

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამარ რაზმაძე-ბროკიშვილი

„ქ. საჩხერის მიმდებარე ტერიტორიის მიწისქვეშა წყლების ძიება
გეოფიზიკური მეთოდებით“

სადოქტორო პროგრამა: გეოლოგია

შიფრი: 0532

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2021

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
სამთო-გეოლოგიურ იფაკულტეტი
გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი

თანახელმძღვანელები: პროფესორი ნანა ხუნდაძე
გმმდ გიორგი მელიქაძე

რეცენზენტები: აკადემიკოსი თ. ჭელიძე
ასოც. პროფესორი ნ. ზაუტაშვილი

დაცვაშედეგა 2021წლის ” _____ ” _____ , _____ საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გეოლოგიის
საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე,
კორპუსი _____ , აუდიტორია _____
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

გეოლოგიის საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს
მდივანი, პროფესორი

მ. მარდაშოვა

მადლიერება

გაწეული შრომისა და თანადგომისათვის მინდა, გულწრფელი მადლობა გადავუხადო სადისერტაციო თემის სამეცნიერო ხელმძღვანელებს: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორს, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა აკადემიურ დოქტორს, ქალბატონ ნანი ხუნდაძეს და ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ჰიდროგეოფიზიკისა და გეოთერმიის კვლევითი ცენტრის ხელმძღვანელს, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, ბატონ გიორგი მელიქაძეს.

უღრმეს მადლობას ვუხდით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის უფროსს, გეოლოგიის საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარეს, გეოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ ნოდარ ფოფორაძეს; სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის ხელმძღვანელს გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ მევლუდ შარიქაძეს, ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტის უფროსს, პროფესორ თეიმურაზ ბარაბაძეს და გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის პროფესორს მარინე მარდაშოვას გაწეული კონსულტაციებისა და მხარდაჭერისათვის.

გულითად მადლობას ვუხდით, აგრეთვე, ასოცირებულ პროფესორებს: გიორგი დურგლიშვილს, ია ახვლედიანს, ირმა კოკოლაშვილს, დავით ბლუაშვილს, ხათუნა მიქაძეს, ასისტენტ პროფესორს ოლღა სესკურიას გაწეული კონსულტაციებისთვის, და ტექნიკური დახმარებისთვის.

დიდ მადლობას ვუხდით ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკური ინსტიტუტის ჰიდროგეოფიზიკისა და გეოთერმიის კვლევითი ცენტრის ყველა თანამშრომელს გაწეული დახმარებისა და თანადგომისათვის.

ასევე უღრმესი მადლობა მინდა გადავუხადო შპს „გეოტექსერვისის“ მთავარ გეოლოგს, გიორგი ტლაშაძეს და სსიპ „წიაღის ეროვნული სააგენტოს“ მთავარ ჰიდროგეოლოგს, ნანა ზაუტაშვილს საქმიანი რჩევებისთვის და გაწეული კონსულტაციებისთვის.

და ბოლოს, გულითად მადლიერებას გამოვთქვამ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ხელმძღვანელობის, პროფესორ-მასწავლებელთა და ყველა თანამშრომლის მიმართ, რომელთაც დადებითი წვლილი შეიტანეს ჩემი სადისერტაციო ნაშრომის შესრულებისას სხვადასხვა, თუნდაც წვრილმანი საკითხების მოგვარებაში.

შესავალი

თემის აქტუალობა. საქართველოს წყალმომარაგების სისტემაში უდიდესი წვლილი მიწისქვეშა წყლებს ეკუთვნის, ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მიწისქვეშა წყლების რესურსების კვლევას და ძიებას.

ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების სიუხვის მიუხედავად, საქართველოს თითქმის ყველა რეგიონი განიცდის საკმარისი რაოდენობის სასმელი წყლის მკვეთრ დეფიციტს. გამონაკლისს არც ჭიათურა-საჩხერის რაიონები წარმოადგენს, სადაც სასმელი წყლის პრობლემა დიდი ხანია არსებობს.

გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის მონაცემებით, ჭიათურის რაიონში, დღეის მდგომარეობით, რეგისტრირებულია 41641 მოქალაქე. აქედან წყალმომარაგების კომპანია ემსახურება, ქ. ჭიათურაში, 13731 სულს, სოფ.სოფ. ნავარძეთსა და მსხლოვანში - 1120 სულს, რომელთაც დღე-ღამეში მიეწოდებათ 6720 მ³ წყალი. შესაბამისად აქ წყლის დეფიციტი არ არის, ხოლო სხვა სოფლებში რეგისტრირებულ 26790 მოქალაქეს ესაჭიროება 8037000 ლ (8037 მ³) წყალი დღე-ღამეში. დეფიციტი დღეის მდგომარეობით სოფლებში შეადგენს 2679000 ლ-ს (2679 მ³-ს).

საჩხერის რაიონში, დღეის მდგომარეობით, რეგისტრირებულია 55000 მოქალაქე, რომელთაგან წყალი მიეწოდება 32000 სულს. წყლის დეფიციტს განიცდის 23000 მოსახლე, რომელთაც დღე-ღამის განმავლობაში ესაჭიროება 6900 მ³ წყალი (ერთ სულზე დღე/ღამეში იანგარიშება 300 ლ.), ანუ ორივე რაიონში სასმელი წყლის დეფიციტი შეადგენს 14937 მ³/დღე-ღამე (173 ლ/წმ).

კვლევის მიზანია საჩხერის მუნიციპალიტეტის მიწისქვეშა წყლების ძიება საყოფაცხოვრებო სასმელი წყლის დეფიციტის დაძლევის მიზნით, წყლის რესურსის გამოთვლა და მისი გაზრდის შესაძლებლობის დადგენა.

სამეცნიერო სიახლე. საყოფაცხოვრებო სასმელი წყლის დეფიციტის დაძლევის მიზნით შემუშავებული იქნა პროექტი - „ჭიათურის წყლის მომარაგების სისტემის რეაბილიტაციის მოწყობა“ (PROJECT REFERENCE:- EP125026). პროექტში მონაწილეობას ღებულობდა საქართველოს გეოფიზი-

კური ასოციაცია და კომპანია EPTISA SERVICIOS DE INGENIERIA S.L. BRANCH INGEORGIA. მეცნიერთა ჯუფმა, დოქტორანტის მონაწილეობით ჩატარა კვლევები, რათა დაედგინათ მდ.მდ.ყვირილისა და ლაშურის მიმდებარე ტერიტორიაზე მიწისქვეშა წყალშემცველი ჰორიზონტის პოტენციალი. მოცემულ უბანზე და საქართველოს მასშტაბით, ამდაგვარი კომპლექსური კვლევები ჩატარდა პირველად. წყალშემცველი ფენების დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების („ვეზ“), კერძოდ, წინაღობის მეთოდი. კვლევები ჩატარდა გეოფიზიკური ხელსაწყო - “Earth Resistivity Meter 16GL-N“-ის საშუალებით და ვეზის სტანდარტული მეთოდოლოგიის მიხედვით.

ნაშრომში ეტაპობრივად და თანმიმდევრობით არის განხილული გეოფიზიკური და ჰიდროგეოლოგიური სამუშაოები. საკვლევი ტერიტორიის ფართობი შეადგენს დაახლოებით 540000 მ²-ს (1200მ X 450მ). საველე მონაცემებზე დაყრდნობით, “ვერტიკალური ელექტრული წინაღობების ერთგანზომილებიანი მოდელირების“ (IPI2WIN) პროგრამის საშუალებით, პირველად იქნა მიღებული 26 ვეზ - ის მრუდი. წინაღობების ვარიაციების თვალსაჩინოებისთვის შედგა ცხრილი. იგივე (IPI2WIN) პროგრამით მოხდა ვეზ-ის დაკვირვების („GT“) წერტილების შეერთება ერთი ხაზის გასწვრივ და შედგენილ იქნა პროფილები. თითოეული განედური პროფილისთვის დადგინდა წინაღობების განაწილების სურათი და გეოელექტრული ჭრილი.

მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით და მოდელირების სპეციალური „Feflow“ პროგრამის გამოყენებით, პირველად შედგა ლითოლოგიური ჭრილები პროფილების გასწვრივ. ამ ჭრილების საფუძველზე აიგო საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში გავრცელებული წყალშემცველი ჰორიზონტის სამგანზომილებიანი, ჰიდროგეოლოგიური მოდელი.

წყალშემცველი ჰორიზონტის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების დასადგენად გაიბურღა 7 ახალი ჭაბურღილი და თითოეულ მათგანში ჩატარდა საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოები. შედეგების ანალიზი ხდებოდა ჰანტუშ-ბიერშენკის (Hantush-Bierschenk) მეთოდით, მონაცემების

შეგროვება და მათი კამერალური დამუშავება მიმდინარეობდა ყოველდღიურად (ლიცენზირებული პროგრამებით - Aquifer-TestPro 4.2, Excel, Matlab). შედეგად პირველად იქნა გამოთვლილი წყალშემცველი ჰორიზონტის ჰიდროდინამიკური პარამეტრები (წყალგამტარებლობის კოეფიციენტი (T) - აგარვალის (Agarval) წყლის დონის აღდგენის მეთოდით, ფილტრაციის კოეფიციენტი (K), ხვედრითი ხარჯი (q) წყლის ოპტიმალური დებიტი (Q_1), გავლენის რადიუსი (R)).

გამოთვლილი პარამეტრების გამოყენებით, პირველად გახდა შესაძლებელი მიწისქვეშა წყლის რესურსის გამოთვლა საკვლევ ტერიტორიაზე არსებულ წყალშემცველ ჰორიზონტში.

პრაქტიკული ღირებულება - ნაშრომში დასაბუთებულია აღნიშნული წყალშემცველი ჰორიზონტიდან წყლის საჭირო რაოდენობის მიღების შესაძლებლობა და ამავე დროს გაცემულია რეკომენდაცია დამატებითი ჭაბურღილების გაბურღვის თაობაზე, რათა მთლიანად იქნეს ათვისებული წყალშემცველი ჰორიზონტის ბუნებრივი რესურსი, რითაც შესაძლებელი გახდება მთლიანად რაიონში წყალმომარაგების მოგვარება.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა- დისერტაცია შედგება შესავლის, ცხრა თავის, დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურის სისიგან, რომელიც მოიცავს 59 დასახელების ნაშრომს ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე. მისი საერთო მოცულობა შეადგენს 167 ნაბეჭდ გვერდს, ახლავს 5 რუკა, 40 ცხრილი, 65 ნახაზი, 24 სურათი და 7 დიაგრამა.

ნაშრომის მოკლე შინაარსი

პირველ თავში განხილულია ჭიათურა-საჩხერის რაიონის გეოგრაფიული მდებარეობა, ოროჰიდროგრაფია და კლიმატი. საჩხერის რაიონი მდებარეობს დასავლეთ საქართველოში, მდ.მდ. ყვირილის და ძირულის ზემო და შუა დინებების აუზში. საკვლევი ტერიტორია ქ. საჩხერიდან დაშორებულია 1.5-2 კმ-ით, ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართულებით, ხოლო ქ. ჭიათურიდან - 14-15 კმ-ით. ჩრდილოეთით მდებარეობს რაჭის ქედის სამხრეთი კალთა, სამხრეთით და სამხრეთ-აღმოსავლეთით - იმერეთის მაღლობი. მდინარის ხეობას მთელ სიგრძეზე ძირითადად V - მაგვარი ფორმა აქვს; საკვლევ ტერიტორიაზე ფართოვდება და ტრაპეციისმაგვარ ფორმას იძენს. გაფართოებისას აღწევს მაქსიმალურ სიგანეს, 1400 მ-ს, 8-10 კმ-ის მანძილზე, სოფ. ჭალასთან, ხოლო ქ. საჩხერესთან (რკინიგზის სადგურთან) კვლავ ვიწროვდება. მდინარის ორივე ნაპირზე გამოყოფილია ჭალისზედა პირველი და მეორე ტერასები 1-1.5 მ საფეხურით. მარცხენა ნაპირის ჭალისზედა ტერასა საკვლევ უბანზე იკვეთება მდ. ლაშურის კალაპოტით, რომელიც იქვე, საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებშივე, უერთდება მდ. ყვირილას. მდინარის ხეობის ფსკერი აგებულია თიხნარით და მხოლოდ ცალკეულ ადგილას, ფსკერზე, შიშვლდება ლოდ-კენჭნარი შლამ - თიხიანი შემავსებლით.

საკვლევი ტერიტორიის კლიმატი ზომიერად ნოტიოა, წლის საშუალო ტემპერატურით 17 °C. ყველაზე ცივი თვე იანვარია, ყველაზე ცხელი კი - ივლისი და აგვისტო.

საკვლევი ტერიტორია დაუსახლებელია, არ არის შენობები.

მეორე თავში საკმაოდ დეტალურად არის აღწერილი რაიონის გეოლოგია და შეიცავს ორ ქვეთავს:

2.1. ჭიათურა საჩხერის რაიონის ტექტონიკა

ე. გამყრელიძის 2009 წლის საქართველოს ტექტონიკური დარაიონების სქემის მიხედვით, საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება ამიერკავკასიის მთა-

თაშუა არის ცენტრალური აზეგების ზონის ძირულის ქვეზონას. მის შემადგენლობაში მონაწილეობს პალეოზოოური კრისტალური ფუნდამენტი (ძირულის კრისტალური მასივი) და მეზო-კაინოზოოური (იურული, ცარცული და ნეოგენური) ასაკის ნალექები. ნეოგენური ნალექები წარმოდგენილია შუა და გვიან მიოცენური ასაკის ქანებით.

კავკასიის ტექტონიკური დარაიონების ტერეინული ანალიზის მიხედვით (ე. გამყრელიძე, 1997), საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება შავი ზღვა - ცენტრალური ამიერკავკასიის ტერეინის, ძირულის სუბტერეინს.

2.2 საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური პირობები

საკვლევი ტერიტორია აგებულია, ძირითადად, მდ. ყვირილის მეოთხეული ასაკის ალუვიური წარმონაქმნებით და ოლიგოცენის ნალექებით. უკანასკნელი გავრცელებულია მდინარის ხეობის განაპირა ნაწილებში, ძირითადად კი დაფარულია ალუვიური ნალექებით.

მდ. ყვირილის ალუვიური ნალექები გავრცელებულია ხეობის ფსკერზე, თითქმის ყველგან, ისინი წარმოდგენილია ლოდ-კენჭნარით და მომწვანო ფერის, წებოვანი თიხის ფენებით. გეოლოგიურ ჭრილში, ზემოდან ქვემოთ, ლოდ-კენჭნარის ფენის ზედა ნაწილში, დაახლოებით 1-2 მ-მდე, შემავსებლად გვევლინება თიხიანი ქვიშა, რომელიც სიღრმეში იცვლება ქვიშიანი და ხრემ-ქვიშიანი მასალით, თუმცა ამ შემავსებლების კონტაქტის მკვეთრად გამოყოფა, მათი თანდათანობითი გადასვლის გამო, არ ხერხდება. ლოდები და ხრემი ძირითადად მაგმური და მეტამორფული ქანებისგან შედგება, იშვითად დანალექი ქანებით არის წარმოდგენილი. ლოდ-ხრემიან ფენაში გავრცელებულია მცირე ზომის თიხის ლინზები. მათი სიმძლავრე არ აღემატება 1.5-2.0 მ-ს. ლინზები გვხვდება როგორც ფენის შუა ნაწილში, ასევე ფუძეშიც, ძირითად ქანებთან კონტაქტში. ჭალისზედა ალუვიური ნალექები ყველგან დაფარულია 2-მ-მდე სიმძლავრის თიხნარებით. ალუვიური ნალექების მაქსიმალური სიმძლავრე, ბურღვითი მონაცემების საფუძველზე, მერყეობს 15 მ-დან 20 მ-მდე.

ოლოგოცენის ასაკის ნალექები საკვლევ უბანზე ყველგანაა გავრცელებული. მდ. ყვირილის ხეობის ფსკერზე ისინი დაფარულია ალუვიური ნალექებით, ზედაპირზე გამოდიან ხეობის ფერდობებზე. ეს ნალექები, სტრატოგრაფიულ ჭრილში ზემოდან ქვემოთ წარმოდგენილია საკმაოდ მკვრივი, შერეებრივი, მომწვანო-მონაცრისფრო ფერის თიხებით. მათ ქვეშ გვხვდება კვარციანი წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვები და ქვიშები. ბურღვითი სამუშაოების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ თიხების სიმძლავრე არ აჭარბებს 20-25 მ-ს, ხოლო ქვიშაქვებისა და ქვიშებისა (ჭაბურღილებით ბოლომდე არ გახსნილა) – 15-20 მ-ს.

მესამე თავი ეძღვნება რაიონის გეომორფოლოგიას. საკვლევ რაიონის მორფოლოგიური თავისებურებაა სიმაღლეების მკვეთრი ვარდნა ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ და აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ; ამასთან ერთად, აღინიშნება სიმაღლეების მკვეთრი სხვაობა უმაღლესსა (2860მ) და უდაბლეს (190-200მ) წერტილებს შორის.

მდ. ყვირილის აუზის მორფოლოგიური მრავალფეროვნება განპირობებულია ტექტონიკური და ლითოლოგიური თავისებურებებით. მდ. ყვირილის აუზის ჩრდილოეთი ნაწილი და მთლიანად მისი მარჯვენა მხარე, გარდა იმისა, რომ გამოირჩევა მაღალი ჰიფსომეტრიული ნიშნულებით, ძლიერ დანაწევრებულია. ეს არე, სადაც ფართო გავრცელებით სარგებლობს ბაიოსის პორფირიტული წყება, ძლიერ დანაოჭებულია.

საკვლევ რაიონში, მდ. ყვირილის ზედა წელი და მარჯვენა ფერდობი აგებულია, ძირითადად, ბაიოსის პორფირიტული სერიის ქანებით. იგი რელიეფის ხასიათით მკვეთრად განსხვავდება აუზის მარცხენა ნაწილისგან. მდ. ყვირილის აუზის მარჯვენა მხარეს, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, რელიეფის გაბატონებული დადებითი ფორმებია ქედები, ხოლო მარცხენა მხარეზე ძირითადად განვითარებულია პლატოები. მკვეთრი მორფოლოგიური სხვაობა აუზის მარჯვენა და მარცხენა ნაწილებს შორის განპირობებულია რელიეფის გეოლოგიური განვითარების განსხვავებული პირობებით.

აუზის მარჯვენა მხარე ვითარდებოდა გეოსინკლინურ, ხოლო მარცხენა ნაწილი - ბაქნურ პირობებში.

მდ. ყვირილის ხეობაში ეგზოდინამიკურ პროცესებს შორის გაბატონებული როლი აქვს სიღრმულ ეროზიას. იგულისხმება, რომ ხეობის ცალკეული უბანი ხასიათდება სიღრმული ეროზიის განსხვავებული ინტენსიურობით. მაგალითად, მდინარის ეროზიული მოქმედება შესუსტებულია სოფ. ჭალა - ქ. საჩხერის მონაკვეთზე. აქ სიღრმულ ეროზიასთან შედარებით გაბატონებულია გვერდითი ეროზია. მისი მოქმედება აიხსნება ხეობის ამ მონაკვეთის ამგებელი ქანების დაბალი მდგრადობით. აქ ხეობის ფსკერზე არ გვხვდება ძირითადი ქანების ლოდები და როჟკი. მდინარის საშუალო დაქანება ამ მონაკვეთზე მცირეა (10-20მ ხეობის 1 კმ-ზე). ერთი და იგივე პროცესის ორი სხვადასხვა მხარე - ეროზია და აკუმულაცია, ჭალის ამ მონაკვეთზე მკაფიოდ გაირჩევა. აქედან გამომდინარე საკვლევი უბანი წარმოადგენს ძირითადად აკუმულაციის არეს.

მეოთხე თავში დახასიათებულია ჭიათურა-საჩხერის რაიონის ჰიდროგეოლოგიური პირობები.

საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება საქართველოს მთათაშუა დეპრესიის ჰიდროგეოლოგიური ოლქის ძირულის ჰიდროგეოლოგიურ მასივს.

ჭიათურა-საჩხერის რაიონის ჰიდროგეოლოგიური პირობები შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგნაირად:

1. რაიონის შემადგენელ სხვადასხვა სტრატეგრაფიულ ერთეულებს შორის მკვეთრი ლითოლოგიური განხვავებებისა და მცირე დახრილობის მქონე წყალშემცველი და წყალგაუმტარი ქანების მონაცვლეობის გამო, წყალშემცველი ჰორიზონტები ძირითადად დაკავშირებულია სტრატეგრაფიულ ერთეულებთან და განლაგებულია სართულებად;
2. მდ. ყვირილის აუზის ცარცული და ალუვიური ნალექების გარდა, რომლებიც ცალკეულ უბნებზე ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი წყალუხვობით, ყველა დანარჩენი ჰორიზონტი სუსტად წყალშემცველია.

მათში გავრცელებული წყლები, ძირითადად, ჰიდროკარბონატული კალციუმიანია და სუსტი მინერალიზაციით ხასიათდება;

3. წყალშემცველი ჰორიზონტები ძირითადად იკვებება ატმოსფერული ნალექებით და ზედაპირული წყლებით, იშვიათად სხვა ჰორიზონტებიდან დრენირებული მიწისქვეშა წყლებით;
4. ზედაპირული ჩამონადენი ძირითადად ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-დასავლეთიდან, რაჭის ქედის კალთებიდან მოედინება. იგივე მიმართულებით ხდება მიწისქვეშა წყლების დინება. შესაბამისად, განტვირთვის არე განლაგებულია რაიონის სამხრეთ ნაწილში;

საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში გავრცელებული წყალშემცველი ჰორიზონტი დაკავშირებულია მდ. ყვირილის და მისი შენაკადების ალუვიურ ნალექებთან, წარმოდგენილია კაჭარ-კენჭნარით თიხა-ქვიშის შემავსებლით. ეს ჰორიზონტი ლოკალურად გავრცელებულია მდინარის ხეობის საზღვრებში და ძირითადად განვითარებულია სოფ. ჭალიდან ქ. საჩხერემდე. მდ. ყვირილის და მისი შენაკადების სხვა მონაკვეთებზე ალუვიური ნალექები გავრცელებულია ლოკალური, მცირე უბნების სახით. თიხის შემავსებლის არსებობის გამო, ისინი ხასიათდებიან სუსტი წყალშემცველობით. აღნიშნულ ხეობაში გავრცელებული ალუვიური ჰორიზონტი ძლიერ წყალუხვია. დეტალური ჰიდროგეოლოგიური კვლევების შედეგად, სანაპირო ინფილტრაციული წყალაღების დადგენილი სქემით, შეიძლება მივიღოთ სამეურნეო - სასმელად გამოსაყენებელი გრუნტის წყალი 600 ლ/წმ რაოდენობით.

მეხუთე თავი ეძღვნება იმ გეოფიზიკური მეთოდების დახასიათებას, რომლებიც გამოყენებულია საკვლევი ტერიტორიაზე არსებული წყალშემცველი ჰორიზონტის ძიების და მისი სიმძლავრის დადგენისთვის; შედგება ორი ქვეთავისგან:

5.1 ძიების ელექტრული მეთოდი (მოკლე მიმოხილვა)

საძიებო გეოფიზიკის მეთოდებს შორის ელექტროძიება ყველაზე ეფექტური მეთოდია მიწისქვეშა წყლების ძიებისთვის. მისი ძირითადი ამოცანაა გეოელექტრული ჭრილის შედგენა, რაც ნიშნავს ელექტრომაგნიტური თვისებებით განსხვავებული ფენების გამოყოფას გეოლოგიურ ჭრილში და მათი სიმძლავრეების დადგენას.

გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ერთ-ერთი ფუნდამენტური მოთხოვნა არის შესასწავლი ობიექტის ფიზიკური თვისებების კონტრასტულობა ძირითადი გარემოს მიმართ. ელექტროძიებისათვის ეს ნიშნავს, რომ შესასწავლი ობიექტის კუთრი ელექტრული წინაღობა შესამჩნევად უნდა განსხვავდებოდეს იმ გარემოს კუთრი ელექტრული წინაღობისაგან, რომელშიც იგი იმყოფება.

ქანების პარამეტრების ცვლილება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, რომელთა შორის ძირითადია ქანების ლითოლოგიური და სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებანი. ცნობილია, რომ ქანი, უმეტესად წარმოადგენს მინერალთა აგრეგატს, რომელსაც ახასიათებს გავრცელების დიდი არეალი და არის დედამიწის ქერქის შემადგენელი ნაწილი. მასში არსებული ფორები, ნაპრალები და კავერნები შევსებულია სითხით ან აირით. აქედან გამომდინარე, ქანების კუთრი ელექტრული წინაღობა დამოკიდებულია ქანმაშენი მინერალების კუთრ ელექტრულ წინაღობაზე, ფორიანობის ხარისხზე, მათში სითხის ან აირის ოდენობაზე, მათ კუთრ ელექტრულ წინაღობასა და სხვა ფაქტორებზე.

ქანების მაფორმირებელი მინერალების კუთრ ელექტრულ წინაღობას, როგორც წესი, მცირე წვლილი აქვს ქანების კუთრ ელექტრულ წინაღობაზე. ამ ფაქტის მიზეზი კი მდგომარეობს იმაში, რომ ქანების უმეტესობა წარმოადგენს დიელექტრიკს. რაც მეტი წყალია ქანების ფორებში და რაც ნაკლებია კუთრი ელექტრული წინაღობა წყლისა - მით ნაკლებია ქანების კუთრი ელექტრული წინაღობა.

ამასთანავე, ქანში არსებული წყლის ხვედრითი ელექტრული წინაღობა დამოკიდებულია, ძირითადად, მარილიანობასა და ტემპერატურაზე - რაც მეტია მარილიანობა, მით ნაკლებია კუთრი ელექტრული წინაღობა.

სხვა ვითარებაა თიხის შემთხვევაში. მისი კუთრი ელექტრული წინაღობა ძალიან დაბალია (წყალთან შედარებითაც კი). ამის მიზეზია თიხაში არსებული რთული კაპილარული პროცესები; რაც მეტია თიხის შემცველობა, მით ნაკლებია ქანის კუთრი ელექტრული წინაღობა.

როდესაც საცდელ უბანზე განვითარებულია ჰორიზონტული ფენობრივი სტრუქტურა, ცხადია, იმისათვის, რათა ფენები გამოიყოს, საჭიროა წინაღობის ვერტიკალური განაწილების შესწავლა. ამისთვის ტარდება ვერტიკალური ელექტრული ზონდირება („ვეზ“).

5.2 გეოფიზიკური კვლევები ჭაბურღილებში (მოკლე მიმოხილვა).

კაროტაჟი არის ჭაბურღილების გეოფიზიკური გამოკვლევა, რომელსაც აწარმოებენ გეოლოგიური ჭრილების შესასწავლად და სასარგებლო წიაღისეულის გამოსავლენად. ნებისმიერი სარეწაო გეოფიზიკური მეთოდი გულისხმობს ჭაბურღილის ლულის გასწვრივ ქანის რომელიმე მახასიათებელი ფიზიკური პარამეტრის გაზომვას. გამოკვლევის შედეგები გამოისახება ქანების ფიზიკური პარამეტრების ცვლილების მრუდებით - კაროტაჟული დიაგრამებით.

დღეისათვის ჭაბურღილების გამოკვლევისთვის გამოიყენება გეოფიზიკურ მეთოდთა ფართო კომპლექსი: ელექტრული კაროტაჟი - ღრმა (LN) და პატარა (SN) შეღწევადობის ელექტროწინაღობის კაროტაჟები, თვითპოტენციალის კაროტაჟი (SP), წერტილოვანი ელექტროწინაღობის (SPR) კაროტაჟი; ბუნებრივი გამა (NG) კაროტაჟი, კავერნომეტრია (Ca), თერმოკაროტაჟი (FTEMP).

მეექვსე თავში აღწერილია საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევები და მათი შედეგები; შედგება სამი ქვეთავისგან.

კვლევების ჩატარება ამ უბანზე განპირობებული იყო იმ ფაქტორით, რომ მდ. ყვირილის ჭალა ამ ადგილას ფართოა, ალუვიური ნალექები მძლავრია და წარმოდგენილია კაჭარ-კენჭნარით, თიხა-ქვიშის შემავსებლით. მათში არსებული გრუნტის წყლები ძირითადად იკვებება მდ. ყვირილით და ატმოსფერული ნალექებით. ეს უკანასკნელი უხვად მოდის ამ რეგიონში. განხორციელდა ელექტროსადიებო სამუშაოები, რომელთა მიზანს წარმოადგენდა საკვლევ ტერიტორიაზე, მდ. ყვირილისა და მდ. ლაშურის ალუვიური ნალექების მახასიათებლების (ფილტრაციული თვისებები, გრანულომეტრია, სიმძლავრე, ლითოლოგიური შედგენილობა, გეოფიზიკური პარამეტრები და ა.შ.) შესწავლა. ამ მიზნით დაიგეგმა შემდეგი სახის სამუშაოები:

- გეოფიზიკური პროფილირება, კერძოდ ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების (ვეზ) ჩატარება, წყალშემცველი ჰორიზონტის საზღვრების გამოსავლენად;
- საკვლევ ტერიტორიაზე ბურღვითი სამუშაოების განხორციელება, წყალშემცველი ჰორიზონტის გამოსავლენად და ჰიდროდინამიკური პარამეტრების განსაზღვრის მიზნით;
- ჭაბურღილებში კაროტაჟული კვლევების ჩატარება, წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრის დაზუსტების მიზნით;
- საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოების ჩატარება ჭაბურღილებში.

6.1 ვერტიკალური ელექტრული ზონდირების მონაცემების დამუშავების შედეგები.

გეოფიზიკური სამუშაოები ჩატარდა 26 დაკვირვების წერტილში, „ვეზ“-ის სტანდარტული მეთოდოლოგიის მიხედვით. თითოეულ დაკვირვების წერტილში მკვებავ ელექტროდებს შორის მაქსიმალური მანძილი იყო 500 მ, კვლევის სიღრმე დაახლოებით 170 მ.

საველე მონაცემებზე დაყრდნობით, “ვერტიკალური ელექტრული წინაღობების ერთგანზომილებიანი მოდელირების (IPI2WIN)” პროგრამის საშუალებით, მიღებული იქნა 26 ვეზ მრუდები, რომელთა დამუშავების

საფუძველზე შეიქმნა კუთრი წინაღობების ვარიაციების ცხრილი. იგივე პროგრამით განხორციელდა ვეზ-ის დაკვირვების წერტილების შეერთება ერთი ხაზის გასწვრივ და მიღებულ იქნა 4 განედური და 8 მკვეთი პროფილი. თითოეული განედური პროფილისთვის დადგინდა წინაღობების განაწილების სურათი და გეოელექტრული ჭრილი.

6.2 წყალშემცველი ჰორიზონტის სამგანზომილებიანი,

ჰიდროგეოლოგიური მოდელი.

მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით და სპეციალური მოდელირების პროგრამის - „Feflow“ - ს გამოყენებით, აიგო ლითოლოგიური ჭრილები 12 პროფილის გასწვრივ, ხოლო ამ ჭრილების საფუძველზე - საკვლევი ტერიტორიის სამგანზომილებიანი ჰიდროგეოლოგიური მოდელი.

ელექტროსადიებო სამუშაოების შედეგად გამოიკვეთა სამი ფენა:

პირველი - თიხნარის ფენა, 5-30 ომ.მ წინაღობით და წყლის ცუდი შელწევადობით - სიმძლავრე 1 მ.

მეორე - წყალშემცველი ფენა, რომელიც შეიცავს სამ ქვეფენას: „მშრალი ქვიშა“ წინაღობით 450-2500 ომ. მ - სიმძლავრე - 5მ; ტენიანი ქვიშა - წინაღობით 150-450 ომ.მ - სიმძლავრით 8 მ, წყლით გაჯერებული ქვიშა - წინაღობით 30-150 ომ.მ, სიმძლავრე 11 მ;

მესამე - თიხის ფენა, წინაღობით 5-30 ომ.მ, სიმძლავრე კვლევის სიღრმედე (170 მ);

ყველაზე დიდი ფენის სიმძლავრე დაფიქსირდა ტერიტორიის ჩრდილო-აღმოსავლეთით, სიმძლავრით 12-15 მ. მისი სიმძლავრე მცირდება დასავლეთის მიმართულებით 2მ-ით, ხოლო სამხრეთის მიმართულებით 6მ-ით.

იმ პროფილზე, სადაც დაფიქსირდა ყველაზე დიდი სიმძლავრე, გაიზურდა ერთი საკვლევი-სადიებო („ცენტრალური“), 25 მეტრიანი ჭაბურღილი, კერნის სრული ამოღებით.

კერნების მონაცემების საფუძველზეც დაფიქსირდა 3 ფენა:

პირველი - თიხნარის ფენა, უწყლო - სიმძლავრე 1 მ;

მეორე - კაქარ-კენჭნარი, ლოდების ჩანართებით და ქვიშა-თიხის შემავსებლით, რომელიც შეიცავს 5 მ სიმძლავრის უწყლო და 11.5 მ სიმძლავრის წყლიან ქვეფენებს;

მესამე - მკვრივი თიხები, უწყლო - სიმძლავრე 8.5 მ.

6.3 ჭაბურღილებში ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევებით მიღებული მონაცემების დამუშავების შედეგები.

კვლევის შემდეგ ეტაჟზე მდინარის პარალელურად, გაიბურღა ახალი 7 საექსპლუატაციო ჭაბურღილი, რომლებშიც ჩატარდა კაროტაჟული სამუშაოები.

აღმოჩნდა, რომ საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარებული ელექტრომეტრიული ძიებით, კერძოდ ვეზ-ით მიღებული ლითოლოგიური ჭრილი შესაბამისობაში მოდის „ცენტრალური“ ჭაბურღილიდან ამოღებული კერნის ნიმუშების მიხედვით აგებულ ლითოლოგიურ ჭრილთან და ემთხვევა ახლად გაბურღულ 7 ჭაბურღილში ჩატარებული კაროტაჟული კვლევებით მიღებულ მონაცემებს.

შედეგად გეოელექტრულ ჭრილში გამოიყო 3 ფენა:

პირველი - მშრალი ნიადაგის თიხნარი - სიმძლავრე 1-2 მ, უწყლო;

მეორე - წყალშემცველი ფენა, კაქარ-კენჭნარი თიხა-ქვიშის შემავსებლით, რომელიც შედგება მეტ-ნაკლები წყლიანი ფენებისგან, საერთო სიმძლავრე 17-18 მ;

მესამე - თიხის ფენა - სიმძლავრით კვლევის სიღრმემდე, უწყლო.

მეშვიდე თავში დახასიათებულია სარეწაო ჭაბურღილების კვლევის მეთოდები; შედგება ორი ქვეთავისგან.

7.1 ჭაბურღილების საფეხურიანი კვლევა (ტესტირება).

საფეხურიანი ტესტირება არის ერთი ჭაბურღილის კვლევა, რომლის დროსაც ჭაბურღილიდან წყლის ამოტუმბვა ხდება, დაბალი, მუდმივი წარმადობით (Q) მანამდე, სანამ წყლის დონე ჭაბურღილში აღარ დაიწევს, ანუ ჭაბურღილიდან მივიღებთ სტაბილურ მოდინებას სითხის დონის სტაბილური მდგომარეობის შენარჩუნებით. შემდეგ ხდება წარმადობის ზრდა, ამოტუმბვა გრძელდება მანამ, სანამ სითხის დონის დაწევის სიდიდე კვლავ აღარ შეიცვლება. ეს პროცესი მეორდება მინიმუმ სამი საფეხურის განმავლობაში, თითოეულ ეტაპს უნდა ჰქონდეს ერთიდაიგივე ხანგრძლივობა - 30 წუთიდან 2 საათამდე.

ჭაბურღილში წყლის დონის დაწევის სიდიდე გამოითვლება ჯეიკობის (Jacob) ცნობილი განტოლებით:

$$S = BQ + CQ^2$$

სადაც,

S - ჭაბურღილში წყლის დონის დაწევის სიდიდეა;

Q - ჭაბურღილის დებიტი საფეხურის ბოლოს;

B - ჭაბურღილის დანაკარგის წრფივი კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს ჭაბურღილში სითხის ნაკადის ლამინარულ მოძრაობას;

C - ჭაბურღილის დანაკარგის არაწრფივი კოეფიციენტი. ასახავს დანაკარგს ხახუნის გადალახვაზე, რომელიც გვხვდება ჭაბურღილის სანგრევისპირა ზონაში და ჭაბურღილის სატუმბ-საკომპრესორო მილებში, სადაც სითხის მოძრაობა ტურბულენტურია.

საფეხურიანი ტესტირების საშუალებით შესაძლებელია B წყალშემცველი ფენის დანაკარგის წრფივი კოეფიციენტის და C ჭაბურღილის დანაკარგის არაწრფივი კოეფიციენტის შეფასება. ვიცით რა მათი მნიშვნელობები, ჩვენ შეგვიძლია ვიწინასწარმეტყველოთ წყლის დონის ვარდნა ჭაბურღილის ლულაში, დროის t შუალედში, ნებისმიერი რეალური Q ხარჯის დროს. შემდეგ, ჩვენ შეგვიძლია გამოვიყენოთ თანაფარდობა წყლის დონის

ვარდნის სიდიდესა და განტვირთვის შორის იმისთვის, რომ ემპირიულად აირჩეს ოპტიმალური დებიტი ჭაბურღილისთვის.

7.2 ჰანტუმ-ბიერშენსკის მეთოდი.

საფეხურიანი ტესტირების გასაანალიზებლად ეფექტურია ჯეიკობის განტოლებაზე დაფუძნებული ჰანტუმ-ბიერშენსკის მეთოდი. ამ მეთოდით შეიძლება განისაზღვროს B და C კოეფიციენტები ჩაკეტილი ან ფხვიერი წყალშემცველი ჰორიზონტებისთვის.

n საფეხურიანი ტესტირების დროს, ჰანტუმმა (1964 წ.) ჯეიკობის განტოლება გამოსახა შემდეგნაირად:

წყლის დონის ვარდნის ნაზრდი, ყოველი საფეხურის ფიქსირებულ დროის ინტერვალში ($t-t_i=\Delta t$), შეიძლება მიღებული იქნას (1) ფორმულიდან

$$\sum_{i=1}^n \Delta S(i) = S = BQ_n + CQ_n^2 \quad (1)$$

სადაც

i -ური საფეხური წინ უსწრებს n-ურ საფეხურს;

$\Delta S(i)$ -წყლის დონის ვარდნის ნაზრდი ორ მომდევნო საფეხურს შორის

S - t დროში საფეხურიანი ამოტუმბვისას წყლის დონის სრული ვარდნა;

Q_n - მუდმივი წყლის ხარჯი n-ური საფეხურის დროს;

(1) ფორმულა შეიძლება ასეც ჩაიწეროს

$$\frac{S}{Q_n} = B + CQ_n \quad (2)$$

$\frac{S}{Q_n}$ -ს Q_n -ზე დამოკიდებულების გრაფიკი წარმოადგენს წრფეს, რომლის დახრის კუთხეა C კოეფიციენტი. (2) ფორმულიდან და გრაფიკის რომელიმე წერტილიდან, შეიძლება გამოთვლილი იქნას B კოეფიციენტი.

ჰანტუმის (1964) და ბიერშენსკის (1963) მიერ შემოთავაზებული პროცედურა გამოიყენება თუ დაცული იქნება შემდეგი დაშვებები და პირობები:

- წყალშემცველი ჰორიზონტი არის იზოლირებული, ან ფხვიერი;
- წყალშემცველი ჰორიზონტის ამოტუმბვა ხდება ეტაპობრივად, წყლის ხარჯის გაზრდით;

- ნაკადი ჭაბურღილში არამდგრად მდგომარეობაშია;
- ჭაბურღილის არაწრფივი დანაკარგი დამოკიდებულია CQ^2 - ზე.
უნდა შესრულდეს შემდეგი პროცედურები:
 - ნახევრადლოგარითმულ ფურცელზე იგება წყლის დონის ვარდნის (S), დროზე (t) დამოკიდებულების გრაფიკი (t ლოგარითმული შკალით);
 - აგებული გრაფიკის მიხედვით, თითოეული საფეხურისთვის კეთდება მრუდის ექსტრაპოლაცია;
 - განისაზღვრება წყლის დონის ვარდნა (S) თითოეული ეტაპისთვის ფიქსირებულ Δt დროში;
 - განისაზღვრება S-ის მნიშვნელობა წყლის ხარჯთან მიმართებაში; ფორმულის მიხედვით:

$$S(n) = \Delta S(1) + \Delta S(2) + \dots + \Delta S(n).$$

შემდეგ ყოველი საფეხურისთვის გამოითვლება თანაფარდობა $\frac{S(n)}{Q_n}$

- იგება $\frac{S(n)}{Q_n}$ - ის Q_n - ზე დამოკიდებულების გრაფიკი, რომელიც წარმოადგენს წრფეს;
- გამოითვლება გრაფიკის დახრის კუთხე $-\frac{\Delta S(n)/Q_n}{\Delta Q_n}$, რომელიც წარმოადგენს C კოეფიციენტს;
- გრაფიკს აგრძელებენ $Q=0$ ღერძის გადაკვეთამდე და გადაკვეთის წერტილი შეესაბამება B კოეფიციენტს.

მერვე თავში დეტალურად არის აღწერილი გაბურღული შვიდი ჭაბურღილის კვლევის პროცესი და მისი შედეგები. შედეგება შვიდი ქვეთავისგან, რომლებშიც მოტანილია შესაბამისი ჭაბურღილების ტესტირების შედეგები და ნაჩვენებია შემდეგი ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრების გამოთვლა შესაბამისი ფორმულებით:

წყალგამტარებლობის კოეფიციენტი (T);

$$T = 0,183 \cdot \frac{Q}{C}$$

ფილტრაციის კოეფიციენტი (K);

$$K = \frac{T}{H}$$

გავლენის რადიუსი (R);

$$\lg R = \frac{S1 \lg r2 - S2 \lg r1}{S1 - S2}$$

ჭაბურღილის დებიტი (Q) (დიუპუის ფორმულით, რომელიც სამართლიანია უდაწნეო გრუნტის წყლებისთვის);

$$Q = \frac{1,366 * K(2H - S) * S}{\lg \frac{R}{r_0}}$$

C - არაწრფივი კოეფიციენტი;

H – წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრე;

S – წყლის დონის დაწვევის სიდიდე ხანგრძლივი ტესტირების დასასრულს;

R – გავლენის რადიუსი;

r₀ - ჭაბურღილის რადიუსი;

S₁ - წყლის დონის დაწვევის სიდიდე I სათვალთვალო ჭაბურღილში (დამორებულია საკვლევი ჭაბურღილიდან 50 მ-ით);

S₂ - წყლის დონის დაწვევის სიდიდე II სათვალთვალო ჭაბურღილში (დამორებულია საკვლევი ჭაბურღილიდან 100 მ-ით);

r₁ - მანძილი საექსპ. ჭაბურღილიდან I სათვალთვალო ჭაბურღილამდე;

r₂ - მანძილი საექსპ. ჭაბურღილიდან II სათვალთვალო ჭაბურღილამდე;

მერვე თავის ბოლოს ცხრილის სახით წარმოდგენილია სრული ინფორმაცია ჭაბურღილების მახასიათებლების შესახებ:

ჭაბურღილები	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
ჭაბურღილის რადიუსი r ₀ , (მმ)	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5
სტატიკური დონე საექსპ. ჭაბურღილში, S ₀ , (მ)	8.5	8.55	8.56	8.37	8.44	8.23	8.67
სტატიკური დონე სათვალთვალო ჭაბურღილში, S (მ)	8.57	#1 - 8.17 #3 - 8.46	8.47	#6 - 8.27 #3 - 8.57	8.51	#3 - 8.59 #4 - 8.39 #5 - 8.25	#6 - 8.17 #5 - 8.31

წყლის დონის დაწვევის სიდიდე საექსპ. ჭაბურღილში, S ₀ (მ)	2.42	7.13	3.86	2.42	2.98	1.92	6.73
წყლის დონის დაწვევის სიდიდე სათვალთვალო ჭაბურღილში, ΔS ₀ (მ)	0.33	0.04	0.22	# ₀ - 0.63 #3- 0.17	0.17	0.29	0.33
წყლის დონის დაწვევის სიდიდე საექსპ. ჭაბურღილში, ΔS ₀₁ (მ) ხანგრძლივი ტესტირება	2.67	1.43	4.47	2.46	3.31	1.87	6.99
გავლენის რადიუსი, R, (მ)	100	100	100	129	100	100	100
წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრე, H, (მ)	11	11	12	12	12	10	9
წყალგამტარებლობის კოეფიციენტი, T (მ ² /დღ)	1484	1039	1621	1305	1246.7	975.3	880.6
ფილტრაციის კოეფიციენტი, K (მ/დღ)	134.9	94.5	135.1	108.8	103.9	97.5	97.8
დებიტი ხანგრძლივი ტესტირებისას Q (მ ³ /დღ /ლ/წმ)	1488.36 17.23	828 9.59	1614.95 18.69	1630.19 18.87	1614.85 18.69	1614.95 18.69	1477 17.09
ხვედრითი ხარჯი, q, (მ ³ /დღ)	557.7	579.6	361.26	662.14	492.5	863.6	211
რეკომენდირებული დებიტი Q _დ (მ ³ /სთ/ლ/წმ)	72 20	34 9.5	72 20	72 20	72 20	72 20	<60 <16.7
ΔS ₀₁ - ის დროს ამოტუმბული წყლის რესურსი Q (ლ/წმ)	37.18	14.8	63.0	29.7	38.0	17.7	40.2
ამოტუმბული წყლის რესურსი, დასაშვები დონის დაწვევისას Q (4.8 მ) - ლ/წმ	59.5	41.7	66.5	51.6	51.1	38.0	38.1

შენიშვნა. #6 ჭაბურღილი დაშორებულია #4 ჭაბურღილიდან 3.8 მ-ით.

როგორც ცხრილის მიხედვით ჩანს, შვიდივე ჭაბურღილის ერთობლივი ექსპლუატაციით შესაძლებელია მივიღოთ დაახლოებით 240 - 346 ლ/წმ წყლის რაოდენობა.

მეცხრე თავში წარმოდგენილია, 2020 წლის მაისის თვეში, #1, #3 და #5 ჭაბურღილებიდან აღებული წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები, რომელიც შესრულებულია სტუ-ს ჰიდროგეოლოგიის და საინჟინრო გეოლოგიის მიმართულების ლაბორატორიაში.

საერთო მინერალიზაციის სიდიდის მიხედვით (0.34, 0.38; 0.36), წყალი მტკნარი წყლების კატეგორიას მიეკუთვნება. ხოლო ქიმიური შედგენილობით ჰიდროკარბონატული სულფატურ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ტიპისაა.

წყალბად-იონების კონცენტრაციის (pH) მაჩვენებლით რეაქცია ნეიტრალურია.

გამაჭუჭყიანებელი კომპონენტებიდან წყლის სინჯები შეიცავს ნიტრიტს და ნიტრატის იონებს დასაშვები ნორმის ფარგლებში.

წყლის სინჯები, ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური ანალიზების მონაცემებით, აკმაყოფილებს სასმელი წყლისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

დასკვნები და რეკომენდაციები

ჭაბურღილი #1

ხანგრძლივმა ტესტირებამ აჩვენა, რომ წყლის მოპოვება #1 ჭაბურღილიდან დებიტით $Q = 62$ მ³/სთ სტაბილურია. შესაძლებელია, დებიტი იყოს $Q = 72$ მ³/სთ (20 ლ/წმ), ამ დროს წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 3 მ.

ჭაბურღილი #2

#2 ჭაბურღილიდან წყლის ხარჯი უნდა იყოს 34-36 მ³/სთ (10 ლ/წმ), შესაბამისი წყლის დონის დაწვევის სიდიდე ჭაბურღილში იქნება 1.4-1.5 მ. როდესაც წყლის ხარჯი იყო 58 მ³/სთ, მოხდა „გაუწყლოება“, ამიტომ ტუმბო სასწრაფოდ გააჩერეს.

ჭაბურღილი #3

#3 ჭაბურღილიდან წყლის ხარჯი შეიძლება იყოს 72 მ³/სთ (20 ლ/წმ), შესაბამისად წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 4.5-4.8 მ.

ჭაბურღილი #4

#4 ჭაბურღილიდან წყლის ხარჯი შეიძლება იყოს 72 მ³/სთ (20 ლ/წმ), შესაბამისად, წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 2.7-3 მ.

შესაძლებელია, რომ წყლის ხარჯი #4 ჭაბურღილიდან იყოს დაახლოებით 100 მ³/სთ (27.7 ლ/წმ). ასეთ შემთხვევაში წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 4.7-5 მ, მაგრამ ეს უარყოფით გავლენას მოახდენს მეზობელ ჭაბურღილებზე.

ჭაბურღილი #5

#5 ჭაბურღილიდან წყლის ხარჯი შეიძლება იყოს 72 მ³/სთ (20 ლ/წმ), შესაბამისად, წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 3.5-4 მ.

ჭაბურღილი #6

#6 ჭაბურღილიდან წყლის ხარჯი შეიძლება იყოს 72 მ³/სთ (20 ლ/წმ), შესაბამისად, წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 2.2 მ (გასათვალისწინებელია, რომ #6 ჭაბურღილში წყლის დონის დაწვევის სიდიდე არის ყველაზე მცირე).

შესაძლებელია და რეკომენდირებულია, რომ წყლის ხარჯი #6 ჭაბურღილიდან იყოს დაახლოებით 100 მ³/სთ (27.7 ლ/წმ). ასეთ შემთხვევაში წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 3.7 მ, მაგრამ გასათვალისწინებელია, რომ ეს გავლენას მოახდენს მეზობელ ჭაბურღილებზე (#5 და #7). წყლის დონე აღნიშნულთან შედარებით შემცირდება 0.3-0.4 მ-ით.

ჭაბურღილი #7

რეკომენდირებულია, რომ წყლის ხარჯი იყოს დაახლოებით 60 მ³/სთ (16.61 ლ/წმ) ან უფრო ნაკლები - 50 მ³/სთ. ასეთ შემთხვევაში, წყლის დონის დაწვევის სიდიდე იქნება 4 მ.

უნდა გვახსოვდეს, რომ #5 და #6 ჭაბურღილების ერთობლივი ექსპლუატაციისას წყლის დონის დაწვევის სიდიდე #7 ჭაბურღილში დამატებით იქნება 0.4-0.5 მ.

თუ წყლის ხარჯი #7 ჭაბურღილიდან იქნება 72 მ³/სთ (20 ლ/წმ), მაშინ წყლის დონის დაწვევის სიდიდე გაცილებით მეტია: 7.71 მ და #5, #6 და #7

ჭაბურღილების ერთობლივი ექსპლუატაციისას მოხდება ჰორიზონტის „გაუწყლოება“.

საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის მიერ მოწოდებულ მონაცემებზე დაყრდნობით, ჭიათურა-საჩხერის რაიონში წყლის დეფიციტი შეადგენს 173 ლ/წმ, ხოლო ახლად გაბურღულ, შვიდივე ჭაბურღილის ერთობლივი ექსპლუატაციით შესაძლებელია მივიღოთ დაახლოებით 240 ლ/წმ წყლის რაოდენობა. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ აღნიშნულ რაიონში სასმელი წყლის ნაკლებობა აღარ იქნება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ნაშრომში განხილული 7 ჭაბურღილი გაბურღულია პროფილის გასწვრივ, რომელიც წარმოადგენს მდ. ყვირილის კალაპოტის პარალელურ უახლოეს პროფილს და წყალშემცველ ჰორიზონტს აქვს დიდი სიმძლავრე. ამ ჭაბურღილების საერთო წარმადობა არის 346 ლ/წმ, ანუ სასმელი წყლის რესურსი, როცა დონის დაწვევის სიდიდე არის მაქსიმალურად დასაშვები - 4.8 მ.

სამხრეთ-აღმოსავლეთით, წყალშემცველი ჰორიზონტი, სხვა ადგილებთან შედარებით, ხასიათდება საკმაოდ მაღალი სიმძლავრით. გავლენის რადიუსის გათვალისწინებით, 100-100 მ დაშორებით, სამ რიგად, შესაძლებელია, დამატებით 21 ჭაბურღილის (ერთ რიგში 7 ჭაბურღილი) გაბურღვა, რომელთა საერთო დებიტი იქნება დაახლოებით 1038 ლ/წმ; ასეთ შემთხვევაში მთლიანად იქნება ათვისებული წყალშემცველი ჰორიზონტის ბუნებრივი რესურსი, რითაც შესაძლებელი გახდება რაიონში წყალმომარაგების მთლიანად მოგვარება.

ვინაიდან საექსპლუატაციო მარაგების კატეგორიზაციისათვის აუცილებელია მინიმუმ ერთწლიანი (წელიწადის ოთხივე სეზონის) მუდმივი რეჟიმული დაკვირვებების შედეგები, რომლებიც ამ ეტაპზე არ მოიპოვება, ამიტომ წარმოვადგენ მათემატიკურ გამოთვლებზე დამყარებულ ჩემს მოსაზრებას:

B კატეგორიას შეიძლება მივაკუთვნოთ 7 ჭაბურღილის ფაქტობრივი ჯამური დებიტი - 240 ლ/წმ.

პროგნოზულ კატეგორიას შიძლება მივაკუთვნოთ 720 - 1038 ლ/წმ რაოდენობა, რომელიც შეიძლება მივიღოთ მომავალში გასაბურღი 21 ჭაბურღილიდან.

ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ მიწისქვეშა წყლების ბაზაზე ჩვენს მიერ შეთავაზებული წყალმომარაგების ვარიანტი ზოგადი ფრაზებით არ არის შემოფარგლული და ფაქტობრივად არსებულ ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე დაყდნობით და სხვადასხვა ფაქტორის გათვალისწინებით, მეცნიერულად არის დასაბუთებული. ეს იდეა ნაშრომის კვიტესენციას წარმოადგენს და მისი პრაქტიკულად განხორციელება სავსებით რეალურია.

როგორც ვხედავთ, არსებული ბუნებრივი სიმდიდრე სრულყოფილად ათვისებული ჯერჯერობით არ არის და ქვეყნის ეკონომიკისთვის ამ უაღრესად მნიშვნელოვანი საკითხის გადაწყვეტა მომავლის საქმეა.

აპრობაცია

დისერტაციის ცალკეული საკითხის განხილვა პერიოდულად ხდებოდა სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სემინარებზე, კოლოქვიუმის სახით, აგრეთვე მერვე საერთაშორისო ეკონომიკურ კონფერენციაზე (IEC 2020).

ავტორის მიერ სადისერტაციო თემაზე გამოქვეყნებულ ნაშრომები:

1. რაზმაძე-ბროკიშვილი თ., ვარამაშვილი ნ., მელიქაძე გ., ჭიკაძე თ., ქაჯაია გ. - წყალშემცველი ფენის სიღრმის და სიმძლავრის დადგენა გეოფიზიკური (ელექტრომების) მეთოდით საჩხერის მუნიციპალიტეტის მაგალითზე. მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. LXX. 2019, 45-56 გვ;
2. რაზმაძე-ბროკიშვილი თ. - ჰიდროგეოლოგიური პირობების პროგნოზირება წყალმომარაგების მიზნით - სტუ-ის შრომები – Works of GTU – Труды ГТУ, ISSN 1512-0996, №3 (517), 2020, 72-80 გვ;

3. რაზმაძე-ბროკიშვილი თ. - მიწისქვეშა წყლების ძიება გეოფიზიკური მეთოდებით და წყალშემცველი ჰორიზონტის ჰიდროგეოლოგიური შესწავლილობა - ბიზნეს-ინჟინერინგი #3. ISSN 1512-0538, 2020, 148-151 გვ;
4. მელიქაძე გ., ხუნდაძე ნ., რაზმაძე-ბროკიშვილი თ. - ქ. საჩხერის მიმდებარე ტერიტორიის წყალშემცველი ჰორიზონტის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების დადგენა და საექსპლუატაციო მარაგების შეფასება. მ. ნოდისას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. LXXII. 2020, 30-39 გვ;

Abstract

Survey of the underground waters in the area adjacent to the city of Sachkhere by using geophysical methods

Most of the natural resources of fresh underground waters (95%) is drinking waters, which are widely, but unevenly, spread all over the territory of Georgia. Over 70% of the water supply of the country is provided by the underground waters. This is why, the study of the regime and quality of the underground waters and factors affecting them is very important.

In addition to famous hydrogeological studies (water pumping, pouring, dependence between the pumping output and the level decrease) and computer modeling methods, there are also other study methods, with geophysical methods, particularly the electrical surveying as one of its trends, as an example. This method is known to have a great potential to study and manage the underground resources. It allows mapping the water-bearing layers and establishing their strength and the direction of the underground current flow.

The survey methods, both, the hydrogeological and the geophysical ones, serve the purpose of identifying the resources deep in the ground. Applied geophysics, i.e. the geophysical survey methods, is the methods to study the structure of the Earth's crust, which use the fundamentals of physical-

mathematical sciences, rely on up-to-date achievements of the technique and use various natural and artificial physical fields of Earth for the study. The hydrogeological studies are used to identify the underground water deposits, evaluate their resources, supplies and regime, and establish the qualitative indicators and movement regularities.

The present paper gives the study results of the first terrace of the Kvirila River in the area adjacent to Sachkhere city, within the scope of which, the boundaries of the water-bearing horizon (the roof and the bedding) were identified and used as a basis for the water-supply of Chiatura and Sachkhere. Based on the studies, the underground waters were surveyed in order to eliminate the drinking water deficit. The survey works used electrical surveying, in particular, at 26 vertical electrical sounding (VES) points. As a result, VES curves were plotted. The survey points were connected and the picture of resistance distribution and the geo-electrical sections were developed for the obtained profiles. Based on the gained data, the lithological sections were plotted along the profiles and a three-dimensional model of the study area was developed on its basis.

Following the electrical survey works, three layers were identified:

- I – A loam lay with the strength of 1 m.
- II – A water-bearing layer with the strength of 11 m.
- III – A clay layer with the strength down the surveyed depth.

Following the interpretation of the data obtained as a result of the electrical surveying, an exploration well with total coring was drilled at the locations with the strongest water-bearing layer. Based on the core data, 3 layers were identified as well.

At the following stage of the survey, in parallel to the River, 7 new exploration wells were drilled and the geophysical surveys were accomplished in them: logging was done with a USA-made logging system, including: the natural gamma (NG) logging, self-potential (SP) logging, large (LN) and small (SN) power

resistance logging, spot power resistance (SPR) logging, caliper survey (Ca) and temperature logging (FTEMP). Based on the accomplished surveys, it was found that the lithological sections gained at all three stages are in full compliance with one another.

In order to identify the hydrodynamic parameters of all three water-bearing horizons found within the study area, the experimental filtration works were accomplished in the wells (step and long tests in particular). The data were collected on a daily basis and were subject to office analysis. The graphs of time variations of temperature, conductivity and hydrodynamic parameters were plotted. After processing the obtained data, the hydrodynamic parameters of the water-bearing horizon were calculated (filtration coefficient (K), water conductivity coefficient (T), specific discharge (q), optimal water output (Q_1) and impact radius (R)). The water samples taken from the well were subject to chemical analysis.

By using the calculated parameters, the water resources of the water-bearing horizon in the study area were calculated and it was recommended to drill additional wells to increase the water resources.

It must be outlined that the water-supply option proposed based the supplies of the underground waters is not limited to general statements and is virtually, scientifically proved based on the current hydrogeological conditions and by considering various factors. This idea is the quintessence of the paper and its practical implementation is quite realistic.