

ალაზანი-იორის წყალშემკრები აუზების შესწავლა სტაბილური იზოტოპების გამოყენებით

¹გიორგი მელიქაძე, ¹ნატალია ჟუკოვა, ¹მარიამ თოდაძე, ¹სოფიო ვეფხვაძე,
¹ალექსანდრე ჭანკვეტაძე, ¹ნინო კაპანაძე, ² რამაზ ჭითანავა

¹ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ.

გეოფიზიკის ინსტიტუტი

²საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს

ეროვნული სააგენტო

აბსტრაქტი

ალაზანი-იორის წყალშემკრები აუზებში, მიწისქვეშა წყლების რესურსების შესწავლის მიზნით პირველად ტარდება კვლევები ბუნებრივი იზოტოპებისა და ჰიდროქიმიური მეთოდების გამოყენებით. პირველ ეტაპზე, წყალშემცველი ჰორიზონტების კვების და განტვირთვის არეალებში, ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ დაკვირვებებს ჰაერის ტემპერატურას, ტენიანობასა და ატმოსფერულ ნალექებზე. მდინარე ალაზანსა და იორზე დაიწყო რეჟიმული დაკვირვებები მდინარის დონესა და ხარჯზე და ასევე მიწისქვეშა წყლების დონეებზე ლაგოდესსა და დედოფლის წყაროში. იზოტოპური მასალის ანალიზმა დააფიქსირა სეზონური ვარიაციები მათ ცვლილებაში და განსხვავებები მათ მნიშვნელობებში, სადგურების გეოგრაფიულ მდებარეობისა და სიმაღლის მიხედვით, რაც სრულად ეთანხმება მსოფლიოში იზოტოპების გავრცელების ზოგად კანონზომიერებებს.

შესავალი

საქართველოს წყალმომარაგების სისტემაში ლომის წილი- 70%-ზე მეტი, მოდის მიწისქვეშა წყლებზე. საქართველოს წყალშემცველი ჰორიზონტები მოიცავენ რამოდენიმე არტეზიულ აუზს და დაწვევით მიწისქვეშა სისტემებს, მათ შორისაა ალაზნისა და იორის აუზების წყალშემცველი ჰორიზონტები. ეს მიწისქვეშა წყლები მიუკუთვნებიან ერთ-ერთ ყველაზე შესწავლილ და ამავე დროს ყველაზე ექსპლუატირებულ წყალშემცველ ჰორიზონტს.

გლობალური დათბობა ნეგატიურ გავლენას ახდენს საქართველოს ბუნებრივ პირობებზე და ყველაზე მნიშვნელოვნად - მის აღმოსავლეთ ნაწილზე, განსაკუთრებით კი მდ. იორის ქვედა დინების აუზის ტერიტორიაზე, რომელიც ცნობილია ნათლად გამოხატული არიდულობითა და ნახევარუდაბნოსათვის დამახასიათებელი თავისებურებებით. ცხადია, აღნიშნულმა ნეგატიურმა ეკოლოგიურმა მოვლენებმა შესაბამისად გამოიწვია ამ რაიონების მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური პირობების გაუარესება და ეს მდგომარეობა კიდევ უფრო გამწვავდება იმის გამო, რომ აღნიშნული ტერიტორიის მოსახლეობა უკვე განიცდის როგორც სასმელ-სამეურნეო, ისე სარწყავი წყლის მწვავე დეფიციტს. უფრო მეტიც, გაუდაბნობამ, მომავალში ნეგატიური ეკოლოგიური პროცესების გაძლიერებისას, ადვილად შესაძლებელია შეუქცევადი ხასიათი მიიღოს და სოფლის მეურნეობის პროდუქტების, განსაკუთრებით კი - მარცვლეულის, მეცხოველეობისა და მევენახეობის წარმოების, ნავთობისა და გაზის მოპოვებისა და ამ დარგების განვითარების თვალსაზრისით ყველაზე პერსპექტიული, ქვეყნისათვის ესოდენ მნიშვნელოვანი რეგიონი მოსახლეობისაგან დაიცალოს.

სწორედ ამიტომ, მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის, მისი ხარისხისა და მათზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. ამით უზრუნველყოფთ მოსახლეობისა და წარმოებისთვის წყლის უწყვეტ მიწოდებას.

გარდა ტრადიციული ჰიდროგეოლოგიური (საცდელი ამოქაჩვები, ჩასხმები), გეოფიზიკური, გეოქიმიური და კომპიუტერული მოდელირების მეთოდებისა, არსებობს კვლევის სხვა მეთოდები, რომლებიც არ გამოიყენებოდა დღემდე საქართველოში. იგულისხმება ბუნებრივი იზოტოპების მეთოდები, სადაც იზოტოპები გამოიყენება, როგორც “ინდიკატორი” ელემენტები, რათა უკეთესად იქნას ახსნილი წყლის წარმომავლობა და ისტორია, თუ რა “გზებით” გადაადგილდებოდა წყალი წყალშემცველ ჰორიზონტში კვების არედან განტვირთვის არემდე. ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ქიმიური და იზოტოპური შემადგენლობა განისაზღვრება წვიმის წყლის შემადგენლობით და იცვლება ვადოზურ ზონებში, თოვლის საფარში, წყლის ნაკადებში და მიწისქვეშა წყალშემცველ ჰორიზონტებში მიმდინარე პროცესებით. მოდიფიცირება დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე და განპირობებულია მიწისქვეშა წყალშემცველ ჰორიზონტში ნაკადების გადაადგილების განსხვავებული გზებით ნალექებიდან განტვირთვის არეალებამდე. ბოლო 50 წლის განმავლობაში ჰიდროგეოლოგიასა და ჰიდროლოგიაში იზოტოპების (კონკრეტულად ჟანგბადი და წყალბადი) მეთოდების გამოყენებამ პრაქტიკულად სრულყო პრობლემის გადაჭრის ტრადიციული ჰიდროლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, გეოფიზიკური და გეოქიმიური მეთოდები.

რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტის ფარგლებში დაიგეგმა ალაზანი-იორის წყალშემკრებ აუზებში, მათ შორის ნახევრადუდაბნო რაიონებში, მიწისქვეშა წყლების რესურსების სრულყოფილ შეფასება ბუნებრივი იზოტოპებისა და ჰიდროქიმიური მეთოდების გამოყენებით.

საველე დაკვირვებები

პირველ ეტაპზე, წყალშემცველი ჰორიზონტების კვების არეალებში, 2013 წლიდან ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ დაკვირვებებს ჰაერის ტემპერატურას, 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 ხდებოდა სპეციალიზირებული აპარატურის გამოყენებით, რომლებიც შექმნილი იქნა საერთაშორისო ატომური სააგენტოს გრანტის (GEO7001) მეშვეობით. ასევე, ყოველდღიურად იზომება მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და თვეში ერთხელ ხდება სინჯის აღება მათსი სტაბილური იზოტოპური შემადგენლობის განსაზღვრის მიზნით.



ნახ. 1 სარეჟიმო აპარატურის მონტაჟი ლაგოდეხის მეტეოსადგურზე



ნახ. 2 სარეჟიმო აპარატურის მონტაჟი თელავის მეტეოსადგურზე

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

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, თელავის და შაქრიანის სადგურებზე დამატებით ხდებოდა სინჯების აღება ტრიტიუმის განსასაზღვრავად ნალექებსა და მდინარის წყალში. ეს უკანასკნელი სადგურები ჩართული იქნა ატომური ენერჯის საერთაშორისო სააგენტოს გლობალური ქსელი იზოტოპები ატმოსფეროში (GNIP) და გლობალური ქსელი იზოტოპები მდინარეებში (GNIR) ში.

ცხრილი №1 სარეჟიმო მეტეოპუნქტების მდებარეობა.

პუნქტის დასახელება	X	Y	სიმაღლე მ
"შაქრიანი" ჰიდროლოგიური სადგური	548204	4648613	340
"თელავი" მეტეოსადგური	540070	4642487	568
"თიანეთი" მეტეოსადგური	497244	4662730	1099
"დედოფლის-წყარო" მეტეოსადგური	590465	4591129	800
"ლაგოდები" მეტეოსადგური	605196	4630389	432

წყლის სინჯების იზოტოპური და ჰიდროქიმიური ანალიზი ჩატარდა სააგენტოს მიერ შეძენილი აპარატურის ლაზერული სპექტრომეტრით "Picarro" მეშვეობით გეოფიზიკის ინსტიტუტის გეოფიზიკისა და გეოთერმის კვლევითი ცენტრის ლაბორატორიაში

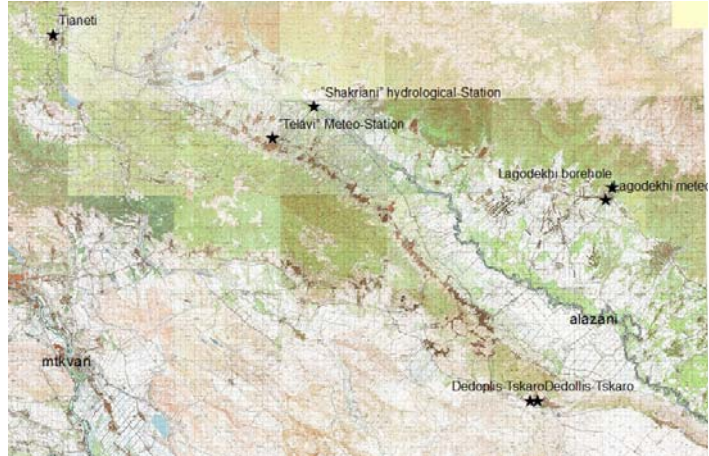
ალაზანისა და იორის წყალშემკრებ აუზებში, მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის დასადგენად ძირითად წყალშემცველ ჰორიზონტებზე ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ ჰიდროდინამიკურ დაკვირვებებს. მონიტორინგი დაიწყო ლაგოდების რაიონში მდებარე ჭაბურღილზე ამერიკული წარმოების ხელსაწყოს მეშვეობით რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემების დაგროვებას და გადაცემას თბილისის ცენტრში GSM სისტემის მეშვეობით. წუთიერ რეჟიმში იზომება წყლის დონე ჭაბურღილში, ატმოსფერული წნევა და ტემპერატურა.

რეჟიმულ დაკვირვებები ასევე ორგანიზირებული იქნა დედოფლის-წყაროს რაიონში მდებარე ჭაში "Diver" ტიპის ხელსაწყოს მეშვეობით. ყოველსაათობრივად იზომება წყლის დონე და ტემპერატურა. მონაცემების მოხსნა ხორციელდება 1-2 თვეში ერთხელ კომპიუტერის მეშვეობით. შემდეგში დაგეგმილია დასაკვირვებელი პარამეტრების რაოდენობის გაზრდა.

მონაცემები მოთხოვნილი სიხშირით გროვდება ცენტრში. აქვე მუშავდება მონაცემები და ანალიზდება სეზონურობისა და სხვა ფაქტორების გავლენა ვარიაციებზე.

ცხრილი №2 სარეჟიმო ჰიდროლოგიური პუნქტების მდებარეობა

პუნქტის დასახელება	X	Y	Altitude m
“ლაგოდეხი” კაბურღილი	606506	4632768	541
დედოფლის-წყარო ქა	591942	4591129	804

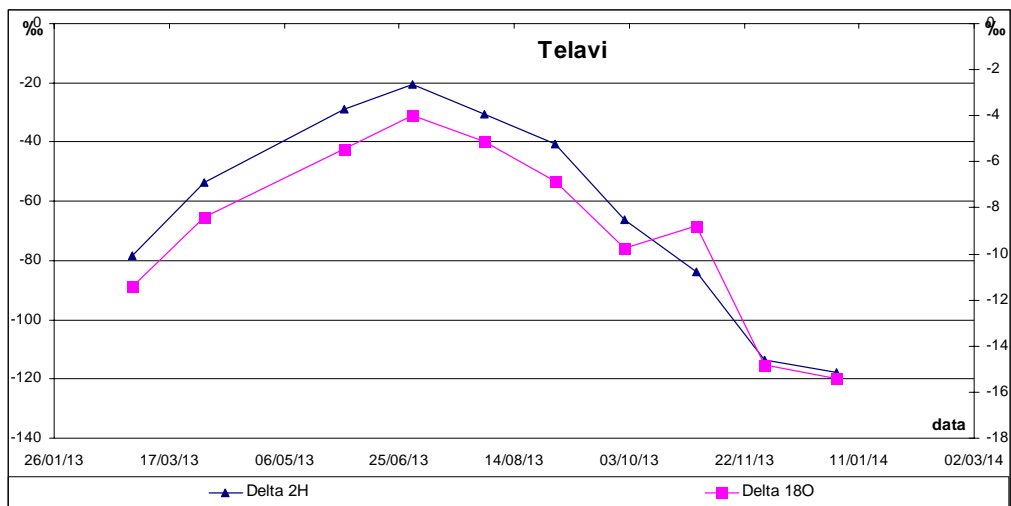


ნახ. 3 სარეჟიმო პუნქტების განლაგება ტერიტორიაზე

მონაცემთა ბაზის შექმნა და ანალიზი

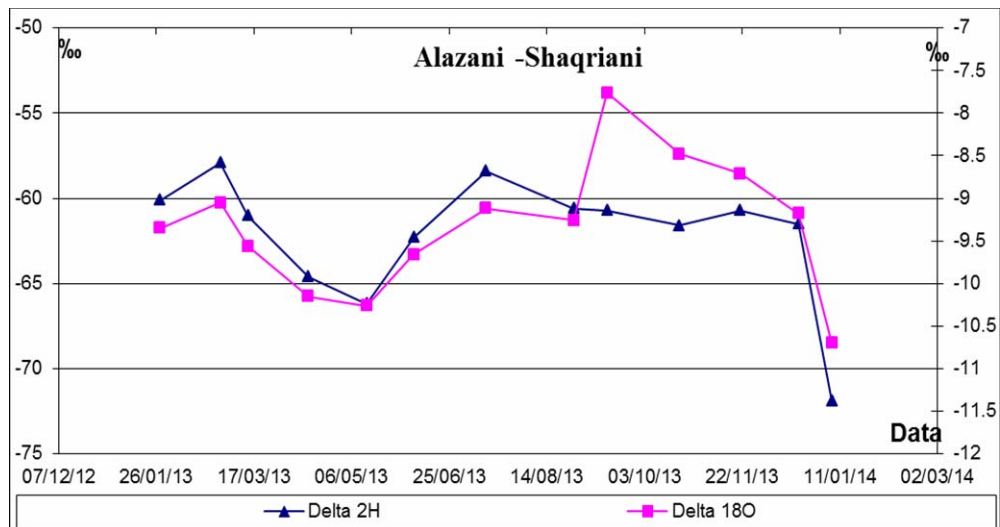
პროექტის ამოცანების შესრულების მიზნით შეიქმნა მონაცემთა ბაზა რომელიც გამუდმებით ივსება მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური მონაცემებით.

მხოლოდ იზოტოპური მასალის პირველადმა ანალიზმა დააფიქსირა სეზონური ვარიაციები მათ ცვლილებაში. “თელავის” მეტეოსადგურზე ყოველთვიურად ნალექებიდან აღებულ სინჯებში ფიქსირდება იზოტოპური ცვლილებები. კერძოდ, გაზაფხულის მსუბუქი ფრაქცია (-10‰-18O; -80‰-2H), მძიმდება ზაფხულისკენ (-4‰ 18O; -20‰-2H) და ისევ მცირდება ზამთრის პერიოდისთვის (-15‰-18O; -80‰; -120H მდე). თითქმის იდეალურ მრუდზე აღინიშნება ერთი “დამძიმების” პიკი, რომელიც დაკავშირებულია შემოდგომის წვიმების პერიოდთან (ნახ. №4).



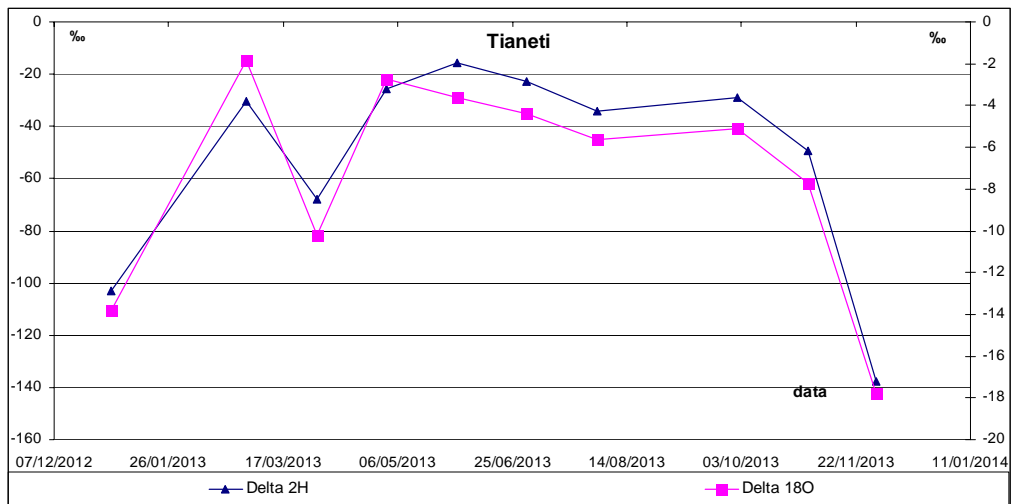
ნახ. 4 ატმოსფერულ ნალექებში სტაბილური იზოტოპების ცვლილების გრაფიკი “თელავის” სარეჟიმო სადგურზე

განსხვავებული სურათს ვიღებთ იქვე მდებარე “შაქრიანის” სარეჟიმო სადგურთან, მდინარე “ალაზანიდან” აღებულ სინჯებში (ნახ. №5) იზოტოპების “ზამთრის” მნიშვნელობები (-9.2 ‰- 18O; -60 ‰-2H) “მსუბუქდება” მაისის თვეში, რაც გამოწვეულია მთაში თოვლის ნადნობი წყლის შერევით მდინარეში (-10 ‰- 18O; -68 ‰-2H), ივნისი-აგვისტოს თვეში იზოტოპური შემადგენლობა ისევ “მძიმდება”, თუმცა ის სრულად ვერ იმეორებს იქვე მდებარე “თელავის” მეტეოსადგურზე ატმოსფერულ ნალექებში იზოტოპების მნიშვნელობების მრუდს, რამდენადაც მდინარის წყლის იზოტოპური შემადგენლობით ჯამურად ახასიათდება უფრო ფართო არეალს “ალაზნის” სათავეებიდან მის შუა წელამდე. მრდულზე ფიქსირდება ოქტომბრის წვიმების შედარებით “მძიმე” პიკი და ასევე, 2014 წლის იანვრის თვეში თოვლის მოსვლით გამოწვეული “გამსუბუქება” (10.5 ‰- 18O; -72 ‰- 2H).



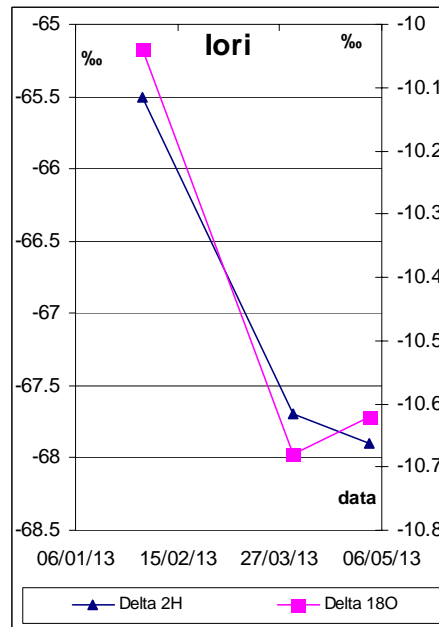
ნახ. 5 მდინარე “ალაზანში” სტაბილური იზოტოპების ცვლილების გრაფიკი “ალაზანი-შაქრიანი” სარეჟიმო სადგურზე

იზოტოპური შემადგენლობის ვარიაციების განსხვავებული სურათი გვაქვს “თიანეთის” მეტეო სადგურზე შეგროვებულ ნალექებში. მკვეთრად არის გამოხატული იზოტოპური შემადგენლობის “გამსუბუქება” (10 ‰- 18O; -68 ‰-2H) 2013 წლის მარტი-აპრილის პერიოდის თოვლის დნობის პერიოდში (ნახ. №6).

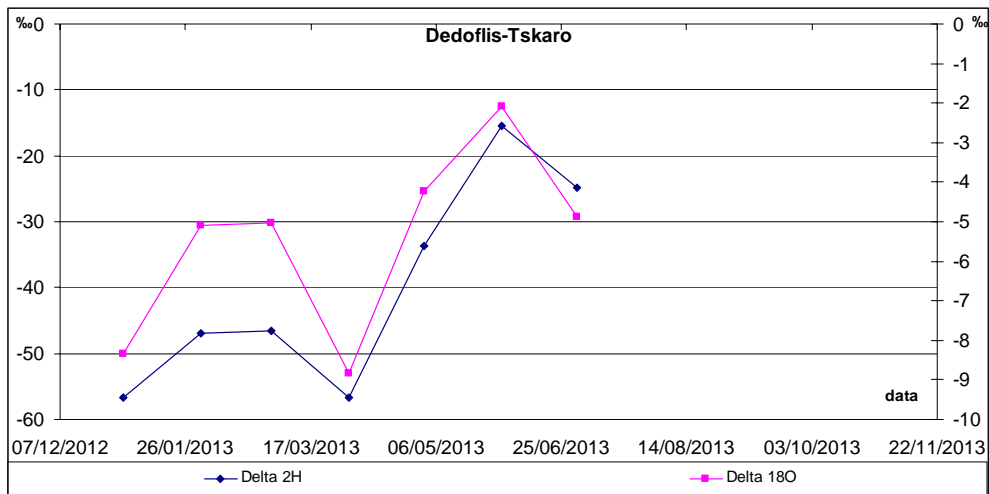


ნახ. 6 ატმოსფერულ ნალექებში სტაბილური იზოტოპების ცვლილების გრაფიკი “თიანეთის” სარეჟიმო სადგურზე

მდინარე იორზე აღებულ სინჯებში, რომელიც შედარებით მცირე პერიოდისაა. ასევე ფიქსირდება 2013 წლის გაზაფხულის თოვლის დნობის შედეგად გამოწვეული იზოტოპური შემადგენლობის “შემსუბუქება” (ნახ. №7).



ნახ. 7 მდინარე “იორში” სტაბილური იზოტოპების ცვლილების გრაფიკი “ალაზანი-შაქრიანის” სარეჟიმო სადგურზე



ნახ. 8 ატმოსფერულ ნალექებში სტაბილური იზოტოპების ცვლილების გრაფიკი “დედოფლის-წყაროს” სარეჟიმო სადგურზე

წინა შემთხვევების მსგავსად ხდება “დედოფლის-წყაროს” მეტეო სადგურზე აღებულ ატმოსფერული ნალექების სინჯებში აღინიშნება გაზაფხულის იზოტოპების მნიშვნელობების “გამსუბუქება” (ნახ №8).

სადგურებზე იზოტოპური შემადგენლობის მნიშვნელობების და ცვლილების ხასიათის შედარებისას, გასათვალისწინებელია განსხვავება სადგურების გეოგრაფიულ მდებარეობის და სიმაღლის მიხედვით. საერთო ჯამში “თიანეთის” სადგურზე ერთი წლის განმავლობაში ფიქსირდება იზოტოპური შემადგენლობის ცვლილება უფრო “მსუბუქი” – მცირე მნიშვნელობების ფარგლებში (-14-(-18)‰- 180; -100-(-140)‰-2H). შედარებით სამხრეთ-დასავლეთით და უფრო დაბალ ნიშნულზე მდებარე “თელავის” სადგურზე შესაბამისად ფიქსირდება ცვლილებების უფრო “მძიმე” – მაღალი მნიშვნელობების ნიში: -11-(-16)‰- 180; -80-(-120)‰-2H). ბევრად უფრო “მძიმეა” იზოტოპური მნიშვნელობები “დედოფლის-წყაროს” მეტეო სადგურზე, რომელიც მდებარეობს ფაქტიურად ნახევარუდაბნოს ზონაში: -5-(-8.8)‰- 180; -55-(-85)‰-2H).

ატმოსფერულ ნალექებთან შედარებით უფრო “მძიმეა” იზოტოპური შემადგენლობა მდინარეებში. დასინჯვის პუნქტების გეოგრაფიული მდებარეობის შესაბამისად, იცვლება მდინარეებში იზოტოპური მნიშვნელობებიც. კერძოდ, მდინარე იორზე “თიანეთის” სადგურთან აღებულ მდინარის სინჯებში იზოტოპების ვარიაციების ნიშა შეადგენს -10-(-11)‰- 180; -66-(-68)‰-2H, რაც ბევრად “მძიმეა” “თიანეთის” მეტეო სადგურზე ატმოსფერულ ნალექებში დაფიქსირებულ მნიშვნელობებთან (-14-(-18)‰- 180; -100-(-140)‰-2H) და ამასთან მცირედად “მსუბუქია” “ალაზანი-შაქრიანის” სადგურის მონაცემებთან (-9-(-11)‰- 180; -60-(-70)‰-2H). თვითონ მდინარე ალაზანის სინჯებში, სადგურ “შაქრიანთან” გაზომილი იზოტოპური შემადგენლობა ბევრად “მძიმეა” ვიდრე “თელავის” სადგურზე ატმოსფერულ ნალექებში დაფიქსირებულ მნიშვნელობებში (-11-(-16)‰- 180; -80-(-120)‰-2H).

დასკვნები

პირველად აღმოსავლეთ საქართველოში, კახეთის ტერიტორიაზე ორგანიზება გაუკეთდა რეჟიმულ დაკვირვებებს სტაბილური იზოტოპების ვარიაციების შესწავლის მიზნით. დღემდე ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლენილი კანონზომიერებები სრულად ეთანხმება მსოფლიოში იზოტოპების გავრცელების ზოგად კანონზომიერებებს. აღნიშნული კვლევების გაგრძელება საშუალებას

მოგვცემს დაგადგინოთ ამ ტერიტორიისთვის მახასიათებელი იზოტოპების განაწილების ფონური მნიშვნელობები (გლობალური მეტეორული წყლის განაწილების საზი GMWL), რაც აუცილებელი პირობაა ტერიტორიის ჰიდროლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური შესწავლისათვის.

Acknowledgments (მადლობა): ავტორები აღიარებენ რუსთაველის სახ. ეროვნულ სამეცნიერო ფონდის გრანტის ”ალაზანი-იორის წყალშემკრები აუზების (აღმოსავლეთ საქართველო) შესწავლა სტაბილური იზოტოპების გამოყენებით მიწისქვეშა წყლების რესურსების მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად #31/27” ფინანსიურ მხარდაჭერას.

Investigation Alazani-iori catchment using stable isotopes

George Melikadze, Natalia Jukova, Mariam Todadze, Sopia Vepkhvadze, Nino Kpanadze, Alexandre Chankvetadze, Ramaz Chitanava

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics

Abstract

In order to investigate underground water systems in Alazani-iori catchment, for the first time have been conducted studies based on the hydrochemical and environmental isotope methods. The first step was to organize the monitoring of air temperature, humidity and precipitation on the recharge and discharge areas of aquifer. Also have been organized monitoring of water level and discharge on Alazani and Iori rivers as well as monitoring of underground water level in Lagodekhi and Dedoplistskaro. The results of isotope data analyze clearly shows the seasonal variations. Their composition changes according to the elevation and geographical location of observation stations, which is fully consistent with the regularities of isotope distribution all over the world.