

საბოლოო ანგარიში

„ალაზანი-იორის წყალშემკრები აუზების (აღმოსავლეთ საქართველო) შესწავლა სტაბილური იზოტოპების გამოყენებით მიწისქვეშა წყლების რესურსების მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად“

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: გიორგი მელიქაძე,
გეოლ-მინ. მეცნიერებათა დოქტორი
კვლევითი ჯგუფი: გენადი კობზევი, მარიამ თოდაძე, ნინო კაპანაძე, სოფიო
ვეფხვაძე, თამარ ჯიმშელაძე, ალექსანდრე ჭანკვეტაძე,
მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, ივანე ჯავახიშვილის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი



თბილისი 2014

სარჩევი

1. შესავალი	3	
2. საკვლევი ტერიტორია		4
2.1. გეოგრაფია, კლიმატი, ჰიდროლოგია		4
2.2. ჰიდროგრაფია		9
2.3 გეოლოგია და ჰიდროგეოლოგია		10
2.4. წყლის გამოყენება		11
3. კვლევის მეთოდика და შედეგები		11
3.1. შერჩეულ უბნებში ნალექებისა და მდინარეების წყლის იზოტოპური შემადგენლობის მონიტორინგი		11
3.2. არაღრმა მიწისქვეშა ჰორიზონტებში თოვლის ნადნობი წყლის წილის განსაზღვრისათვის ჰიდროქიმიური და იზოტოპური დასინჯვების ქსელის ორგანიზება		12
3.3. მონაცემთა მულტი-პარამეტრული ბაზის შექმნა		30
3.4. ჰიდროდინამიკური და ჰიდროქიმიური მონიტორინგის ორგანიზება	30	
3.5. საკვლევ რეგიონში საველე აგეგმვითი სამუშაოები	41	
3.6. ჰიდროქიმიური დასინჯვები		44
3.7. იზოტოპები		55
4. მოდელირება		58
4.1. სასაზღვრო პირობების განსაზღვრა და საკვლევი რეგიონების კონცეპტუალური ჰიდროგეოლოგიური მიდელის შექმნა		59
4.2. ჰიდროგეოლოგიური ციფრული მოდელირება		65
5. რეკომენდაციების შემუშავება		72
6. კვლევის შედეგები	74	
ლიტერატურის სია		75

1. შესავალი

აღმოსავლეთ საქართველო, მისი კლიმატური პირობების გამო, განიცდის საყოფაცხოვრებო და საირიგაციო წყლის დიდ, 1040 მილიონ კუბურ მეტრამდე დეფიციტს. ამის ყველაზე თვალსაჩინო მაგალითია შირაქის ველი - დიდი სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობის 80.000 კმ² -მდე ფართობის ტერიტორია, რომელიც მდებარეობს ნაწილობრივ ალაზნის აუზის არტეზიულ მიწისქვეშა ჰორიზონტზე და მდინარე ალაზნსა და იორს შუა ზეგნის სინკლინებზე. ალაზნის აუზის წყალშემცველი ჰორიზონტები იკვებებიან დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდისა და კახეთის ქედის ჩრდილოეთი ფერდის ცარცული და იურული ასაკის ფორმაციებიდან. მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული ჰორიზონტი ზოგადად არტეზიული წყლის სიუხვით გამოირჩევა, მზარდი მოსახლეობისა და შესაბამისად, ინდუსტრიისა და აგრარული საქმიანობის პირობებში, ჩნდება დამატებითი მოთხოვნა ამ რესურსებისადმი. ისტორიულად, ალაზნის ტერიტორიაზე არ აღინიშნებოდა მიდრეკილება გვალვებისა და წყლის დეფიციტისაკენ. თუმცა, 1961-1990 წლების მონაცემების მიხედვით, საშუალო წლიური ჩამონადენის რაოდენობა 2011-2040 წლებისათვის, ტემპერატურის 1.3°C -ით მატებისა და ნალექების 12 % -ით შემცირების პირობებში, სავარაუდოდ შემცირდება 12 % -ით (შოთაძე და ბარნოვი, 2011). ამან შეიძლება გამოიწვიოს მიწისქვეშა წყლების კვების შემცირება, რაც გამოიწვევს სასმელი და სამეურნეო წყლის დეფიციტს. კერძოდ, შირაქის ველზე არსებობს წყლის ხარისხის სერიოზული პრობლემა, რაც გამოწვეულია მიწისქვეშა წყლების შეზღუდული რეგიონალური კვებით, მომატებული ევაპოტრანსპირაციით (ინდუსტრიული მარილიანობა და გეოგენური სულფატები).

1940 წლიდან მოყოლებული აღმოსავლეთ საქართველოს მიწისქვეშა წყლის რესურსები სისტემატიურად შეისწავლებოდა. პირველი ჭაბურღილები გაიბურღა ალაზნის აუზის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში (ყვარელის წყალშემცველი ჰორიზონტი). გეოფიზიკური და ჰიდროქიმიური კვლევები 1990 წლამდე გრძელდებოდა, მაგრამ მასალები ქვეყნდებოდა ძალიან იშვიათად. 1950- 1960 წწ გეოქიმიური მონაცემების ნაწილი გამოქვეყნდა USAID- ის ანგარიშში „ალაზნის აუზის მიწისქვეშა წყლების რესურსები“ (2002). გასული საუკუნის 70-80-იანი წლების მასალები ნაწილობრივ იქნა დამუშავებული შრომებში: ბესელია (1988), ბაგოშვილი (1990) და ბუაჩიძე და ზედგინიძე (1985). მათ გამოავლინეს ალაზნის აუზის მთავარი წყალშემცველი ჰორიზონტების (ყვარელი, თელავი, გურჯაანი) ჰიდროგეოლოგიური და ჰიდროქიმიური მახასიათებლები, თუმცა არ არსებობს ხელშესახები პუბლიკაციები შირაქის ველისა და მისი შემოგარენის წყლის რესურსებზე. იმის გამო, რომ ზედაპირული წყლები, ინსტიტუციური თვალსაზრისით, შეისწავლებოდა განცალკევებით, ძალიან ცოტაა ცნობილი მდინარეებსა და წყალშემცველ ჰორიზონტებს შორის ურთიერთქმედებაზე, ისევე, როგორც მიწისქვეშა წყლების შევსების შესახებ. ამდენად, საჭირო იყო მიწისქვეშა წყლების რესურსების უკეთესი შეფასება.

საერთაშორისო ატომური ენერგიის სააგენტოსა და ქართველი ექსპერტების წყალობით, სხვადასხვა პროექტების ფარგლებში, საქართველომ შექმნა სოლიდური ბაზა თანამედროვე იზოტოპური მეთოდების გამოყენებისა წყლის რესურსების შეფასების საქმეში, რაც არასდროს ყოფილა გამოყენებული საკვლევ ტერიტორიაზე. აღნიშნული პროექტის ფარგლებში ეს მეთოდიკა პირველად იქნა გამოყენებული ალაზანი-იორის მდინარეთა აუზებში.

პროექტის მიზანს წარმოადგენს ალაზანი-იორის წყალშემკრებ აუზებში იზოტოპური მონიტორინგის (ნალექებში, თოვლის საფარში, მდინარეებში, წყაროებსა და მიწისქვეშა

წყლებში იზოტოპური შემადგენლობის განსაზღვრა) ორგანიზება და ფუნქციონირების უზრუნველყოფა. ასევე ჰიდროქიმიური და იზოტოპური დასინჯვების ჩატარება ძირითად წყალშემცველ ჰორიზონტებში, რაც საშუალებას მოგვცემდა შეგვეფასებინა მდინარეებსა და წყალშემცველ ჰორიზონტებს შორის არსებული კავშირი, დადგენილიყო ჰიდროგეოლოგიური ბალანსი და განსაზღვრულიყო წყლის რესურსების გონივრული გამოყენების გზები.

ამ მიზნების მისაღწევად დაგეგმილი იყო შემდეგი ამოცანების განხორციელება:

1. არაღრმა მიწისქვეშა წყლების კვების არის და მათ ჩამოყალიბებაში თოვლის ნადნობი წყლის, ნალექებისა და მდინარეების წილის განსაზღვრა;
2. მიწისქვეშა წყლების კვების არის, ნაკადების მოძრაობის გზების, განტვირთვის ზონებისა და ღრმა ჰორიზონტებთან შერევის პროპორციების დადგენა;
3. შერჩეულ უბნებზე (შირაქი, ელდარი და სხვა) მიწისქვეშა წყალშემცველი ჰორიზონტების კონცეპტუალური ციფრული მოდელის შექმნა;
4. სასმელი წყლის შესაძლო დაბინძურების საწინააღმდეგო საკონტროლო სისტემის შექმნა;
5. საკვლევი რეგიონის სასმელი წყლის რესურსების ექსპლოატაციისა და გონივრული გამოყენების შესახებ რეკომენდაციების მომზადება და გაცემა.

2. საკვლევი ტერიტორია

2.1. გეოგრაფია, კლიმატი, ჰიდროლოგია

ალაზნისა და იორის აუზები მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში (ნახ. 2.1). აღნიშნული ტერიტორია დაახლოებით 8000 კმ²-ია. იგი მოიცავს ალაზნისა და იორის არტეზიულ წყალშემცველ ჰორიზონტებს, მათ მიმდებარე შირაქის ველის სინკლინისა და კახეთის ქედის წყალშემცველ ჰორიზონტებს ჩრდილო-დასავლეთით. ეს ქედი და მთელი დიდი შირაქის დაბლობი წარმოადგენს კლიმატურ საზღვარს წყალუხვ ალაზნის აუზსა და წყალმწირ იორის აუზს შორის.



ნახ. 2.1 - საკვლევი ტერიტორიის სქემატური გეოგრაფიული რუკა

ალაზანი -იორის არტეზიული აუზი და მისი შემოგარენი შესაძლებელია გამოიყოს ოთხ გეოგრაფიულ ერთეულად (გაფრინდაშვილი, 2002):

ა) დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდი

ბ) კახეთის (ცივგომბორის) ქედი

გ) გარეკახეთის პლატო

დ) ალაზნის ველი

დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდი (ნახ. 2.2) გადაჭიმულია ცივგომბორიდან ალაზანი-აგრიჩაის ველის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილამდე. მას აქვს ციცაბო რელიეფი უამრავი ღრმა და ვიწრო ურთიერთგადამკვეთი ხეობებით. მისი აბსოლუტური სიმაღლე ზღვის დონიდან 3500 მ-ს აღწევს. გადასვლა მთიანი ადგილებიდან დაბლობისაკენ მკვეთრია მძლავრი კონუსებით, რომლებიც აგებულია ლოდ-კენჭოვანი მასალით ქვიშისა და ხრეშის შემცველობით. ეს ქანები კარგი წყალგამტარია და დაბალი წყლიანობის პერიოდში შეიწოვენ ამ ტერიტორიაზე მდებარე ალაზნის მარცხენა შენაკადების წყლებს. ტერიტორია კარგადაა დაცული ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისაგან როგორც ჩრდილოეთიდან, ასევე ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან. სწორედ ამითაა გამოწვეული იმავე აბსოლუტური სიმაღლეების მის მეზობელ ტერიტორიებთან შედარებით ჰაერის მაღალი თერმული დონე. ნალექების რაოდენობა მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემების მიხედვით შემდეგია: ყვარელის მეტეოროლოგიური სადგური- 874 მმ, ლაგოდეხი- 987მმ. საშუალო წლიური ტემპერატურა ხანგრძლივი დაკვირვებების მონაცემთა ფლუქტუაციების მიხედვით უმნიშვნელოდ იცვლება 12.4 °C (ნუხი)-დან 12.9 °C (ლაგოდეხი)-მდე.



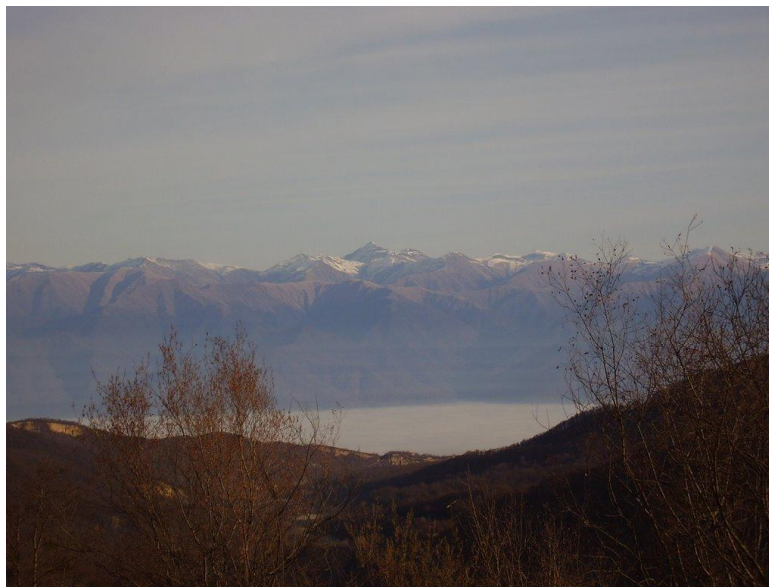
ნახ. 2.2 დიდი კავკასიონის ქედი, კახეთი

ანტიკლინური კახეთის (ცივგომბორი) ქედი წარმოადგენს მთავარი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის განშტოებას, რომელიც ალაზნის ველს სამხრეთ-დასავლეთიდან ესაზღვრება. ის გადაჭიმულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით და მისი

აბსოლუტური სიმაღლე მის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში დაახლოებით 2000 მეტრს აღწევს (ცივიტურა 1990 მ, გომბორი 1840 მ). კახეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილი ხასიათდება ალაზნის მარჯვენა შენაკადების ღრმა ხეობებით. ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდი თანდათანობით ერწყმის ალაზნის ველს.

ალაზნის ველისა და წყალგამყოფი ქედის აბსოლუტურ სიმაღლეთა შორის განსხვავება მერყეობს 500 მ-დან 1700 მ-მდე. კახეთის ქედის მკვეთრი აღზევება ორ გრძივად გადაჭიმულ ზომიერად ნოტიო კლიმატის დაბლობს შორის განაპირობებს ალაზნისა და იორის მრავალი შენაკადის ფორმირებას, რომლებიც ქმნიან ღრმა, უმეტესად განივ ხეობებს. ალუვიური გამონატანები აგებულია პროლუვიული დეპოზიტების ქვიშებითა და კენჭებით და განლაგებულია ქედის ძირში.

ტერიტორია ხასიათდება კარგად გამოკვეთილი მთა-დაბლობის, დომინანტურად ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულების ქარებით, რაც განაპირობებს კონდენსირების პროცესების მაღალ მაჩვენებელს. საშუალო წლიური ტემპერატურა მერყეობს 7.9 (გომბორი) - დან 12.0° C -მდე (წინანდალი). საშუალო მინიმალური ტემპერატურა 3.4° C (გომბორი) -დან 36° C -მდეა (წინანდალი). საშუალო წლიური ნალექიანობა მერყეობს 722 (გომბორი) მმ-დან 673 (სიღნაღი) მმ-მდე. აორთქლება 459 (გომბორი) – 567 (გურჯაანი) მმ-ია.



ნახ. 2.3 ცივგომბორის უღელტეხილი

გარეკახეთის პლატო (ნახ.2.4) წარმოადგენს კახეთის ქედის გაგრძელებას სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით და შუაზე ყოფს ალაზნისა და იორის აუზებს მათ ქვედა დინებებისაკენ. იგი მოიცავს დედოფლის-წყაროს შემადგენლის ანტიკლინურ და სინკლინურ სტრუქტურებს და შირაქის სტეპებს (შირაქის დაბლობი) მრავალი სინკლინებით (მათ შორის უდიდესია შირაქის სინკლინი) მთლიანობაში როგორც ეროზიული-აკუმულაციური რელიეფური კომპლექსი. პლატოს რელიეფისათვის დამახასიათებელია დახურული პატარა დაბლობები და მათ შორის აღზევებული დაბალი ქედები, რომელთა აბსოლუტური სიმაღლე ზღვის დონიდან 650-850 მეტრია. შირაქის მასივის ჩრდილო-აღმოსავლეთი აშკარადაა გამოყოფილი ალაზნის ველისაგან ეროზირებული ტექტონიკური ბარიერით, რომლის სიმაღლეც 400 მ-ია.



ნახ. 2.4 გარეკახეთის პლატო

მიუხედავად სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით ძირითადი რეგიონალური დახრილობისა, დაბლობი შემოკონტურებულია როგორც ჩაკეტილი დეპრესია. ამ ადგილას, ჰიდროგრაფიული ქსელის ნაკლებობის პირობებში, მიწისქვეშა წყლების შევსება-კვება ხდება ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე.

ტერიტორიის კლიმატი მშრალია, მცირე რაოდენობის ატმოსფერული ნალექებით (200-600 მმ/წელიწადში) და ჰაერის ტენიანობის უარყოფითი ბალანსით. ტყის საფარი როგორც წესი უმეტესად არ გვხვდება.



ნახ. 2.5 შირაქის ველი

40 კმ-მდე სიგანის ტრანსსასაზღვრო ალაზნის ველი გადაჭიმულია 220 კილომეტრზე ახმეტის მთების ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მდინარე აგრიჩაის

სათავისაკენ აზერბაიჯანში. საქართველოს ტერიტორიაზე მოქცეულია დაახლოებით მისი 2300 კმ² ფართობი.

მდინარე ალაზანი წარმოადგენს მდინარე მტკვრის მარცხენა შენაკადს, რომელიც სათავეს დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე იღებს. მისი საშუალო ხარჯი (1951-1980) აგრიჩაისთან (აზერბაიჯანი) შერთვამდე 112 მ³/წმ -ია (გაფრინდაშვილი, 2002). ალაზნის მარჯვენა შენაკადების სათავეები მდებარეობს კახეთის (ცივგომბორის) ქედზე და მათი კვების ძირითადი წყარო სწრაფად დამდნარი თოვლი ან წვიმაა.

ეს რესურსები სწრაფად ილევა მაისში და ივნისში მოვარდნილი წყალდიდობისას, წყალშემცველი ჰორიზონტები და მდინარეები მიედინებიან დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდიდან და წარმოადგენენ მდინარე ალაზნის მთავარ მკვებად წყაროს. ალაზნის ველი წარმოადგენს მთათაშორის დეპრესიას, რომლის ორივე მხარე ტალღოვანია და მთაგორიანი, რაც გამოწვეულია ურთიერთგადამკვეთი ხეობების ურთიერთქმედებით. ალაზნის მარცხენა შენაკადების ხეობები ჩვეულებრივ უფრო დიდია, ვიდრე მისი მარჯვენა შენაკადებისა.

ალაზნის ველის კლიმატი ზომიერად კონტინენტურია. თვიური მაქსიმალური ტემპერატურა მერყეობს 22.7 °C თელავში 27.2 °C -მდე გურჯაანში და მინიმალური თვიური ტემპერატურა მერყეობს 1.1 °C -დან თელავში 1.2 °C -მდე წნორში. საშუალო წლიური ნალექიანობა 465-1016 მმ-ია და საშუალო წლიური აორთქლებადობა იცვლება 561 მმ-დან ახმეტაში 710 მმ-მდე გარეკახეთის პლატოზე (გაფრინდაშვილი, 2002). ტერიტორიაზე დომინირებს მთა-დაბლობის მიმართულების ქარები, მაქსიმალური ნალექიანობით გაზაფხულზე და მინიმალურით - ზამთარში.



ნახ. 2.6 ალაზნის ველი

2.2. ჰიდროგრაფია

ალაზნის ველი დაღარულია მდინარეების საკმაოდ მჭიდრო ქსელით. ტერიტორიის წყლის მთავარი არტერია მდინარე ალაზანი, მდინარე მტკვრის მარცხენა შენაკადია.

მდინარე ალაზნი სათავეს იღებს დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე. დასაწყისში იგი მიედინება სამხრეთ-დასავლეთის, ხოლო ალაზნის ველთან მიახლოებისას აგრძელებს დინებას სამხრეთ - აღმოსავლეთის მიმართულებით.

ალაზნის ველზე იგი ჯერ კავკასიონის ძირში მიედინება, შემდეგ, თითქმის მის შუა წელში და დიდი შირაქის სტეპების ჩრდილოეთ ნაწილში, დინებას იწყებს მარჯვენა მხარეს. მდინარე აგრიჩაის შესართავიდან მდინარე ალაზანი მკვეთრად იცვლის მიმართულებას სამხრეთისაკენ და კვეთს შირაქის შემალლების ვიწრო კანიონს.

მდინარის ხარჯი ძალიან მცირეა და არ აჭარბებს რამდენიმე ათასეულს, რის გამოც მდინარე ალაზანი ძლიერად მეანდრირებს და ხშირად ქმნის ტბებს. იშვიათი წყალდიდობისას მდინარეს ჩამოაქვს დიდი რაოდენობის შეწონილი მასალა. ალაზნის საშუალო წლიური ხარჯი 2 კმ ქვევით მდინარე აგრიჩაისთან ჰიდროსადგურის მონაცემების მიხედვით შეადგენს 140 მ³/წმ - ს. გაზაფხულზე და ადრეულ ზაფხულში წყლის ხარჯი რამდენჯერმე იზრდება და აღწევს 560 მ³/წმ - ს.

არტეზიულ აუზში მდინარე ალაზანს დიდი რაოდენობით შენაკადები აქვს. მარცხენა და მარჯვენა შენაკადებს, თავის მხრივ, აქვთ დიდი რაოდენობის შენაკადები მდინარეებისა და ნაკადების სახით.

მარცხენა შენაკადები სათავეს იღებენ დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე და მიედინებიან ღრმა კალაპოტებში დიდი სიჩქარით. ალაზნის ველზე ეს მდინარეები კარგავენ სიჩქარეს და ქმნიან მრავალ მოხეტიალე განშტოებებს, რითაც ქმნიან მჭიდრო ჰიდროგრაფიულ ქსელს.

მარცხენა შენაკადები შედარებით მაღალი ხარჯით გამოირჩევიან და უმეტეს შემთხვევებში, წყალს „გადასცემენ“ მდინარე ალაზანს.

მდინარე ალაზნის მარჯვენა შენაკადები ჩამოედინებიან კახეთის (ცივგომბორის) წყალგამყოფ ქედზე და მათი წყლის მთავარი წყარო სწრაფად დნობადი თოვლი და წვიმაა. წყალდიდობის შემდეგ მაისსა და ივნისში და ზაფხულის ბოლოს, ეს რესურსები ამოწურულია და მდინარის ხარჯები მნიშვნელოვნად მცირდება და წლის მშრალ პერიოდში, ისინი სრულიად დამშრალია. მაშასადამე, მდინარე ალაზნის ძირითადი და მუდმივი კვების წყაროს წარმოადგენს მიწისქვეშა წყლების ჰორიზონტები და დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე ჩამომდინარე მდინარეები.

შენაკადების ხეობები დიდი კავკასიონის ფერდებზე და კახეთის ქედზე გამოირჩევიან ციცაბო ფერდებით (0.035 – 0.050), რაც დაბლობზე გამოსვლისას მკვეთრად მცირდება და მათი დახრილობა არ აღემატება 0.02 – 0.025.

მდინარე ალაზნის ზოგიერთი შენაკადის მინიმალური ხარჯი ალაზნის ველზე გამოსვლისას ჰიდროლოგიური სადგურების მონაცემების მიხედვით 1964 წელს შემდეგია: სთორი - 2.5 მ³/წმ, დიდხევი - 0.85 მ³/წმ, ჩელთი - 0.35 მ³/წმ, დურუჯი - 0.5 მ³/წმ, კათეხჩაი - 3.39 მ³/წმ, ყარაჩაი - 0.65 მ³/წმ, კურჰუმჩაი - 2.15 მ³/წმ და ა. შ.

მდინარე ალაზნის მარცხენა უდიდესი შენაკადის - მდინარე აგრიჩაის, ისევე, როგორც თვით მდინარე ალაზნის სათავე, მდებარეობს დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე - ადგილზე, სახელწოდებით დაშაგილჩაი. მთელს სიგრძეზე, მდინარე მარცხენა მხარეს მიედინება და აქვს მხოლოდ მარჯვენა შენაკადები. შენაკადები კარასუ, სარი-ცობა შინჩაი, ჟურჟაჩაი და სხვ. როგორც კი ტოვებენ დაბლობს, იყოფიან - იტოტებიან და მალევე ქრებიან - ნაწილობრივ ჩაიწურებიან ალუვიუმში. უმეტესობა მდინარეებისა, იკვებებიან კონუსების პერიფერიებიდან და მხოლოდ რამდენიმე მათგანი აღწევს სათავე ნაწილებს.

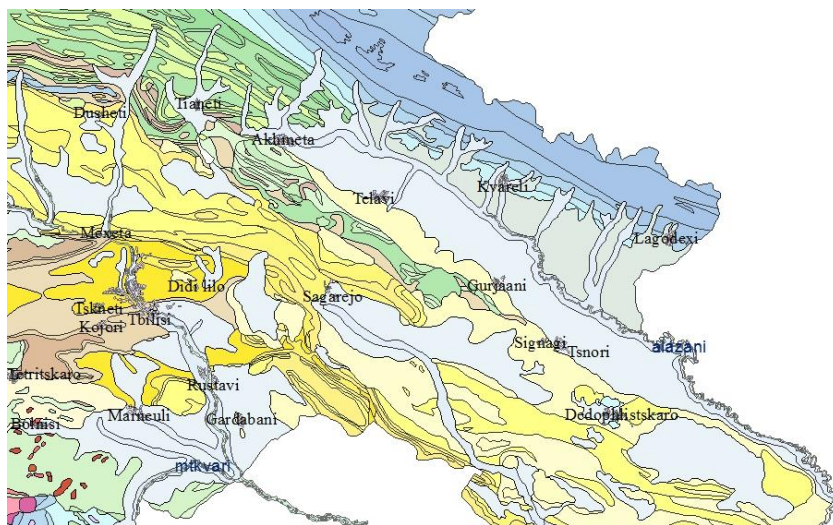
2.3 გეოლოგია და ჰიდროგეოლოგია

საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება წარმოადგენს იურული, ცარცული, პალეოგენური, ნეოგენური და მეოთხეული ასაკის ქანების კომპლექსს. ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი დიდი კავკასიონის ნაოჭა სისტემას მიეკუთვნება და მხოლოდ მისი მცირე ნაწილი სამხრეთ-აღმოსავლეთით (გარეკახეთის პლატო) ეკუთვნის ტრანსკავკასიურ მთათაშუა ზონას (გუჯაბიძე, 2003).

დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდი აგებულია ზედა ლიასი- ზედა ცარცული ასაკის ქანებისაგან. კახეთის ქედის ნაოჭა სისტემა წარმოადგენს დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის სამხრეთ-აღმოსავლეთ განშტოებას და აგებულია იურული და პლიოცენის ასაკის ქანებით (გუჯაბიძე და სხვები, 2003; სიმა და სხვები, 2013).

თავის მხრივ, კახეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი და ჩრდილო-დასავლეთი ფერდები ფორმირებულია ალაზნის ნეოგენური და პლიოცენური ასაკის კონტინენტური დანალექი წყებებისაგან. მათი მაქსიმალური სიმძლავრე 2 კმ-ია (სიმა და სხვები, 2013) და მათი ძირითადი შემადგენელი კომპონენტებია, კენჭები, კონგლომერატები და ქვიშები. კენჭები ძირითადად შედგება ქვიშაქვების დიდი ზომის ლოდებისა და კირქვების მასალისაგან. ალაზნის ველი დიდ კავკასიონსა და კახეთის ქედს შორის შევსებულია მეოთხეული ასაკის ნალექებით და მდინარე ალაზნის დანალექი ქანებით. იგი შედგება ქვიშა- კენჭებითა და თიხნარებით, რომლებიც ქმნიან რამოდენიმე წყალშემცველ ჰორიზონტს დაახლოებით 500 მ-ის სიღრმეზე, მათ შორის ძირითადია ყვარლის, გურჯაანისა და თელავის ჰორიზონტები. ალაზნის ველის დანალექი ქანების წყების საერთო სიმძლავრე, რომელიც განლაგებულია კრისტალური ქანების ზედაპირზე, მერყეობს 2-დან 4 კმ-მდე (სიმა და სხვები, 2014).

გარეკახეთის პლატო ფორმირებულია მესამეული ასაკის ქანებით და გვხვდება ზედა იურული ქანების გამოსავლებიც (დედოფლისწყაროს შემადგენლობა). შირაქის დაბლობის სინკლინები ამოვსებულია კრასნოდარის წყების მეოთხეული ასაკის ნალექებით. ისინი შედგება არგილიცირებული ქვიშების, კონგლომერატებისა და ხრეშისაგან. ქვიშები ნაწილობრივ გათბაშირებულია. შირაქის უდიდესი სინკლინი მნიშვნელოვანი სიდიდისაა და გადაჭიმულია 50 კმ-მდე, და დანალექი ქანების სიმძლავრე დაახლოებით 1000 მ-ს აღწევს.



ნახ. 2.7 გეოლოგიური რუკა

2.4. წყლის გამოყენება

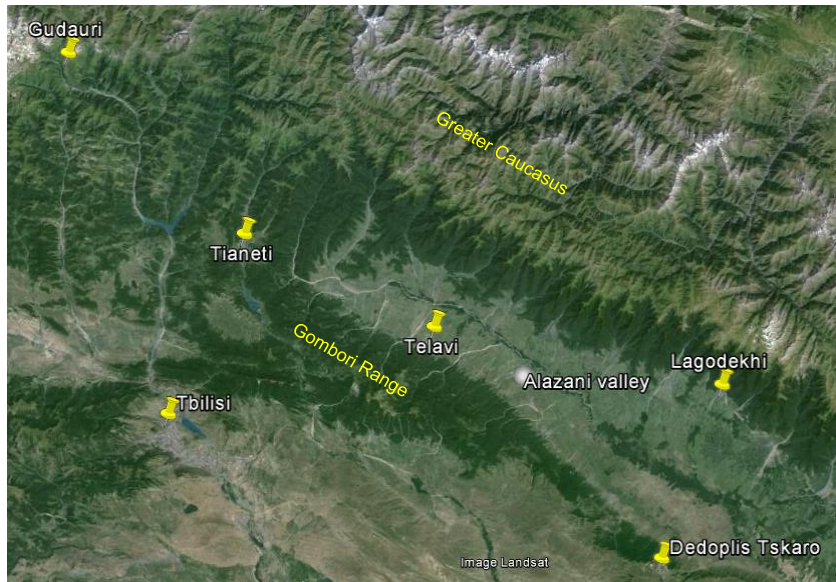
ამჟამად ალაზნისა და იორის მთელ ტერიტორიაზე მუშაობს შპს საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანია (<http://water.gov.ge/eng/>), რომელიც ორგანიზებას უკეთებს დიდი ქალაქებისა და სოფლების მოსახლეობის წყალმომარაგებას. წყალმომარაგებისათვის გამოიყენება ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, მაგრამ მათი რაოდენობა დღეისათვის არ არის საკმარისი მოსახლეობისათვის.

3. კვლევის მეთოდოლოგია და შედეგები

დასახულ ამოცანათა შესრულების მიზნით საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარდა საველე და კამერალური სამუშაოების კომპლექსი. ორგანიზებული იქნა მულტიპარამეტრული მონიტორინგი და განხორცილდა ციფრული მოდელირება. მონაცემთა მიმოხილვა და ინტერპრეტაცია განხილულია ქვემოთ, მიღებულ შედეგებთან ერთად.

3.1. შერჩეულ უბნებში ნალექებისა და მდინარეების წყლის იზოტოპური შემადგენლობის მონიტორინგი

ნალექებში, ასევე მიწისქვეშა წყლებში იზოტოპური შემადგენლობის განსაზღვრის მიზნით, ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ დაკვირვებებს ჰაერის ტემპერატურასა, ტენიანობასა და ატმოსფერულ ნალექების რაოდენობაზე იმ მეტეოლოგიურ სადგურებზე, რომლებიც განლაგებული არიან თანაბრად მთელ ტერიტორიაზე და ახასიათებენ შემდეგ რეგიონებს: თიანეთი-მდინარე იორის კვების არეალი, თელავი-მდინარე ალაზნის ზედა წელი, ლაგოდეხი-მდინარე ალაზნის მარცხენა შენაკადების კვების არეალი და დედოფლის წყარო-მდინარე იორისა და ალაზნის ქვედა წელი. აღნიშნულ პუნქტებზე მეტეო მონაცემების გაზომვა ხდებოდა ყოველდღიურად. ჰაერის ტემპერატურის და ტენიანობის გაზომვა ხდება სპეციალიზირებული აპარატურის გამოყენებით, რომლებიც შეძენილი იქნა საერთაშორისო ატომური სააგენტოს გრანტის (GEO7001) მეშვეობით. ასევე, ყოველდღიურად იზომება მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და თვეში ერთხელ ხდება სინჯის აღება დაგროვილი ნალექებიდან, მათში სტაბილური იზოტოპური შემადგენლობის განსაზღვრის მიზნით. კერძოდ, დამატებით, საკვლევ რაიონში ხორციელდება ^{18}O , ^2H და ^3H ყოველთვიური მონიტორინგი წვიმის წყალსა და მდინარეებში და ასევე, GNIP (^{18}O , ^2H)(ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის გლობალური ქსელი)-ის სადგურებში: თიანეთი (2003 წლის იანვრიდან), თელავის ცენტრალური უბანი (2012 წლის მაისიდან) და დედოფლისწყაროს კვების ზონა (2013 წლის იანვრიდან) და ლაგოდეხი (2013 წლის ივლისიდან). ტემპერატურის, ნალექიანობის და ტენიანობის მონაცემებს ვიღებთ თელავის მეტეოროლოგიური სადგურიდან; თიანეთში დამონტაჟდა წვიმის შემკრები, დედოფლისწყაროსა და ლაგოდეხში დამონტაჟდა ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის გამზომი ხელსაწყოები HOB0.



ნახ. 3.1 სარეჟიმო სადგურების განლაგება ტერიტორიაზე

ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ დაკვირვებებს მდინარეებში წყლის დონის ვარიაციების დადგენის მიზნით. კერძოდ, მდინარე იორზე თიანეთის რაიონში და მდინარე ალაზანზე სოფ. შაქრიანთან თელავის რაიონში. აღნიშნული მდინარეებიდან, ასევე, თვეში ერთხელ დაიწყო სინჯების აღება სტაბილური იზოტოპების გაზომვის მიზნით.



ნახ. 3.2 სარეჟიმო აპარატურის მონტაჟი თელავის მეტეოსადგურზე

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, თელავის და შაქრიანის სადგურებზე დამატებით ხდებოდა სინჯების აღება ტრიტიუმის განსასაზღვრად ნალექებსა და მდინარის წყალში. ეს უკანასკნელი სადგურები ჩართული იქნა ატომური ენერგიის საერთაშორისო სააგენტოს გლობალურ ქსელებში GNIP და GNIR-ში.

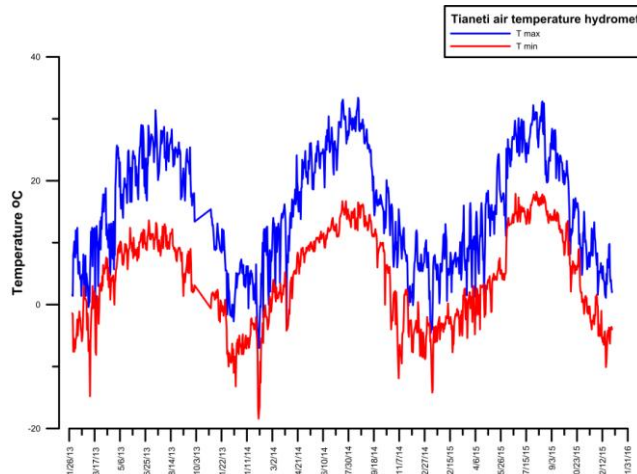
ცხრილი №1 სარეჟიმო სარეჟიმო პუნქტების მდებარეობა

პუნქტის დასახელება	X	Y	Altitude m
"შაქრიანი" ჰიდროლოგიური სადგური	548204	4648613	340
"თელავი" მეტეოსადგური	540070	4642487	568
"თიანეთი" მეტეოსადგური	497244	4662730	1099
"დედოფლის-წყარო" მეტეოსადგური	590465	4591129	800
"ლაგოდეხი" მეტეოსადგური	605196	4630389	432
"გუდაურის" მეტეოსადგური	444743	424775	2200

წყლის სინჯების იზოტოპური და ჰიდროქიმიური ანალიზი, ჩატარდა სააგენტოს მიერ შეძენილი აპარატურის მეშვეობით გეოფიზიკის ინსტიტუტის გეოფიზიკისა და გეოთერმიის კვლევითი ცენტრის ლაბორატორიაში. ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ დაკვირვებებს მდინარეებში წყლის დონის ვარიაციების დადგენის მიზნით.

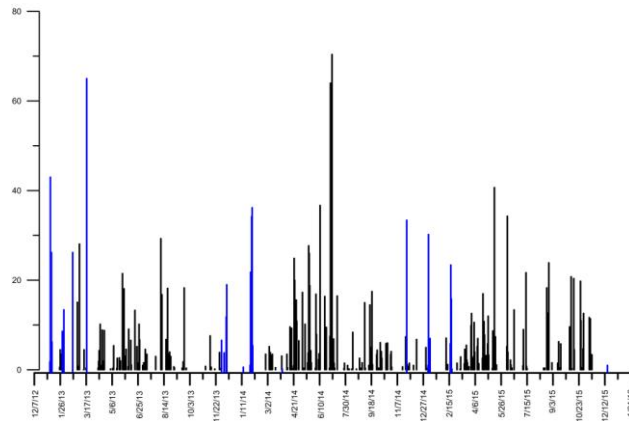
ჩატარდა ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზი ცენტრის ლაბორატორიაში, რომელთა შედეგები წარმოდგენილია ქვემოთ სადგურების მიხედვით.

თიანეთის სადგურზე მიმდინარეობდა მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური და იზოტოპური პარამეტრების მონიტორინგი. გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიური სერვისიდან პერიოდულად ვღებულობდით ინფორმაციას ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექების რაოდენობის შესახებ.



ნახ. 3.2 თიანეთის სადგურზე ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების გრაფიკი

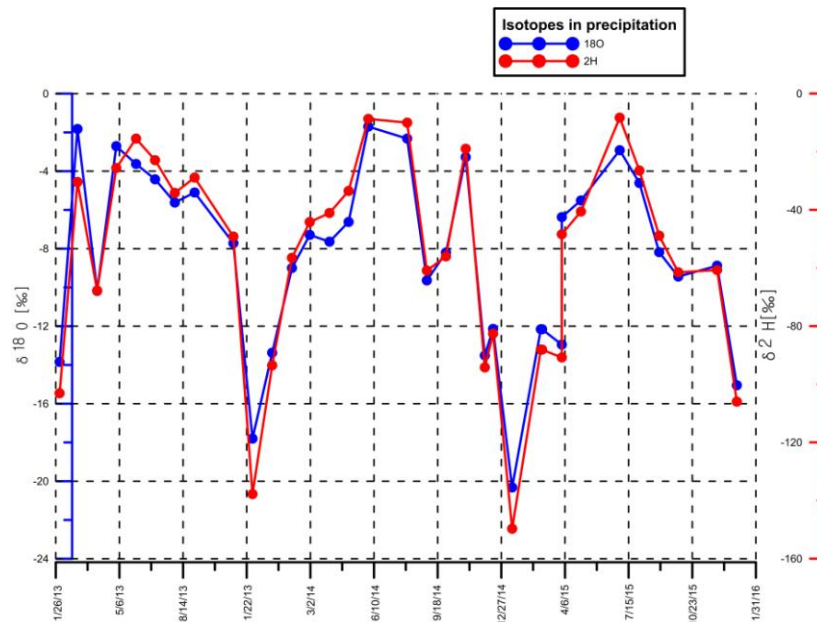
ნახ. 3.2 ნახაზზე მოცემულია თიანეთში გაზომილი ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების ვარიაციები დროში 2013 წლის იანვრიდან 2016 წლის იანვრამდე. როგორც მოსალოდნელი იყო, სეზონურობის მიხედვით მაქსიმალური ტემპერატურა დაფიქსირდა ზაფხულში (ივლისი-აგვისტო), ხოლო მინიმალური ზამთარში (დეკემბერი-იანვარი).



ნახ. 3.3 თიანეთის სადგურზე ნალექების ცვლილების გრაფიკი

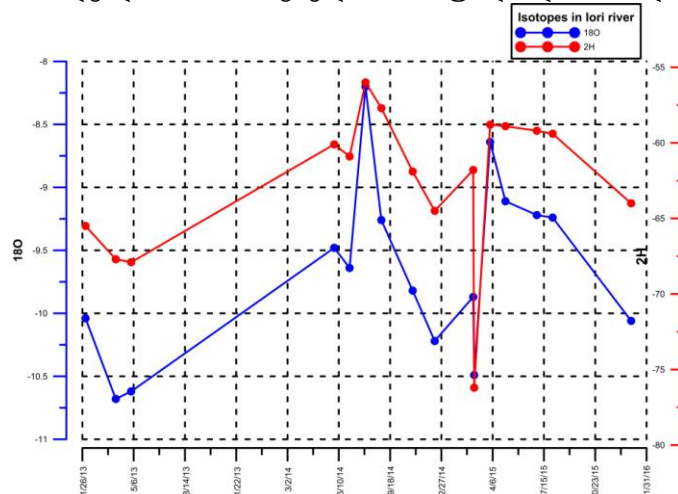
ნახ. 3.3 მოცემულია ნალექების რაოდენობა 2012 წლის დეკემბრიდან 2016 წლის იანვრამდე. შავი ფერით აღნიშნულია წვიმა, ხოლო ლურჯით-თოვლი. ყველაზე უხვი ნალექით 2014 წლის გვიანი გაზაფხული-ადრეული ზაფხული გამოირჩეოდა, 40-70 მმ-მდე. უხვთოვლიანი იყო ასევე 2013 წლის იანვარ-თებერვალი.

გაკეთდა ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზები. მიღებული შედეგები ცხადყოფს, თოვლის სახით მოსული ნალექები იზოტოპურად მსუბუქია, რაც სრულიად კანონზომიერია. ^{18}O -ს მნიშვნელობები ვარირებს (-130)-დან (-10)-მდე, ხოლო ^2H -ის მნიშვნელობა კი (-25)-დან (-2)-მდე. სავარაუდოდ რამოდენიმე სინჯთან საქმე გვაქვს აორთქლებასთან.



ნახ. 3.4 თიანეთის სადგურზე ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის ცვლილება დროში.

პარალელურად კეთდებოდა მდინარე იორის წყლის იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზები. აქაც დაახლოებით იგივე სურათი გვაქვს, რაც გასაგებია იმ მარტივი მიზეზის გამო, რომ ატმოსფერული ნალექებისა და მდინარის წყლის სინჯები ტერიტორიულად ერთმანეთთან ახლოს მდებარე წერტილებში ხდებოდა. კერძოდ, ^{18}O -ს მნიშვნელობა იცვლება (-75)-დან (-55)-მდე და ^2H -ს მნიშვნელობა საშუალოდ (-10)-დან (-7)-მდე.

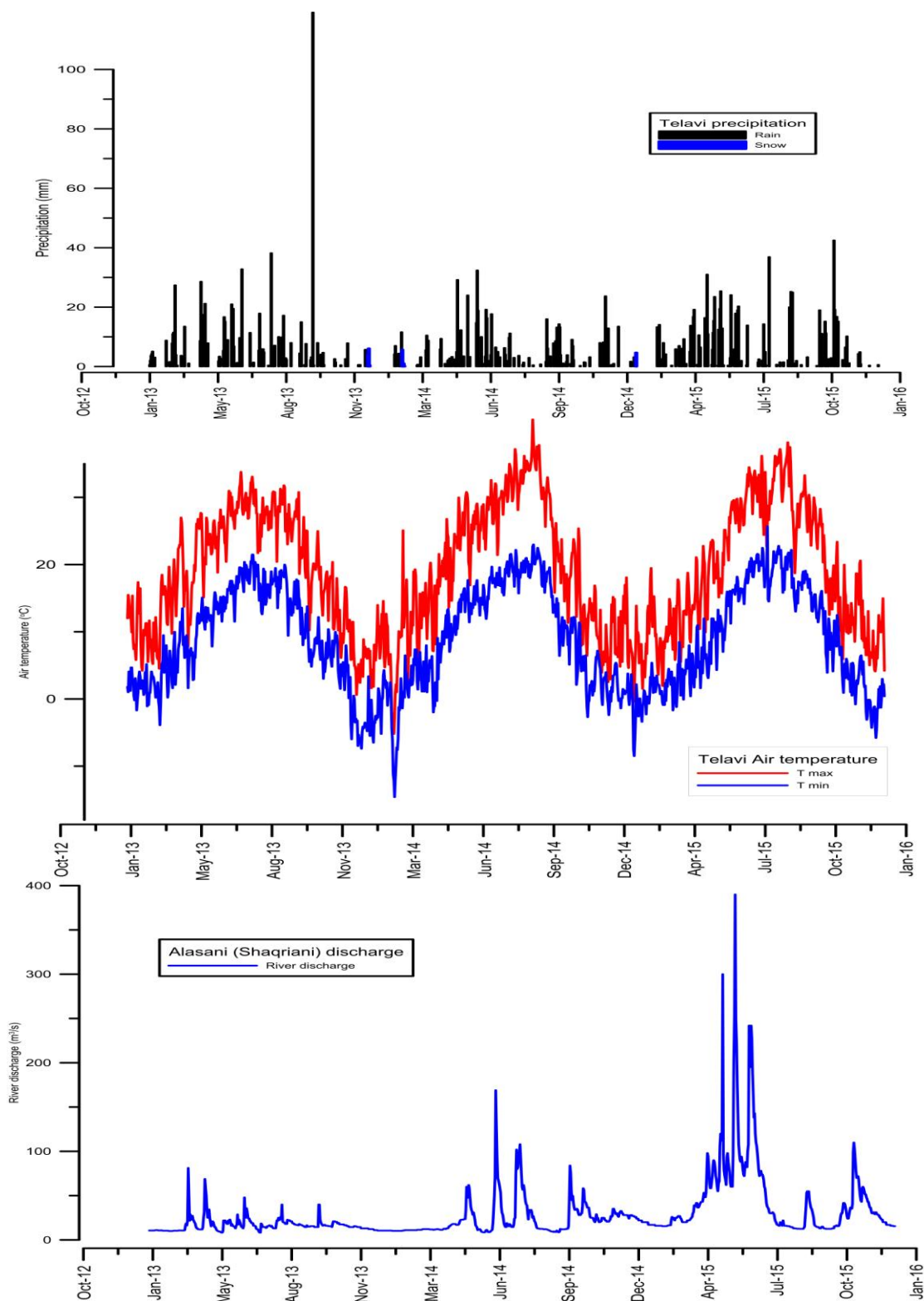


ნახ. 3.5 მდინარე იორის წყლის იზოტოპური შემადგენლობის ცვლილება დროში.

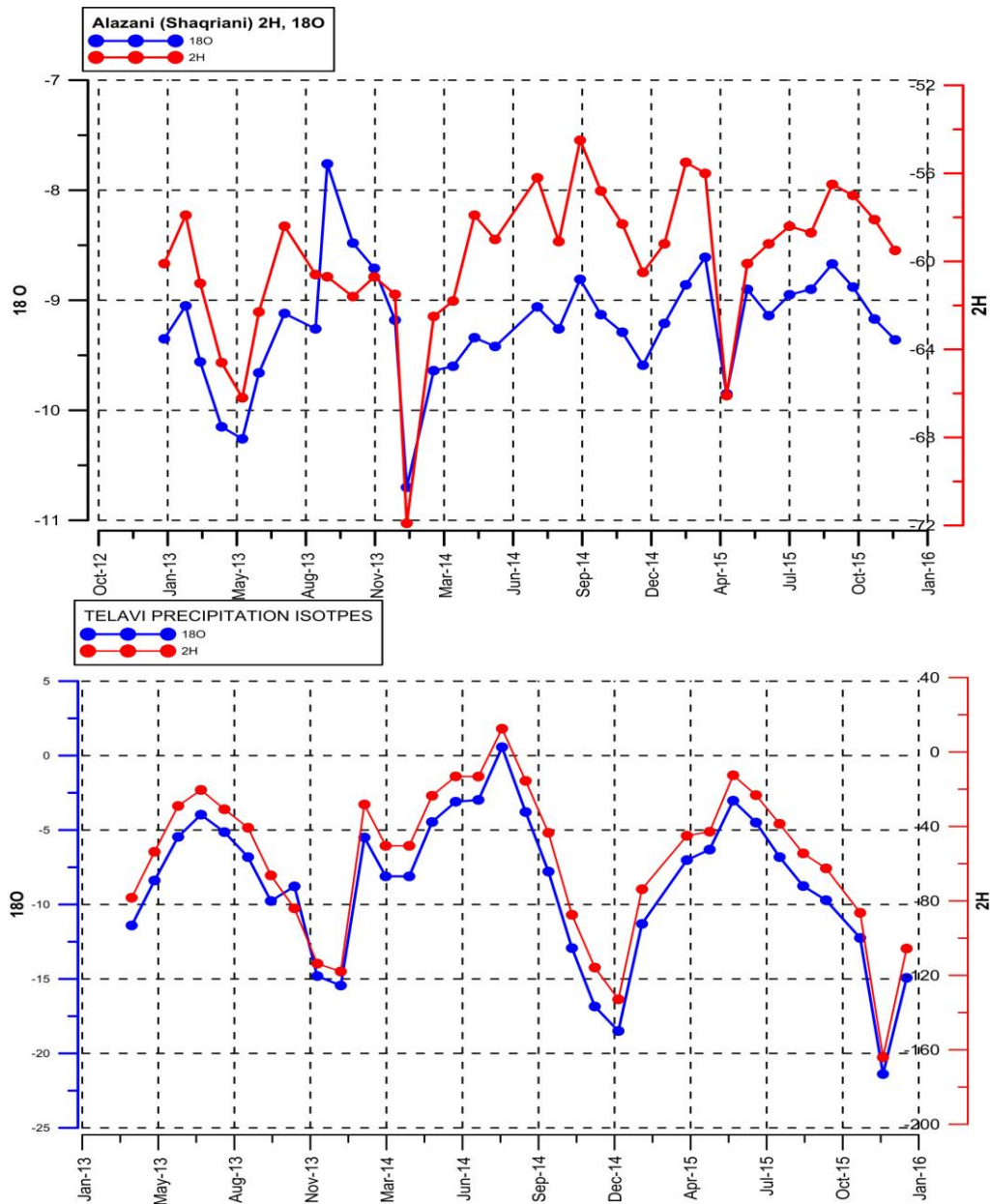
ნახ. 3.5 სურათზე მოცემულია იზოტოპური (^{18}O და ^2H) შემადგენლობის დროში ცვლილების გრაფიკები. მინიმალური მნიშვნელობები გვაქვს ზამთარში თოვლიანობის პერიოდში. ^{18}O -ს მნიშვნელობა იცვლება (-75)-დან (-55)-მდე და ^2H -ს მნიშვნელობა საშუალოდ (-10)-დან (-7)-მდე.

თიანეთის მსგავსად, **თელავის** სადგურზეც მიმდინარეობდა ჰიდრომეტეოროლოგიური და იზოტოპური პარამეტრების მონიტორინგი. კერძოდ, ნალექების, ჰაერის ტემპერატურისა და მდინარე ალაზნში წყლის დონივ ვარიაციების გრაფიკების აგებისას, ნათლად გამოჩნდა აღნიშნული პარამეტრების თანხვედრა სეზონურობასთან. ნალექი თოვლის სახით ძალიან მცირეა, რადგან ჰაერის ტემპერატურა იშვიათად ეცემა ნულს ქვევით. ზოგადად, რაიონი ატმოსფერული ნალექების სიუხვით არ გამოირჩევა, იგი ვარიებს 5-20 მმ-ს ფარგლებში, იშვიათად აღწევს 30-35 მმ-ს (ნახ. 3.6).

ასევე მიმდინარეობდა მდინარე ალაზნის წყლის და ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზები. მდინარე ალაზნის წყლის იზოტოპური ანალიზის შედეგები მიუთითებენ, რომ ^{18}O და ^2H -ს მნიშვნელობები ჯდება საერთო კანონზომიერების ფარგლებში, ისინი ვარიებენ სეზონების მიხედვით შესაბამისად (-11)-(-7.8) და (-72)-(-54) -ს შორის. თელავში არსებული ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზმა აჩვენა, რომ ნალექს თოვლის სახით შეესაბამება იზოტოპურად მსუბუქი მნიშვნელობები, ძირითადად 2013 წლის დეკემბრიდან-2014 წლის იანვარის ჩათვლით და 2014 წლის დეკემბერში.

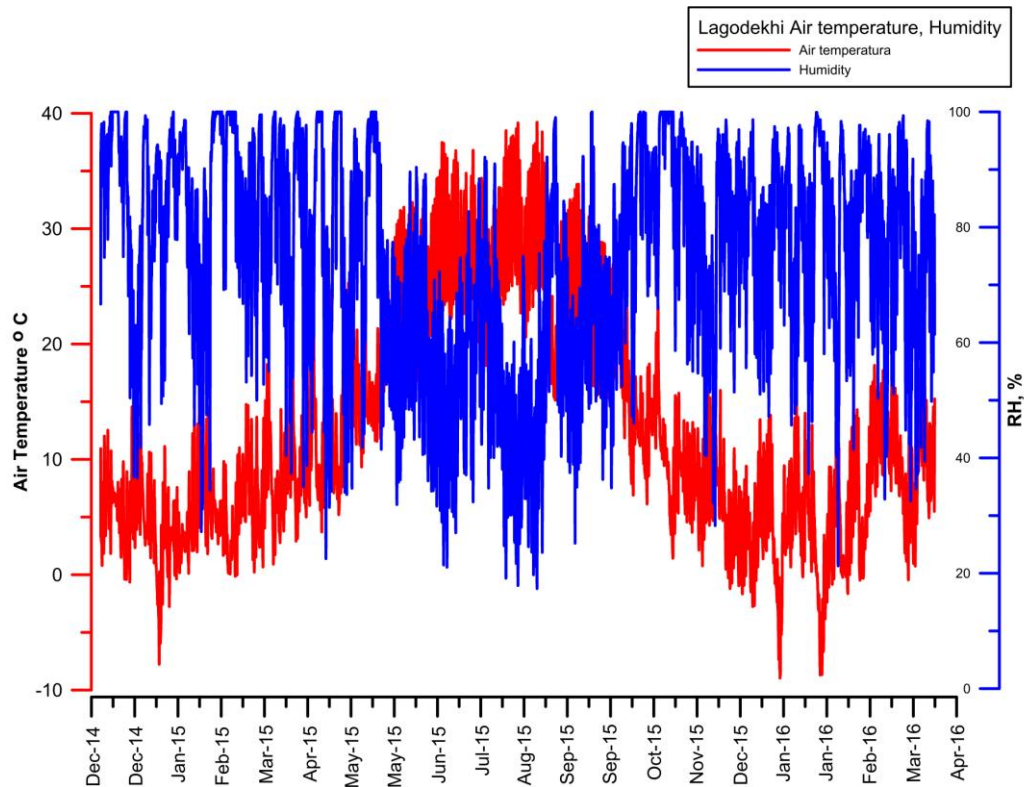


ნახ. 3.6 თელავის მეტეო სადგურზე ნალექების, ჰაერის ტემპერატურის (მინიმალური და მაქსიმალური) და შაქრიანის ჰიდროსაგუშაგოზე მდინარე ალაზნის ხარჯის ცვლილების გრაფიკები 2013 წლის იანვრიდან 2016 წლის იანვრამდე.



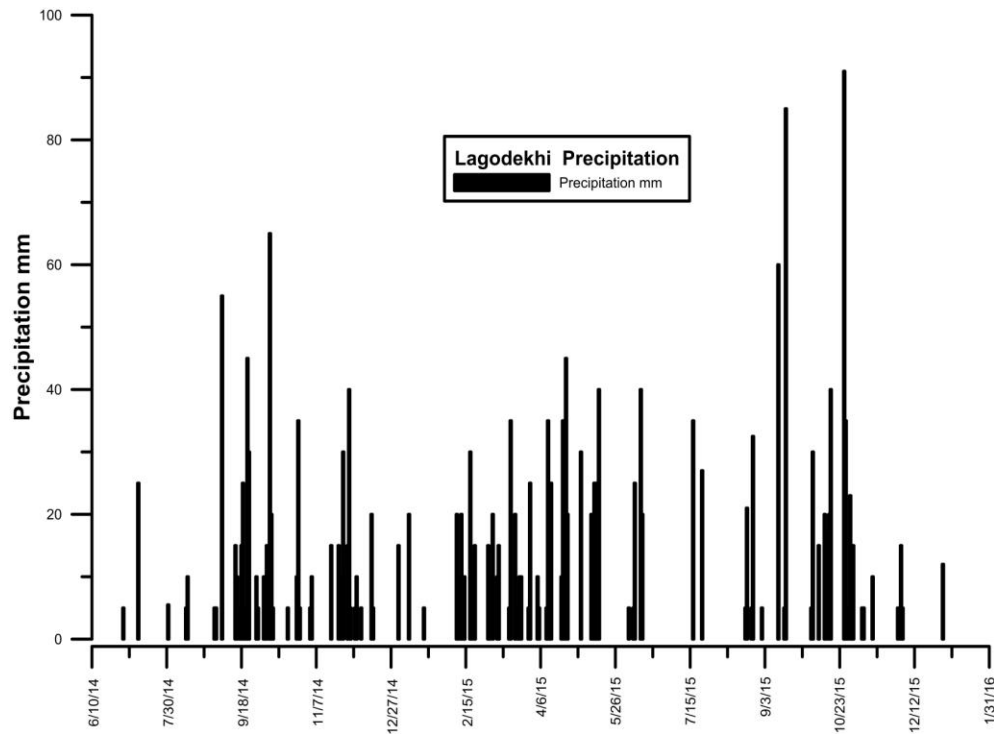
ნახ. 3.7 მდინარე ალაზნში წყლის (შაქრიანი)და თელავში ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის დროში ცვლილების გრაფიკი

ლაგოდების სარეჟიმო სადგურზე ასევე მიმდინარეობდა დაკვირვებები ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე უწყვეტ რეჟიმში 2014 წლის დეკემბრიდან 2016 წლის მარტამდე. ნახ. 3.8 შესაბამისად პარამეტრების ცვლილება ასახვენ სეზონურ ვარაიაციებს.

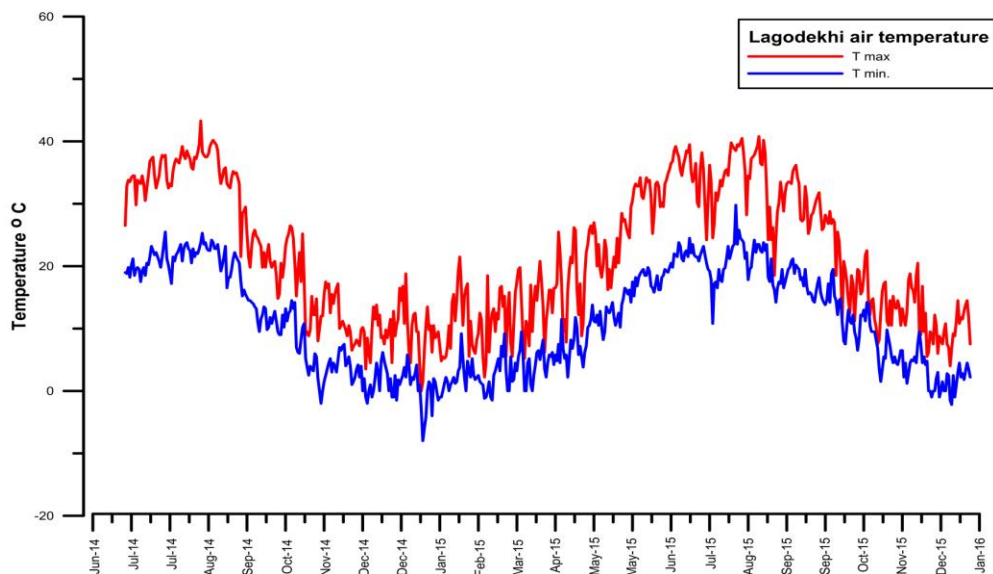


ნახ. 3.8 ლაგოდეხის სადგურზე ჰაერის (წითელი) ტემპერატურისა და ტენიანობის (ლურჯი) ცვლილების გრაფიკი 2014 წლის დეკემბრიდან 2016 წლის მარტამდე.

ასევე გამოყენებული იქნა ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურიდან მოწოდებული ჰაერის ყოველდღიური ტემპერატურის და ნალექიანობის შესახებ ინფორმაცია. ლაგოდეხის გეოგრაფიული მდებარეობის და შესაბამისად მისი მიკროკლიმატიდან გამომდინარე ნალექები თოვლის სახით არ დაფიქსირდა, ტემპერატურაც პრაქტიკულად ნულის ზევითაა და წლიური ვარიაცია 0-35 გრადუსს შორისაა. ნალექები განსაკუთრებით მცირეა ზაფხულში და მაქსიმალური მნიშვნელობა 10 მმ-ია.



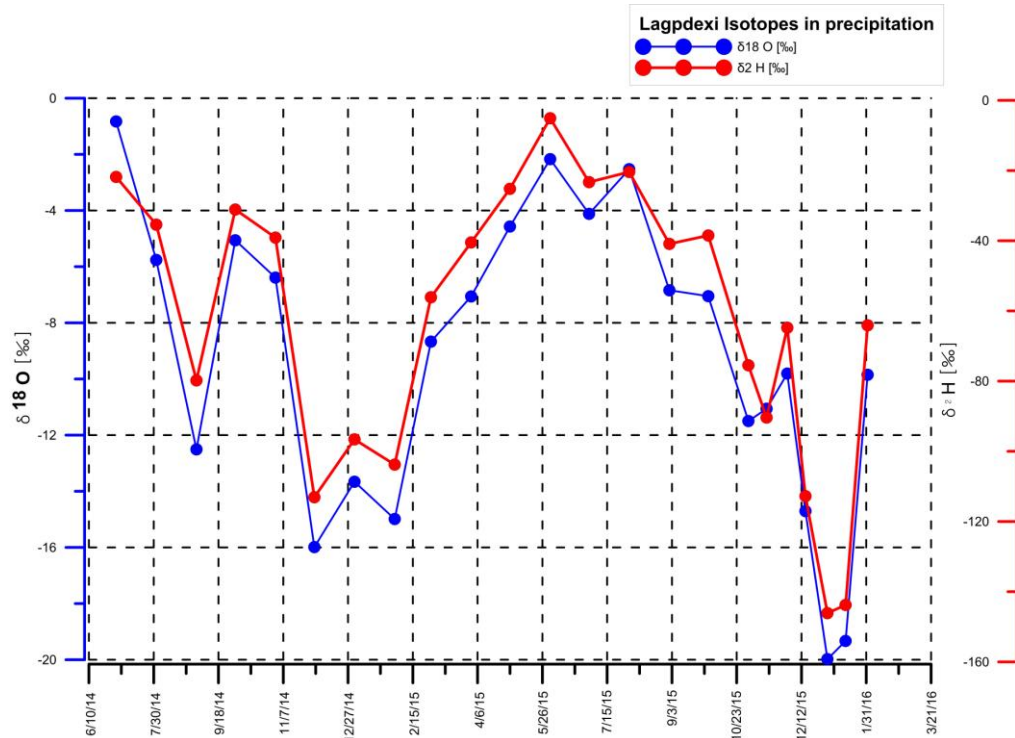
ნახ. 3.9 ლაგოდეხის სადგურზე ნალექების ყოველდღიური რაოდენობის გრაფიკი, 2014 წლის ივნისიდან 2015 წლის დეკემბრამდე;



ნახ. 3.10 ლაგოდეხის სადგურზე ჰაერის ყოველდღიური ტემპერატურის (მაქსიმალური და მინიმალური) ცვლილების გრაფიკი;

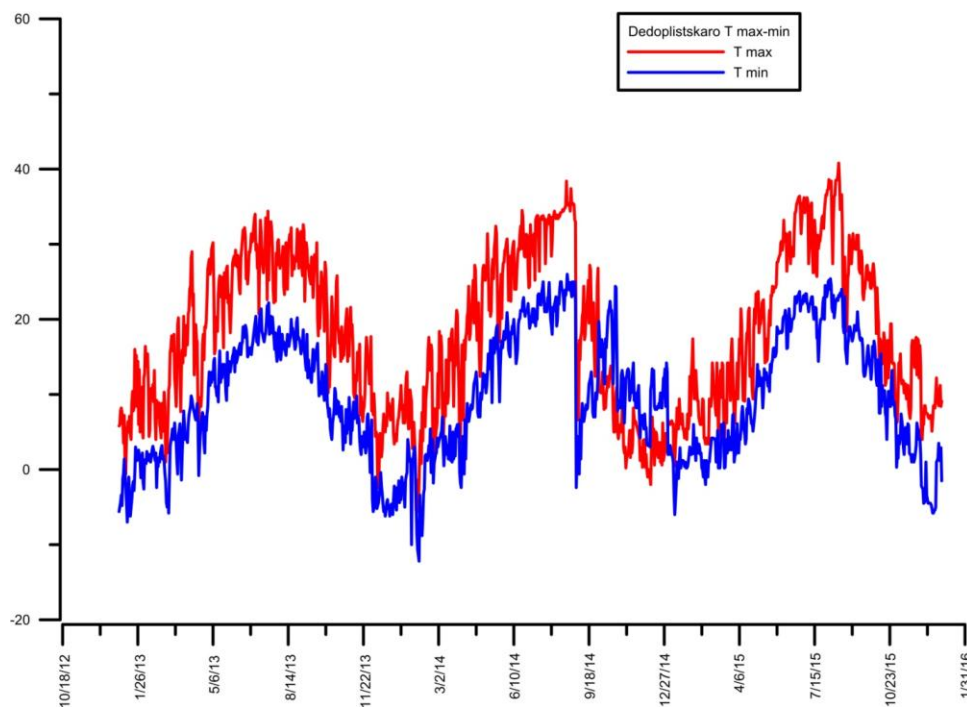
ანალოგიურად სხვა რაიონებისა, ლაგოდეხშიც მიმდინარეობდა ნალექების სინჯების აღება მათი იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზის გაკეთების მიზნით. ანალიზის შედეგები ლაგოდეხის შემთხვევაშიც ნათლად აჩვენებს ნალექების იზოტოპური შემადგენლობაზე თოვლის დნობის პროცესის გავლენას ზამთრის პერიოდში. როგორც

გრაფიკიდან ჩანს, ^{18}O ვარირებს (ლურჯი ხაზი) (-2)-დან (-16)-მდე, ხოლო ^2H – (-20)-დან (-120)-მდე.

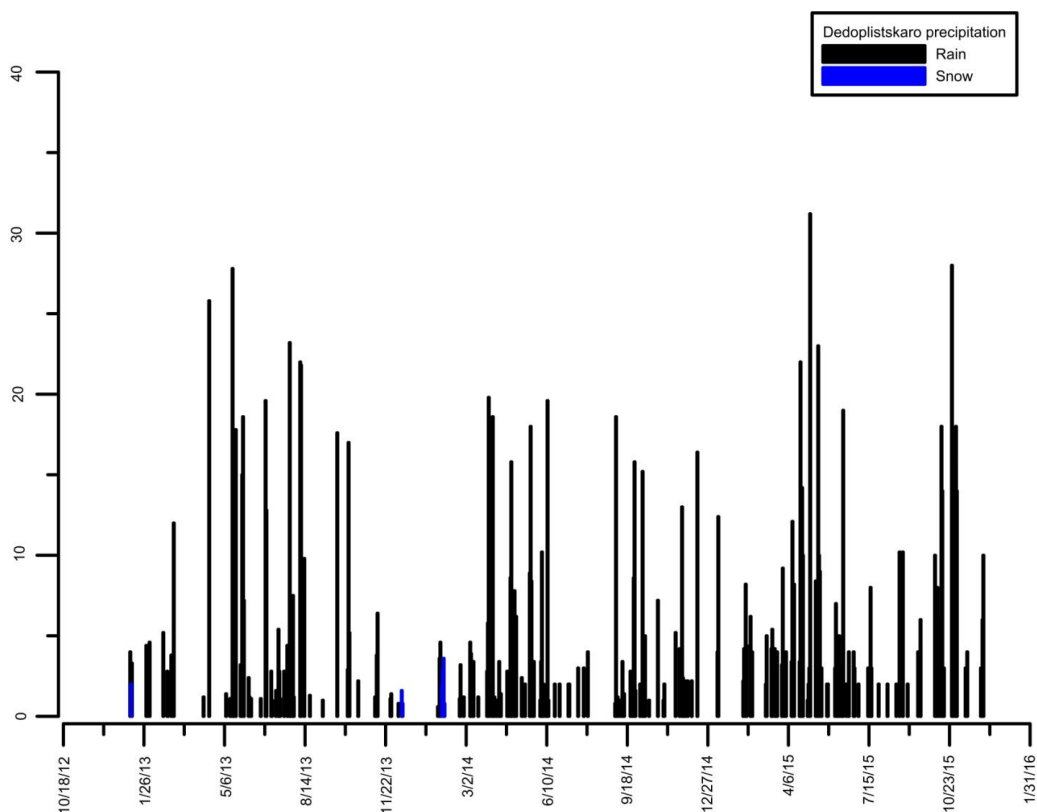


ნახ.3.11 ლაგოდეხის სადგურზე ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის დროში ცვლილების გრაფიკები. ლურჯი ხაზი ^{18}O , წითელი ^2H

დედოფლისწყაროს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურიდან მოწოდებული მონაცემების საფუძველზე აიგო ჰაერის ტემპერატურისა (მინიმუმი და მაქსიმუმი) და ნალექების რაოდენობის დროში ცვლილების გრაფიკები 2013 წლის იანვრიდან 2016 წლის იანვრამდე. ნალექების მაქსიმალური მნიშვნელობა 30 მმ-მდეა. აქაც, თელავის მსგავსად, თოვლი მცირე რეოდენობითაა და ჰაერის ტემპერატურაც ძალიან იშვიათად ეცემა ნულს ქვევით. ზამთრის საშუალო ტემპერატურა(-10)-(+10) გრადუსია, ზაფხულში კი საშუალოდ (+18)-(+32) გრადუსი.

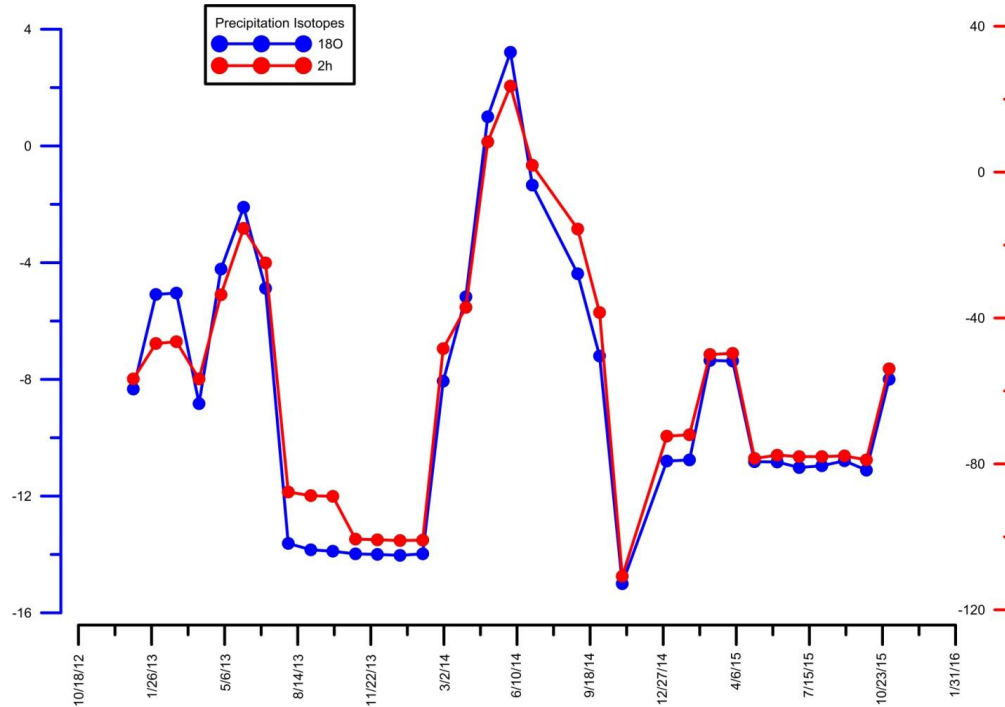


ნახ. 3.12 ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების გრაფიკი (მინიმალური და მაქსიმალური) დედოფლისწყაროს სადგურზე 2013 წლის იანვრიდან 2016 წლის იანვრამდე



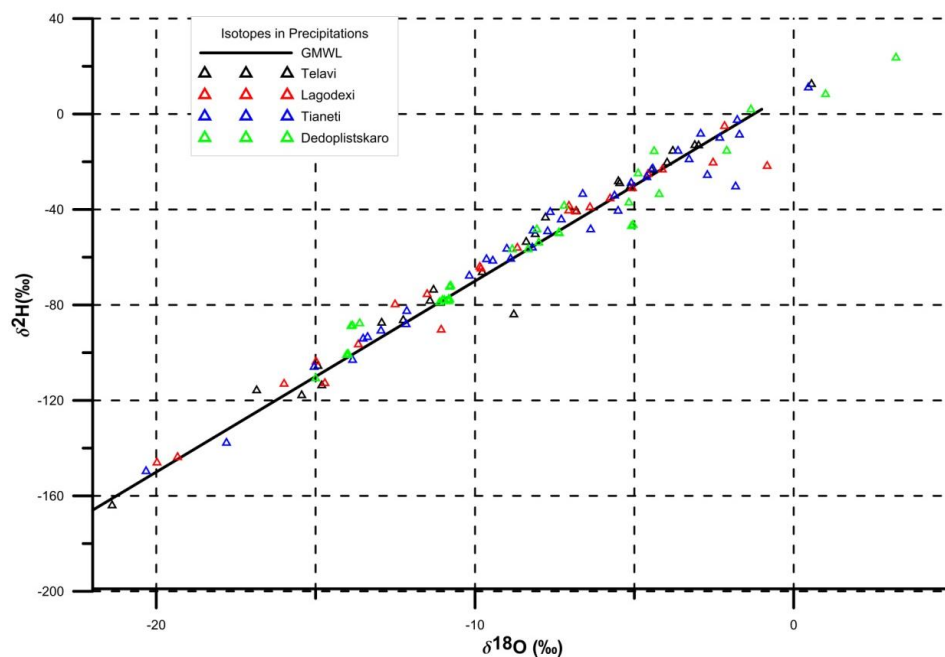
ნახ. 3.13 ყოველდღიური ნალექების რაოდენობა დედოფლისწყაროში, 2013 წლის იანვრიდან 2016 წლის იანვრამდე. ლურჯი ფერით აღნიშნულია ნალექები თოვლის სახით.

შესაბამისად ჩატარდა ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზი. შედეგებმა აჩვენა, რომ რამდენიმე სინჯი მონაცემთა შემდგომი დამუშავებისათვის უვარგისია და მხედველობაში არ იქნა მიღებული. მიზეზი შესაძლებელია იყოს აორთქლება სინჯების ალების ან შენახვის პროცესში. დაკვირვების პერიოდში ^{18}O -ს საშუალო მნიშვნელობა ვარირებს (-8.3) მნიშვნელობის გარშემო, ხოლო ^2H -ისა (-55).



ნახ. 3.14 ატმოსფერული ნალექების იზოტოპური შემადგენლობა; დედოფლისწყარო

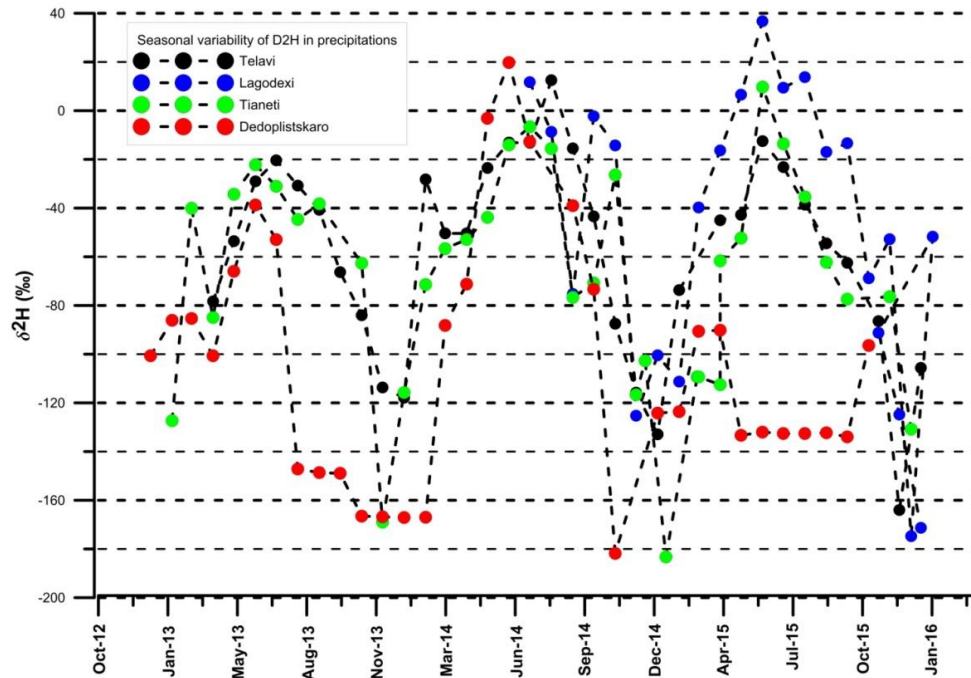
განხორციელდა ყველა სადგურის კომპლექსური ანალიზი. ათეული სინჯის განაწილება ძირითადად გაიდევნება გლობალური მეტეორული წყლის ხაზის გასწვრივ, გარდა ცალკეული შემთხვევისა. ასე მაგალითად, დედოფლისწყაროში აღებული სინჯები უჩვენებს აორთქლების (ევაპოტრანსპირაციის) გავლენას (ნახ. 3.15). ასეთი მნიშვნელობები თითქმის არ გვხვდება ცხელ თვეებში, რაც შესაძლებელია მოწმობს იმაზე, რომ მათი აორთქლება მოხდა წყალშემკრებ ჭურჭელში, ან სინჯის ალებისას. ასეთი სინჯების ანალიზის შედეგები გამოირიცხა მონაცემთა დამუშავებისას. დედოფლისწყაროს ნალექების სინჯების მნიშვნელობები 2013 აგვისტო-ოქტომბერში და შემდეგ 2014 წლის ნოემბერ-თებერვალში არ ვარირებს, რაც უჩვეულოა და არ შეესაბამება სხვა სადგურების სინჯების ანალიზის შედეგებს.



ნახ. 3.15 იზოტოპური შემადგენლობის განაწილება გლობალური მეტეორული წყლის ხაზის გასწვრივ

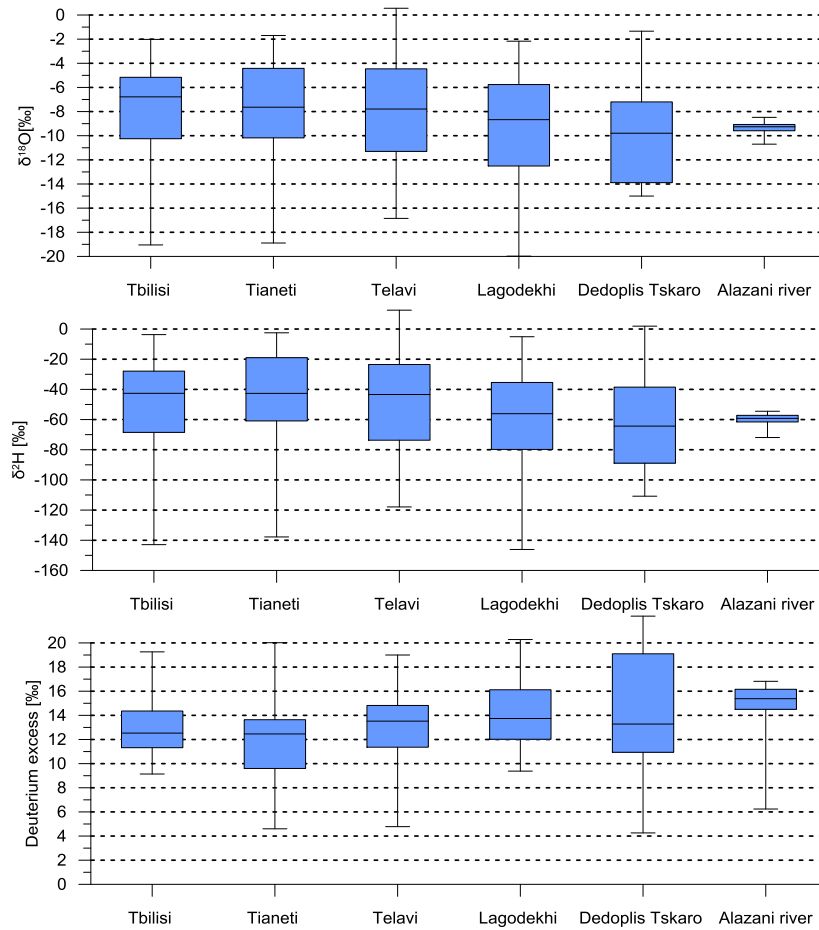
ნახაზის შესაბამისად იზოტოპურად ყველაზე მსუბუქი ნალექი დაფიქსირებული იყო ლაგოდეხსა და თიანეთში, რაც მიუთითებს ამ ტერიტორიის სიმაღლეზე.

მდინარის წყლის იზოტოპური შემადგენლობის მონიტორინგი ორგანიზებული იყო GNIR-ის სადგურებზე შაქრიანში, რომელიც დაახლოებით 40 კმ-ის არის დაშორებული კვების არეალიდან, დიდი კავკასიონის მთებზე განლაგებული მისი სათავიდან. შედარებით მოკლე დროითი მწკრივი დაგროვდა მდინარე ალაზანზე დედოფლიწყაროსთან მდებარე დამატებითი სადგურიდან.



ნახ. 3.16. ნალექებში $\delta^2\text{H}$ -ის სეზონური ვარიაციები

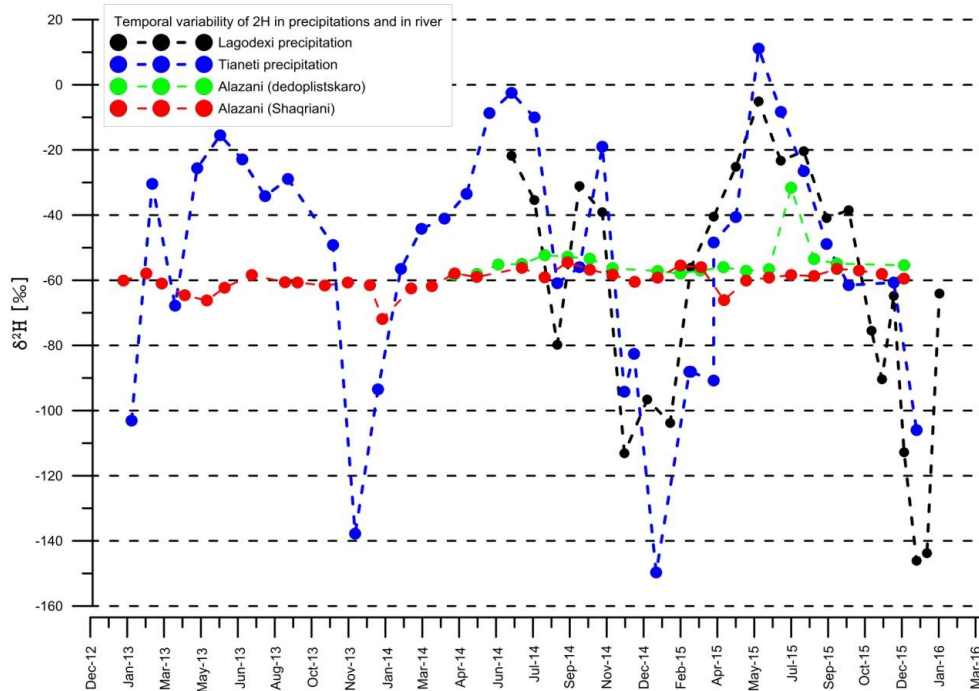
მდინარე ალაზნის იზოტოპური შემადგენლობა თელავთან ახლოს მდებარე შაქრიანის სადგურიდან, წარმოდგენილია ნახ. 3.17-ზე, საიდანაც ირკვევა, რომ მდინარის წყალში უმეტესად ფიქსირდება იზოტოპების მსუბუქი მნიშვნელობები.



ნახ. 3.17. ყოველთვიური ნალექების ბოქს-ვისკერის ტიპის გრაფიკები.

ნახაზზე მოტანილია იზოტოპების მნიშვნელობები ნალექებში 2013 წლის იანვრიდან 2014 წლის ოქტომბრამდე და ალაზნის მდინარეში 2013 წლის იანვრიდან 2015 წლის თებერვლამდე. ვისკერების სიმპოლოს სისქე შეესაბამება მნიშვნელობების მინიმუმს და მაქსიმუმს; სადგურების განლაგება მარცხნიდან მარჯვნივ შეესაბამება მათ განლაგებას ტერიტორიაზე დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით (ნახეთ ნახ. 3.17);

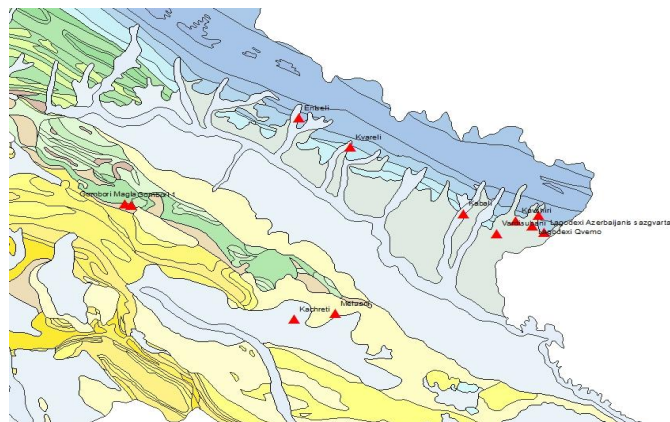
დეიტერიუმის მაღალი სიდიდე დამახასიათებელია მთიანი ადგილებისთვის. მაგალითად ალპებისა და კარპატებისათვის. ნახ. 3.18 ასახავს $\delta^{18}\text{O}$ და $\delta^2\text{H}$ -ის სეზონური ცვალებადობას სადგურებზე. 2013-15 წლების ზამთარში მიუთითებს თოვლის დნობის პროცესის გავლენაზე, კერძოდ მსუბუქი იზოტოპური მნიშვნელობები დაფიქსირდა 2013 წლის მაისში და ნოემბერში. ასევე, მსგავსი სურათი ფიქსირდება 2014 წლის იანვარში და დეკემბერში და 2015 წლის დეკემბერში.



ნახ. 3.18. $\delta^2\text{H}$ -ის დროში ცვლილების გრაფიკები ნალექებსა და მდინარეებში მდინარე ალაზანში შაქრიანთან (თელავთან ახლოს) და დედოფლისწყაროსთან.

3.2. არალრმა მიწისქვეშა ჰორიზონტებში თოვლის ნადნობი წყლის წილის განსაზღვრისათვის ჰიდროქიმიური და იზოტოპური დასინჯვების ქსელის ორგანიზება

თოვლის ნადნობი წყლის ინფილტრაციის მიწისქვეშა წყლებზე შესაძლო გავლენის დადგენის მიზნით 2014-16 წლების ზამთრის პერიოდებში ხორციელდებოდა სავსე გასვლები თოვლის საფარის შეფასების მიზნით თიანეთის, ახმეტის, ყვარელის და ლაგოდეხის რაიონებში. შერჩეული იქნა თოვლის პროფილირებისათვის სარეპერო ადგილები.



ნახ. 3.19 თოვლის პროფილირების განხორციელების პუნქტების განლაგება ტერიტორიაზე.

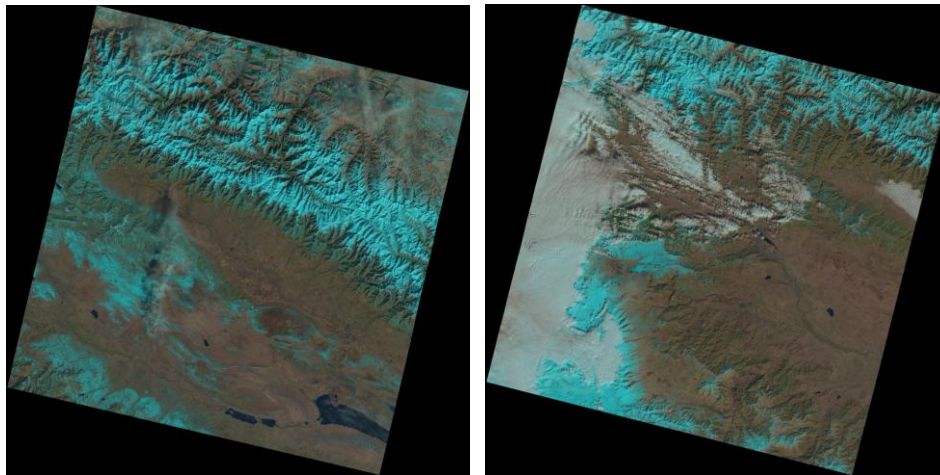
2013-14 წლის ზამთარში ჩატარდა პირველი დასინჯვები. 2015 წლის 11 იანვარს გაკეთდა თოვლის საფარის განმეორებითი 12 პროფილი სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეზე განლაგებულ პუნქტებზე (281- 1684 მმ). თოვლის საფარის სიღრმე მხოლოდ 6-17 სმ იყო და შედეგად შეუძლებელი იყო თოვლის წყლის ეკვივალენტის მნიშვნელობა გათვლა. შესაბამისად ვერ მოხერხდა თოვლის აკუმულაციისა და დნობის მოდელირება და ვერ შეფასდა ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარში დაგროვილი წყლის რაოდენობა.

აღებული თოვლის საფარის სინჯების იზოტოპური ანალიზი ანალიზდებოდა ლაბორატორიაში. სხვადასხვა წლების შედეგები დარდებოდა ერთმანეთს.

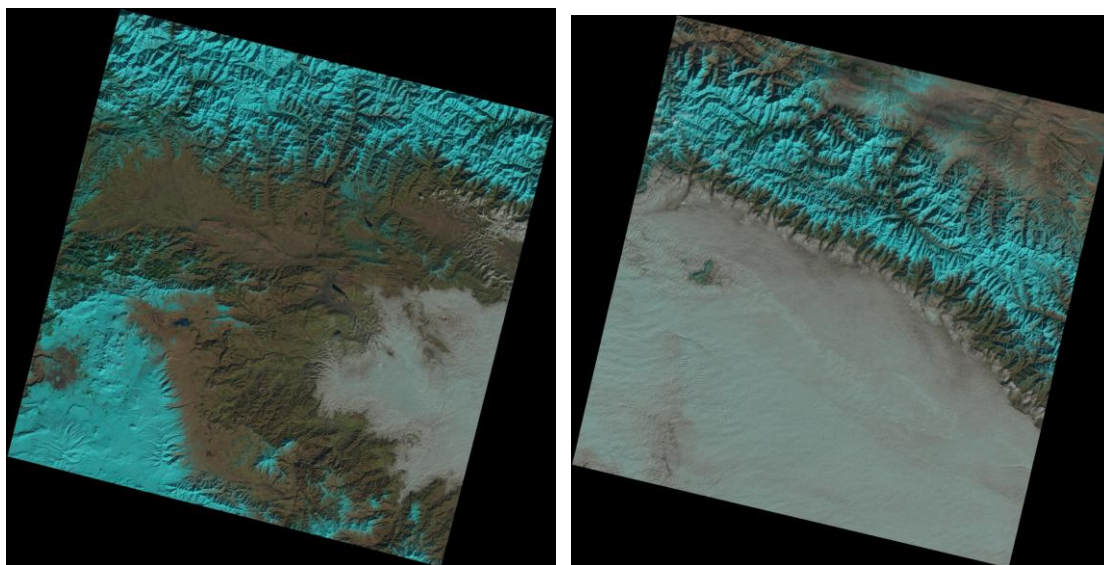


ნახ. 3.20. 2014 წლის ზამთარში თოვლის სინჯების აღების პროცესი თიანეთის პროფილზე

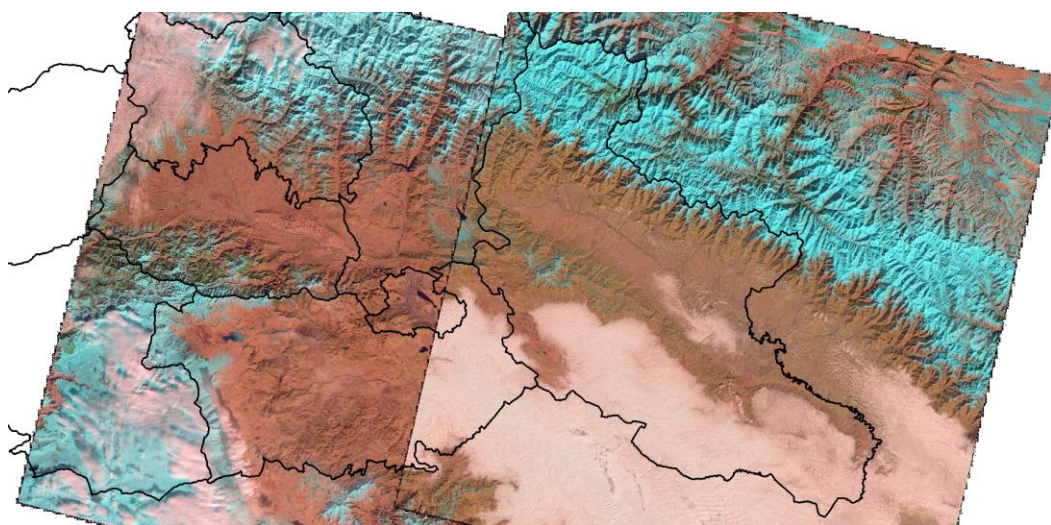
თოვლის საფარის გავრცელების და მისი ინტენსივობის დადგენის მიზნით მოპოვებული იქნა შესაბამისი სატელიტური ინფორმაცია ზამთარში თოვლიანობის პერიოდისთვის.



ნახ. 3.21. კახეთის რეგიონში თოვლის საფარის გავრცელება 2014 წლის 10 და 17 თებერვალს

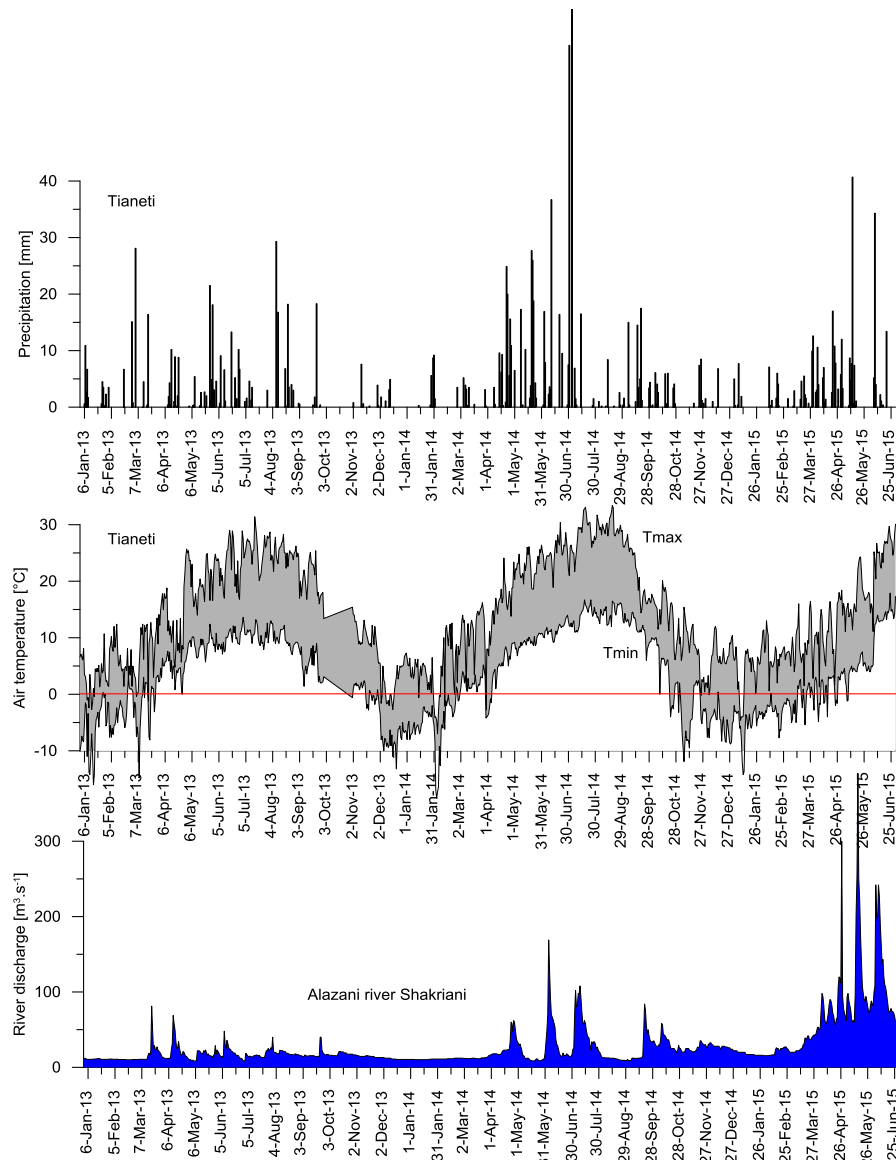


ნახ. 3.22 კახეთის რეგიონში თოვლის საფარის გავრცელება 2015 წლის 19 და 28 იანვარს



ნახ. 3.23 კახეთის რეგიონში თოვლის საფარის გავრცელება 2016 წლის 22 იანვარს და 16 თებერვალს

როგორც ვხედავთ ზემოთ მოყვანილი სურათებიდან თოვლის საფარის განვითარების ხელსაყრელი პირობები მხოლოდ მაღალ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე იყო. ზამთრის ნალექიანობა დაბალია და დღის მაქსიმალური ტემპერატურა იშვიათად ეცემა უარყოფით ნიშნულამდე თვით თიანეთშიც კი (1112 მ. ზღვის დონიდან), რომლის გრაფიკიც მოყვანილია ქვემოთ (ნახ. 3.24.)



ნახ. 3.24. დღიური ნალექიანობის და ჰაერის ტემპერატურის (მინიმუმი, მაქსიმუმი) თიანეთის სადგურზე და მდინარე ალაზნის (შაქრიანი) დღიური ხარჯი 2013 წლის 1 იანვრიდან 2015 წლის 30 ივნისამდე.

3.24-ე ნახაზზე მოცემული ნალექებისა და ხარჯის მონაცემები, მიწისქვეშა წყლების იზოტოპური შემადგენლობის შედეგები და ადრეული გაზაფხულის ნალექები საშუალებას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ გაზაფხულზე შესამღებელი ხდება მიწისქვეშა წყლების შევსება ნალექებით. თუმცა სეზონური თოვლის საფარის არსებობა დიდი კავკასიონის ძირში მდებარე მთებში არ არის ხანგრძლივი, შესაბამისად გაზაფხულის ნალექებს გადამწყვეტი როლი ენიჭება მიწისქვეშა წყლების შევსებაში.

3.3. მონაცემთა მულტი-პარამეტრული ბაზის შექმნა

პროექტის ამოცანების შესრულების მიზნით შეიქმნა მონაცემთა ბაზის ნიმუში, რომელიც შეიცავს თანდათანობით გაზომილი პარამეტრებით. მომზადა ბაზის ისეთი სტრუქტურა, რომელიც გაფარდოვდა ახალი პარამეტრების ხარჯზე და მოსახერხებელი იქნა შეგროვებული მასალის, როგორიცაა - გეოლოგიური, გეოფიზიკური, ჰიდროლოგიური და ჰიდროდინამიური კვლევების მონაცემების (მიწისქვეშა წყლების დონეები ან წნევები), ჰიდროქიმიური და მეტეოროლოგიური მონაცემების და აგრეთვე ადრეული რადიომეტრული (იზოტოპები), სეისმური და სხვა ხანგრძლივი დაკვირვებების შედეგების ანალიზისათვის GIS სისტემის გამოყენებით.

მონაცემები განთავსებულია ვებ-გვერდზე საჯარო მოხმარებისთვის (<http://gga.ge/index2.php?s=11&summary=1>).

3.4. ჰიდროდინამიკური და ჰიდროქიმიური მონიტორინგის ორგანიზება მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის შესასწავლად და როგორც მაკონტროლებელი სისტემა სასმელი წყლის შესაძლო დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად

ალაზანისა და იორის წყალშემკრებ აუზებში, ძირითად წყალშემცველ ჰორიზონტებზე ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ ჰიდროდინამიკურ დაკვირვებებს. ლაგოდეხის რაიონში გაბურღულ ჭაბურღილზე, მონიტორინგი ხორციელდებოდა ამერიკული წარმოების ხელსაწყოთა მეშვეობით, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემების დაგროვებას და მის გადაცემას თბილისის ცენტრში GSM სისტემის მეშვეობით. წყლის დონე, ატმოსფერული წნევა და ჰაერის ტემპერატურა ჭაბურღილში იზომება წუთიერ რეჟიმში.

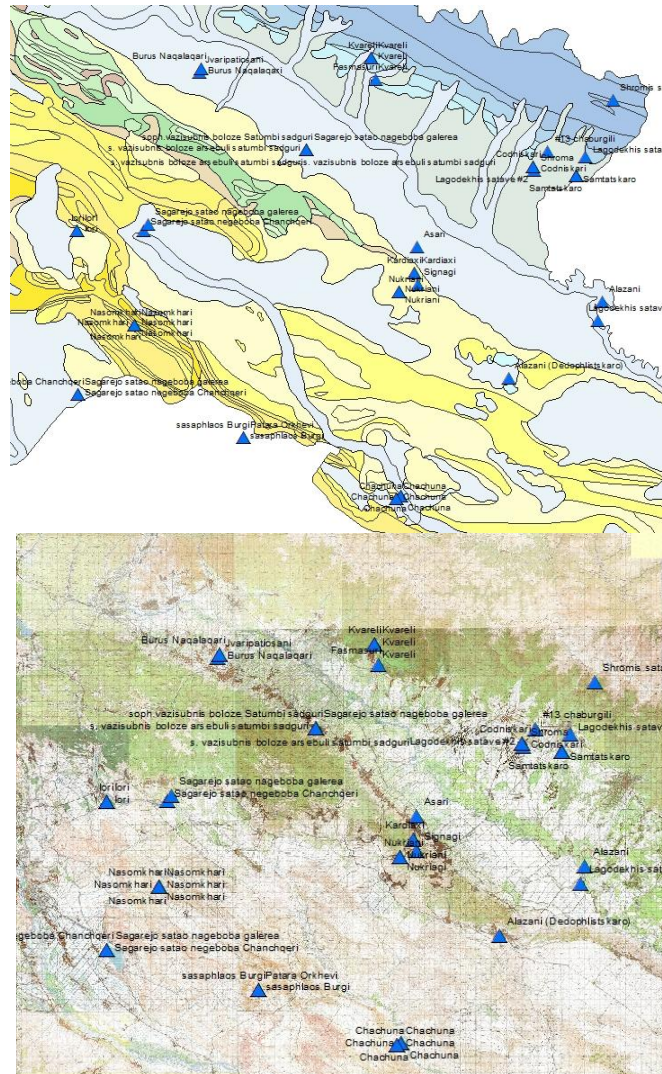
რეჟიმულ დაკვირვებები ასევე ორგანიზირებული იქნა დედოფლის-წყაროს რაიონში მდებარე ჭაში "Daiver" ტიპის ხელსაწყოთა მეშვეობით. ყოველ საათობრივად იზომებოდა წყლის დონე და ტემპერატურა. მონაცემების მოხსნა ხორციელდებოდა 1-2 თვეში ერთხელ კომპიუტერის მეშვეობით. შემდეგში დაგეგმილია დასაკვირვებელი პარამეტრების სიის გაზრდა. მონაცემების შეგროვება ხორციელდებოდა ცენტრში, მოთხოვნილი სიხშირით. მუშავდებოდა მონაცემები და ანალიზდებოდა სეზონურობისა და სხვა სახის ფაქტორების გავლენა ვარიაციებზე.

ცხრილი #2 სარეჟიმო ჰიდროლოგიური პუნქტების მდებარეობა

პუნქტის დასახელება	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Altitude</i> <i>m</i>
"ლაგოდეხი" ჭაბურღილი	606506	4632768	541
დედოფლის-წყარო ჭაბურღილი	591942	4591129	804

დამატებით, მიწისქვეშა წყლებში იზოტოპური და ქიმიური შემადგენლობის ცვლილებათა დროში და სივრცეში ვარიაციების დადგენის მიზნით, განხორციელდა რეჟიმული ჰიდროქიმიური დაკვირვებების ორგანიზება კახეთის ტერიტორიაზე განლაგებულ ჭაბურღილებსა და ჭებზე. საქართველოს წყლის კომპანიასთან და გარემოსა და

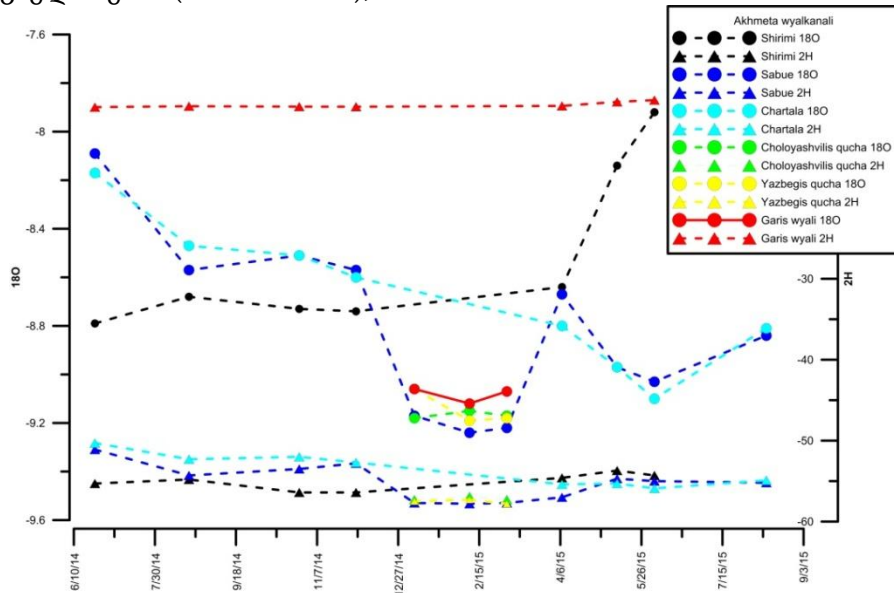
ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული შეთანხმებით, მათ სასმელი წყლის შემკრებ ჭაბურღილებსა და ჭებზე, ყოველთვიურად ხდებოდა სინჯების აღება მათში სტაბილური იზოტოპების განსაზღვრის მიზნით. დაკვირვებებისათვის შერჩეული იქნა სხვადასხვა წყალშემცველ ჰორიზონტებში განლაგებული სხვადასხვა სიღრმის ჭაბურღილები და გალერეები, რომლებიც თანაბრად იყო განლაგებული მთელ ტერიტორიაზე. კერძოდ, ახმეტის, ყვარელის, ლაგოდეხის, თელავის, გურჯაანის, სიღნაღის, საგარეჯოს, წნორის და დედოფლის-წყაროს ტერიტორიებზე.



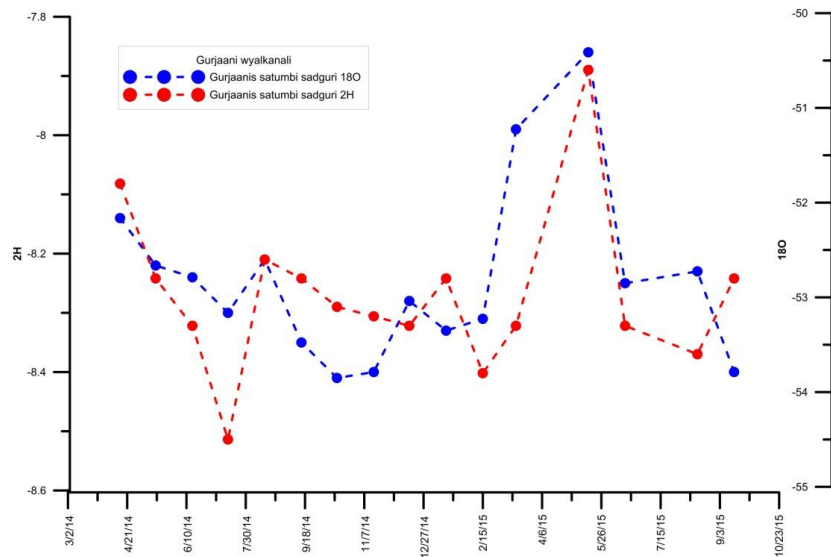
ნახ. 3.25 სარეჟიმო სადგურების ქსელის განლაგება საკვლევ ტერიტორიაზე - გეოლოგიურ რუკაზე (ზედა ნახაზი) და ტოპო რუკაზე (ქვედა ნახაზი)

პერიოდულად (1-1.5 თვეში ერთხელ) ხდებოდა ჰიდროქიმიური და იზოტოპური სინჯების აღება და მონაცემები შეგროვდება, შემდგომში მათი ანალიზით ცენტრის თანამშრომლების მიერ. ქვემოთ მოყვანილია აღნიშნულ ჭაბურღილებში იზოტოპური შემადგენლობის ცვლილების გრაფიკები.

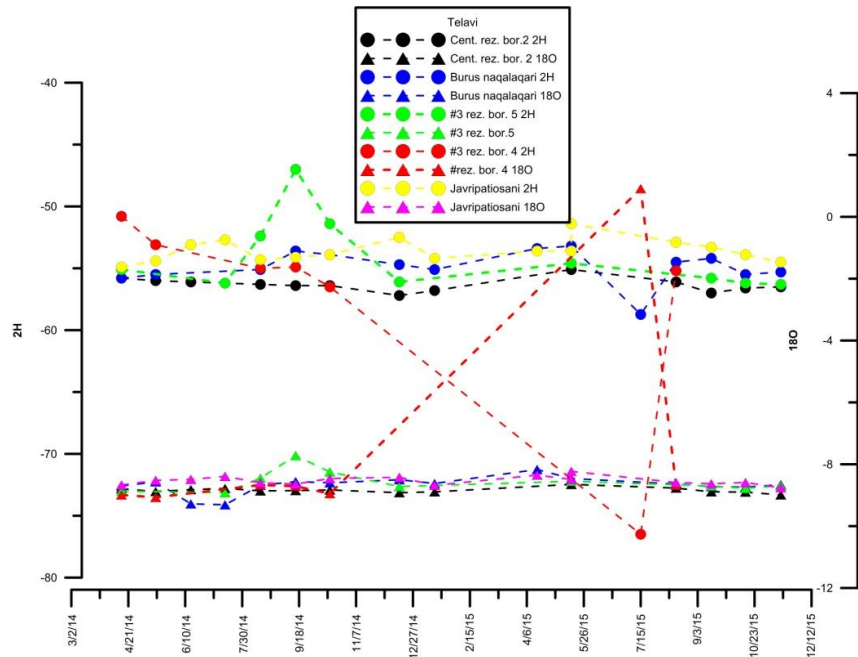
ქვევით მოცემულია კახეთის რეგიონის ჭაბურღილებსა და რეზერვუარებში $\delta^{18}\text{O}$ -ისა და $\delta^2\text{H}$ -ს შემადგენლობის დროში ცვლილებების გრაფიკები რაიონების მიხედვით. როგორც გრაფიკებიდან ჩანს, სინჯებში ახმეტისა, თელავისა და გურჯაანის იზოტოპურად მსგავსი მნიშვნელობებია (ნახ. 3.26-3.28);



ნახ. 3.26 . ახმეტის რაიონის ჭაბურღილებში იზოტოპების დროში ცვლილებების გრაფიკები

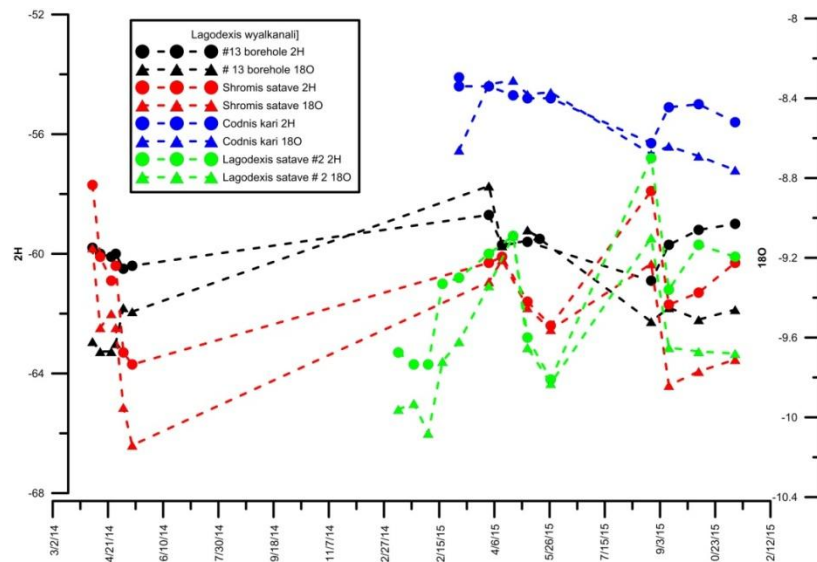


ნახ. 3.27. გურჯაანის რაიონის ჭაბურღილებში იზოტოპების დროში ცვლილებების გრაფიკები



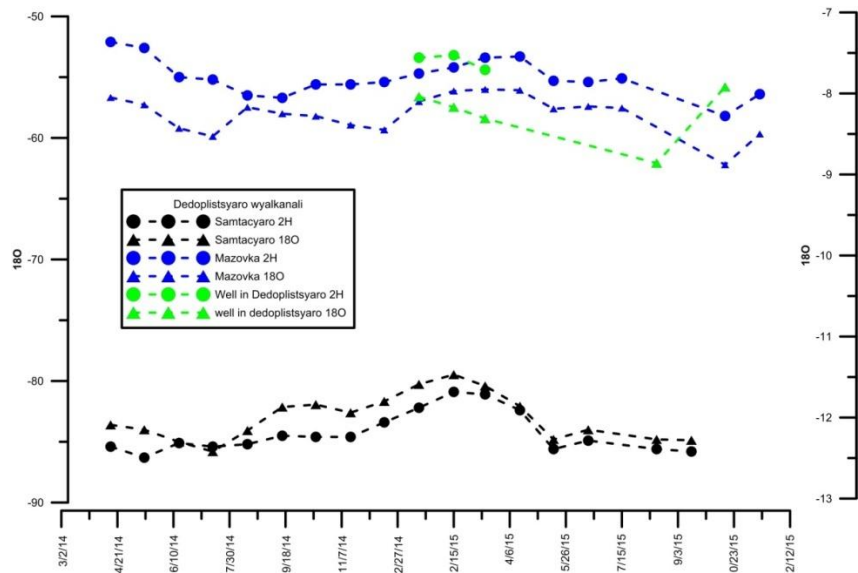
ნახ. 3.28 . თელავის რაიონის ჭაბურღილებში იზოტოპების დროში ცვლილებების გრაფიკები

ლაგოდეხის რაიონის ჭაბურღილებში სინჯები იზოტოპების მნიშვნელობები ბევრად მსუბუქია, რაც აიხსნება მათი ჩრდილოეთით, დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდის ძირში მდებარეობით.

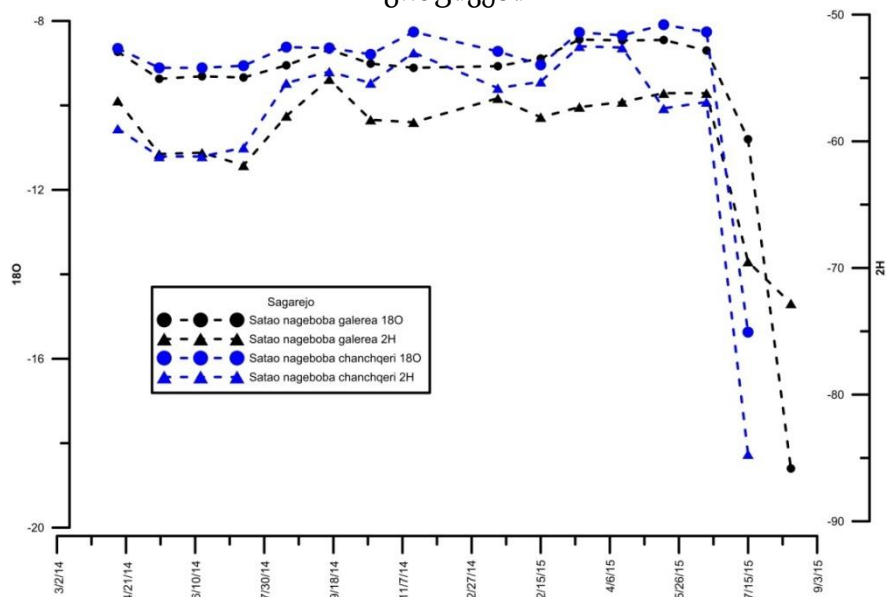


ნახ. 3.29. ლაგოდეხის რაიონის ჭაბურღილებში იზოტოპების დროში ცვლილებების გრაფიკები

დედოფლისწყაროსა და საგარეჯოს რაიონების სინჯები იზოტოპურად შედარებით მძიმდება, რაც, ასევე აიხსნება მათი სამხრეთი მდებარეობით. ასევე, დედოფლისწყაროში სინჯები ორ ჯგუფად იყოფიან. სამთაწყაროს ჭაბურღილის წყალი იზოტოპურად გაცილებით მსუბუქია, და შესაბამისად შესაძლოა უფრო ძველ წყალს წარმოადგენდეს.

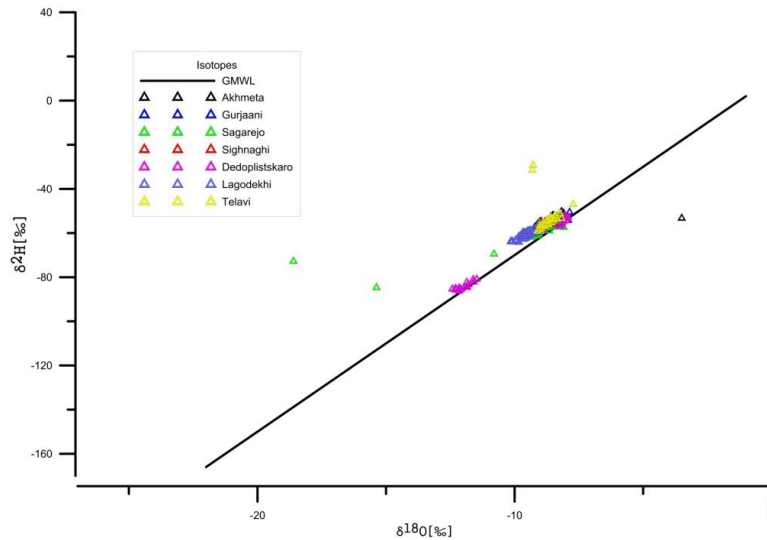


ნახ. 3.30 . დედოფლის-წყაროს რაიონის ქაბურღილებში იზოტოპების დროში ცვლილებების გრაფიკები



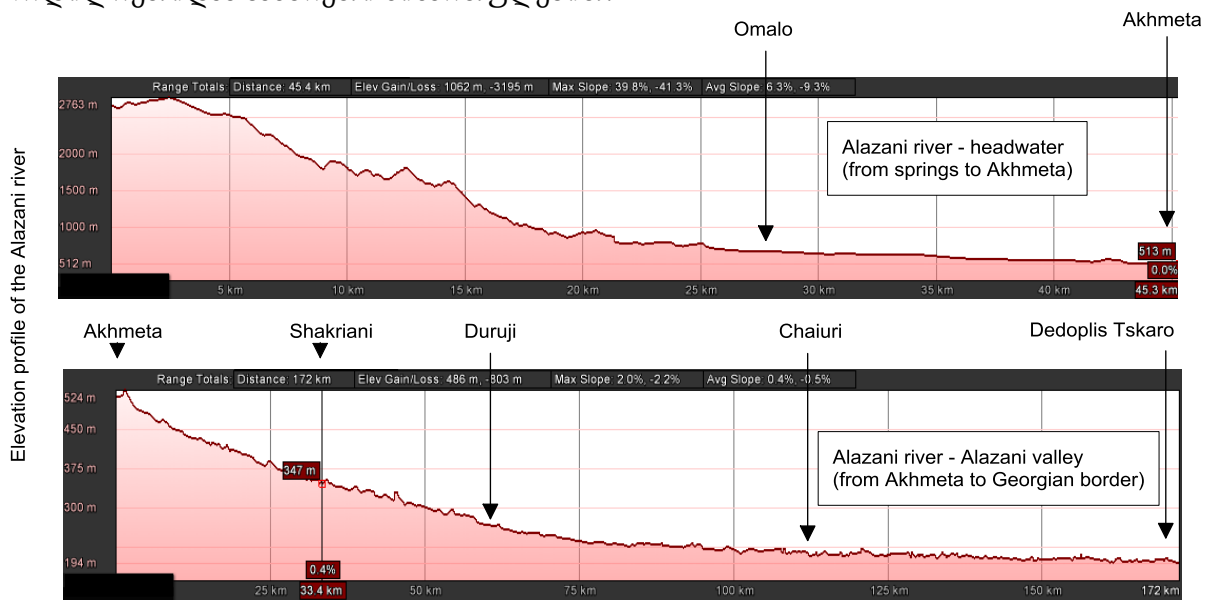
ნახ. 3.31. საგარეჯოს რაიონის ქაბურღილებში იზოტოპების დროში ცვლილებების გრაფიკები

ყველა ეს წყლები იზოტოპური შემადგენლობის მიხედვით ლაგდება გლობალური მეტეოროლოგიური ხაზის გასწვრივ, სადაც დედოფლის-წყაროს და საგარეჯოს უკავიათ ქვედა უფრო „მძიმე“ პოზიცია. ზედა პოზიციაში ლაგდება ჯერ გურჯაანი, შემდგომ თელავის და ბოლოს ახმეტის ჯგუფი, რაც სრულად შეესაბამება მიწისქვეშა წყლების მოძრაობას კავკასიონიდან ალაზნისა და იორის წყალშემკრებების მიმართულებით.

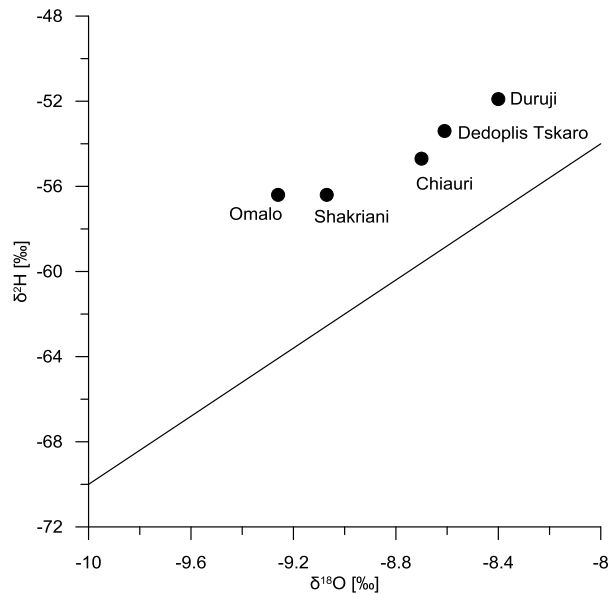


ნახ. 3.32. ჭაბურღილების წყლების იზოტოპური შემადგენლობის განლაგება გლობალური მეტეოროლოგიური ხაზის მიმართ

ეს ტენდენცია ასევე დასტურდება იზოტოპების მნიშვნელობების სპეციალური ხაზობრივი ანალიზისას. კერძოდ, დიდი კავკასიონის ქედიდან სამხრეთი მიმართულებით ალაზანი-იორისკენ გამავალ ჭრილზე (ნახ. 3.33), სადაც თანდათანობით ხდება სიმაღლის შემცირება ჩრდილოეთიდან სამხრეთი მიმართულებით.

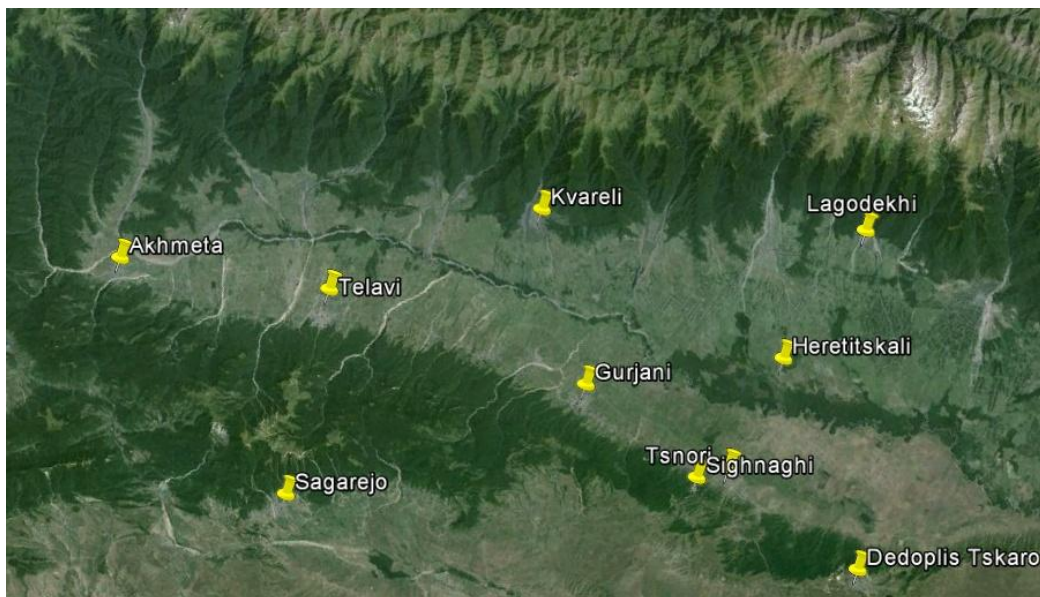


ნახ. 3.33. დაკვირვების პუნქტების ზღვის დონიდან სიმაღლის ცვლილების პროფილი დასინჯვის პუნქტების იზოტოპური მნიშვნელობები თანაბრად ლაგდება გლობალური მეტეოროლოგიური წყლის ხაზის გასწვრივ და თანდათანობით „მძიმდება“



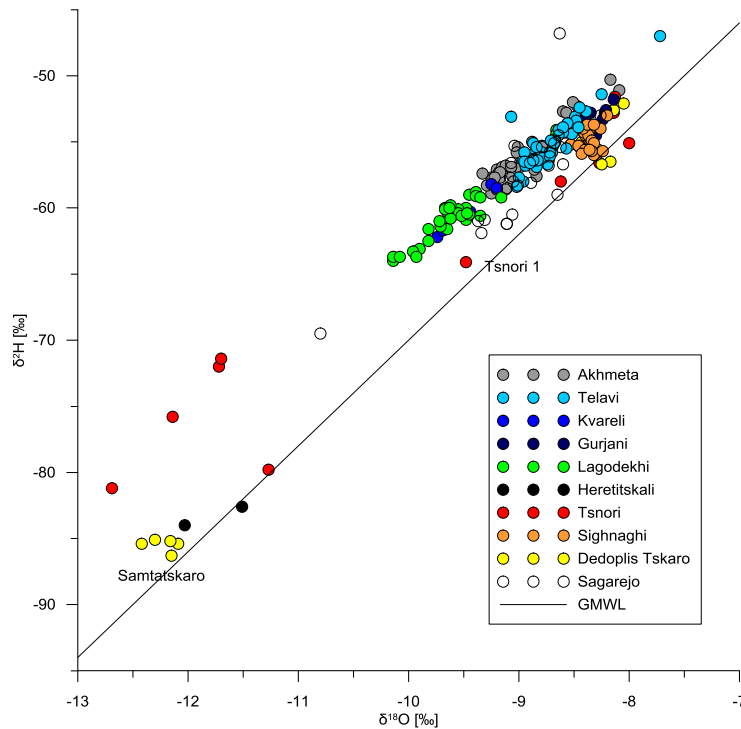
ნახ. 3.34. დასინჯვის პუნქტების იზოტოპური მნიშვნელობების განაწილება გლობალური მეტეორული წყლის ხაზის მიმართებაში.

დასინჯვის სადგურები მოიცავდა წყაროებს, ჭაბურღილებს და ადგილობრივი წყალმომარაგების სისტემის სტრუქტურებს (ნახ. 3.35). უმეტესი დასინჯვის ჩატარებული იქნა შემთხვევითი პრინციპით. იზოტოპური მონაცემები აჩვენებენ მიწისქვეშა წყლების რამოდენიმე ჯგუფს (ნახ. 3.36). სინჯები ახმეტიდან, თელავიდან და გურჯაანიდან იზოტოპურად ერთნაირია. მიწისქვეშა წყლები ყვარელში და ლაგოდეხში იზოტოპურად მკვეთრად მსუბუქია, თუმცა ისინი ლაგდეხიან გლობალური მეტეოროლოგიური ხაზის გასცვრივ ზედა ჯგუფში. მიწისქვეშა წყლები სიღნაღსა და მის შემოგარენში „მძიმეა“ და შესაძლო განპირობებულია წყლის აორთქლებით არიდულ არეალში.

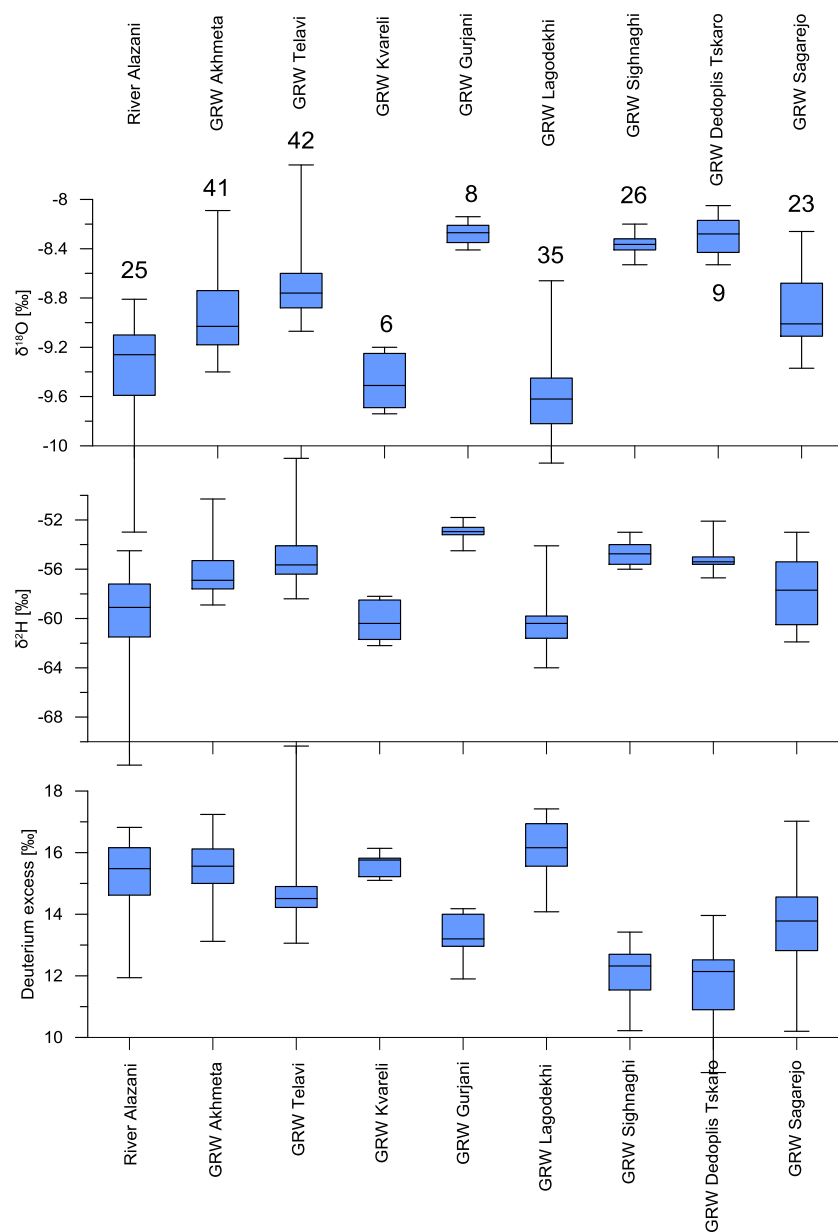


ნახ. 3.35. მიწისქვეშა წყლების დასინჯვის პუნქტების ადგილმდებარეობა

პროფილის საშუალო სიგრძე, მანძილი ახმეტასა და დედოფლისწყაროს შორის დაახლოებით 97 კმ-ია. აღსანიშნავია რომ, სინჯები დედოფლისწყაროდან ორი გჯუფისაა. ერთი ნაწილი (სამთაწყაროს ჭაბურღილი) შესაძლოა წარმოადგენს უფრო ძველ წყლებს. დანარჩენი სინჯები ახალი - თანამედროვე წყლებია, რომლებმაც განიცადეს აორთქლება. წარმოდგენილი მონაცემები ადასტურებენ მიწისქვეშა წყლების იზოტოპური შემადგენლობის ევოლუციას კვების არეალებიდან (დიდი კავკასიონი) ალაზნის ველის გავლით განტვირთვის არეალებისკენ (ნახ. 3.36), რომელიც სრულ თანხმობაშია რეგიონის ჰიდროგეოლოგიასთან.

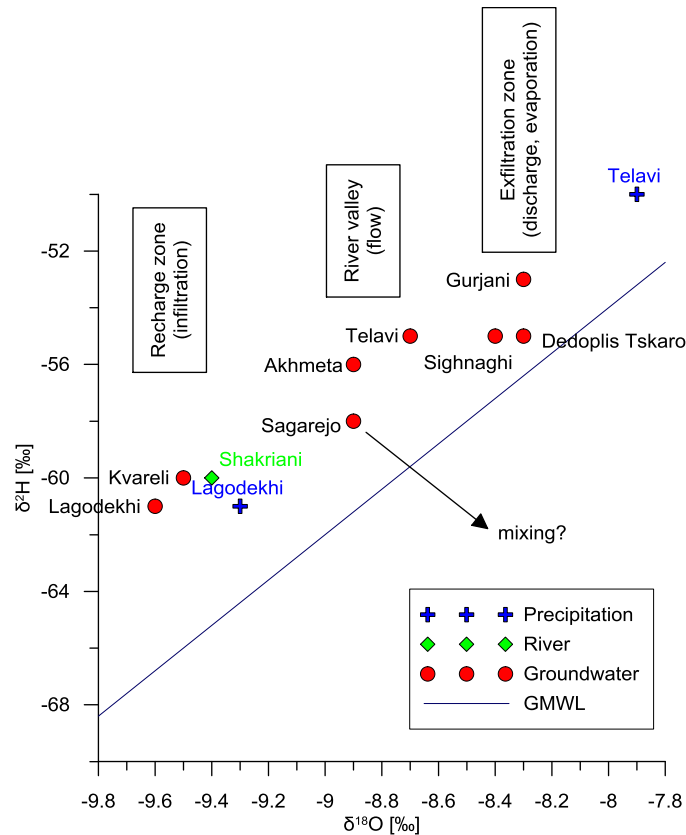


ნახ. 3.36. მიწისქვეშა წყლების იზოტოპური შემადგენლობის ცვლილება გლობალური მეტეოროლოგიური ხაზის გასწვრივ



ნახ. 3.37. მიწისქვეშა წყლების (ძველი მიწისქვეშა წყლების გამოკლებით) იზოტოპური შემადგენლობის ბოქს-ვისკერის გრაფიკები

ბოქს-ვისკერები გრაფიკი მოიცავს პუნქტის მნიშვნელობების მინიმუმს და მაქსიმუმს.



ნახ. 3.38. საკვლევი ტერიტორიის მიწისქვეშა წყლების იზოტოპური შემადგენლობის ევოლუციის გრაფიკი (საშუალო მნიშვნელობები).

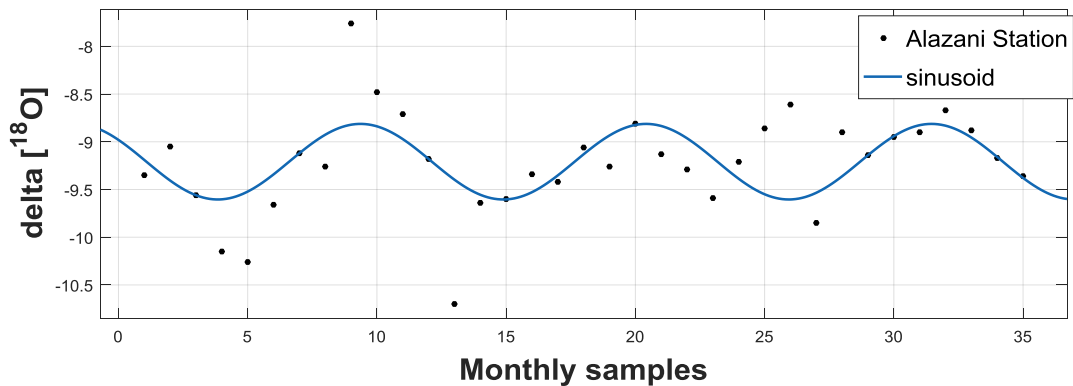
აღნიშნული განაწილება საშუალებას გვაძლევს დავადასტუროთ რეგიონის თავისებურები და მოვახდინოთ კვების, გადაადგილების და განტვირთვის არელების რანჟირება (ცხრილი 3).

ცხრილი 3. იზოტოპური შემადგენლობის საშუალო მნიშვნელობები და მიწისქვეშა წყლების ჰიდროდინამიკური ზონები

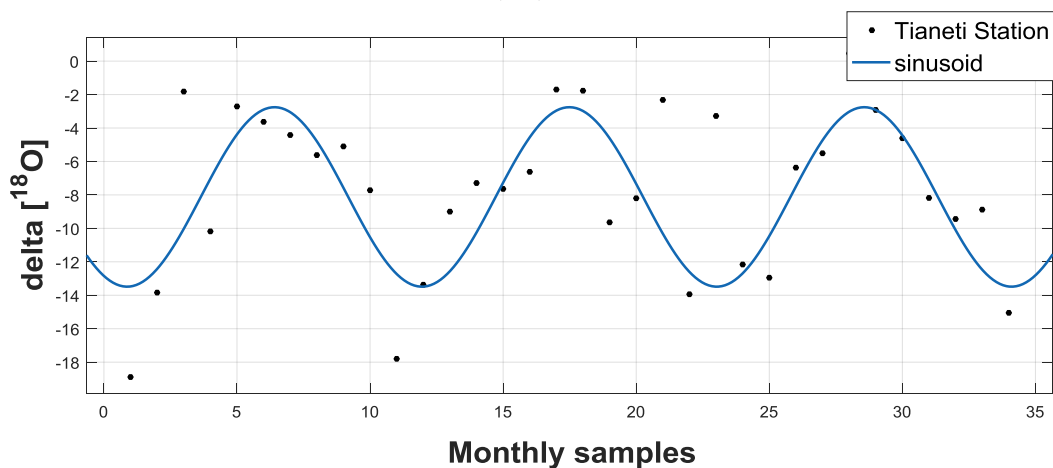
მიწისქვეშა წყლების ზონა	ადგილი	^{18}O საშუალო [‰]	^2H საშუალო [‰]	ჰარბი დეიტერიუმი, საშუალო [‰]
ატმოსფერული ნალექების	ნალექები თელავის სადგურიდან	-7.9	-50	12.9
	ნალექები ლაგოდეხის სადგურიდან	-9.3	-61	14.1
	მდინარე ალაზანი, შაქრიანის სადგურიდან	-9.4	-60	15.3
კვების არე	მიწისქ., წყალი ყვარელი	-9.5	-60	15.6
	მიწისქ., წყალი ლაგოდეხი	-9.6	-61	16.1
მდინარის ველი	მიწისქ., წყალი ახმეტა	-8.9	-56	15.4
	მიწისქ., წყალი თელავი	-8.7	-55	14.6
განტვირთვის არე	მიწისქ., წყალი გურჯაანი	-8.3	-53	13.3
	მიწისქ., წყალი სიღნაღი	-8.4	-55	12.1

	მიწისქ., წყალი დედოფლისწყარო	-8.3	-55	11.7
შერეული წყალი (მდინარე, იორის აუზი))	მიწისქ., წყალი საგარეჯო	-8.9	-58	13.6

მიწისქვეშა წყლების გადაადგილების საშუალო დროის განსასაზღვრავად ექსპონენციალური მოდელის თანახმად გამოყენებული იქნა „სინუსოიდალური მრუდების მეთოდი“. რისთვისაც აგებული იქნა ცალკეული სადგურების მონაცემებით სინუსოიდალური მრუდები და ჩატარდა შესაბამისი ანალიზი. კონკრეტულად, შედარებული იქნა დუშეთის სადგურის ატმოსფერული ნალექებში იზოტოპური მონაცემების მრუდი და შაქრიანის სადგურზე მდინარის წყალში იზოტოპური მონაცემების მრუდი. მათგან თიანეთის სადგური მდებარეობს უფრო მაღალ ნიშნულზე 1099 m.a.s.l., თელავის მეტეო სადგური მდინარე ალაზანთან 568 m.a.s.l. სიმაღლეზე.



ნახ. 3.39. მდინარე ალაზანზე იზოტოპების ყოველთვიური მონაცემების ცვლილების სინუსოიდალური გრაფიკი



ნახ. 3.40 თიანეთის სადგურში ნალექების იზოტოპების ყოველთვიური მონაცემების ცვლილების სინუსოიდალური გრაფიკი

დადგინდა რომ წყლის ნაკადის გაადგილების დრო თიანეთის სადგურთან ნალექების ნიადაგში ჩაჟონვიდან მათი მდინარე ალაზანში (თელავთან ახლოს) განტვირთვამდე შეადგენს დაახლოებით 25 თვეს.

3.5. საკვლევ რეგიონში დამატებითი საველე აგეგმვითი/დასინჯვითი სამუშაოების ჩატარება (გეოფიზიკური, ჰიდროგეოლოგიური, სტაბილური იზოტოპები) მიწისქვეშა წყლის ნაკადის მიმართულებისა და წყალშემცველი ჰორიზონტების ჰიდროდინამიკური პარამეტრების განსაზღვრისათვის;

საკვლევ ტერიტორიაზე რეგიონის ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებების დადგენის მიზნით დაიწყო საველე ჰიდროგეოლოგიური, ჰიდროგეოქიმიური და იზოტოპური დასინჯვები. დასინჯვებოდა ყველა ტიპის წყალ-პუნქტი (წყაროები, ჭაბურღილები, ჭები, მდინარეები). დასინჯვების პერიოდში იზომებოდა წყლის ფიზიკური თვისებები (წყლის ტემპერატურა, ელექტროგამტარებლობა, pH და თავისუფალი ჟანგბადი), საველე ჰიდროქიმიური ლაბორატორიის საშუალებით (Multi-340i/SET, Spectroquant® Colorimeters and Laser Spectrometer). ყველა პუნქტზე ხდებოდა სინჯების აღება, მთავარი მაკრო და მიკროკომპონენტების და იზოტოპური შემადგენლობის განსაზღვრა. ამავე დროს, რღვევებისა და ჰიდროგეოლოგიური “ფანჯრების” დაფიქსირების მიზნით დამატებით იზომებოდა რადიაქტიური გაზები ჰელიუმი და რადონი.



ნახ. 3.41. საველე დასინჯვები თეთრი-წყლებისა და შირაქის ჭებზე

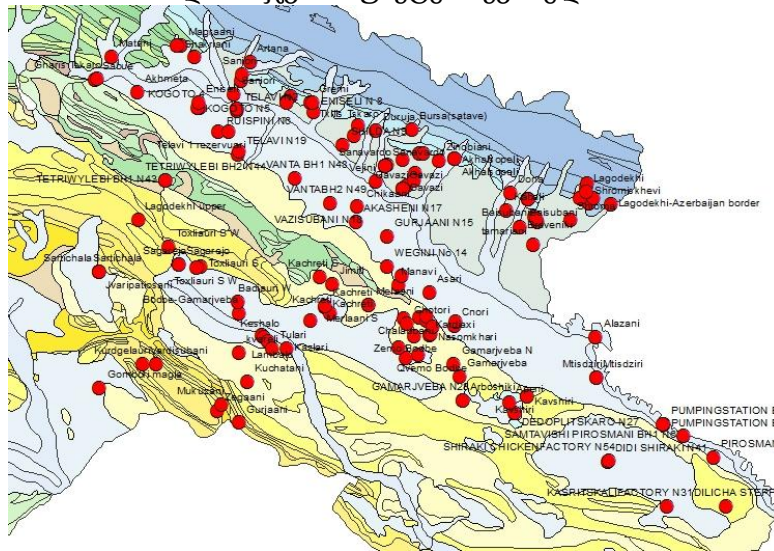


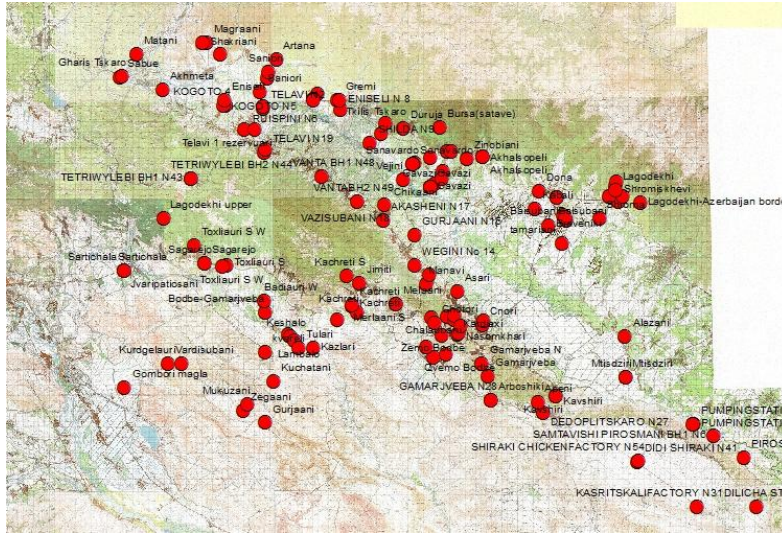
ნახ. 3.42. საველე დასინჯვები რუისპირისა და შაქრიანის ჭაბურღილებზე.

პირველი სავლე დასინჯვები განხორციელდა როგორც მდინარე ალაზანის, ასევე მდინარე იორის ხეობებში



ნახ. 3.43. დასინჯვის პუნქტები ყვარელის რაიონში



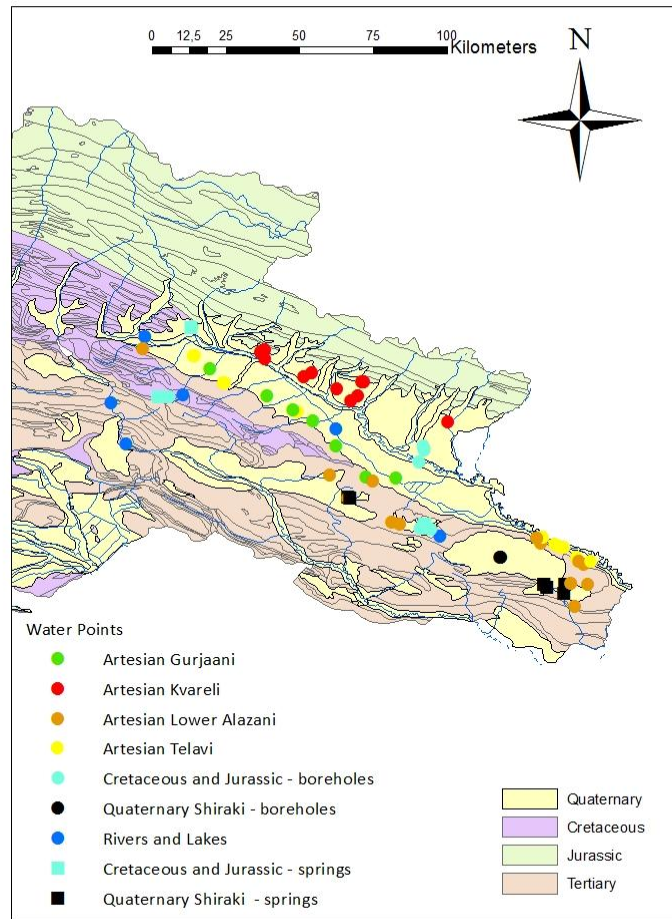


ნახ. 3.44. დასინჯული წყალპუნქტების განლაგება საკვლევ ტერიტორიაზე - გეოლოგიურ რუკაზე (ზედა ნახაზი) და ტოპო რუკაზე (ქვედა რუკაზე)

განხორციელდა მოპოვებული მასალის მულტიპარამეტრული ანალიზი. გეოლოგიურ ფონდებში არსებული მასალის და საველე სამუშაოების პერიოდში, ჭაბურღილების დასინჯვის შემდგომ მოპოვებული ინფორმაციის საფუძველზე, მათი შემდგომი ინტერპრეტაციის მიზნით წყალპუნქტები დაჯგუფებული იქნა შემდეგნაირად:

1. AK ყვარელის არტეზიული წყალშემცველი ჰორიზონტის წყალპუნქტები;
2. AT თელავის არტეზიული წყალშემცველი ჰორიზონტის წყალპუნქტები;
3. AG გურჯაანის არტეზიული წყალშემცველი ჰორიზონტის წყალპუნქტები;
4. AN ალაზნის ქვედა წყებების არტეზიული წყალშემცველი ჰორიზონტის წყალპუნქტები;
5. SCJ იურულ და ცარცულ ასაკის ფორმაციების წყაროები;
6. CJ იურული და ცარცული ასაკის ფორმაციების ჭაბურღილები;
7. SQS შირაქის სინკლინის მეოთხეული ფორმაციების წყაროები;
8. QS შირაქის სინკლინის მეოთხეული ფორმაციების ჭაბურღილები;
9. R ზედაპირული (მდინარეები და ტბები) წყლები.

წყალპუნქტების განლაგების სქემა ჰიდროგეოლოგიური ჯგუფების მიხედვით მოცემულია ნახ. 3.45-ზე.



ნახ. 3.45. -წყალპუნქტების განლაგების სქემა ჰიდროგეოლოგიური ჯგუფების მიხედვით

3.6. ჰიდროქიმიური დასინჯვები

საკვლევ ტერიტორიაზე მიწისქვეშა წყლების ტიპი და მათი ცირკულაცია, ქიმიური შემადგენლობა იცვლება ადგილის სტრატეგრაფიული და ლითოლოგიური აგებულების შესაბამისად. ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი წარმოდგენილია ალაზნის წყებებით, რომლებიც აგებულია მეოთხეული ალუვიური-პროლუვიული ნალექებისაგან და ასევე მესამეული ასაკის კონგლომერატების, კენჭების, ქვიშისა და თიხნარისაგან. მათი საერთო სიმძლავრე 2000 მ-მდე. ისინი განლაგებულია ზედა ცარცის კარბონატულ ფლიშზე, რომელიც გამოვლენილია დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე და კახეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდზე.

ალაზანი-იორის წყალშემცველი ჰორიზონტის მთავარი ერთეულებია თელავისა და გურჯაანის ჰორიზონტები. თელავის წყალშემცველი ჰორიზონტი მდებარეობს სოფელ კოგოტოდან სოფელ წითელ საბათლომდე. ვრცელდება დაახლოებით 150 კმ. მანძილზე. იგი შეიცავს ექვს წყალშემცველ ფენას საერთო სიმძლავრით 50 მ. ჰორიზონტი ფორმირებულია მსხვილმარცვლოვანი ქვიშებითა და წვრილი კენჭებისაგან ქვიშის შემავსებლით.

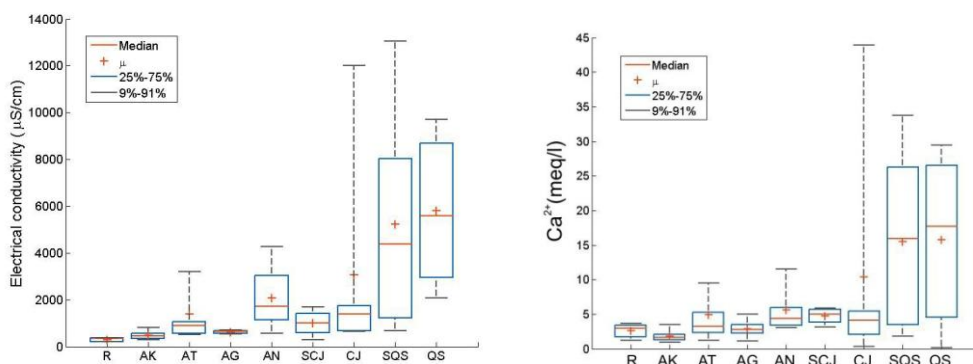
ჰორიზონტის სიღრმე 90 მ-დან 360 მ-მდეა. იგი თანდათანობით იძირება ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით, ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის მიმართულებით.

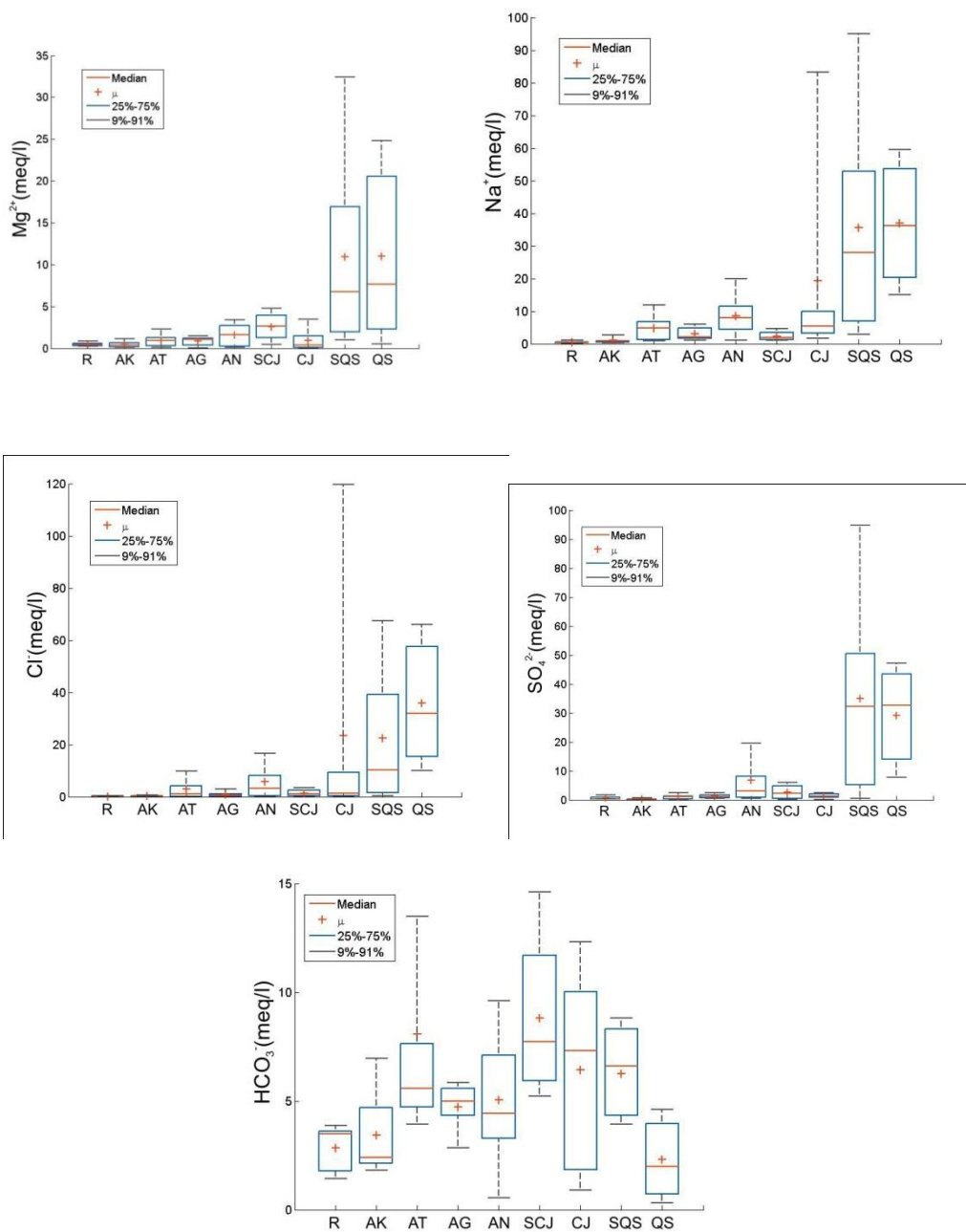
გურჯაანის წყალშემცველი ჰორიზონტი მიეკუთვნება ალაზნის შუა წყების ზედა ნაწილს. იგი იძირება 125-500 მ-მდე და შეინიშნება ველისციხის სადგურიდან სოფელ გუმბათამდე 140 კმ. მანძილზე. გურჯაანის ჰორიზონტი ფორმირებულია ფოროვანი ხრემის ნალექებით ქვიშის შემავსებლებით, მოიცავს დაახლოებით ცხრა წყალშემცველ ჰორიზონტს. ამ ფენების მაქსიმალური რაოდენობა შეინიშნება გურჯაანი-კარდენახის რეგიონში. გურჯაანის თითქმის მთელი ჰორიზონტი გადაფარულია თელავის წყალშემცველი ჰორიზონტით. ლაგოდეხისაკენ ამ ჰორიზონტების მიწისქვეშა წყლები გადაედინება აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე.

უფრო დეტალურად წყალშემცველი ჰორიზონტებისა და კომპლექსების შესახებ ინფორმაცია მოცემულია ქვემოთ:

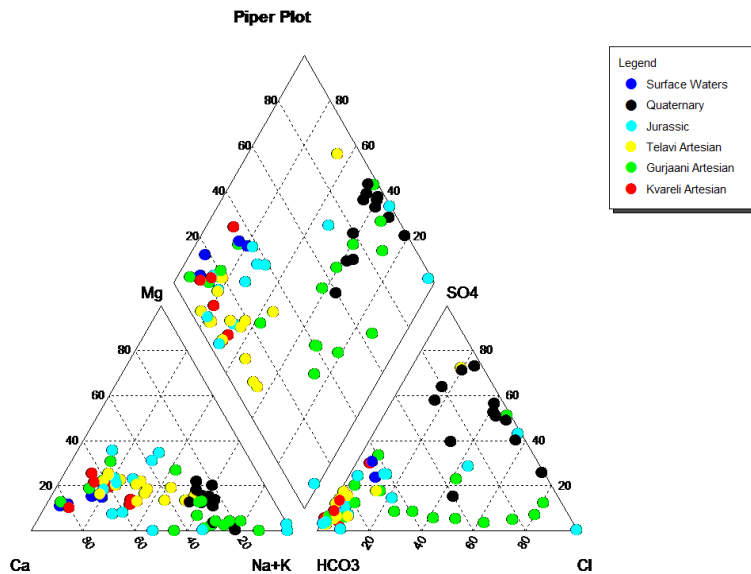
თანამედროვე ალუვიალური ნალექების წყლის ჰორიზონტები (Q4)- მდინარეები (და ტბა)- R და L. ეს ნალექები ქმნიან სხვადასხვა სიგანის ზოლებს, რომლებიც ფიქსირდება ალაზნისა და იორის და მათი შენაკადების გასწვრივ. ისინი ქმნიან მდინარეების კალაპოტებს, ხეობებსა და ტერასებს, რომლებიც შეძლებისდაგვარად დასინჯული იქნა ყველა (## 1-3, 16, 30 და 26). ნალექების სიმძლავრე მერყეობს 1-2 მ-დან 10-20 მ-მდე. წყლები ძირითადად მტკნარია, მინერალიზაციით 0.5-0.9 გ/ლ (ნახ. 3.46). ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ბიკარბონატ-კალციუმიანი, ბიკარბონატ-სულფატიანი და კალციუმ-ნატრიუმიანი ტიპისაა (ნახ. 3.47). მათი ტემპერატურა მერყეობს 12-დან 17 °C -მდე.

თანამედროვე ალუვიული ნალექების მიწისქვეშა წყლები ფართოდაა გამოყენებული რეგიონში. კახეთის რაიონების წყალმომარაგება ეყრდნობა ძირითადად იმ წყებებს, რომელთა რაოდენობრივი მარაგები მაღალია. თუმცა, ეს მარაგები არაა დამტკიცებული კატეგორიების მიხედვით.





ნახ. 3.46. - ალაზანი-შირაქის წყალშემცველი აუზების მიწისქვეშა წყლებში ძირითადი იონების შემადგენლობა



ნახ. 3.47. - ყველა წყალშემცველი ჰორიზონტის მიწისქვეშა წყლების ერთიანი ჰიდროქიმიური შემადგენლობის გრაფიკი

ქვედა და შუა მეოთხეულის ასაკის მასიური პროლუვიალ-დელუვიალური ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი - AK ყვარლის არტეზიული წყალშემცველი ჰორიზონტი

ყვარლის წყალშემცველი ჰორიზონტი (Q2) ძირითადად გავრცელებულია საკვლევი ტერიტორიის ჩრდილო ნაწილში. ყვარლის ჰორიზონტის აღმოსავლეთი ნაწილი მდებარეობს აზერბაიჯანში და მოიცავს მდინარე აგრიჩაის მარჯვენა ნაპირს (სინჯები ## 7-13; 6-81). ჭაბურღილების მონაცემების მიხედვით, ყვარლის ჰორიზონტის მოიცავს 3.5 მ დან– 600 მ. მდე სიღრმეს. იგი შეიცავს 1 დან 15 მდე წყალშემცველ ფენათა წყებას საერთო სიმძლავრით 1 -9 მ. ჰორიზონტი ხასიათდება კარგი ფილტრაციული თვისებებითა და წყლის სიუხვით. არტეზიული ჭების დებიტი 0.2 – 165 ლ/წმ შუალედში მერყეობს. გზდება როგორც უწნეო ასევე ადგილობრივი დაწნევის წყებები. წყლების საერთო მინერალიზაცია მერყეობს 0.2 – 0.7 გ/ლ მდე (ნახ. 3.46). ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით წყლები ბიკარბონატ-სულფატურ, კალციუმიან-მაგნეზიუმიანი ტიპისაა (ნახ. 3.47.), სასიამოვნო გემოთი, გამჭვირვალე და სუფთაა და გამოიყენება სასმელი და ტექნიკური მიზნებისათვის.

ზედა პლიოცენის აგრიჩაი-აფშერონის ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი

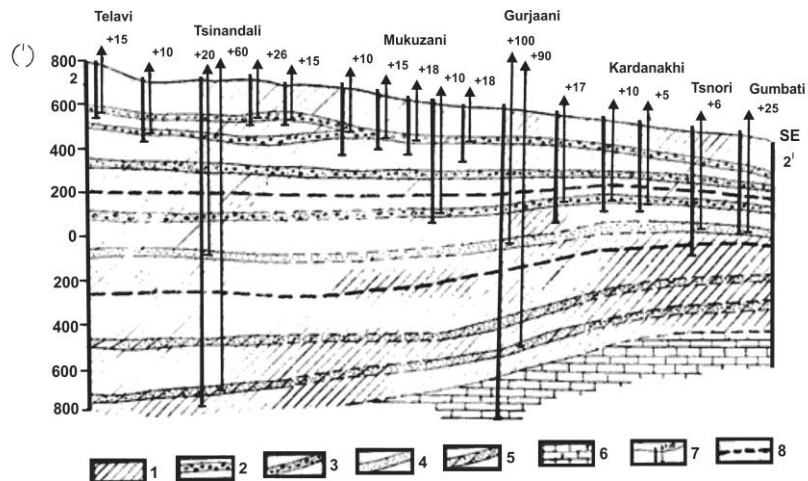
ცნობილია, როგორც ალაზნის წყების ნალექები და ფართოდაა გავრცელებული კახეთის ქედის ჩრდილო და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდებამდე. ალაზნის წყების ნალექები იყოფა ქვედა, შუა და ზედა ნაწილებად და წარმოადგენენ წყალგამტარ და წყალგაუმტარ ფენათა მონაცვლეობას.

წყების ქვედა ნაწილი, ალაზნის ქვედა სერიის არტეზიული ჰორიზონტი - AN, შეიცავს მაღალმინერალიზებულ წყალს (ჰორიზონტის ჩაწოლის სიღრმეა 1500 მ-ს ქვევით), მინერალიზაციით 17 გ/ლ (ნახ. 3.46). წყალი გამოუსადეგარია ადამიანის მოხმარებისათვის.

ალაზნის წყების შუა ნაწილი შეიცავს მეთანიან წყლებს, დებიტით 6 ლ/წმ და ტემპერატურით 15.10C. წყალი გამჭვირვალეა, უსუნო, უფერო, არ აქვს გემო. წყალი ბიკარბონატ-ქლორიდული და ნატრიუმიან-კალციუმიანია. საერთო მინერალიზაცია 1.6 გ/ლ -ია (სინჯები №23-24, 29, 36, 38-40, 45, 53, 55, 58-59, 64-65, 72). წყალს მოყვება ბუნებრივი გაზები 5.2 მ3/სთ დებიტით. წყალი გამოდგება საყოფაცხოვრებო და ტექნიკური მიზნებისათვის.

გურჯაანის არტეზიული ჰორიზონტის (AG) წყალი დაკავშირებულია ალაზნის წყების ზედა ფენის შუა ნაწილსა და ქვედა ფენის ზედა ნაწილთან (სინჯები №6, 14, 17, 48-50). ჰორიზონტი მდებარეობს 120-500 მ სიღრმეზე. ჭაბურღილებში დებიტი 0.5 – 661 ლ/წმ-მდეა. ქიმიური შემადგენლობით წყლები ბიკარბონატული, ნატრიუმიან-კალციუმიანი, ბიკარბონატ-სულფატური, ნატრიუმიან-კალციუმიანია (ნახ. 3.46). საერთო მინერალიზაცია 0.6 -1.3 გ/ლ. ამ ჰორიზონტის მიწისქვეშა წყლები შეიცავს მცირე რაოდენობის გოგირდწყალბადს (0.8-4 მგ/ლ), რაც გამოარჩევს მათ თელავის ჰორიზონტის წყლებისაგან. გოგირდწყალბადი გავლენას არ ახდენს წყლის გემოზე, რადგან იგი მომენტალურად ორთქლდება.

510 ჭაბურღილის ბურღვის შედეგად მიღებული მონაცემების მიხედვით თელავის არტეზიული ჰორიზონტი (AT) მდებარეობს 90-250 მ სიღრმეზე, ზოგან კი უფრო ღრმადაც (320-364 მ). ჰორიზონტი შეიცავს 1-2, ხანდახან 3-4 წყალშემცველ ფენას. თელავის ჰორიზონტის წყლები ხასიათდება დაბალი მინერალიზაციით 0.3 -1.0 გ/ლ და შემადგენლობით ბიკარბონატულ-კალციუმიან-ნატრიუმიანია (ნახ. 3.48). წყალი ვარგისიანია ადამიანის მოხმარებისათვის (სინჯები №4-5, 18-21, 56-57, 60-63, 66-67).



ნახ. 3.48. ალაზნის სერიის პირობითი დიაგრამული გრძივი კრილი

1- ალაზნის სერიის შედარებით წყალგაუმტარი ქანები; 2. ალაზნის სერიის ზედა ნაწილის თელავის ჰორიზონტი; 3- ალაზნის სერიის ზედა სექციის ქვედა ნაწილი და ზედა შუა ნაწილი; 4- ალაზნის სერიის საშუალო ნაწილის მეთანიანი წყლის ჰორიზონტი; 5 -ალაზნის ქვედა წყებების მაღალი მინერალიზაციის წყლების ჰორიზონტი; 6 - კარბონატული ქანების ზედა ცარცული ჰორიზონტი; 7- ჭები და მათი პიეზომეტრული დონეები მოყვანილია მეტრებში; 8- სავარაუდო გეოლოგიური საზღვრები ფორმაციებს შორის.

ზედა იურული-ქვედა ცარცული კარბონატული ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი (SCI, CI)

ფართოდაა გავრცელებული დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის მთელ სიგრძეზე. იგი ხასიათდება განსაკუთრებული წყლიანობით და მრავალი გამოსავლებით ზევიდან ქვევით და პირიქით. განსაკუთრებით წყლიანია კირქვები, რომელიც წარმოადგენენ დახურულ კარსტულ და კარსტულ-ნაპრალოვან წყაროებს (სინჯები №№42, 43, 44, 47, 51, 52, 73, 74).

ქვიშაქვებში, მერგელებსა და თიხიან ქვიშების დანაპრალებულ ქანებში წყაროებს ჩვეულებრივ დაბალი გამოსავალი აქვს (0.05-0.15-0.3 ლ/წმ). ი.მ. ბუაჩიძის, პ.ფ. კვარცხავას (6), ო.მ. ჰამზაევის (7) თანახმად 20 კმ -ის მანძილზე ნაპოვნი იქნა დაახლოებით 48 დიდი და ათობით პატარა კარსტულ-ნაპრალოვანი წყარო. ისინი გამოედინებიან ფერდებიდან და წყალგამყოფების შემადგენელ კირქვებიდან. ზედა იურული და ქვედა ცარცული ასაკის ქანებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლები ხასიათდება როგორც ღრმა, ასევე ზედაპირული ცირკულაციებით. წყლის გამტარებლობის კოეფიციენტი, ჰორიზონტის ინტენსიური ცირკულაციის ზონაში (1) მერყეობს 100 -დან 150 მ²/დღ -მდე, ხოლო მიწისქვეშა წყლის ნაკადის მოდული 5-10 ლ/წმ -ია. ჰორიზონტის ქიმიური შემადგენლობა მრავალფეროვანია და განისაზღვრება რეგიონის ლითოლოგიითა და ტექტონიკით. ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით წყაროები იყოფა სამ ტიპად:

პირველი- მლაშე კალციუმ-მაგნიუმიანი ბიკარბონატული წყლები. საერთო მინერალიზაცია მერყეობს 0.15-0.4 გ/ლ-მდე; სიხისტე 1.5-5.3 მგ/ეკვ; ტემპერატურა 13-14 ° C; დებიტი 0.3 -125 ლ/წმ. ამ წყლებს ზედაპირული ცირკულაცია ახასიათებთ, იკვებებიან ატმოსფერული ნალექებით და ზედაპირული წყლებით, მათი კვება და გავრცელება ემთხვევა ერთმანეთს. პირველი ტიპს მიეკუთვნება წყაროები №№ 3, 7, 45, 46, ტემპერატურით 11° C, მარილიანობით 0.2 გ/ლ; წყალი კალციუმიანი ბიკარბონატული ტიპისაა.

მეორე - მაღალმინერალიზებული ქლორიდულ-ნატრიუმ-კალციუმიანი წყალი ((№№ 43, 44 73). საერთო მინერალიზაცია მერყეობს 1-დან 1.2 გ/ლ-მდე, სიხისტე 5.3 -6.4 მგ/ეკვ, ტემპერატურა 16-18° C და დებიტი 1-1.4 ლ/წმ. ეს წყლები ძირითადად დაკავშირებულია ტექტონიკურ რღვევებთან.

ასე მაგალითად, #75 წყარო მიედინება ქვედა ცარცულისა და ზედა იურულის კარბონატულ ქანებში. ნაკადის სიჩქარე 2 ლ/წმ-შია. ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით წყალი ნატრიუმ-ქლორიდული ტიპისაა საერთო მინერალიზაციით 9 გ/ლ. წყლის ტემპერატურა 17° C -ია, შეიცავს გოგირდს. რეჟიმული და ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით, ნათელია, რომ ღრმა ცირკულაციასთან გვაქვს საქმე.

ზედა იურული-ლიასის სპორადულად გაწყლოვანებული წყალშემცველი ჰორიზონტი (SCI-CI)

მოიცავს კარბონატულ ქანებს განლაგებულს დედოფლისწყაროს ზეგანზე. ლითოლოგიურად ჰორიზონტი წარმოადგენს მასიურ, დიდი სიმძლავრის კირქვებს ქვიშებისა და მერგელების ჩანართებით, რომლებიც ხშირად დაფარულია კირქვების ბრექჩიებით.

კირქვებში გავრცელებულია როგორც კარსტული პროცესები, ასევე, ტექტონიკური ნაპრალები. თანამედროვე კარსტული ინტენსიური პროცესების არსებობა ეროზიულ პროცესებთან ერთად განაპირობებს დიდი წყაროების არსებობას. შედეგად, ზედა იურის კარბონატული წყების მიწისქვეშა წყლების ცირკულაცია ნაპრალოვან-კარსტული ხასიათისაა.

აღნიშნული ჰორიზონტის გაწყლოვანების ხარისხი ინტენსიური ცირკულაციის ზონაში შესაძლებელია დახასიათდეს წყაროების დებიტით, მათი დებიტი 2-10 ლ/წმ მერყეობს. შედარებით შემადლებულ ადგილებში მდებარე მიწისქვეშა წყლები კონცენტრირებულია კარსტულ მღვიმეებში და სხვა მიწისქვეშა ფორმირებებში. (1) მიხედვით მიწისქვეშა წყლის წყალგამტარებლობა შეადგენს 160 მ²/დღ-ში, ხოლო მიწისქვეშა წყლების მოდული კი 10 ლ/წმ-ია 1 კმ². ზედა იურის ასაკის უწნეომიწისქვეშა წყლის ტემპერატურა (ინტენსიური ცირკულაციისას) მერყეობს 11-15° C-ის ფარგლებში. მინერალიზაცია ძირითადად დაბალია და არ აღემატება 0.6 გ/ლ. ეს განპირობებულია ზედაპირული წყლების ცირკულაციის სისწრაფით და სისტემის კარგი დრენირებით.

მიწისქვეშა წყლები კალციუმ-ბიკარბონატული ტიპისაა (სინჯები №25, 27, 68, 69, 70). ინტენსიური წყალცვლის ზონაში წყლის რეჟიმი ცვალებადია და პირდაპირ კავშირშია ატმოსფერულ ნალექებთან.

მიწისქვეშა წყლები, შეზღუდული წყალცვლის ზონიდან, გამოდიან ზედაპირზე მინერალური წყაროების სახით და თავმოყრილნი არიან ტექტონიკური რღვევების გასწვრივ.

თუმცა ღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლების შემცველობა იცვლება მცირედ. მათი დებიტი - 0.2- 2.0 ლ/წმ, ტემპერატურა 16-20° C-ია, ხოლო საერთო მინერალიზაციით 0.6-3.0 გ/ლ.

ბუნებრივი სტაბილური ჰიდროდინამიკური დაწნევის გამო ისინი მუდმივი დებიტით გამოირჩევიან. ქიმიურად, ძირითადად არ განსხვავდებიან. აქ ჩვენ ვხვდებით უმეტესად ჰიდრო-ქლორიდულ-კალციუმ-მაგნიუმიანი შემადგენლობის წყლებს. (ნახ. 3.47).

კრასნოდარის წყების კონტინენტური ფენების ფართო ზოლი (აგრიჩაი-აფშერონი). დიდი სინკლინი წარმოადგენს მთავარ წყალშემცველ ჰორიზონტს (SQS შირაქის სინკლინის მეოთხეული ფორმირებები - წყაროები და ჭაბურღილები)

ჭაბურღილების ნაწილი განლაგებულია შირაქის სინკლინის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში და ხსნიან წნევიან ჰორიზონტს 400-600 მ სიღრმის ინტერვალებით. ჭებისა და წყაროების მაქსიმალური დებიტი 1.7 ლ/წმ-ია. დანარჩენი ჭები სუბ-არტეზიულებია ნეგატიური წყლის დონეებით (სინჯები №22, 31, 32-35, 37, 41, 54, 71). გარდა ამისა, სიღრმესთან ერთად იზრდება პროდუქტიურობა წყალშემცველი ჰორიზონტებში.

შირაქის არტეზიული აუზის პიეზომეტრული კონტურის მიხედვით შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ აღნიშნული წნევიანი წყლების მოძრაობის მიმართულება და ხასიათი კვების არედან (შუამეთისა და კალანდარას ქედის დასავლეთი ფერდები) განტვირთვის არემდე, მდინარე ალაზნის ტექტონიკური საფეხურისკენ, საკმაოდ განსხვავებულია.

მიწისქვეშა წყლების ჰიდროქიმიური ზონალობა

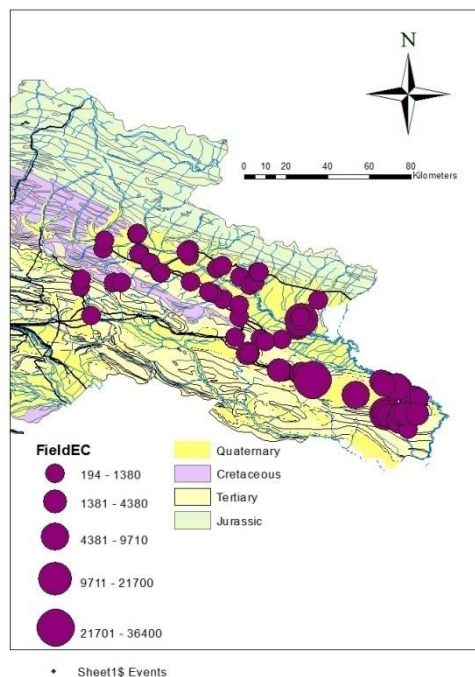
მიწისქვეშა წყლების არსებული და პროექტის ფარგლებში აღებული სინჯების ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით ნათლად დადასტურდა (1) მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შემადგენლობის ფორმირების გზები და ალაზანი-იორის არტეზიული აუზის ჰიდროქიმიური ზონალობის სქემა.

პირველი ტიპის მიწისქვეშა წყლებში გაერთიანებულია და ფარავენ იმ წყლების ტერიტორიას (ძირითადად შირაქის ველი), რომელთა საერთო მინერალიზაცია 2 გ/ლ-ზე მეტია. მათი ქიმიური შემადგენლობა ნატრიუმ-ქლორიდულია. სიხისტე მერყეობს 13.9-71.4 მგ/კვკ, ტემპერატურა კი 14-19° C. ამ ტიპის ჰორიზონტებია (QS) და (SQS). გაზრდილი მინერალიზაცია, ჩვენი აზრით, აიხსნება მეოთხეული ასაკის გამარილიანებული ქანებით,

როგორც შედეგი ინტენსიური ზედაპირული აორთქლებისა და ნალექების მინიმალური რაოდენობისა.

უნდა აღინიშნოს, რომ გარკვეული ასიმეტრია არსებობს ზედა და ქვედა ჰორიზონტებს შორის. მიწისქვეშა წყლების ზედა ფენები უფრო მეტად მინერალიზებულია (სინჯები №22, 32-35, 37, 71), ვიდრე ქვედა ფენები, რომლებიც გახსნილია ჰაბურდილებით (სინჯები №31, 41, 54). ეს ფაქტი შესაძლოა აიხსნას იმ მიზეზით, რომ ზედა ფენას არ აქვს განტვირთვის არე, მდებარეობს ჩაკეტილ შირაქის სინკლინში და იგი ინტენსიური ევაპორაციის გავლენის ქვეშ იმყოფება. ხოლო, ქვედა წნევიანი ფენა, ჰორიზონტი, რომელიც გახსნილია რამდენიმე ბურდილით, განტვირთება წყაროების სახით, რომლებიც შირაქის ველის ჩრდილოეთით ფერდზე, ალაზნის მარჯვენა ნაპირზე მდებარეობენ და ხასიათდებიან უფრო სწრაფი ცირკულაციით და წყალშემცველი ჰორიზონტის შედარებით კარგი გამტარებლობით.

ეს კანონზომიერება სრულად აისახება მიწისქვეშა წყლების გამტარებლობის ზოგად რუკაზე (ნახ. 3.49), სადაც ჩანს გამტარებლობის აღმავალი ტრენდი მდინარე ალაზნის გასწვრივ ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით და შირაქის ველზე სამხრეთ-დასავლეთიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით.



ნახ. 3.49. ალაზანი-იორის ტერიტორიაზე მიწისქვეშა წყლებში ელექტრული გამტარებლობის სივრცული განაწილება

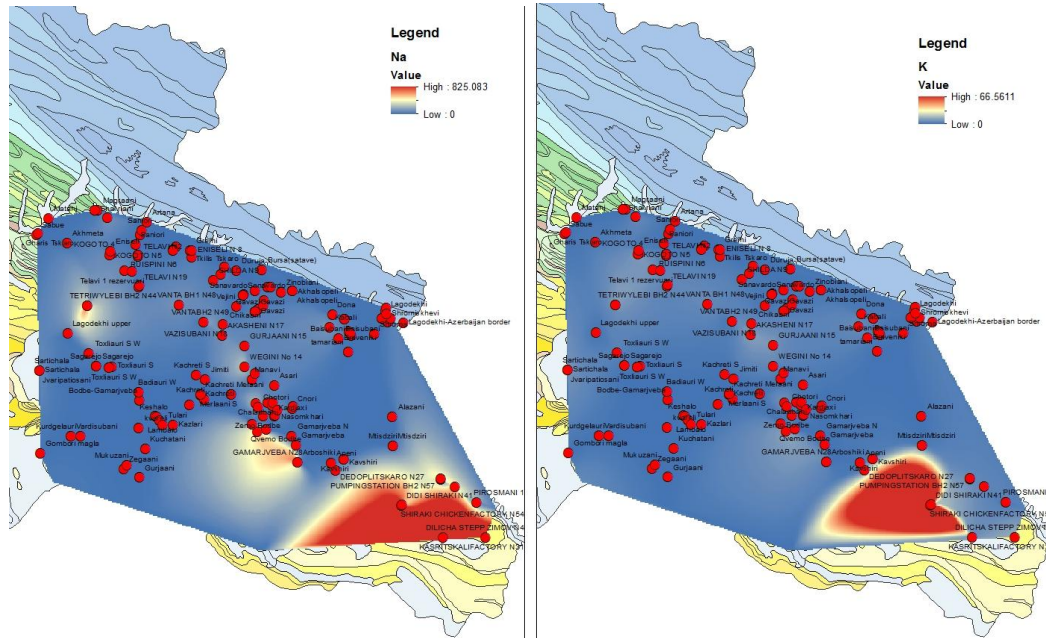
კახეთის ქედზე აღნიშნული ტიპის მიწისქვეშა წყლები ხასიათდებიან ლოკალური გავრცელებით, რადგან ისინი შემოსაზღვრული არიან ტექტონიკური რღვევებით (გამარჯვება და ბოდბე) ქვედა ალაზნის წყების არტეზიულ ჰორიზონტში.

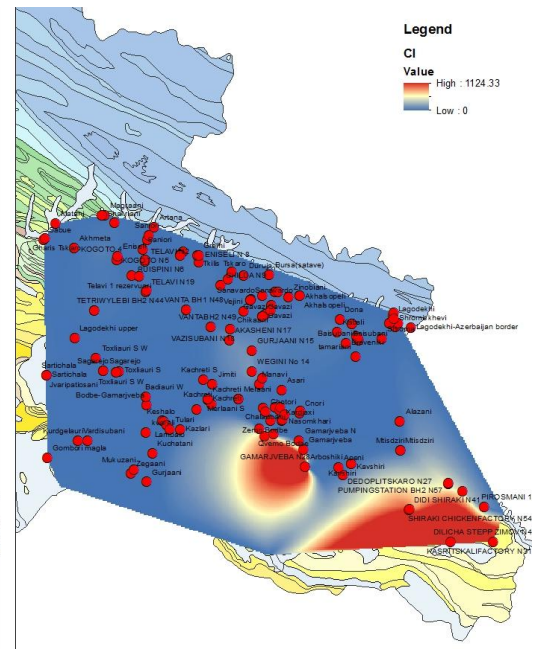
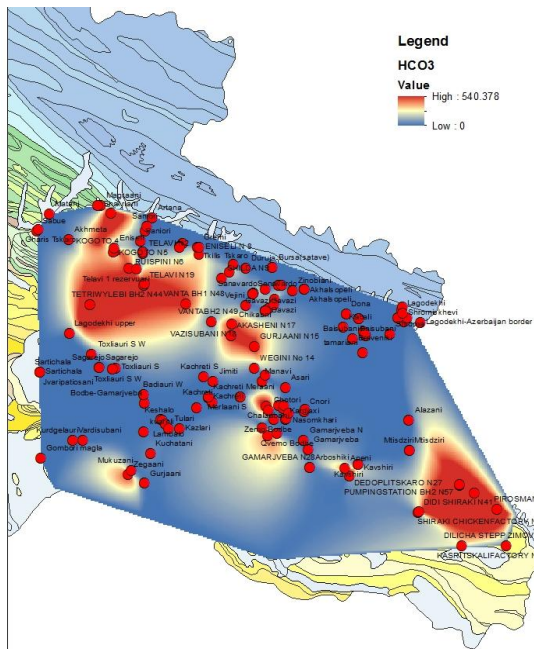
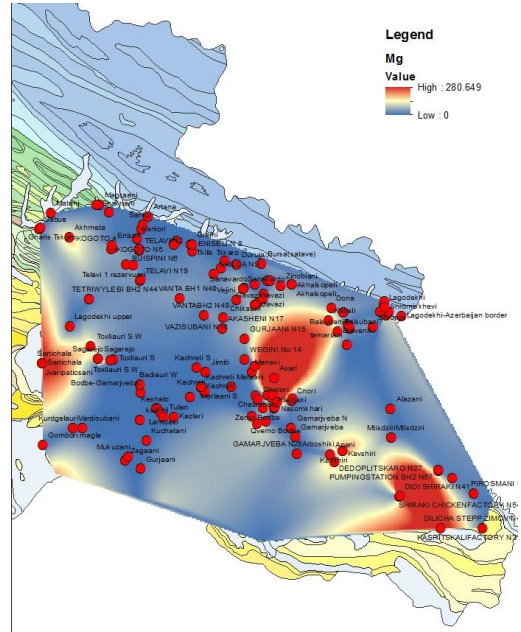
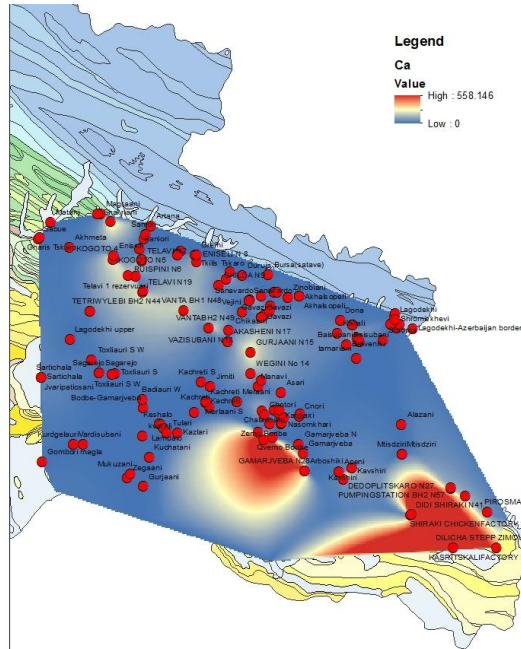
მეორე ტიპის მიწისქვეშა წყლები ხასიათდებიან საერთო მინერალიზაციით 1.0-2.0 გ/ლ. ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ისინი ქლორიდულ, ნატრიუმთან-კალციუმთან, ქლორიდულ-ნატრიუმთან-კალციუმთან-კარბონატული, კალციუმ-ნატრიუმ-

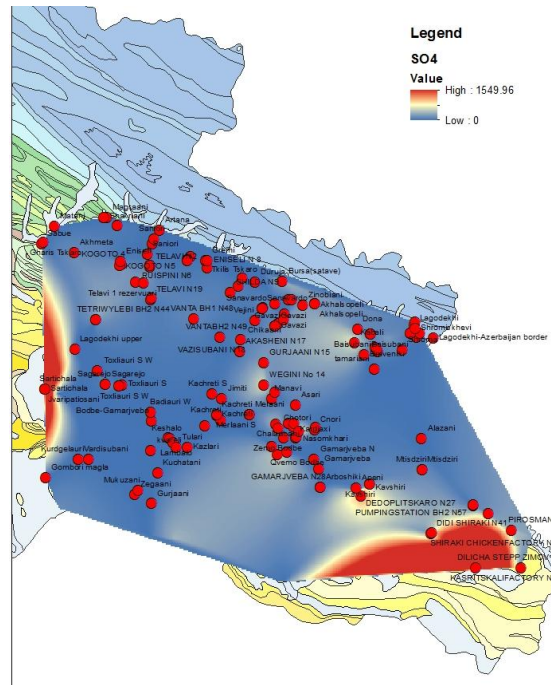
ბიკარბონატული, კალციუმ ბიკარბონატ-სულფატურ-ნატრიუმ-მაგნიუმისანი, ბიკარბონატ-სულფატ-ქლორიდული, და ნატრიუმ-მაგნიუმისანი და ნატრიუმ-კალციუმისანი. სიხისტე იცვლება 1.4-10.4 მგ/ეკვ შორის, ტემპერატურა 14-19° C. ამ ტიპის წყლები გავრცელებულია თელავისა და ყვარელის ჰორიზონტების ნაწილებში და მთელ გურჯაანის ჰორიზონტში - AT, AK, AG (ნახ. №3.45).

მესამე ტიპის მიწისქვეშა წყლების საერთო მინერალიზაცია 1.0 გ/ლ-მდეა. წყალი ქიმიური შემადგენლობით ბიკარბონატულ-სალფატური, ნატრიუმ-კალციუმ-მაგნიუმისანია. ბიკარბონატული, კალციუმ-ნატრიუმ-მაგნიუმ ბიკარბონატული და კალციუმ-მაგნიუმისანი ბიკარბონატულ-ქლორიდულ-სალფატურ-მაგნიუმისანი ტიპის; მათი სიხისტე მერყეობს 1.7-5.4 მგ/ეკვ.; ტემპერატურა 12-16 °C. ამ ტიპის მიწისქვეშა წყლები გავრცელებულია აუზის დანარჩენ ნაწილში, ყვარელის ჰორიზონტის გავრცელების უმეტეს ნაწილში და ნეოგენსა, ცარცსა და იურულ ნალებებში (AT, SCJ, (ნახ. 3.45).

აღნიშნული კანონზომიერებები ნათლად ჩანს ასევე ჰიდროქიმიური პარამეტრების ტერიტორიაზე განაწილებაში.





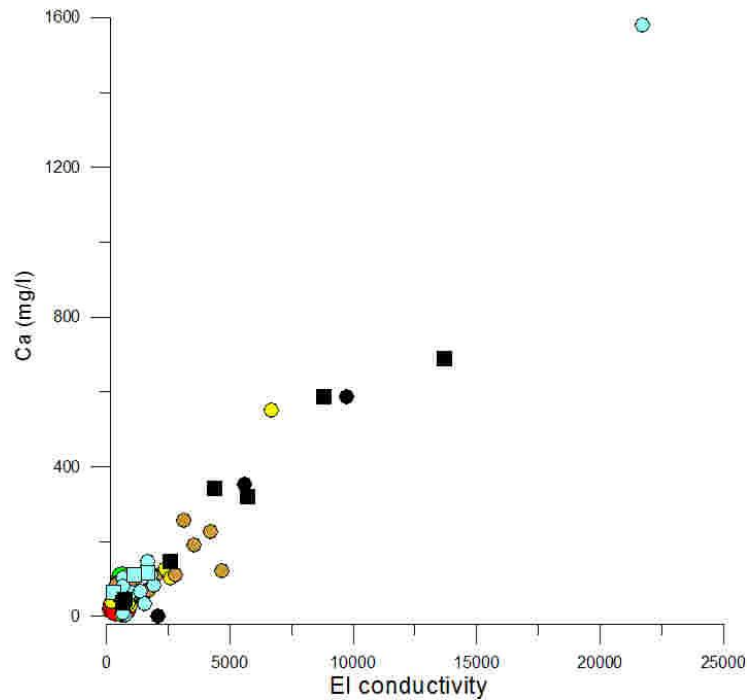


ნახ. 3.50. ალაზანი-იორის ტერიტორიაზე მიწისქვეშა წყლებში ჰიდროქიმიური პარამეტრების განაწილების რუკები

ზოგადი სურათი მიუთითებს მინერალიზაციის ზრდას სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში (შირაქის ველი) და ჰიდროკარბონატულ კალციუმიან ტიპის წყლის ჩანაცვლებას ნატრიუმ ქლორიდული ტიპით ტერიტორიის ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით.

ალაზნის სერიის არტეზიული წყალშემცველი ჰორიზონტებში საერთო მინერალიზაციის ცვლილებები ვერტიკალურ ჭრილში ნათლად გამოხატული იმ ზონებში, სადაც ჭაბურღილები ერთდროულად კვეთენ თელავის, გურჯაანისა და მეთანულ წყალშემცველ ჰორიზონტსაც (AT, AG).

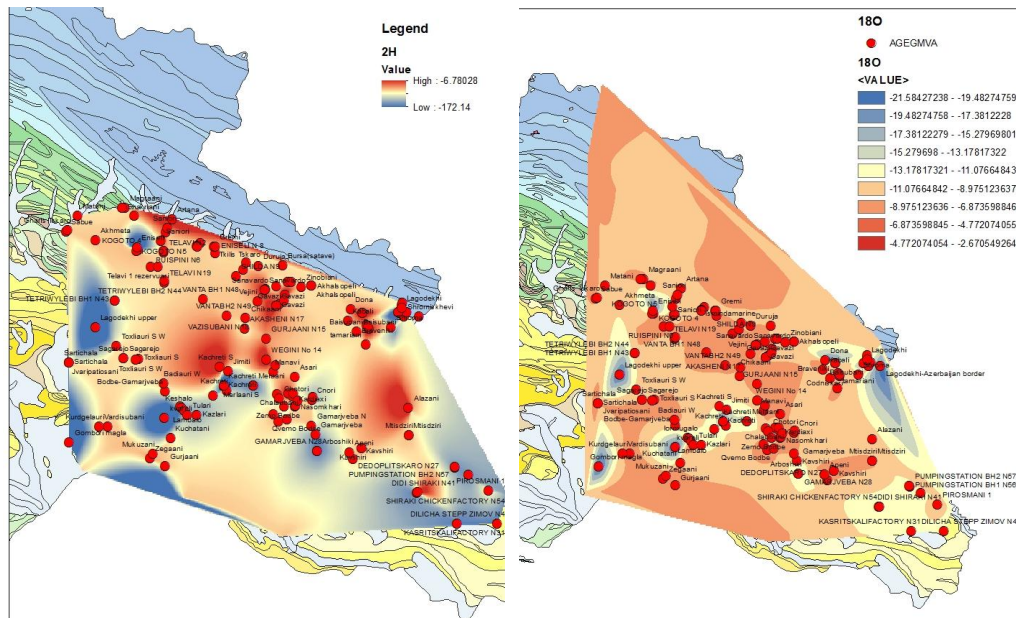
წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგების მიხედვით, მიწისქვეშა წყლების მინერალიზაცია იზრდება სიღრმის ზრდასთან ერთად. იგივე კანონზომიერებაა ტემპერატურის ცვლილებასთან დაკავშირებით. საერთო მინერალიზაციის ზრდასთან ერთად მცირდება წყლის სიხისტე მაგნიუმის და კალციუმის იონების შემცირების ხარჯზე (ნახ. 3.51)

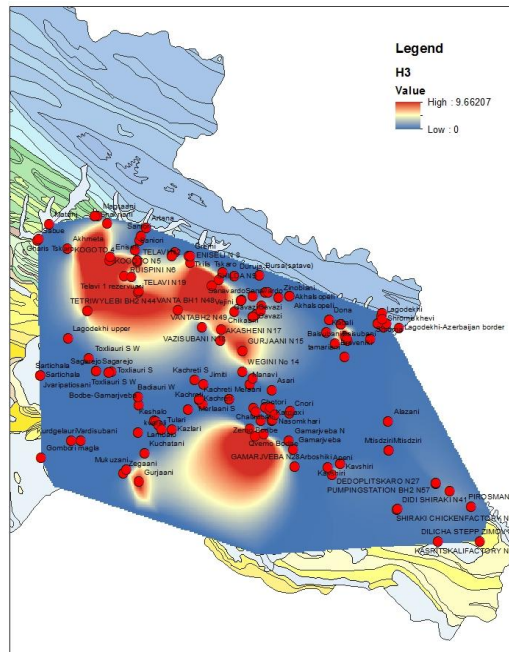


ნახ. 3.51. ელექტროგამტარებლობის (EC -სა) და Ca-ის ურთიერთდამოკიდებულება

3.7. იზოტოპები

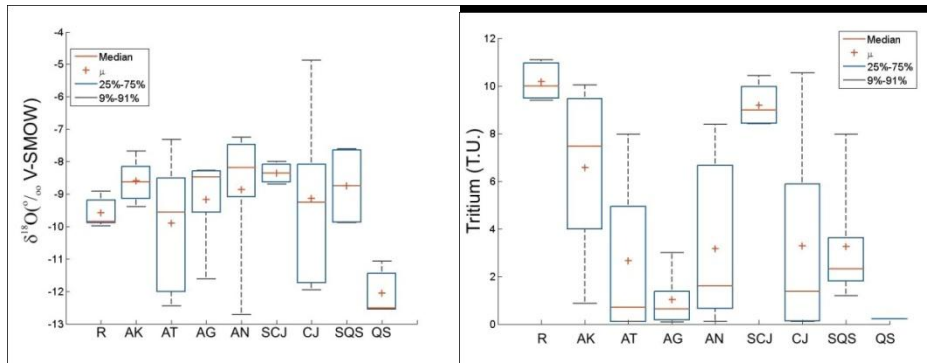
სტაბილური იზოტოპები (^{18}O , ^2H) და ტრიტიუმი (^3H) გაანალიზებული იქნა ძირითადი ჰიდროგეოლოგიური ჯგუფების წყლის სინჯებში. ნახ. 3.52.





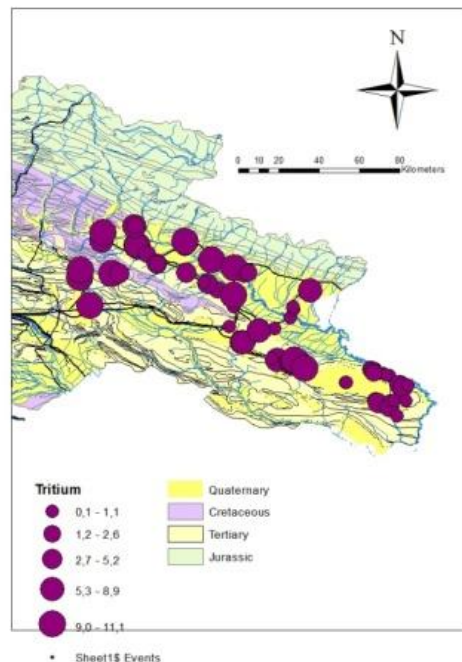
ნახ. 3.52. იზოტოპური პარამეტრების ^{18}O , ^2H , ^3H განაწილების რუკა

ვენის სტანდარტის (Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW)) შესაბამისად კვების არეალებისთვის მახასიათებელ, ახალგზრდა მიწისქვეშა წყლებში სტაბილური იზოტოპების მნიშვნელობები $\delta^{18}\text{O}$ -ს (- 8.5) და (-9.9) ‰ დომინირებს ალაზნის წყების მიწისქვეშა წყლებში (AN), ყვარელის წყალშემცველ ჰორიზონტში (AK), წყაროებში (SQS და SCJ) და მდინარეებში (ნახ. 59). თელავის (AT) და გურჯაანის (AG) წყალშემცველი ჰორიზონტების, ასევე ცარცული და იურული ფორმაციებისა (CJ) და შირაქის სინკლინის მიწისქვეშა წყლები (QS) შეიცავენ ასევე პალეოწყლის დანამატს. მათი მნიშვნელობები უტოლდება $\delta^{18}\text{O}$ -11 და -13‰. ანალოგიურად, ტრიტიუმის კონცენტრაციები (ნახ. 60) ასევე აჩვენებს უფრო ძველი წყლების (ჩაჟონილს 1950-მდე) არსებობას ყველა ჯგუფის სინჯებში, გარდა შირაქის მეოთხეული წყაროებისა (SQS) და მდინარეებისა (R). სინჯების იზოტოპური შემადგენლობა ადასტურებს მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შემადგენლობის თავისებურებებს, რომელიც მოცემულია 4.1 პარაგრაფში. პირველი -მაღალმინერალიზებული მიწისქვეშა წყლებს ტრიტიუმის შედარებით დაბალი კონცენტრაცია აქვს (0.1-1.8 TU), რაც ახასიათებს ძველ 1950 წლამდე ჩაჟონილს მიწისქვეშა წყლებს. ტრიტიუმის კონცენტრაცია იზრდება მეორე (3-6 TU) და მესამე (7-11 TU) ჯგუფის წყლებში. ეს მნიშვნელობები აჩვენებს, რომ წყლები თანამედროვეა, (ჩაჟონილია 1950 წლის შემდეგ), თუმცა აქაც გვხვდება მცირე ნაწილი ძველი კომპონენტების ნარეკებით.



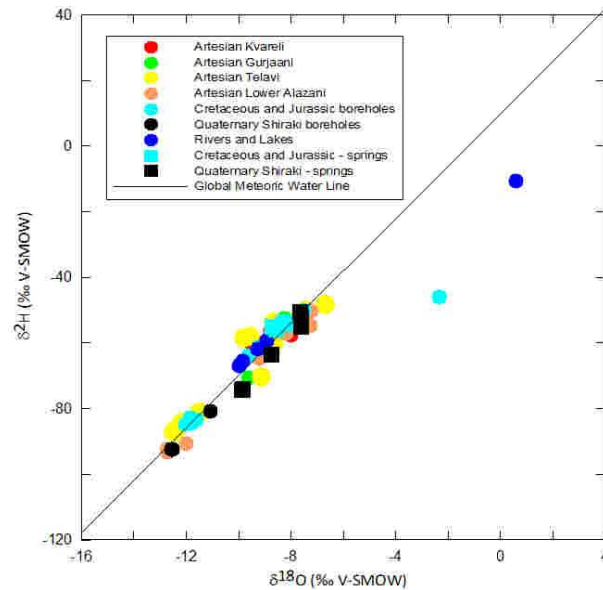
ნახ. 3.53 ალაზანი-იორის ტერიტორიის წყლების იზოტოპური მახასიათებლები. მარცხნივ: ^{18}O ; მარჯვნივ: ^3H .

ტრიტიუმის კონცენტრაცია მცირდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით და ყველაზე მცირე მნიშვნელობა გვაქვს შირაქის ველზე. (ნახ. 3.54.)



ნახ. 3.54. ტრიტიუმის სივრცული განაწილება ალაზანი-იორის ტერიტორიაზე

ნახ.3.53 ნაჩვენებია ^{18}O - ^2H -ის დამოკიდებულება. საიდანაც ჩანს, რომ მიწისქვეშა წყლების თითქმის ყველა სინჯი განლაგებულია გლობალური მეტეორული წყლის ხაზის გასწვრივ, გარდა ორი სინჯისა - "ტბა კეჩაბი" შირაქის ზეგანზე და გეოთერმული კარსტული წყარო ჰერეთისკარში. ისინი გადახრილია ხაზიდან, რაც გამოწვეულია პირველ შემთხვევაში აორთქლების პროცესების გავლენით შირაქის ნახევრად უდაბნოში და მეორე შემთხვევაში წყალი-ქანის ურთიერთქმედების თავისებურებებით გეოთერმულ გარემოში.



ნახ. 3.55. ^{18}O - ^2H -ს დამოკიდებულების გრაფიკი საკვლევი ტერიტორიის მიწისქვეშა წყლებში

4. მოდელირება

პროექტით გათვალისწინებული იყო სამგანზომილებიანი ციფრული მოდელირება, რომლის მიზანი იყო:

1. შექმნილიყო აღნიშნული რეგიონის ჰიდროდინამიკური მოდელი;
2. დადგენილიყო კავშირურთიერთობა ცალკეულ უბნებს შორის;
3. მომხდარიყო მიწისქვეშა წყლების მარაგების საპროგნოზო შეფასება კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით;

აუზის ციფრული მოდელის შემუშავება ერთ-ერთი მთავარი სტადიაა კვლევების უფრო ფართო გეგმისა, რომელიც მიზნათ ისახავდა გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და გეოფიზიკური მეთოდების კომპლექსით მომხდარიყო ჰიდროთერმული აუზების მდგრადი განვითარების სცენარების შემუშავება, ასევე მათი ჰიდროდინამიკური პარამეტრების და წყლის რესურსების განსაზღვრა, რაც ხშირად ეყრდნობა კომპიუტერულ მოდელირებას. ციფრული მოდელი აქ წარმოადგენს საკვანძო ნაბიჯს, რადგან მისი საშუალებით შესაძლებელია ექსპლუატაციის და პროცესების განვითარების სხვა და სხვა სცენარების შესწავლა.

ციფრული მოდელის შემუშავება მოხდა ცნობილი მეთოდების ((Domenico and Schwartz, 1998; Middlemis, 2000) შესაბამისად, კომპიუტერულ პროგრამაში Feflow -ში, რომელიც შემდეგ ეტაპებს:

- წყალშემცველი ჰორიზონტის გეოლოგიური აგებულება და ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლა;
- მიწისქვეშა წყლების ჰიდროდინამიკური პარამეტრების (სიღრმის, სიმძლავრის, მოძრაობის მიმართულების, ფილტრაციის კოეფიციენტი, წყალგაცემა და სხვა) დადგენა;
- ჰიდროდინამიკური ჰიდროქიმიური, იზოტოპური და რადიოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრა;
- საკვლევი რაიონის სასაზღვრო პირობების დადგენა და კონცეპტუალური მოდელის შემუშავება;

- ციფრული მოდელირების განხორციელება.
- რეკომენდაციების შემუშავება მიწისქვეშა წყლების ეკოლოგიურად გამართლებული ექსპლუატაციის მიზნით.

4.1 სასაზღვრო პირობების განსაზღვრა და საკვლევი რეგიონების კონცეპტუალური ჰიდროგეოლოგიური მიდელის შექმნა

გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები

საკვლევი რეგიონის გეოლოგიური აგებულება კომპლექსურია და მოიცავს იურული, ცარცული, პალეოგენური, ნეოგენური და მეოთხეული ასაკის წყებებს. რეგიონის უმეტესი ნაწილი მიეკუთვნება დიდი კავკასიონის ნაოჭა სისტემას. ხოლო მისი სამხრეთ-აღმოსავლეთი მცირე ნაწილი (გარეკახეთის პლატო) განეკუთვნება ტრანსკავკასიურ მთათაშორის სივრცეს (1)

დიდი კავკასიონის ნაოჭა მთათა სისტემის ჩრდილო კალთა ფორმირებულია ზედა ლიასური - ზედა ცარცული ასაკის ქანებით. კახეთის ქედის ნაოჭა სისტემა წარმოადგენს დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის სამხრეთ-აღმოსავლეთ განშტოებას და აგებულია იურული და პლიოცენის ასაკის ქანებით (1). თავის მხრივ, კახეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთი და ჩრდილო-დასავლეთი კალთები ფორმირებულია ალაზნის წყების ნეოგენური და პლიესტოცენური კონტინენტური ქანებით. მათი მაქსიმალური სიმძლავრე 2 კმ-ია და დომინანტური კომპონენტებია ხრეში, კონგლომერატები და ქვიშები. ხრეში ჩვეულებრივ წარმოდგენილია დიდი ზომის ქვიშაქვებისა და კირქვების კენჭებით. ალაზნის ველი დიდ კავკასიონსა და კახეთის ქედს შორის შევსებულია მეოთხეული ასაკის ქანებითა და მდინარე ალაზნის დანალექი მასალით. იგი შეიცავს ქვიშა-კენჭოვან და თიხა-თიხნარ დანალექ ქანებს, რომლებიც ქმნის რამოდენიმე წყალშემცველ ჰორიზონტს დაახლოებით 500 მ სიღრმეზე, მათ შორისაა ძირითადი ყვარელის, გურჯაანისა და თელავის წყალშემცველი ჰორიზონტები. ალაზნის ველის დანალექი ქანების საერთო სიმძლავრე, რომლების განლაგებულია კრისტალური ქანების ზედაპირზე, მერყეობს 2-4 კმ-მდე.

გარეკახეთის პლატო ფორმირებულია მესამეულინალექებით ზედა იურული ასაკის ქანების გამოსავლებით (დედოფლისწყაროს გორა). შირაქის ველის სინკლინი შევსებულია მეოთხეული დანალექი ქანებით, რომელიც მიეკუთვნება კრასნოდარის წყებას. იგი შეიცავს არგილირებულ ქვიშებს, კონგლომერატებსა და კენჭებს. ქვიშები ნაწილობრივ გათბაშირებულია. დიდი შირაქის სინკლინი გადაჭიმულია 50 კმ-დე და დანალექი ქანების სიმძლავრე დაახლოებით 1000 მ-მდეა. (1).

ალაზნის აუზის წყალშემცველი ჰორიზონტები ძირითადად ხასიათდებიან არტეზიული მიწისქვეშა წყლების სიუხვით, რაც განპირობებულია დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდისა და კახეთის ქედის ჩრდილო ფერდის ცარცული და იურული ფორმირებების განტვირთვის გამო. მზარდი მოსახლეობა, ინდუსტრია და სოფლის მეურნეობა მოითხოვს ახალ მიდგომებს არსებული წყლის რესურსების მონიტორინგის, შეფასებისა და ათვისების საქმეში. მიწისქვეშა წყლების დინამიკა მნიშვნელოვნად არის განპირობებული შირაქის მასივის აგებულების თავისებურებებით, რაც თავის მხრივ წარმოადგენს იორის პლატოს კომპონენტს და ყოფს მდინარე იორისა და ალაზნის აუზებს მათ ქვედა ნაწილში. შირაქის მასივის ჩრდილოეთი მხარე მკვეთრად გამოყოფილია ალაზნის ველისგან 400 მ. სიმაღლის ეროდირებული ტექტონიკური საფეხურით. დაბლობის ფარგლებში თანამედროვე რელიეფი ხასიათდება მისი ღერძის მიმართულებით მკვეთრი დაქანებით. ამის გარდა, დაქანება ასევე შეიმჩნევა სინკლინის ღერძის გასწვრივაც. ასე, რომ მიუხედავად ზოგადი რეგიონული დაქანებისა

სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით, დაბლობი შომოკონტურებულია როგორც ჩაკეტილი დეპრესია (2-3).

ერთიანი ეპიდროგრაფიული ქსელის არარსებობის გამო, არსებობს ვარაუდი, რომ რაიონის მიწისქვეშა წყლით შევსება ხდება ძირითადად ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე, რაც მტკიცდება მოცემული რეჟიმული დაკვირვებების მონაცემებით. ამას გარდა, ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ხდება მიწისქვეშა წყლების შევსება ჰორიზონტის ქვემოდანაც, დაღმავალი წყლების საშუალებით. მიწისქვეშა წყლების ჰორიზონტი დათარიღებულია მეოთხეული დანალექი ქანებით და აგებულია საკმაოდ დეტალურად ჭაბურღილების მონაცემთა საფუძველზე. რუკაზე ჰიდროიზოჰიპსები მიუთითებს წყლის მოძრაობის მიმართულებას დეპრესიის პერიფერიული შედარებით ამაღლებული ადგილებიდან ქვევით ცენტრალური ჩაკეტილი უბნისაკენ, სადაც მიწისქვეშა წყლები ზედაპირთან შედარებით ახლოს მკვეთრად გამოხატული (6 მ. შუა დანალექი სიღრმის 25 მ) და მათი უმეტესობა „იხარჯება“ ევაპოტრანსპირაციის პროცესისას. კრასნოდარის წყების (აკჩაგილი-აფშერონი) დიდი სიგანის კონტინენტური ფენები, რომლების ჩაწოლილია დიდ სინკლინში, წარმოადგენენ მთავარწყალშემცველ ჰორიზონტს, რომელიც შეიცავს წნევიან მიწისქვეშა წყლებს (4-5).

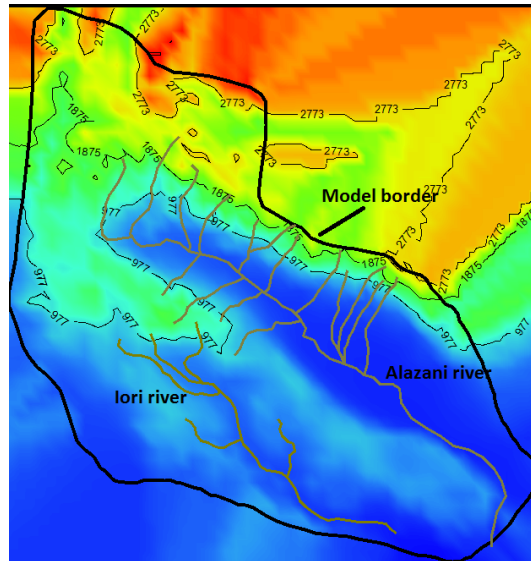
განხორციელებული სავლე სამუშაოები

სავლე ექსპედიციების დროს ასზე მეტი წყლის უბანი იქნა დასინჯული (წყაროები, ჭაბურღილები, ჭები) (6). ყველა უბანზე გაზომილი იქნა ძირითადი იონები ^{18}O , ^2H და ^3H . ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები (ტემპერატურა, ელექტროგამტარებლობა, მჟავიანობა) გაზომილი იქნა უშუალოდ ველზე WTW Multi 340i სავლე ლაბორატორიით. ასევე, განსაზღვრული იქნა წყალშემცველი ჰორიზონტის ქანების ჰიდროდინამიური თვისებები (ჰიდრავლიკური გამტარებლობა, ტევადობა, და ა. შ.), რაც აუცილებელია ციფრული მოდელირების განხორციელებისას.

დამატებით, საკვლევ რაიონში ხორციელდება ^{18}O , ^2H და ^3H ყოველთვიური მონიტორინგი წვიმის წყალსა და მდინარეებში და ასევე, GNIP (^{18}O , ^2H)(ნალექების იზოტოპური შემადგენლობის გლობალური ქსელი)-ის სადგურებში: თიანეთი (2003 წლის იანვრიდან), თელავის ცენტრალური უბანი (2012 წლის მაისიდან) და დედოფლისწყაროს კვების ზონა (2013 წლის იანვრიდან) და ლაგოდეხი (2013 წლის ივლისიდან). ტემპერატურის, ნალექიანობის და ტენიანობის მონაცემებს ვიღებთ თელავის მეტეოროლოგიური სადგურიდან; თიანეთში დამონტაჟდა წვიმის შემკრები, დედოფლისწყაროსა და ლაგოდეხში დამონტაჟდა ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის გამზომი ხელსაწყოები HOBO. ახალი GNIR (^{18}O , ^2H) (მდინარეების იზოტოპური შემადგენლობის გლობალური ქსელი) მოიცავს ალაზანი/შირაქისა (2012 წლის მაისიდან) და იორი/თიანეთის (2013 წლის იანვარი) სადგურებს, სადაც გაზომვები მიმდინარეობს HOBO-ს წყლის დონის სენსორებით. მეტეოროლოგიური და მდინარეების ხარჯის მონაცემები მოგვეწოდება გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს ჰიდრო-მეტეოროლოგიური სემსახურის თბილისის მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური სადგურებიდან.

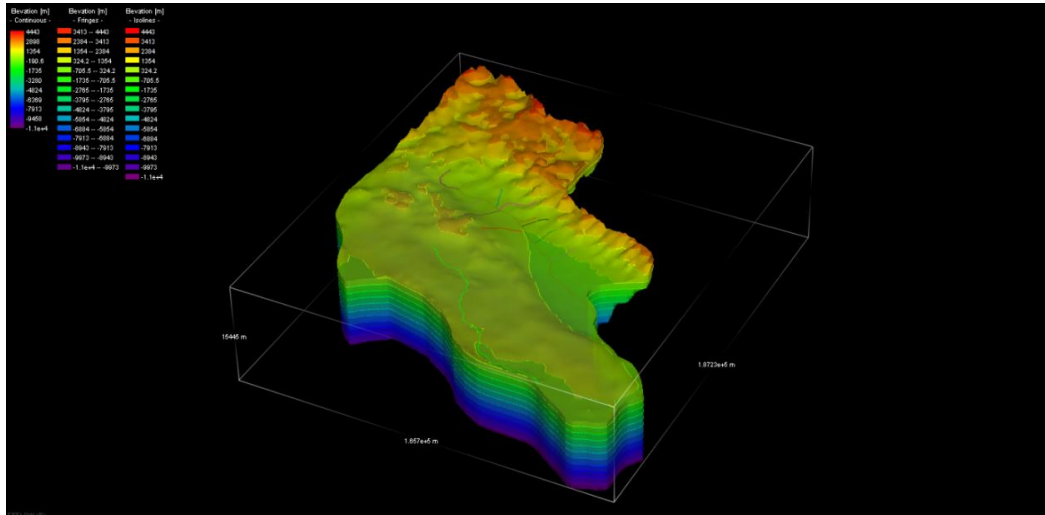
კონცეპტუალური მოდელის შემუშავება

კონცეპტუალური მოდელი ეფუძნება წინასწარ მომზადებულ გეოლოგიურ, გეოფიზიკურ, ჰიდროგეოლოგიურ მონაცემებს.



ნახ. 64 მოდელის საზღვრები

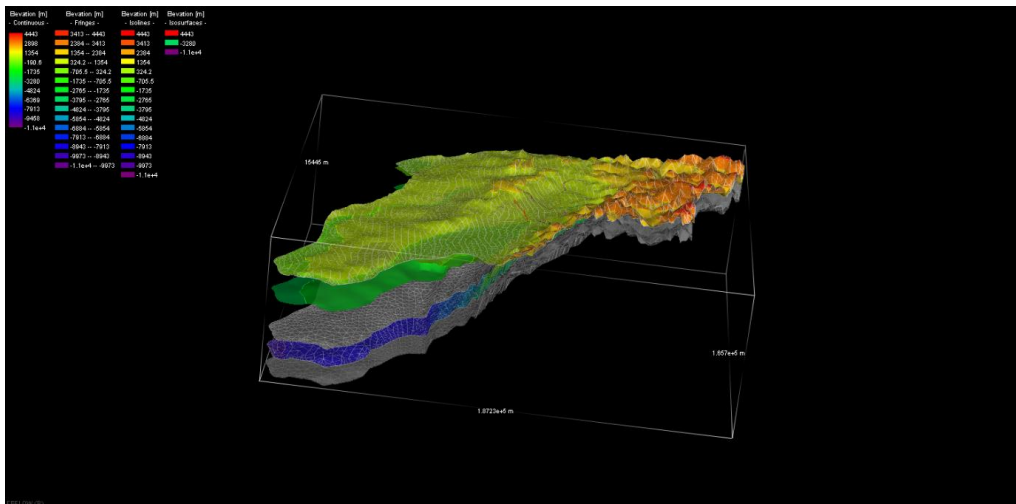
ნახ. 64 ნახაზზე ნათლად ჩანს საკვლევი ადგილი საზღვრები, რომლებიც მოიცავს მდინარეებს იორისა და ალაზანის აუზებს. კონცეპტუალური მოდელის შესაქმნელად გამოყენებული იქნა არსებული გეოლოგიური და გეოფიზიკური მასალა. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიქმნა სამგანზომილებიანი მოდელი. მოდელი საკმაოდ რთულია და შეიცავს ბევრ ფენას (ნახ. 65).



ნახ. 65 კონცეპტუალური მოდელი

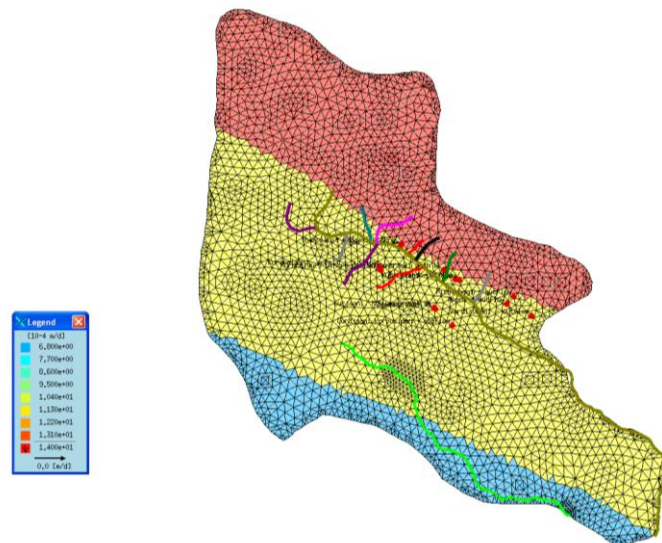
კონცეპტუალური და ციფრული მოდელი შეიქმნა Feflow -ში. მოდელის ზომებია 165700 x 187230 x 15445 მ. მისი ფართობი 15866 მ² ჩრდილო საზღვარი გადის კავკასიონის ქედზე და მიეკუთვნება კვების არეს, აღმოსავლეთი საზღვარი ემიჯნება მინგეჩაურის წყალსაცავს და აქვს განტვირთის ფუნქცია. დასავლეთი გადის კახეთის ქედზე და სამხრეთი მდ. იორის სამხრეთით. სამგანზომილებიანი კონცეპტუალური მოდელი შეიცავს 7 ფენას (ნიადაგის ფენა, Q- ქვიშები, თიხები; სილა, N- კონგლომერატები; K₂- კირქვები, ქვიშაქვები, მერგელები;

J₃- კირქვები; J₂-ანდეზიტები, ანდეზიტ ბაზალტები ვულკანური ტუფები. თითოეული ფენა წარმოადგენს სხვადასხვა თვისებების ფოროვან გარემოს. ფენების „შესაქმნელად“ გამოყენებული იქნა გეოლოგიური მონაცემები და რუკები. ზედა ფენები (Q და N) წარმოდგენილია როგორც „შემოუსაზღვრელი“. თითოეული ფენას როგორც როგორც ჰიდროსტრატიგრაფიული დამოუკიდებელ ერთეულს მიენიჭა ფილტრაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მ/წმ. ნიადაგის ფენა- $2.4 \cdot 10^{-8}$; Q - $2.1 \cdot 10^{-4}$; N - $1.6 \cdot 10^{-6}$; K₂- $1.1 \cdot 10^{-5}$; J₃ - $4.7 \cdot 10^{-6}$; J₂- $4 \cdot 10^{-7}$. ვერტიკალური მიმართულებით ფილტრაციის კოეფიციენტის მიშვნელობა ათჯერ ნაკლებია ჰორიზონტალურზე, ჰორიზონტალურები კი ერთმანეთის ტოლია $K_y = K_x$, $K_z = K_x / 10$.



ნახ. 66 კონცეპტუალური მოდელში წყალშემცველი ჰორიზონტები

მოდელის ტერიტორიაზე ნალექების რაოდენობა განაწილდა ზომალურად და გაიყო სამად



ნახ. 67 კონცეპტუალური მოდელში წყალშემცველი ჰორიზონტები

მოდელში ნალექების იკლებს ჩრდილოეთიდან სამხრეთით:

- ჩრდილო ნაწილი – 511 მმ/წლ ან $14 \cdot 10^{-4}$ მ/დღ

- საშუალო ნაწილი – 401 მმ/წლ ან $11 \cdot 10^{-4}$ მ/დღ
- სამხრეთი ნაწილი – 248 მმ/წლ ან $6.8 \cdot 10^{-4}$ მ/დღ

ცხრილი 3. მდინარეთა ზომები

მდინარე	კალაპოტის სიღრმე (მ)	მდინარის სიგანე (მ)	კალაპოტის გამტარებლობა (მ/დღე)
ალაზანი	5	50	20
იორი	3	30	10

პროგრამა საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას მდინარის ხარჯის მონაცემები, როგორც სასაზღვრო პირობა. ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა ეს ინსტრუმენტი ჭაბურღილების წნევის პირობების გავლენის სიმულაციისათვის.

მოდელის კალიბრაციის მიზნით მოდელში შეყვანილი იქნა ტერიტორიაზე მდებარე ჭაბურღილების წნევები, როგორც სასაზღვრე პირობა. მომდევნო ცხრილში მოცემულია გამოყენებული პარამეტრები. ჭაბურღილების ხარჯის სიდიდე დამოკიდებულია ჭაბურღილში ფილტრის მდებარეობაზე.

ცხრილი 4. ჭაბურღილების მონაცემები

ადგილმდებარეობა	X	Y	წნევა Z, მეტრებში
ზეგანი	561020	4627671	439.0
სანავარდო	568205	4637862	306.6
ფიჩხის ბოგირი	588515	4632032	278.2
კურდღელაური	542010	4641321	590.9
გურჯაანი	560573	4628153	436.4
შაქრიანი	549190	4650211	350.8
გრემი	548774	4649438	353.8
ქინძმარაული	564120	4641296	331.0
კუტსატანი	569473	4637754	300.9
კურდღელაური	541501	4642301	557.2
აფენი	586092	4629488	247.2
გურჯაანი	567006	4621953	383.7
ვარდის უბანი	594702	4625156	243.0
კასრისწყალი	622003	4572675	536.0
დიდი შირაქი 41	610690	4581339	557.0

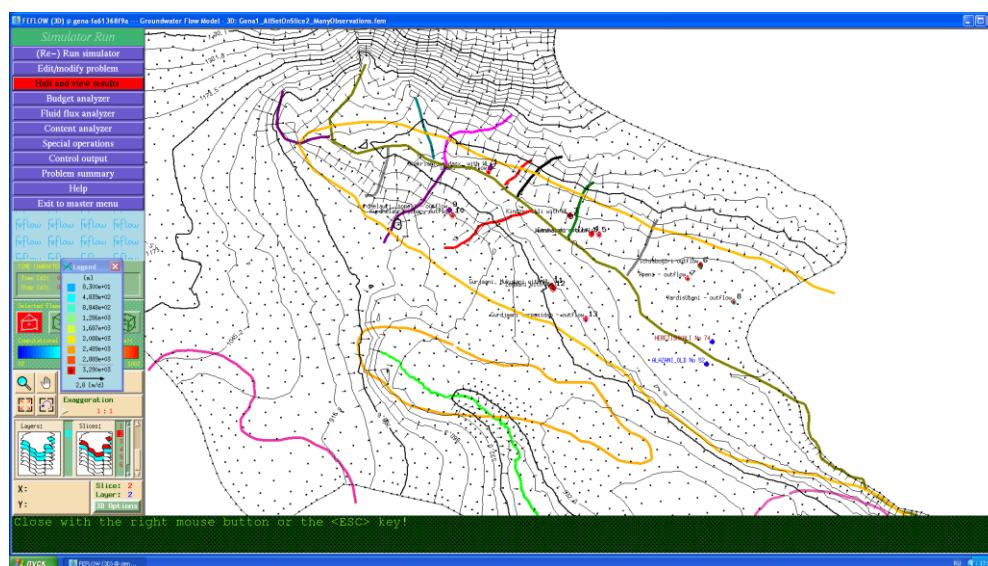
ამ მონაცემების დაყრდნობით განხორციელდა მოდელში ფილტრაციის მაჩვენებლების კორექტირება. საბოლოოდ შეირჩა ქვემოთ მოყვანილი ფილტრაციის კოეფიციენტები.

ცხრილი 5. ჭაბურღილებში ფილტრაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები

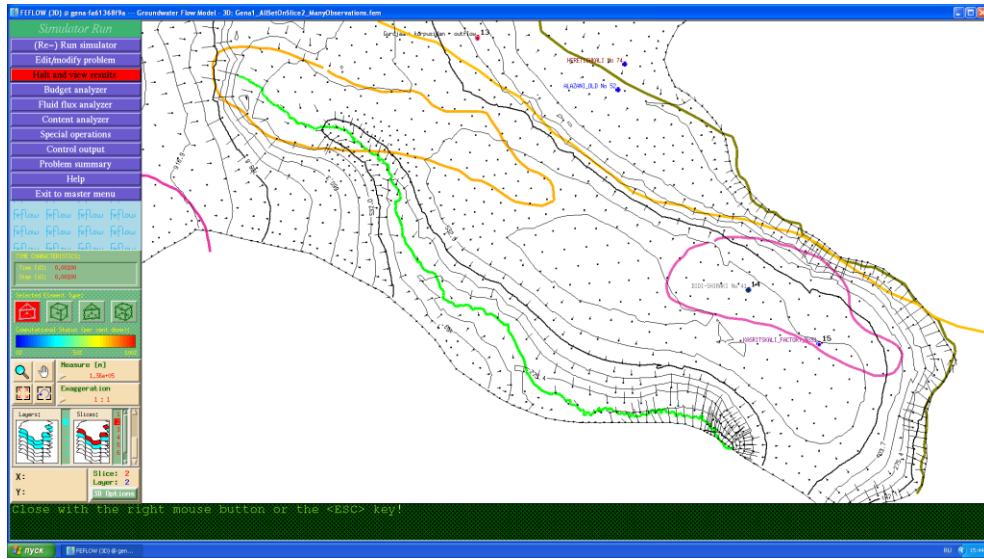
ადგილმდებარეობა	$K_x \cdot 10^{-4}$ მ/წმ	$K_z \cdot 10^{-4}$ მ/წმ	წნევა Z, მეტრებში
ზეგანი	0.37	0.037	439.0
სანავარდო	2.007	0.2	306.6

ფიჩხის ბოგირი	7.9	0.79	278.2
კურდღელაური	5.2	0.52	590.9
გურჯაანი	0.37	0.037	436.4
შაქრიანი	3.0	0.3	350.8
გრემი	3.0	0.3	353.8
ქინძმარაული	5.2	0.52	331.0
კუტსატანი	2.007	0.2	300.9
კურდღელაური	5.2	0.52	557.2
აფენი	7.9	0.79	247.2
გურჯაანი	0.607	0.06	383.7
ვარდის უბანი	7.9	0.79	243.0
კასრისწყალი	0.5739	0.057	536.0
დიდი შირაქი 41	0.0241	0.00241	557.0

გათვლილი იქნა ზედა ფენაში მიწისქვეშა წყლების პიეზომეტრიული დონეები და ნაკადის მოძრაობის მიმართულებები ალაზნისა და იორის წყალშემკრები აუზებისთვის.



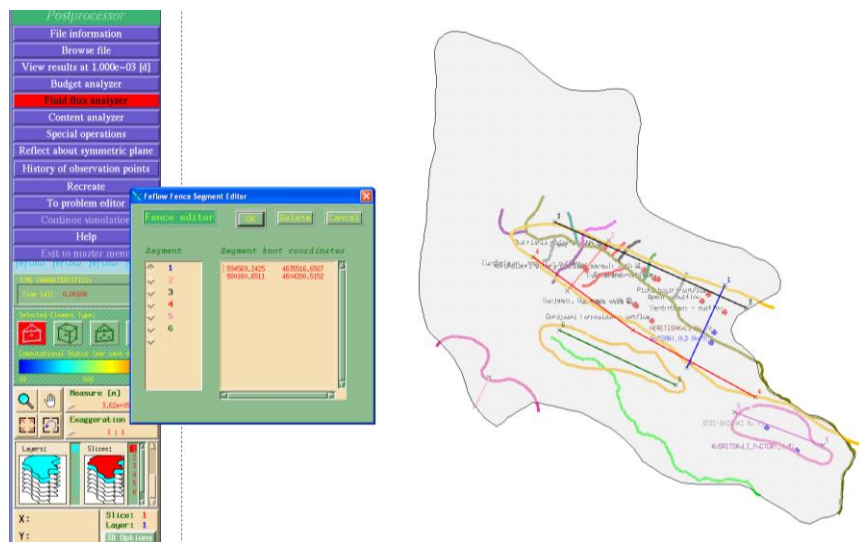
ნახ. 68 პიეზომეტრიული დონეები და ნაკადის მოძრაობის მიმართულება ალაზნისა და იორის წყალშემკრები აუზებისთვის.



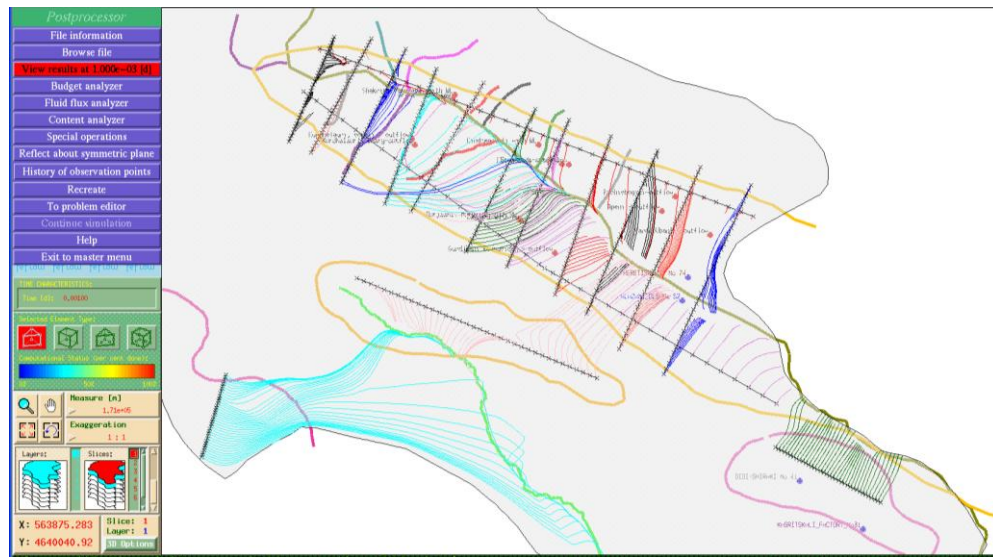
ნახ. 69 პიეზომეტრიული დონეები და ნაკადის მოძრაობის მიმართულება იორის წყალშემკრებ აუზისთვის.

4.2. პიდროგეოლოგიური ციფრული მოდელის განხორციელება მდინარეების, წყალშემკველი პორიზონტებისა და განტვირთვის არეალებს შორის ურთიერთკავშირის დასადგენად; წყლის ბალანსის განსაზღვრა და მიწისქვეშა წყლების შესაძლო დაბინძურების გზების შეფასება

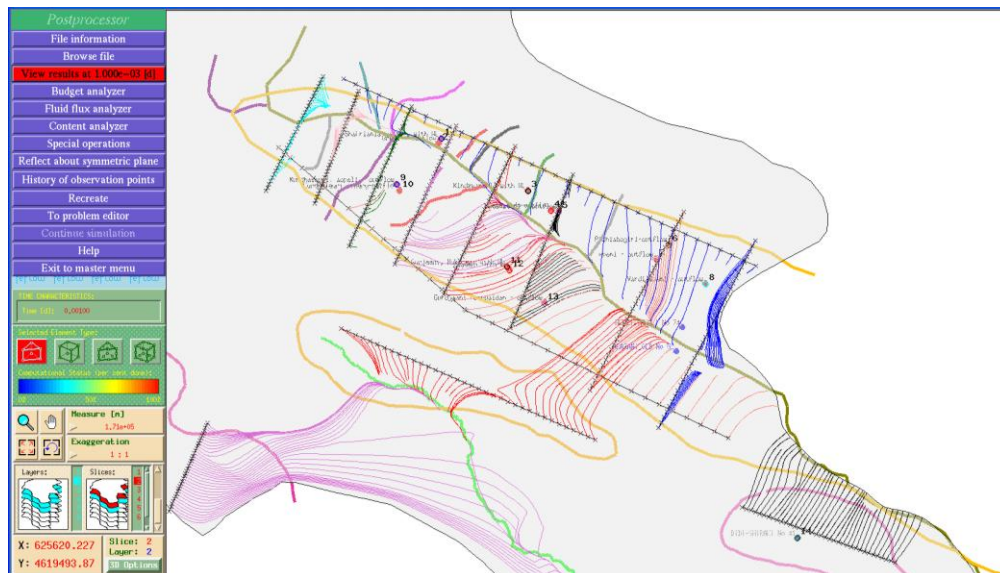
კონცეპტუალური მოდელი კალიბრაციის შემდგომ განხორციელდა ციფრული მოდელირება. სიმულიაცია გაუკეთდა წყლის ნაკადის მოძრაობას კვების არეალებიდან დიდი კავკასიონის და კახეთის ქედის ტერიტორიებიდან განტვირთვის არეალებისკენ. ამ მიზნით მოდელირებული იქნა ნაკადის მოძრაობა და მისი ინტენსივობა ალაზნის ველის, შირაქის, ნაომარის და სხვა მცირე აუზებზე გამავალი პროფილების კვეთაზე.



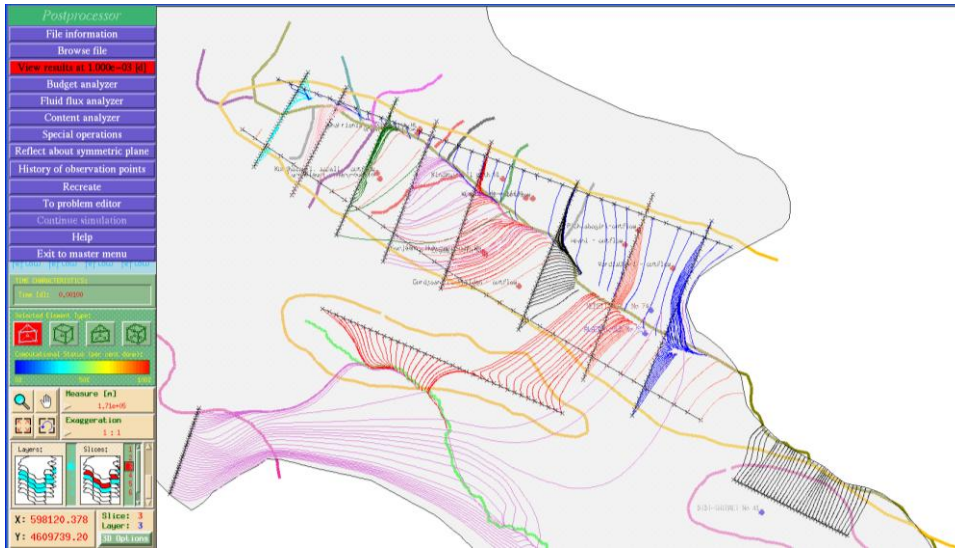
ნახ. 70 პროფილების მდებარეობა ტერიტორიაზე



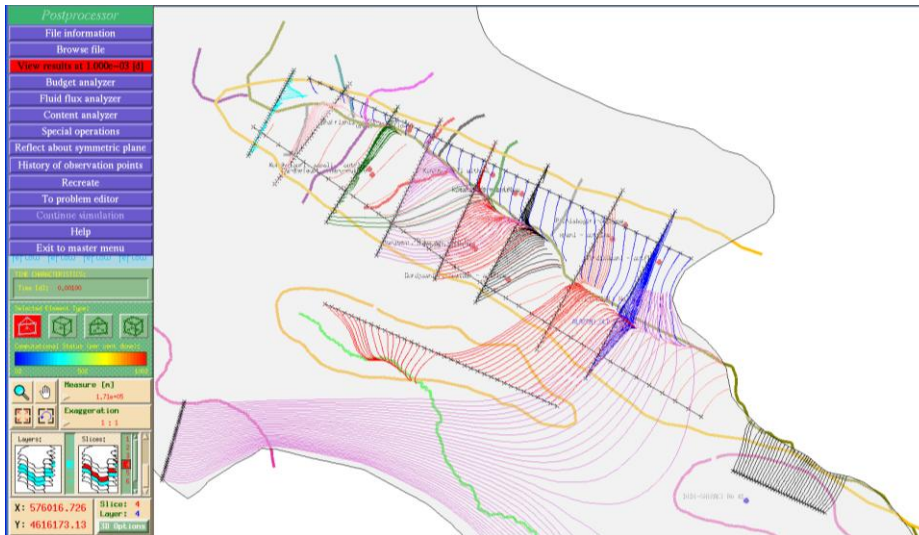
ნახ. 71 წელის ნაკადის მოძრაობის ამსახველი მრუდები პირველ ზედაპირულ შრეში



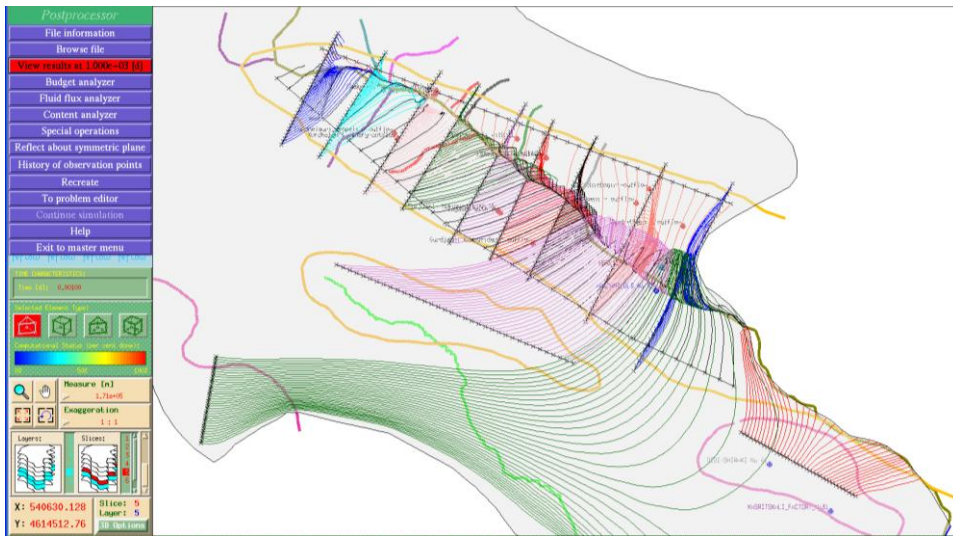
ნახ. 72 წელის ნაკადის მოძრაობის ამსახველი მრუდები მეოთხეული ასაკის (Q) წყალშემცველ კორიზონტებში



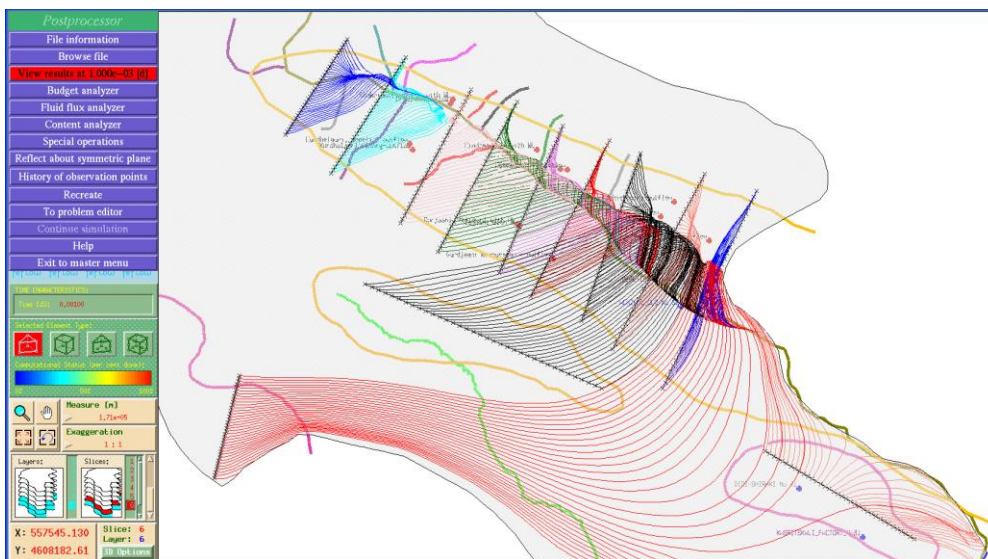
ნახ. 73 წყლის ნაკადის მოძრაობის ამსახველი მრუდები N ასაკის წყალშემცველ
ჰორიზონტებში



ნახ. 74 წყლის ნაკადის მოძრაობის ამსახველი მრუდები K₂ ასაკის წყალშემცველ
ჰორიზონტებში



ნახ. 75 წყლის ნაკადის მოძრაობის ამსახველი მრუდები J_3 ასაკის წყალშემცველ ჰორიზონტებში



ნახ. 76 წყლის ნაკადის მოძრაობის ამსახველი მრუდები J_2 ასაკის წყალშემცველ ჰორიზონტებში

პროგრამით გათვლილი იქნა წყლის ნაკადის ინტენსივობა ექვსივე პროფილის მიმართ. ყველა, 6 ფენისთვის გაითვალა წყლის ხარჯი ($\text{მ}^3/\text{დღ}$), როგორც ჰორიზონტალურად ასევე ვერტიკალურად.

ცხრილი 6. ხაზი 1, სიგრძე 34400 მეტრი

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი $\text{მ}^3/\text{დღ}$
1	2079	929	1149
2	169805	64040	105764

3	308284	17909	290354
4	122575	0	122575
5	135547	0	135547
6	20177	0	20177
1+2	171884	64970	106913
1+2+3	480149	82880	397268
1+2+3+4	602724	82880	519844

ცხრილი 7 ხაზი 2, სიგრძე 24819 მეტრი

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	18894	606	18287
2	23978	74941	-50962
3	24263	44765	-23495
4	191873	4510	187363
5	348427	27	348400
6	61436	0	61436
1+2	42872	75548	-32675
1+2+3	67142	1233313	-56170
1+2+3+4	259016	127823	131192
1+2+3+4+5	607444	127851	479522
2+3	48247	122706	-74458

ცხრილი 8 ხაზი 3, სიგრძე 79652 მ

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	389243	0	389243
2	$1.08 \cdot 10^6$	0	$1.08 \cdot 10^6$
3	278692	0	278692
1+2	$1.47 \cdot 10^6$	0	$1.47 \cdot 10^6$
2+3	$1.361 \cdot 10^6$	0	$1.361 \cdot 10^6$
1+2+3	$1.75 \cdot 10^6$	0	$1.75 \cdot 10^6$

ცხრილი 9 ხაზი 4, სიგრძე 100243 მ

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	15451	5856	9615
2	108854	17	108837
3	$8.49 \cdot 10^6$	3	$8.49 \cdot 10^6$
1+2	124326	5873	118452
1+2+3	$8.62 \cdot 10^6$	5876	$8.61 \cdot 10^6$

ცხრილი 10 ხაზი 5, სიგრძე 35882 მ

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	34	0	34
2	119087	0	119087
3	$1.012 \cdot 10^6$	0	$1.012 \cdot 10^6$
4	132201	0	132201
5	34882	0	34882

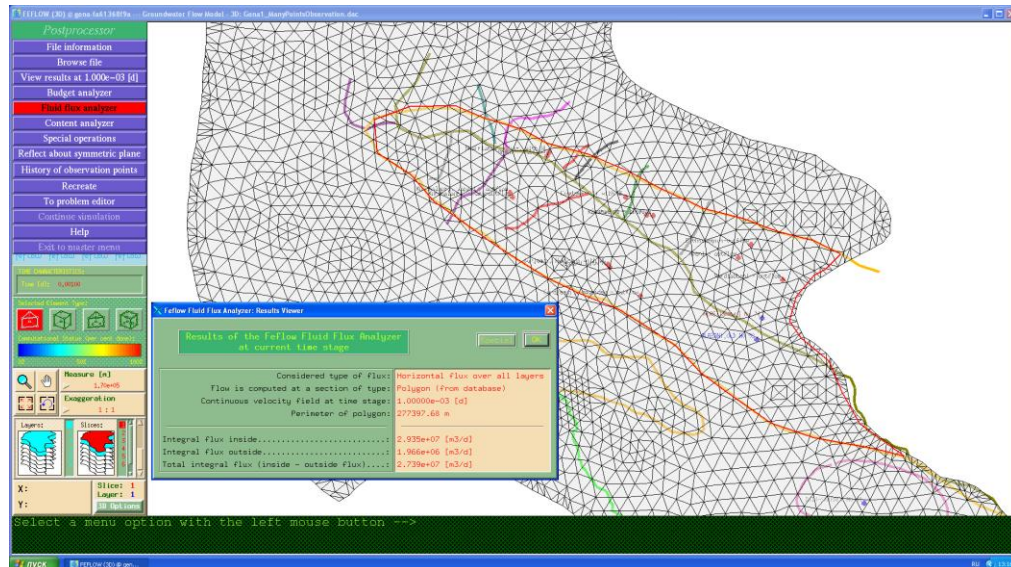
ცხრილი 11 ხაზი 6, სიგრძე 48974 მ

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	247	7	240
2	366322	43206	323115
3	578744	140979	437764
4	0	302217	-302217
5	0	144566	-144566

ცხრილი 12 ხაზი 7, სიგრძე 12199 მ

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	3	0	3
2	27783	0	27783
3	109383	0	109383
4	60221	0	60221
5	30284	0	30284

გარდა ამისა, შერჩეულ ალაზნის და შირაქის ველის პოლიგონზე, განხორციელდა მეორე სახის მოდელირება, როდესაც კონკრეტულად ამ უბნებისთვის გათვლილი იქნა წყლის ნაკადის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დინების ინტენსივობა, როგორც ცალკეული ფენისთვის, ასევე ყველა ფენისთვის ერთდროულად. ეს ფაქტიურად საშუალებას იძლევა გავთვალოთ მიწისქვეშა წყლების რესურსები. პოლიგონის ფართობი 2443 კმ²



ნახ. 77 ალაზნის პოლიგონის ტერიტორია

ცხრილი 13. წყლის ჰორიზონტალური ნაკადის ინტენსივობა ალაზნის წყალშემკრებში სხვადასხვა ფენისა და მათი კომბინაციებისთვის.

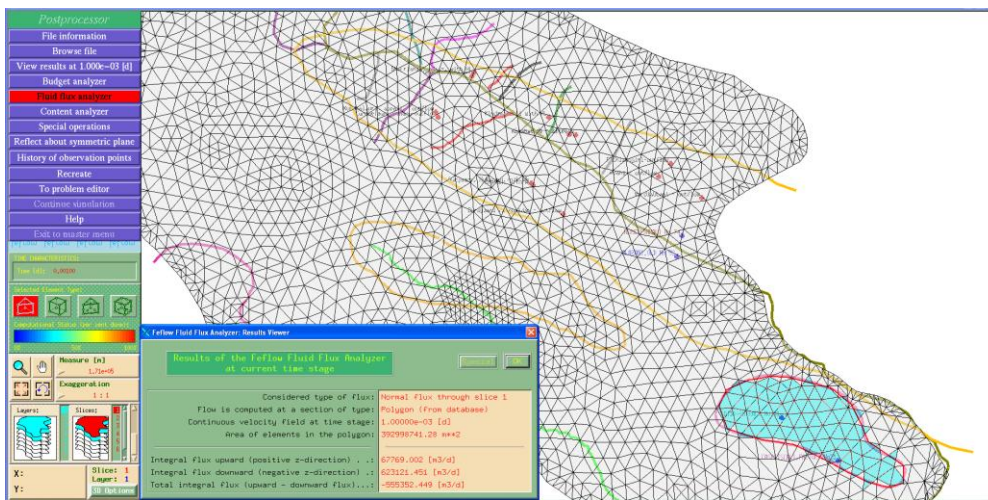
წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	$0.592 \cdot 10^6$	$0.166 \cdot 10^6$	$0.426 \cdot 10^6$
2	$0.455 \cdot 10^6$	$0.78 \cdot 10^6$	$-0.325 \cdot 10^6$
3	$13.15 \cdot 10^6$	$0.92 \cdot 10^6$	$12.23 \cdot 10^6$

4	$2.53 \cdot 10^6$	$0.07 \cdot 10^6$	$2.46 \cdot 10^6$
5	$12.61 \cdot 10^6$	$0.024 \cdot 10^6$	$12.59 \cdot 10^6$
6	$1.32 \cdot 10^6$	$0.003 \cdot 10^6$	$1.32 \cdot 10^6$
1+2	$1.04 \cdot 10^6$	$0.946 \cdot 10^6$	$0.1 \cdot 10^6$
1+2+3	$14.2 \cdot 10^6$	$1.86 \cdot 10^6$	$12.33 \cdot 10^6$
1+2+3+4	$16.74 \cdot 10^6$	$1.94 \cdot 10^6$	$14.8 \cdot 10^6$
1+2+3+4+5	$29.35 \cdot 10^6$	$1.96 \cdot 10^6$	$27.39 \cdot 10^6$

ცხრილი 14 წყლის ვერტიკალური ნაკადის ინტენსივობა სხვადასხვა ფენისათვის

წყალშ. ფენა	პოზიტიური	ნეგატიური	ბალანსი მ ³ /დღ
1	$9.94 \cdot 10^6$	$10.32 \cdot 10^6$	-371508
2	$10.54 \cdot 10^6$	$9.03 \cdot 10^6$	$1.5 \cdot 10^6$
3	$15.11 \cdot 10^6$	$4.1 \cdot 10^6$	$10.97 \cdot 10^6$
4	$8.08 \cdot 10^6$	$0.7 \cdot 10^6$	$7.38 \cdot 10^6$
5	$7.38 \cdot 10^6$	$0.56 \cdot 10^6$	$6.81 \cdot 10^6$
6	$0.84 \cdot 10^6$	$0.065 \cdot 10^6$	$0.77 \cdot 10^6$
7	$0.11 \cdot 10^6$	$0.014 \cdot 10^6$	$0.1 \cdot 10^6$

მსგავსი მოდულაცია ჩატარდა შირაქის პოლიგონისთვისაც, რომლის ფართობი 393 კმ²



ნახ. 78 შირაქის პოლიგონის ტერიტორია

ცხრილი 15. წყლის ჰორიზონტალური ნაკადის ინტენსივობა სხვადასხვა ფენისა და მათი კომბინაციებისთვის

წყალშ. ფენა	პოზიტიური (მ ³ /დღ)	ნეგატიური (მ ³ /დღ)	ბალანსი (მ ³ /დღ)
1	48	18612	-18564
2	3008	105353	-102345
3	$1.431 \cdot 10^6$	$3.32 \cdot 10^6$	$-1.889 \cdot 10^6$
4	73548	189674	-116126

5	23921	37073	-13152
1+2	3056	123965	-120909
1+2+3	$1.435 \cdot 10^6$	$3.444 \cdot 10^6$	$-2.01 \cdot 10^6$
1+2+3+4	$1.508 \cdot 10^6$	$3.634 \cdot 10^6$	$-2.126 \cdot 10^6$

ცხრილი 16 ცხრილი 13. წყლის ვერტიკალური ნაკადის ინტენსივობა სხვადასხვა ფენისა

წყალშ. ფენა	პოზიტიური (მ ³ /დღ)	ნეგატიური (მ ³ /დღ)	ბალანსი (მ ³ /დღ)
1	67769	623121	-555352
2	69641	611872	-542231
3	131703	671321	-539617
4	11331	105549	-94217
5	4887	222746	-17859
6	230	1454	-1223

5. საკვლევი რეგიონის წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისათვის რეკომენდაციების შემუშავება

მოდელის საფუძველზე შესაძლებელია განვსაზღვროდ ნებისმიერი წყალშემცველი ფორიზონტის რესურსი და მისი ექსპლოატაციის პერსპექტივები. კახეთის რეგიონის თითოეული რეგიონისათვის შემუშავდა რეკომენდაციები მიწისქვეშა წყლების მოპოვების პერსპექტიული უბნების მითითებით.

1. **ქ. დედოფლისწყაროს** თანამედროვე წყალმომარაგება შემდეგი წყალამდები ნაგებობებით ხორციელდება "ჯარის წყარო" საშუალებით, რომელიც კაპტირებულია XIX საუკუნის მეორე ნახევარში. "ჯარის წყაროს" დებიტი 3.5 ლ/წმ შეადგენს.

მეორე წყარო – "დედოფლისწყარო", რომელიც ქალაქის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მდებარეობს კაპტირებულია ბეტონის ჭით, რომლის ტევადობა 210 მ³-ია. მისგან 7 მეტრის დაშორებით სატუმბი სადგურია, რომელიც წყალს აწვდის მომხმარებელს. წყარო "დედოფლისწყარო" ნაპრალოვან კირქვებთან არის დაკავშირებული. ქიმიურად წყალი მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ კალციუმიან-მაგნიუმიან ტიპს. წყაროს დებიტი 2.5 ლ/წმ.

იმის გამო, რომ ზემოთ აღნიშნული წყაროები ვერ აკმაყოფილებდა სასმელ-სამეურნეო წყალზე ქალაქის მოთხოვნილებას, ქალაქიდან 3 კმ-ის დაშორებით მოეწყო ჰორიზონტალური წყალამდები, სადრენაჟო გალერეა რომლის მწარმოებლობა შეადგენს 5 ლ/წმ. ამგვარად, ქ. დედოფლისწყარო ღებულობს წყალს 11 ლ/წმ რაოდენობით. სასმელ-სამეურნეო წყალზე ქალაქის თანამედროვე მოთხოვნილება 14.5 ლ/წმ. ამიტომ, ეს მოთხოვნილება შეიძლება დაკმაყოფილდეს ახალი წყალამდების მშენებლობით, რომელიც ლაგოდების რაიონის ტერიტორიაზე არის გათვალისწინებული ან ახალი ჭაბურღილების ბურღვით ალაზნის მარჯვენა ნაპირზე ალუვიურ ნალექებში.

2. დღესდღეობით **ქ. გურჯაანის** სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგება მდ. ალაზნის ფილტრატების ბაზაზე ხორციელდება. ქ. გურჯაანიდან ჩრდილო-დასავლეთით 12 კმ-ის მანძილზე მდ. ალაზნის მარჯვენა ჭალისზედა ტერასაზე მოწყობილია წყალამდები ნაგებობა. აღნიშნული ტერასა აგებულია ალუვიური კენჭნარით, ქვიშის, იშვიათად ქვიშნარი

შემავესებლით. ამ ნალექების სიმძლავრე 10-დან 20 მეტრამდე მერყეობს. ზემოდან ისინი გადაფარულია თიხნარებისა და თიხის 0.2-0.4 სისიქის შრით.

ამჟამად, ამ წყალამღები ნაგებობიდან, რომელიც 1960 წლიდან ფუნქციონირებს იღებენ 35 ლ/წმ. რაოდენობის წყალს, რომელიც ახლაც კი ვერ აკმაყოფილებს ქ. გურჯაანის მოთხოვნილებას, რომელიც შეადგენს 70 ლ/წმ.

წყალზე პერსპექტიული მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად საჭიროა ჩატარდეს სატუმბი სადგურის რეკონსტრუქცია და ჩაიდოს ახალი მილსადენი. წყალშემცველი ქანები იმდენად წყალუხვია, რომ ამჟამად დამონტაჟებული ყველა ტუმბოს ერთდროულად მუშაობისას შემკრებ ჭაში წყლის დონის დაწვეა 0.3 მეტრს არ აღემატება. ახალი, უფრო მძლავრი ტუმბოების დამონტაჟება და ახალი 300 მმ-იანი დიამეტრის მილსადენის ჩადება საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ 60-70 ლ/წმ-მდე, რაც უზრუნველყოფს ქალაქის არა მხოლოდ ახლანდელ, არამედ პერსპექტიულ მოთხოვნილებასაც სასმელ-სამეურნეო წყალზე. მიწისქვეშა წყლების ბუნებრივი რესურსები ბევრად დიდია 0.6 მ3/წმ დან 3.9 მ3/წმ-მდე.

3. ქ. **თელავის** თანამედროვე წყალმომარაგება ხორციელდება წყაროების "თბილი წყლები", "ბურუსის წყაროები" და "ნაქალაქარის წყაროები" ბაზაზე.

"თბილი წყლების" წყაროების გამოსავლები ქ. თელავიდან 4 კმ-ის დაშორებით სამხრეთით მდებარეობს. ისინი ჯერ კიდევ 1930 წელს არის დაკაპტაჟებული. წყაროების ჯამური დებიტი 3 ლ/წმ. აღწევს. ქ. თელავის წყალზე მზარდი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად 1959-1960 წლებში ახალი წყალამღები ნაგებობები აშენდა. ქალაქიდან 13 კმ-ის დაშორებით სამხრეთ-დასავლეთით, თელავი-გომბორის საავტომობილო გზის ახლოს მდ. თურდოს მარჯვენა ნაპირზე, ამ მდინარის ძველ ტერასაზე, იქ, სადაც "ბურუსის წყაროების" ბუნებრივი გამოსავლებია, ორი ჰორიზონტალური გალერეა არის მოწყობილი. ორივე გალერეის ჯამური მწარმოებლურობა 18 ლ/წმ შეადგენს. მდ. თურდოს დინების აღმა 2.8 კმ მანძილზე დაკაპტაჟებულია "ნაქალაქარის წყაროების" ბუნებრივი გამოსავლები, რომელთა მწარმოებლურობა 5-8 ლ/წმ შეადგენს.

ქ. თელავის სხვადასხვა ადგილას წყაროების მრავალრიცხოვანი გამოსავლებია, რომელთა ჯამური დებიტი 25 ლ/წმ აღწევს, მაგრამ რადგანაც ეს გამოსავლები ქალაქის მჭიდროდ დასახლებულ უბნებშია და ადვილად ექვემდებარება ბაქტერიულ გაჭუჭყიანებას, მათი სასმელად გამოყენება რეკომენდებული არ არის.

ქ. თელავის წყალამღები ნაგებობების ჯამური მწარმოებლურობა 41 ლ/წმ შეადგენს, რაც არ არის საკმარისი ქალაქის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად სასმელ და სამეურნეო წყალზე დღეისთვის.

ქალაქის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად საჭირო გახდება გამოყენებულ იქნას მდ. ალაზნის ჭალისზედა ტერასის გრუნტის წყლები შაქრიანის ხიდის რაიონში. მისი მონაცემებით 400 მ სიგრძის არასრულყოფილი დრენის საშუალებით შეიძლება მივიღოთ 100 ლ/წმ რაოდენობის წყალი, რაც საშუალებას გვაძლევს დავაკმაყოფილოთ არა მარტო ქ. თელავის დღევანდელი, არამედ სამომავლო (პერსპექტიული) მოთხოვნილება.

4. დღესდღეობით ქ. **ყვარელის** სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგება შემდეგი წყაროებიდან ხდება:

1. მდ. დურუჯის ფილტრატები; 2. კარსტული წყარო - "ფატმასური" და მდ. ბურსას ღია ნაკადი. აღნიშნული წყალამღების მწარმოებლურობა 20-25 ლ/წმ შეადგენს. მათ ემატება. წყარო "ფატმასური", რაც საერთო ჯამში შეადგენს 60 ლ/წმ. თუმცა ქ. ყვარელის უკვე თანამედროვე მდგომარეობა წყალზე გაცილებით მაღალია 60 ლ/წმ მდე.

ქ. ყვარელის სასმელ-სამეურნეო წყალზე მზარდი მოთხოვნილების დაკმაყოფილების შეიძლება მდ. ალაზნის ფილტრატების გამოყენება. ამ მიწისქვეშა წყალს კარგი სასმელი თვისებები ახასიათებს. საერთო მინერალიზაცია 0.2 გ/ლ. ქიმიური შედგენილობით მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ კალციუმი-მაგნიუმიან ტიპს. ამჟამად უკვე მიმდინარეობს ახალი წყალამღების (რომლის მწარმოებლობა 80 ლ/წმ-ია) მშენებლობა, რომლის ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ, დაკმაყოფილება სასმელ-სამეურნეო წყალზე ქ. ყვარელის მოთხოვნილებაც, რომელიც 60 ლ/წმ შეადგენს.

5. ქ. საგარეჯოს წყალმომარაგება მდ. თვალთხევის მიწისქვეშა წყლების ბაზაზე ხორციელდება. მდინარის კალაპოტი და ჭალა თანამედროვე ალუვიონით არის აგებული - მსხვილი კენჭნარი და ხრეში ქვიშის და ქვიშნარის შემავსებლით. სიმძლავრე 6-დან 10 მეტრამდე. წყალამღები, რომელიც აშენებულია 1913 წელს ქ. საგარეჯოდან 2 კმ-ის მანძილზე წარმოადგენს 18 მ. სიგრძის ჰორიზონტალურ გალერეას. გალერეიდან წყალი მიეწოდება შემკრებ ჭას, ხოლო იქიდან 150 მმ დიამეტრის ფოლადის მილების წყალსადენით თვითდენით გადადის 400 მმ მოცულობის რეზერვუარში. ქლორირების შემდეგ რეზერვუარიდან წყალი ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება ქალაქის ზედა ნაწილს, რომლის ჰიფსომეტრული ნიშნული რეზერვუარის ნიშნულს აღემატება. აქედან გამომდინარე, ქალაქის სამხრეთ ნაწილში წყლის მიწოდება თვითდენის რეჟიმში ხდება. წყალამღების საშუალო მწარმოებლობა 20 ლ/წმ შეადგენს.

1958 წელს მოეწყო დამატებითი ჰორიზონტალური გალერეა სიგრძით 80 მ.

ეს გალერეა არსებულ წყალამღებთან შედარებით 25 მეტრით დაბალია და გაყვანილია მდ. თვალთხევის დინების მართობულად. გალერეიდან 200 მმ დიამეტრის მილსადენით ხდება წყლის მიწოდება 400 მმ ტევადობის არსებულ რეზერვუარში. გალერეის მწარმოებლობა ტოლია 17 ლ/წმ. ქ. საგარეჯოს მოთხოვნილება სასმელ-სამეურნეო წყალზე შეადგენს 137 ლ/წმ.

ქ. საგარეჯოს მოთხოვნილების (246 ლ/წმ) დასაკმაყოფილებლად რეკომენდებულია საგარეჯოს არტეზიული აუზის მიწისქვეშა წყლების გამოყენება, რომლებიც როგორც რაოდენობრივად, ასევე ხარისხობრივად პასუხობს პერსპექტიულ წყალმომარაგებას.

6. კვლევის შედეგები და მათი მნიშვნელობა კვლევის სამეცნიერო მიმართულებებისათვის

პროექტით ჩატარებული საველე და კამერალური კვლევების შედეგად:

1. ატმოსფეროში და ზედაპირულ წყლებში ჰიდროლოგიური და იზოტოპური პროცესების შესწავლის მიზნით, ორგანიზება გაუკეთდა იზოტოპურ რეჟიმულ დაკვირვებებს კახეთის ტერიტორიაზე განლაგებულ მეტეო და ჰიდროლოგიურ სადგურებზე. აღნიშნული სადგურები ასევე ჩართული იქნენ ატომური ენერგიის საერთაშორისო სააგენტოს გლობალურ ქსელებში (GNIP და GNIR- ში).

იზოტოპური შემადგენლობის ანალიზით განისაზღვრა სადგურების მდებარეობის შესაბამისი ალტიტუდური და განედული გრადიენტები. ატმოსფერულ ნალექებისა და ზედაპირულ წყლების იზოტოპური შემადგენლობის მრავალწლიან მრუდზე განისაზღვრა „ფონური“ და სეზონური ვარიაციები.

2. შესწავლილი იქნა თოვლის ნადნობი წყლის ინფილტრაციის მიწისქვეშა წყლებში და მათი შესაძლო გავლენა. დადგენის იქნა რომ სეზონური თოვლის საფარის არსებობა დიდი კავასიონის მთისწინა ტერიტორიაზე არ არის ხანგრძლივი, შესაბამისად გაზაფხულის ნალექებს ძირითადი როლი ენიჭება მიწისქვეშა წყლების ბალანსის შევსებაში.

3. მიწისქვეშა წყლებში იზოტოპური და ქიმიური შემადგენლობის დროში და სივრცეში ცვლილებათა ვარიაციების დადგენის მიზნით, განხორციელდა რეჟიმული ჰიდროქიმიური და იზოტოპური რეჟიმული დაკვირვებები კახეთის ტერიტორიაზე განლაგებულ ჭაბურღილებსა და ჭებზე. ქსელში ასევე ჩართული იქნა საქართველოს წყლის კომპანიისა და გარემოს ეროვნული სააგენტოს ქსელის ჭაბურღილები და ჭები, რომლების ახასიათებნენ სხვადასხვა წყალშემცველ ჰორიზონტებს.

ალაზანი-იორის წყალშემცველი ჰორიზონტების უმეტესი ნაწილისთვის დადგინდა იზოტოპური შემადგენლობის „ფონური“ მნიშვნელობები და სეზონური ვარიაციები. შესაბამისად შესწავლილი იქნა იზოტოპური შემადგენლობის ცვლილებების ხასიათი კვების არეალებიდან განტვირთვის არეალებამდე. „სინუსოიდალური მრუდების მეთოდით“ გათვლილი იქნა მიწისქვეშა წყლების გადაადგილების საშუალო დრო.

4. რეგიონის ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებების დადგენის მიზნით საკვლევ ტერიტორიაზე განხორციელდა კომპლექსური ჰიდროგეოქიმიური და იზოტოპური დასინჯვები, რის შედეგად მოხდა წყალპუნქტების დაჯგუფება და მათი მიკუთვნება სხვადასხვა წყალშემცველი ჰორიზონტისთვის. ალაზანი-იორის წყალშემცველ ჰორიზონტებში მინერალიზაციის სიდიდის მიხედვით გამოყოფილი იქნა 3 ჰიდროქიმიური ზონა. გადევნებული იქნა მიწისქვეშა წყლების მიგრაციის გზები, მათი შემადგენლობის ცვლილებების ხასიათი და მათში მინერალიზაციის ზრდის ტენდენცია.

იზოტოპების შემადგენლობის და მათი ფართობზე განაწილების კანონზომიერების შესწავლით შესაძლებელი გახდა დადგენილიყო მიწისქვეშა წყლების გენეზისი, მოძრაობის მიმართულება, ნაკადების ინტენსივობა და გადაადგილების დრო.

5. არსებულ და ახლად მოპოვებული მასალის ანალიზის შედეგად შეიქმნა ალაზანი-იორის სამგანზომილებიანი კონცეპტუალური მოდელი და განხორციელდა მისი ციფრული მოდელირება, რამაც საშუალება მოგვცა გაგვესაზღვრა თითოეულ წყალშემცველ ჰორიზონტში მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის მიმართულება, წნევათა განაწილება და მათი ურთიერთ კავშირი, დაგვედგინა ცაკლკეული მიწისქვეშა ჰორიზონტების რესურსები.

მოდელი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს წყლის ხარჯის სიდიდე ჰორიზონტის სასურველ კვეთისთვის. ასევე შემოსაზღვრულ პოლიგონში (მაგალითად ალაზნისა და შირაქის არტეზიული აუზებისთვის) მიწისქვეშა წყლების ვერტიკალური და ჰორიზონტული გადაადგილების გზები და საერთო ბალანსი, რაც მთავარია ციფრული მოდელირება საშუალებას იძლევა შევაფასოთ პროცესების შესაძლო განვითარება.

6. კახეთის თითოეული რეგიონისთვის შემუშავდა რეკომენდაციები მიწისქვეშა წყლების მოპოვების პერსპექტიული უბნების მითითებით.

დიდია პროექტის სამეცნიერო, ტექნოლოგიური, ეკონომიკური და სოციალური მნიშვნელობა. იგი წარმოადგენს სამეცნიერო საფუძველს მომავალში სტაბილური იზოტოპების ტექნოლოგიების გამოყენებისა, როგორც მისიწვეშა წყლების რესურსების შეფასებასა, ასევე მისი ექსპლოატაციის საქმეში.

კვლევის შედეგები მოხსენებული იყო გიორგი მელიქაძის მიერ რომში, იტალია ჩატარებულ საერთაშორისო კონფერენციაზე AQUA 2015 Hydrogeology: Back to the future“ მოხსენებით „Evaluation of recharge origin of groundwaters in aquifers in the East Georgia, using hydrochemical and isotope approaches“

ასევე თამარ ჯიმშელაძის მიერ სოფიოში, ბულგარეთი 5gth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE of University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"

მოხსენებით „Using isotope application for assessment recharge origin of groundwater in the Alazani-Iori basins“

ლიტერატურის სია

- [1] Buachidze, I. M. & Zedginidze, S. N. (1985). Hydrogeology and Perspectives of Groundwater Use in the Alazani-Agrichai aquifer. Tbilisi, 335pp. (in Russian).
- [2] Melikadze, G., Zhukova, N., Todadze, M., Vepkhvadze, S., Kapanadze, N., Chankvetadze, A., Jimsheladze, T. & Chitanava, R. (2014) "Preliminary result of stable isotopes' monitoring in the Alazani-Iori catchment" *Journal of Georgian Geophysical Society, Issue (A), Physics of Solid Earth*, v. 17A, 60-67.
- [3] Melikadze G., Chelidze T., Zhukova N., Rozanski K., Dulinski M. & Vitvar, T. (2009). Using nuclear technology for environmental safety and sustainable development of water resources in Borjomi region (Southern Georgia). *Journal of Georgian Geophysical Society, Issue (A), Physics of Solid Earth*, 13A, 17-25.
- [4] Melikadze G., Chelidze T., Jukova N., Malik P. & Vitvar T. (2011). Using Numerical Modeling for Assessment of Pollution Probability of Drinking Water Resources in Borjomi Region (Southern Georgia). In: *Climate Change and its Effects on Water Resources, Issues of National and Global Security* (Baba A., Tayfur G., Gunduz O., Howard K. W. F., Fridel M. J., Chambel A., eds.), NATO Science Series. Springer. ISBN: 978-94-007-1145-7. Chapter 29, 267-275.
- [5] Gudjabidze, G. E. (2003). Geological Map of Georgia. Scale 1:500. 000. *Georgian State Department of Geology*, Tbilisi.
- [6] Shotadze, M. & Barnovi, E. (2011) Integrated Natural Resources Management in Watersheds (INRMW) of Georgia Program. Technical Report, USAID No. CA # AID- 114-LA-10-00004, 79 pp.
- [7] Gaprindashvili, T. (2002). Groundwater Resources of the Alazani Basin. Technical Report. Subcontract No. 3335-105-005 under USAID/DAI Prime contract No. LAG-I- 00-00017-00 „Water Management in the South Caucasus Project. “Gorgasali” Joint Stock Company, Tbilisi, Georgia, 14pp.
- [8] Beselia, B. N. (1988). Preliminary survey on the appearance of groundwaters - Quaternary alluvium-proluvium confined and Upper Jurassic and Lower Cretaceous aquifers between the rivers Chelti and Durudji. Ministry of Geology of USSR, Tbilisi, 3 volumes. (unpublished, in Russian)
- [9] Bagoshvili, G. N. (1990). Report on hydrogeological survey 1:50000 on the Southern Slope of the Greater Caucasus. Ministry of Geology of USSR, Tbilisi, 2 volumes, 95 and 163 (unpublished, in Russian)
- [10] Pilot project for re-activation of groundwater level and quality monitoring network of Alazani-Agrichai aquifer. (2013). Technical Report of the Czech Official Development Assistance “Aid for Trade” Program between National Environmental Agency of Georgia and AQUATEST a. s. (J. Sima, ed.), pp 59, December 2013.
- [11] Melikadze, G. at all. (2014) “Assessment of Alazani-Iori aquifer value by stable isotope application,” Proceedings of Conference “80 years of the M. Nodia Institute of Geophysics,” Tbilisi.
- [12] Vitvar, T, Aggarwal, P. K. & Herczeg, A. L. (2007). Global Network is launched to monitor isotopes in rivers. *Eos Trans.*, AGU 88: 325–326.
- [13] Melikadze, G., Zhukova, N, Todadze, M., Vepkhvadze, S., Kapanadze, N., Chankvetadze, A., Jimsheladze, T. & Vitvar, T. (2014). “Evaluation of recharge origin of groundwater in the Alazani-Iori basins, using hydrochemical and isotope approaches.” *Journal of Georgian Geophysical Society, Issue (A), Physics of Solid Earth*, v. 17A, 51-59.
- [14] Melikadze G., Zhukova, N, Todadze, M., Vepkhvadze, S. & Vitvar, T. (2014), “Results of numerical modelling of groundwater resource in the Shiraki catchment” *Journal of Georgian Geophysical Society, Issue (A), Physics of Solid Earth*, v. 17a. 102-108