას ბარიუმის სულფატის უხსნად ფორმაში მარილმჟავა არისა და გლიკოლის გამოყენებით. გლიკოლი ხელს უწყობს წარმოქმნილი ნალექის სტაბილიზაციას ხსნარში. თუ წყალში სულფატ იონების რაოდენობა მაღალია ($> 50-60 \text{ მგ/ლ}$) საჭიროა განზავება, ხოლო თუ ძალზე მცირეა ($< 3-5 \text{ მგ-ზე}$) საჭიროა წინასწარი კონცენტრირება.

გამოყენებული რეაგენტები

1. დამლექავი რეაგენტი. ერთმანეთს ურევენ 5%-იანი BaCl_2 -ს, ეთანოლს და ეთილენგლიკოლს მოცულობითი თანაფარდობით 1:3:3. ნარევის pH განზავებული მარილმჟავით მიჰყავთ 2,5 – 3-მდე.
2. სულფატ იონის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი (ტიტრი 1 მგ/მლ SO_4^{2-}). 1,8140 გ გადაკრისტალებულ და თერმოსტატში გამომშრალ K_2SO_4 ხსნიან 100 – 150 მლ გამოხდილ წყალში და ავსებენ 1,0 ლ-მდე. ძირითადი სტანდარტის ათჯერადი განზავებით ამზადებენ სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს (ტიტრი 0,1 მგ/მლ).

ანალიზის მსვლელობა. 5,0 მლ საანალიზო ხსნარი, რომლის pH წინასწარ მიყვანილია 2,5 – 3-მდე, გადააქვთ 15 – 20 მლ მოცულობის სინჯარაში, უმატებენ 5,0 მლ დამლექავ რეაგენტს, ურევენ ბურთულიანი მინის წკირით და 5 – 10 წუთის შემდეგ ზომავენ სუსპენზიის ოპტიკურ სიმკვრივეს (ლურჯი შუქვილტრი, 20 მმ სისქის მქონე კიუვეტი).

საკალიბრო გრაფიკი. 15 – 20 მლ მოცულობის მქონე სინჯარებში შეაქვთ მზარდი რაოდენობა SO_4^{2-} -ის სამუშაო სტანდარტული ხსნარის 0, 0,3, 0,5, 1,0 და 2,0 მლ, გამოხდილი წყლით ავსებენ 5,0 მლ-მდე, ურევენ მინის წკირით და სამუშაოს აგრძელებენ ანალიზის მსვლელობაში მოტანილი მეთოდით. მიღებული შედეგების გამოყენებით აგებენ საკალიბრო გრაფიკს.

5.7 ქლორიდ-იონის განსაზღვრა მერკურიმეტრული მეთოდით

გამოყენებული რეაგენტები

1. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ -ის 0,1 N ხსნარი. 8,5 გ $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ -ს ხსნიან 100-150 მლ გამოხდილ წყალში, რომელსაც დამატებული აქვს ერთი მლ კონცენტრირებული HNO_3 და ავსებენ 0,5-ლ-მდე. ხსნარის ზუსტ კონცენტრაციას ადგენენ NaCl -ის სტანდარტული ან HCl -ის სამუშაო ხსნარით. ძირითადი სამუშაო ხსნარის 10-ჯერადი განზავებით ამზადებენ $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ -ის 0,01 N სამუშაო ხსნარს.
2. დიფენილკარბაზონის 0,05%-იანი სპირტხსნარი
3. 1 N HNO_3

ანალიზის მსვლელობა. 50,0 მლ-მდე საანალიზო ხსნარს, რომელშიც Cl^- -ის სავარაუდო შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 4-5 მგ, შეაქვთ 200-250 მლ მოცულობის მქონე კოლბაში და HNO_3 -ით pH მიჰყავთ 2,5-3-მდე (სინჯავენ უნივერსალური ინდიკატორიანი ქაღალდით), უმატებენ რამდენიმე წვეთ დიფენილკარბაზონის სპირტხსნარს და ტიტრავენ 0,01 N $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ -ით სუსტი იისფერის მიღებამდე.

საანალიზო სინჯში Cl^- -ის შემცველობას (გ) ანგარიშობენ ფორმულით

$$\text{Cl-მგ} = N \cdot V \cdot 35,5 \cdot 1000/a$$

სადაც:

N- $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ -ის ნორმალობა

V- გატიტვრაზე დახარჯული $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ -ის მოცულობაა მლ-ში.

35,5 Cl^- -ის მოლ-ეკვივალენტი.

a- საანალიზოდ აღებული წყლის მოცულობა.

თუ საანალიზო სინჯში Cl^- -ის შემცველობა 3-5 მგ/ლ-ზე ნაკლებია, საჭირო ხდება მისი კონცენტრირება აორთქლებით K_2CO_3 -ის თანაობისას და კონცენტრატის გასატიტრად მიკრობიურეტის გამოყენება.

5.8 ჰიდროკარბონატ-იონის განსაზღვრა ნეიტრალიზაციის მეთოდით

ჰიდროკარბონატ-იონის განსაზღვრისთვის საანალიზოდ ავიღე წყლის 1მლ და გადავიტანე კონუსურ კოლბაში, დავუმატე ფენოფტალეინი, რომელმაც ფერი არ მომცა, ეს იმას ნიშნავს რომ საკვლევ სინჯში არ ფიქსირდება კარბონატ-იონი,ეს ამ სინჯის pH-ის მნიშვნელობასთან თანმთვევაშია. შემდეგ მეთოდის შესაამისად დავამატე ინდიკატორი მეთილწარინჯი, მივიღე ყვითელი შეფერილობა, რომელიც გავტიტრე HCl -ით, შეფერილობა გადავიდა ყვითელიდან მოწითალო ფერში. HCO_3^- -ის რაოდენობა ვიანგარიშე ფორმულით და მიღებული შედეგები შევიტანე ცხრილში.

$$\text{HCO}_3^- \text{მგ/ლ} = NV \cdot 61 \cdot 1000 / a,$$

სადაც :

N – HCl -ის ნორმალობაა

V - გატიტვრაზე დახარჯული HCl-ის მოცულობა მლ-ში.

61 – HCO_3^- - ის ეკვივალენტი

a-ადებული ნიმუშის ალიკვოტია მლ-ში.

6. ნატრიუმისა და კალიუმის იონების განსაზღვრა ატომურ-ემისიური სპექტროფოტომეტრული მეთოდით

ნატრიუმის და კალიუმის განსაზღვრისთვის, წყაროს წყლებსა და ჰის წყლებში ხშირად გამოიყენება ჰიდროქიმიში მიღებული და კარად ცნობილი მეთოდი ეკვივალენტების სხვაობის. ამ შემთხვევაში მიღებული მნიშვნელობა არის ნატრიუმის და კალიუმის ჯამი, ნატრიუმის და კალიუმის განსაზღვრისთვის გამოვიყენე ატმურ ემისიური სპექტროფოტომეტრული მეთოდი. ალის ფოტომეტრია ემისიური სპექტრული ანალიზის ერთ-ერთი მეთოდია, რომელსაც საფუძვლად უდევს ალში შეტანილი ელემენტების გამოსხივების ფოტომეტრირება. ადგზების წყაროდ ჩვეულებრივ გამოყენებულია დაბალტემპერატურიანი ალი, ამიტომაც ეს მეთოდი გვაძლევს იმის საშუალებას რომ რაოდენობრივად განვსაზღვროთ მხოლოდ ადვილად ადგზნებადი ტუტე და ტუტემიწათა ლითონები.

ცხრილი1. ნატრიუმის და კალიუმის განსაზღვრის პირობები.

კომპონენტები	განსაზღვრის მეთოდი	აპარატურა	საწვავი,ტალღის სიგრძე
Na^+	ატმურ ემისიური სპექტრომეტრია	პერკინ ელმერი 300	პროპანი/ჰაერი, 598.56მ
K^+	ატმურ ემისიური სპექტრომეტრია	პერკინ ელმერი 300	პროპანი/ჰაერი, 769.46მ

7. აზოტშემცველი ნაერთების განსაზღვრა წყალში

7.1 ამონიუმ-იონის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრა ნესლერის რეაქტივის გამოყენებით

ნესლერის რეაქტივი (K_2HgI_4 -ის ტუტე ხსნარი) ამონიუმ-იონთან წარმოქმნის ყვითლად შეფერილ მერკურამონიუმის იოდიდს (NH_2Hg_2IO). მეთოდი მგრძნობიარეა (განსასაზღვრავი მინიმუმი 1 მკგ), მაგრამ არ არის სპეციფიური. განსაზღვრას ხელს უშლის ზოგიერთი ამინი, სულფიდ-იონი და კათიონები, რომლებიც ტუტე არეში ილექებიან ჰიდროქსიდების სახით. ნესლერის რეაქტივთან სულფიდ-იონის ურთიერთქმედების შედეგად ილექება ვერცხლისწყლის სულფიდი. მის გავლენას იცილებენ საანალიზო ხსნარში თუთიის აცეტატის შეტანით, ჰიდროქსიდების გამოლექვის აცილება შესაძლებელია სეგნეტის მარილით. სხვა ხელისშემშლელი ნივთიერებებისაგან ამონიუმ-იონი შეიძლება დავაცილოთ ამიაკის გადადენით ტუტე არედან. ამონიუმის იონის განსაზღვრისას აუცილებელია ახლად გამოხდილი წყლის გამოყენება, რადგან ლაბორატორიაში დაყოვნებული წყალი, ჩვეულებრივ, დაბინძურებულია ამიაკით.

გამოყენებული რეაგენტები

1. ნესლერის რეაქტივი
2. NH_4Cl -ის ძირითადი სტანდარტი (ტიტრი 0,100 მგ/მლ NH_4^+). 0.2965 გ ექსიკატორში გამომშრალ NH_4Cl -ს ხსნიან 50 – 100 მლ გამოხდილ წყალში და მიღებული ხსნარის მოცულობა საზომ კოლბაში მიჰყავთ ერთ ლიტრამდე. სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს (ტიტრი 10 მკგ/მლ NH_4^+) ამზადებენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარის ათჯერადი განზავებით.
3. ნატრიუმკალიუმის ტარტრატის (სეგნეტის მარილის) 30 %-იანი ხსნარი.

ანალიზის მსვლელობა. 25,0 მლ საანალიზო სინჯს, რომელშიც ამონიუმ-იონის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 20 მკგ, უმატებენ 1 მლ სეგნეტის მარილის ხსნარს, 0,5 მლ ნესლერის რეაქტივს და 5-10 წუთის შემდეგ ზომავენ ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს (ლურჯი შუქფილტრი, λ 400-430 ნმ, კიუვეტის $l = 20$ მმ). ანალიზის შედეგებს აითვლიან საკალიბრო გრაფიკზე. ამონიუმის იონის განსაზღვრისათვის ანალიზურ ქიმიის პრაქტიკაში ფოტომეტრულ მეთოდთან ერთად გამოყენებულია კოლორიმეტრული მეთოდიც. ვიზუალურ განსაზღვრებს ატარებენ ნესლერის ცილინდრების გამოყენებით.

საკალიბრო გრაფიკი

საკალიბრო გრაფიკის ასაგებად საჭირო მონაცემების მისაღებად 25,0 მლ საზომ კოლბებში შეაქვთ 0, 0,3, 0,5, 1,0 და 2,0 მლ ამონიუმის ქლორიდის სამუშაო სტანდარტული ხსნარი (0, 3, 5, 10 და 20 მკგ ამონიუმი) და გამოხდილი წყლით ავსებენ 25,0 მლ-მდე. შემდეგ სამუშაოს აგრძელებენ ზემოთ აღწერილი მეთოდის შესაბამისად.

7.2 ნიტრიტ-იონის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრა

გრისის რეაქტივის გამოყენებით

ნიტრიტ-იონის ფოტომეტრული განსაზღვრა გრისის რეაქტივით დაფუძნებულია მჟავა არეში სულფანილის მჟავას, ნიტრიტ-იონისა და ალფა-ნაფთილამინის ურთიერთქმედების შედეგად მოწითალო-იისფერი აზოსაღებავის წარმოქმნაზე. მეთოდი საშუალებას იძლევა კოლორიმეტრულად ან ფოტომეტრულად განისაზღვროს $> 0,05-0,1$ მკგ ნიტრიტ-იონი (λ_{max} 520 - 530 ნმ). მორეაგირე კომპონენტებს შორის რეაქცია ნელა მიმდინარეობს, ამიტომ რეაგენტის დამატების შემდეგ ხსნარს აყოვნებენ მცირე ხნით, ანდა ათავსებენ 70 – 80 °C მქონე წყლის აბაზანაში. აზონაერთის წარმოქმნისათვის ოპტიმალურია 2 – 2,5 pH.

გამოყენებული რეაგენტები

1. გრისის რეაქტივის (მყარი ნარევი) 1 % წყალხსნარი
2. NaNO_2 -ის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი (ტიტრი 10 მკგ/მლ NO_2^-). 0,1497 გ თერმოსტატში 105-110° C გამომშრალ NaNO_2 ხსნიან 100 – 150 მლ წყალში და საზომ კოლბაში ავსებენ 1,0 ლ-მდე. 5,0 მლ ძირითადი სტანდარტის განზავებით 50 მლ-მდე ამზადებენ სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს (ტიტრი 0,5 მკგ/მლ NO_2^-).
3. 1:1 HCl

ანალიზის მსგელობა. საანალიზო ხსნარს, რომელშიც NO_2^- შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 1–1,5 მკგ, ათავსებენ 25,0 მლ საზომ კოლბაში, გამოხდილი წყლით ავსებენ დაახლოებით 20 მლ-მდე, ურევენ და რამდენიმე წვეთი განზავებული მარილმჟავით pH მიჰყავთ 2 – 2,5-მდე (სინჯი უნივერსალური ინდიკატორიანი ქაღალდით). 1,0 მლ რეაგენტის დამატების შემდეგ გამოხდილი წყლით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 25,0 მლ-მდე, ურევენ, აყოვნებენ 20 – 25 წუთი, ანდა 5 – 10 წუთით ათავსებენ 70 – 80 °C ტემპერატურის მქონე წყლის

აბაზანში. გაციების შემდეგ ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ მწვანე შუქფილტრის გამოყენებით, 20 მმ ფენის სისქის მქონე კიუვეტებში. ანალიზის შედეგს აითვლიან საკალიბრო გრაფიკზე.

საკალიბრო გრაფიკი. 25,0 მლ საზომ კოლბებში შეაქვთ 0; 0,1; 0,3; 0,5; 1,0 და 2,0 მლ სამუშაო სტანდარტული ხსნარი, უმატებენ 20 მლ-მდე გამოხდილ წყალს და სამუშაოს აგრძელებენ ზემოთ აღწერილი მეთოდის შესაბამისად.

ანალიზური ქიმიის პრაქტიკაში ფართოდაა გამოყენებული (განსაკუთრებით სავსე პირობებში) გრისის რეაქტივით ნიტრიტების განსაზღვრის კოლორიმეტრული ვარიანტი იმიტირებული შკალით, ან სტანდარტული სერიების მეთოდით.

7.3 ნიტრატ-იონის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრა ნატრიუმის სალიცილატის გამოყენებით

ნიტრატ-იონის ფოტომეტრული განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ნატრიუმის სალიცილატი, რომელიც გოგირდმჟავა არეში ნიტრატებთან წარმოქმნის ყვითლად შეფერილ ნიტროსალიცილის მჟავების ნარევს. მეთოდი საშუალებას იძლევა 10 მლ სინჯში განისაზღვროს 1 – 20 მკგ NO_3^- . ნიტრატების განსაზღვრას ხელს უშლის დიდი რაოდენობა ქლორიდები და ნიტრიტები ($\text{Cl}^- > 200$ მგ/ლ, $\text{NO}_2^- > 2$ მგ/ლ). ქლორიდების გავლენის აცილება შესაძლებელია მათი წინასწარი გამოლექვით Ag_2SO_4 -ით. ნიტრიტების მოსაცილებლად საანალიზო სინჯს აშრობენ ამონიუმის სულფატის თანაობისას.

გამოყენებული რეაგენტები

1. ნატრიუმის სალიცილატის 0,5 %-იანი წყალხსნარი
2. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა
3. ნატრიუმის ტუტის 40 % წყალხსნარი
4. კალიუმის ნიტრატის სტანდარტული ხსნარი (ტიტრი 0,100 მგ/მლ NO_3^-). 0,1631 გ თერმოსტატში 105 °C გამომშრალ KNO_3 -ს ხსნიან 100 – 150 მლ წყალში, ხსნარი გადააქვთ ერთ ლიტრიან საზომ კოლბაში, კონსერვირების მიზნით უმატებენ ერთ მლ ქლოროფორმს და ჭიქის ნარეცხი წყლით ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ ერთ ლიტრამდე. ძირითადი სტანდარტული

ხსნარის ათჯერადი განზავებით ამზადებენ სამუშაო სტანდარტულ ხსნარს (ტიტრი 10 მკგ/მლ NO_3^-).

ანალიზის მსვლელობა. 10,0 მლ საანალიზო სინჯს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, უმატებენ 1,0 მლ ნატრიუმის სალიცილატის ხსნარს და აშრობენ წყლის აბაზანაზე. მშრალ ნაშთს შეასველებენ ერთი მლ კონც.გოგირდმჟავით, 10 წუთის შემდეგ ფრთხილად უმატებენ 20 – 25 მლ გამოხდილ წყალს და 7 მლ ნატრიუმის ტუტის ხსნარს. გაციების შემდეგ ხსნარი გადააქვთ 50,0 მლ საზომ კოლბაში და ჯამის ნარეცხი წყლით შეავსებენ 50,0 მლ-მდე. ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ ლურჯი შუქფილტრის გამოყენებით (λ 400 - 410 ნმ) 20 მმ ფენის სისქის მქონე კიუვეტებში.

საკალიბრო გრაფიკი. ფაიფურის ჯამებში შეაქვთ 0, 0,3, 0,5, 1,0, 1,5 და 2,0 მლ სამუშაო ხსნარი, უმატებენ 10 – 10 მლ გამოხდილ წყალს, 1,0 - 1,0 მლ ნატრიუმის სალიცილატის ხსნარს და სამუშაოს აგრძელებენ ანალიზის მსვლელობაში აღწერილი მეთოდის მიხედვით. სასურველია საკონტროლო განსაზღვრის ჩატარებაც. მიღებული მონაცემებით აგებენ საკალიბრო გრაფიკს.

სიმღვრივის განსაზღვრა ტურბიდემეტრული მეთოდის გამოყენებით

საანალიზო სინჯებში სიმღვრივის განსაზღვრისთვის გამოვიყენეთ Hach-ის აპარატი სიმღვრივე ისაზღვრება ფორმაზინის შკალასთან შედარებით მაქსიმალური სიდიდე ფორმაზინის შკალის მიხედვით არის 3.5 მგ/ლ FTU სიდიდე აღნიშნავს ფორმაზინის შკალის ერთეულს.

ელექტროგამტარობის განსაზღვრა პოტენციომეტრული მეთოდის გამოყენებით

ხვედრითი ელექტროგამტარობის განსაზღვრისთვის გამოვიყენეთ აპარატი ამისათვის 100 მლ-იან ჭიქაში ჩავასხით საკვლევი ხსნარი ჩავუშვიტ მასში ელექტროდი და ავთვალეთ ანათვალი, ერთეულია სიმენსი/მეტრთან.

ცხრილი 1. საანალიზო წყლის სინჯებში მთავარი იონების შემცველობა

სინჯის დასახელება	Ca^{2+} მგ/ლ	Mg^{2+} მგ/ლ	Na^{+} მგ/ლ	K^{+} მგ/ლ	HCO_3^{-} მგ/ლ	Cl^{-} მგ/ლ	SO_4^{2-} მგ/ლ
სოფ. ფხეროს სასმელი წყალი	10.0	3.6	4.84	0.55	43.9	9.2	1.2
ზარზმის წყაროს წყალი	11.6	2.4	5.17	0.45	58.6	4.9	12.0
ადიგენის ონკანის წყალი	64.0	19.2	28.73	2.57	240.3	19.8	85.0
სოფ. ენთლის წყაროს წყალი	113.0	15.0	19.80	2.53	378.2	16.3	32.6
სოფ. ჩორჩნის წყაროს წყალი	82.0	7.8	11.33	1.32	283.0	9.9	24.5
სოფ. ფხეროს ჭის წყალი	76.0	15.6	48.51	2.75	290.4	77.3	6.4

ცხრილი 2. საანალიზო წყლის სინჯებში მთავარი პარამეტრების განსაზღვრის შედეგები

სინჯის დასახელება	pH	მინერალი- ზაცია მგ/ლ	სიხისტე მგ.ექვ/ლ	ელ. გამტარობა სიმ/მ	სიმღვრივე FTU	წყლის ტიპი
სოფ. ფხეროს ონკანის წყალი	6.65	73.9	0.79	0,0091	1.3	კალციუმიან ჰიდროკარბონ ატული
ზარზმის წყაროს წყალი	7.60	100.9	0.77	0,0081	1.7	კალციუმიან ჰიდროკარბონ ატული
ადიგენის ონკანის წყალი	7.10	491.2	4.78	0,0495	<0.1	კალციუმიან ჰიდროკარბონ ატული
სოფ. ენთლის წყაროს წყალი	7.00	614.6	6.88	0,0693	0.0	კალციუმიან ჰიდროკარბონ ატული
სოფ. ჩორჩნის წყაროს წყალი	7.65	426.8	4.74	0,0439	2.5	კალციუმიან ჰიდროკარბონ ატული
სოფ. ფხეროს ჭის წყალი	7.80	521.1	5.08	0,0683	3.9	კალციუმიან ჰიდროკარბონ ატული

ცხრილი 3. საანალიზო წყლის სინჯებში აზოტშემცველი ნაერთების შემცველობა

სინჯის დასახელება	NH ₄ ⁺ მგ/ლ	NO ₃ ⁻ მგ/ლ	NO ₂ ⁻ მგ/ლ
სოფ. ფხეროს სასმელი წყალი	<0.1	3.9	<0.02
ზარზმის წყაროს წყალი	<0.1	<0.5	<0.02
ადიგენის ონკანის წყალი	<0.1	7.4	<0.02
სოფ. ენთლის წყაროს წყალი	<0.1	24.4	<0.02
სოფ. ჩორჩნის წყაროს წყალი	<0.1	6.9	<0.02
სოფ. ფხეროს ჭის წყალი	<0.1	3.9	0.18

**ცხრილი 4. წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგების შედარება ნორმატიული დოკუმენტის
მონაცემებთან**

- ნორმატიული დოკუმენტი - სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი დამტკიცებულია საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 15 იანვარს #58 დადგენილებით.

განსაზღვრული პარამეტრი	*ზღვრულად* დასაშვები კონცენტრაციები, ნდ-ის მიხედვით არაუმეტეს	სოფ. ფხეროს ონკანის წყალი	ზარზმის წყაროს წყალი	ადიგენის ონკანის წყალი	სოფ. ენტლის წყაროს წყალი	სოფ. ჩორჩნის წყაროს წყალი	სოფ. ფხერო ქის წყალი
სიმღვრივე, FTU	3.5	1.3	1.7	0.0	0.0	2.5	3.9
სულფატი, მგ/ლ	250	1.2	12.0	85.0	32.6	24.5	6.4
ქლორიდები, მგ/ლ	250	9.2	4.9	19.8	16.3	9.9	77.3
სიხისტე, მგ- ეკვ/ლ	7	0.79	0.77	4.78	6.88	4.74	5.08
კალციუმი, მგ/ლ	140	10.0	11.6	64.0	113.0	82.0	76.0
მაგნიუმი მგ/ლ	85	3.6	2.4	19.2	15.0	7.8	15.6
ნატრიუმი, მგ/ლ	200	4.84	5.17	28.73	19.80	11.33	48.51
კალიუმი, მგ/ლ	-	0.55	0.45	2.57	2.53	1.32	2.75
pH	6 – 9	6.65	7.60	7.10	7.00	7.65	7.80
საერთო მინერალიზაცია, მგ/ლ	1000	73.9	100.9	491.2	614.6	426.8	521.1
ამონიუმი მგ/ლ	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ნიტრატები მგ/ლ	50	3.9	<0.5	7.4	24.4	6.9	3.9
ნიტრიტები მგ/ლ	0.2	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.18
ჰიდროკარბონატი მგ/ლ	-	43.9	58.6	240.3	378.2	283.0	290.4
კარბონატი მგ/ლ	-	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ელექტროგამტარობა სიმ/მ	-	0.0091	0.0081	0.0495	0.0693	0.0439	0.0683

დასკვნა

1. გამოკვლეულია ადიგენის რაიონისა და მისი რამოდენიმე სოფლის მიწისქვეშა წყლებისა და ჭის წყლის ქიმიური შედგენილობა: სოფ. ფხეროს სასმელი წყალი, ზარზმის წყაროს წყალი, ადიგენის ონკანის წყალი, სოფ. ენთლის წყაროს წყალი, სოფ. ჩორჩნის წყაროს წყალი და სოფ. ფხერო ჭის წყალი.
2. მათი სასმელად ვარგისიანობის დადგენის მიზნით შესწავლილია მთავარი იონების (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) და აზოტის ნაერთების შემცველობა.
3. ათვისებულია, წყლებში როგორც ძირითადი იონების, ასევე აზოტის ნაერთების და მთავარი პარამეტრების განსაზღვრის საერთაშორისო (ISO, გოსტი) მეთოდები. ჩატარებულია ამ მეთოდების გამოყენებით შესაბამისი ანალიზები.
4. მიღებული შედეგების მიხედვით დადგენილია გამოკვლეული წყლის სინჯების ტიპები, ექვსივე გამოკვლეული წყალი იყო კალციუმიან ჰიდროკარბონატული ტიპის.
5. მიღებული შედეგები შედარებულია ნორმატიული დოკუმენტის (სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცებული საქართველოს მთავრობის მიერ 2014 წლის 15 იანვარს #58 დადგენილებით) მონაცემებს.
6. დადგენილია, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილი: სოფ. ფხეროს სასმელი წყალი, ზარზმის წყაროს წყალი, ადიგენის ონკანის წყალი, სოფ. ენთლის წყაროს წყალი, სოფ. ჩორჩნის წყაროს წყალი და სოფ. ფხერო ჭის წყალი, გამოკვლეული პარამეტრების მიხედვით შეესაბამება ნორმატიული დოკუმენტით დამტკიცებულ სიდიდეებს.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Чихелидзе С. Природные ресурсы Грузии (минеральные воды), 1973
2. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия М. «Мир» с. 357, 1976.
3. Сендел Е. Колориметрические методы определения следов металлов М. «Мир». с. 903, 1964.
4. Супаташвили Г. Д. Гидрохимия Грузии (Пресные воды). ТГУ. 2003
5. სუპატაშვილი გ. დ., რაოდენობითი ანალიზი (გრავიმეტრია, მოცულობითი მეთოდი), თბილისი, გვ. 37-48, 1992.
6. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. М. «Мир» с. 339, 1971.
7. Драчев С.М. Разумов А.С. Скопинцев В.А. Кабанов Н.М. Приемы санитарного изучения водоемов. М. «Медгиз», с. 137, 1960.
8. Коростелев П. П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. Изд. Академии наук. М. 1962.
9. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. М. «Недра», 1970
10. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. М. «Химия», с. 198, 1984
11. Фомин Г.С. Контроль химической, бактериальной и радиоационной безопасности по международным стандартам. энциклопедический справочник. М. выпуск 2, 2002.
12. Овчиников А.М. Минеральные воды. М. изд."Химия", 1973.