

UDC 543.3

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-1-64-74>

დასავლეთ საქართველოს მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა მიკროკომპონენტების ამოწვლილვის მიზნით

თამარ მიქავა

გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: t.mikava@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. კაკულია, სტუ-ის ჰიდროგეოლოგიის და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის დირექტორი,
პროფესორი

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

ხ. ავალიანი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: kh.avaliani@gtu.ge

ანოტაცია. კოლხეთის რეგიონის ბუნებრივი სიმდიდრისა და, პირველ რიგში, მიწისქვეშა წყლების პრაქტიკული გამოყენების სფერო უდავოდ ფართოა, რადგან განსახილველი მიწისქვეშა წყლები სულ სხვადასხვა ლითოლოგიისა და ასაკის ქანებთან არის დაკავშირებული. შესაბამისად ისინი განსხვავებული ქიმიური შედგენილობით და ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება. აქ გავრცელებულ მიწისქვეშა წყლებს შორის სამი უმთავრესი ტიპი შეიძლება გამოვყოთ: სასმელი კონდიციის მტკნარი წყლები; მაღალტემპერატურული თერმული წყლები; რადიოაქტიური წყლები. წყალი მიწის ქერქში ქიმიური ელემენტების მიგრაციის ყველაზე უნივერსალური და მნიშვნელოვანი გარემოა, ის უნივერსალური გამხსნელია და ბუნებაში პრაქტიკულად არ არსებობს წყალში უხსნარი ნივთიერება,

თუ შეზღუდული არ არის ურთიერთქმედების დრო. ა. პერელმანის [1] ხატოვანი გამოთქმით წყალი მიწის ქერქის „სისხლია“, საიდანაც მომდინარეობს ყველა სახეობის ბუნებრივი წყლის მჭიდრო ურთიერთკავშირი, რომლებიც განუწყვეტელი მოძრაობისა და განახლების პროცესში ქმნიან დედამიწის ერთიან ჰიდროსფეროს. წყლის ძალზე მაღალი დიელექტრიკული მუდმივა და სხვა ანომალური ნიშან-თვისებები (თბოტევადობა, ზედაპირული დაჭიმულობა, სიმკვრივე და სხვ.) განაპირობებს მისი, როგორც მიგრაციის გარემოს, უაღრესად დიდ მნიშვნელობას.

საკვანძო სიტყვები: გეოთერმული მიწისქვეშა წყლები; დასავლეთ საქართველო; მიკროკომპონენტი; საერთო მინერალიზაცია; ქიმიური შედგენილობა.

შესავალი

სხვადასხვა გეოლოგიურ ფორმაციასა და ზონაში მოქცეული წყალშემკრები აუზების გეოქიმიური და ბიოკლიმატური განსხვავებულობა, აგრეთვე თვით იშვიათი ელემენტების მიგრაციის ფორმათა სიმრავლე განაპირობებს მდინარეულ წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობის მერყეობას ძალზე ფართო დიაპაზონში. ამიტომ ხმელეთის წყლებში იშვიათი ელემენტების კონცენტრაციის დადგენა კიდევ უფრო რთულია და პირობითი, ვიდრე ოკეანის წყალში. ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების ერთობლივი ზემოქმედება უშუალო ასახვას პოვებს ზედაპირულ წყლებში (მდინარეებში, ტბებში, წყალსაცავებსა და სხვ.).

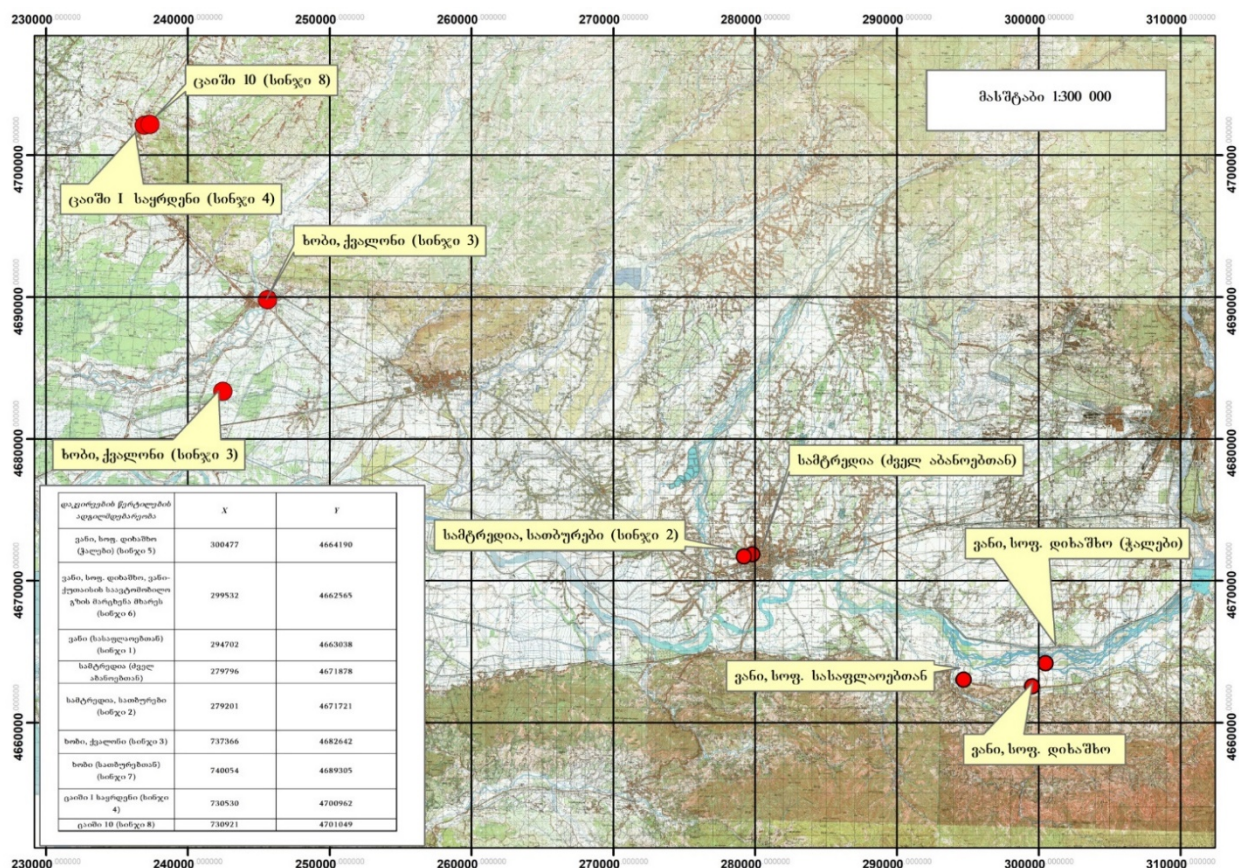
ჰიდროგეოლოგიურად კოლხეთის არტეზიული აუზი წარმოადგენს საქართველოს მთათაშუა დეპრესიის დასავლეთ დაპირულ ნაწილს, რომელიც შავი ზღვისკენ იძირება და გრძელდება წყალქვეშ სუბმარინულ პირობებში. კოლხეთის არტეზიული აუზის აგებულებაში ძირითადად მონაწილეობს მეზოზოურ-კაინოზოური ნალექები და კრისტალური ფუნდამენტი, რომლის ზედაპირიც საფეხურებად (ბლოკებად) დაბლდება შავი ზღვისკენ ისე, რომ სანაპირო ზოლში მისი განლაგების სიღრმე დანალექი საფარის ქვეშ 8–9 კმ-ს აღწევს. არტეზიული აუზის საფარში განვითარებული დანალექი კომპლექსები წარმოდგენილია კარგად წყალგამტარი და წყალგაუმტარი ნალექების მორიგეობით, რაც განაპირობებს მკვეთრად გამოხატული არაერთი არტეზიული ჰორიზონტის არსებობას. აუზის დანალექი საფარის რთული სტრუქტურულ-გეოლოგიური აგებულება, რომლის ფარგლებშიც ცალკეული ტექტონიკური ელემენტები გეოლოგიურ დროში მკვეთ-

რად იცვლება, განაპირობებს ორი ჰიდროგეოლოგიური სართულის ჩამოყალიბებას, რომელთაც გაწყლოვანებისა და წყლის ცირკულაციის განსხვავებული თავისებურებები ახასიათებს [2].

კოლხეთის წიაღი აღნიშნული კატეგორიის მიწისქვეშა წყლებით მდიდარია. კონკრეტულად კოლხეთის დაბლობის შემთხვევაში, ჭალადიდის ნავთობსაძიებო მოედანზე ჩატარებული ღრმა ბურღვის მონაცემებზე დაყრდნობით უ. ზვიადაძე მიუთითებს ქვედა ცარცის (K_1) კარბონატული ტუფოგენების პერსპექტიულობაზე სამრეწველო წყლების შემცველობის თვალსაზრისით. აღნიშნული ჰორიზონტიდან აღებული წყლის სინჯების მიკროკომპონენტური ანალიზით ირკვევა, რომ ამ ე.წ. „ნავთობის წყლებში“ მკვეთრად არის მომატებული ძვირფასი ქიმიური ელემენტების (განსაკუთრებით, კადმიუმის) შემცველობა. აღსანიშნავია, რომ ქვედა ცარცის (K_1) ჰორიზონტის შემთხვევაში, ანალოგიურ სიტუაციას აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ ნავთობსაძიებო (ან ნავთობსარეწაო) მოედნის (ფხოველი, კავთისხევი) ფარგლებშიც ვხვდებით, რაც სამრეწველო მიწისქვეშა წყლების საბადოების გამოვლინების მხრივ ქვედა ცარცის კარბონატული ტუფოგენების პერსპექტიულობაზე მიუთითებს [3].

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ ავიღეთ წყლის სინჯები ჭაბურღილებიდან, წყაროებიდან, საყოფაცხოვრებო ჭიდან და ერთი სინჯი - ტბიდან დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე (სურ.1), განსაკუთრებით ზუგდიდი-ცაიშის ტერიტორიაზე. ნიმუშებს ჩაუტარდა ქიმიური ანალიზი და შედეგები წარმოდგენილია 1-ელ ცხრილში.



სურ. 1. წყალუნქების დასინჯვის სქემატური რუკა.

in-situ (ადგილზე) განსაზღვრულ იქნა ტემპერატურა, pH, ელექტროგამტარობა (EC) და მარილიანობა (სულ გახსნილი მყარი ნივთიერებები, TDS).

წყლის სინჯების შემოკლებული ქიმიური ანალიზი და მიკროკომპონენტური ანალიზის შედეგები მოცემულია პირველ და მე-2 ცხრილებში.

ცხრილი 1

მიკროკომპონენტების განაწილება დასავლეთ საქართველოს დასინჯულ თერმულ წყლებში

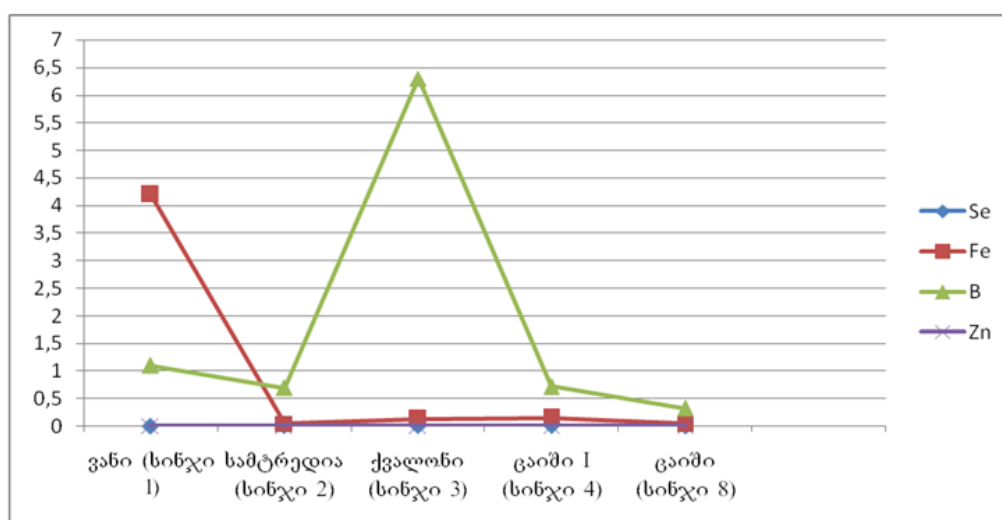
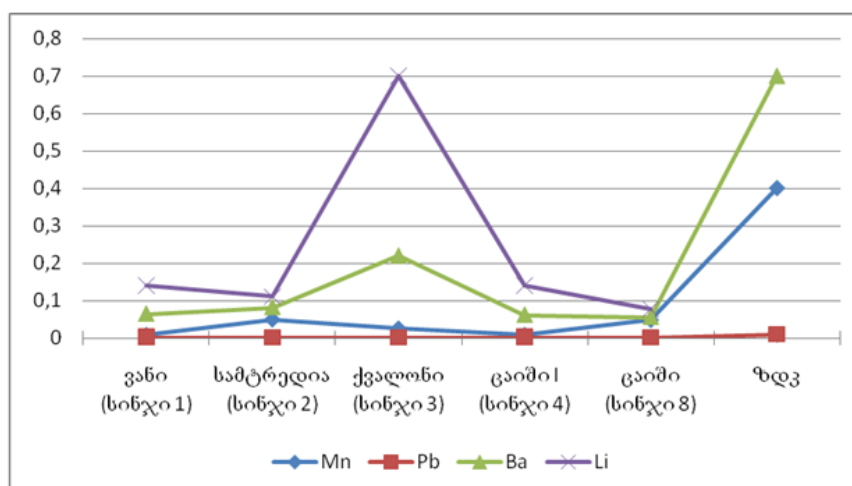
#	უბნის დასახელება	მიკროკომპონენტების შემცველობა, მგ/ლ																			
		Al	Sb	As	Ba	Be	B	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Li	Pb	Mn	Mo	Ni	Se	Sn	V	W
1	ვანი, სასაფლაოებთან (სინჯი 1)	<0,050	<0,002	<0,005	0,065	<0,001	1,1	<0,0002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,00005	0,14	0,0032	0,0099	<0,002	<0,003	<0,0031	<0,002	<0,010	4,2
2	სამტრედია, NI ქაბურღილი (სინჯი 2)	<0,050	<0,002	<0,005	0,083	<0,001	0,7	<0,0002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,00005	0,11	0,0026	0,051	<0,002	<0,003	0,0056	<0,002	<0,010	0,01
3	ქვალონი, ახალსოფელი (სინჯი 3)	0,3	<0,002	<0,005	0,22	<0,001	6,3	<0,0002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,00005	0,7	0,0027	0,027	<0,002	<0,003	0,011	<0,002	<0,010	0,13
4	გაიში I საურდენი (სინჯი 4)	<0,050	<0,002	0,0057	0,062	<0,001	0,72	<0,0002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,00005	0,14	0,003	<0,010	<0,002	<0,003	0,0051	<0,002	<0,010	0,15
5	გაიში 10, სინჯი 8	<0,050	<0,002	<0,005	0,056	<0,001	0,33	<0,0002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,00005	0,077	<0,0021	0,05	<0,002	<0,003	<0,0031	<0,002	<0,010	<0,050
	შემცველობა მყარ, ქვანახშირში, %	7,57			0,026		0,001	0,00002	0,019	0,0025	0,0055		0,002	0,00125	0,095		0,0075				5,63
	ზღვ. მგ/ლ	0,1		0,01	0,7		0,5	0,003	0,05		2,0	0,006		0,01	0,4	0,07	0,07	0,01			0,3

ძირითადი დამახასიათებელი იონების შემცველობა

##	უბნის დასახელება	TDS, მგ/ლ	ძირითადი დამახასიათებელი იონები									
			Ca	Mg	K	Na	HCO3	Cl	SO4	NO3	NO2	NH4
1	ვანი, სასაფლაოებთან (სინჯი 1)	3001	288	84	57	380	222,65	795,2	649	<0.5	<0.02	0.825
2	სამტრედია, N1 ჭაბურღილი (სინჯი 2)	3000	364	81,6	46	300	183	846,2	679	<0,5	<0,02	0,537
3	ქვალონი, ახალსოფელი (სინჯი 3)	12129	960	165	180	2100	173,85	4686	1104	<0,5	<0,02	8,9
4	ცაიში I საყრდენი (სინჯი 4)	2770	288	45,6	61	410	152,5	582,2	932	<0,5	<0,02	4
5	ცაიში, სინჯი 8	1800	240	39,6	38	190	156	267	838	<0,5	<0,02	0,87
შემცველობა მიწის კერძში, %					2,09							
ზდკ, მგ/ლ			140	85		200		250	250	50	0.2	0,25

საქართველოს ტერიტორიაზე ამჟამად მოქმედი ნორმატივების შესაბამისად, რომლებითაც განსაზღვრულია სასმელ წყალში მავნე ინგრედიენტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის დირექტივებით (ქენევა, 1985), ჩვენთვის საინტერესო მეტალების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები მოცემულია აგრეთვე პირველ ცხრილში.

თუ თვალს გადავავლებთ 1-ელ ცხრილში მოყვანილ მონაცემებს, დავინახავთ, რომ სინჯებში არც ერთი ელემენტის შემცველობა არ არის ზდკ-ზე მეტი, უფრო მეტიც, სიდიდეები მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება ზდკ-ს, რაც ქვემოთ მოცემულ დიაგრამებზე თვალნათლივ ჩანს.



სინჯი 1 - აღებულია ქ. ვანში თერმულ წყლებზე გაბურღული N1 ჭაბურღილიდან (ჭაბურღილის სიღრმე - 3000 მ). ფიზიკური თვისებებიდან აღსანიშნავია გოგირდწყალბადის (H_2S) საკმაოდ

მძაფრი სუნი, რაც საერთოდ დამახასიათებელია თერმებისთვის, როგორც ბუნებრივ გამოსავლებში, ასევე ჭაბურღილებში.



3000 მ სიღრმის ჭაბურღილი ქ. ვანში.

დასინჯვის მომენტში წყლის ტემპერატურა იყო $32,2^{\circ}\text{C}$. თუმცა, ლიტერატურული წყაროდან მოძიებული ინფორმაციაში ვკითხულობთ [ნ. ცერცვაძე - საქართველოს თერმული წყლები] - „3000 მ სიღრმის N1 ჭაბურღილი, რომელიც მდებარეობს ქ. ვანიდან სოფ. სალხინოს გასასვლელში. ექსპლუატაციის დაწყების შემდეგ 1988 წ. მან ზედაცარცული კარბონატული წყლებით წარმოდგენილი წყალშემცველი ჰორიზონტის 1200 – 1400 მ ინტერვალიდან ამოიყვანა 65°C ტემპერატურის მქონე წყლის მძლავრი ნაკადი, დებიტით 30 ლ/წმ (2600 მ³/დღ.-დ). წყალი საშუალო მინერალიზაციისაა (2,6 გ/ლ), სულფატურ-ქლორიდული კალციუმიან-ნატრიუმიანი ტიპის“.



თერმული ჭაბურღილი ქ. სამტრედიის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე.

მოცემული ჭაბურღილიდან აღებული სინჯი ქიმიური შედგენილობის ძირითადი პარამეტრების მიხედვით, ვანის N1 ჭაბურღილიდან აღებული სინჯის (სინჯი 1) ქიმიზმისგან არსებითად არ განსხვავდება. ამიტომ, ყურადღებას გავამახვილებთ მხოლოდ ზოგიერთ განმასხვავებელ ნიშან-თვისებაზე. მასში რამდენადმე მომატებულია საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი - $M = 2,7$ გ/ლ. ჭაბურღილის ტემპერატურა არის 63°C ადგილობ-

ამ ჭაბურღილიდან აღებული სინჯის საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი 2,5 გ/ლ ტოლია და მომლაშო წყლების კატეგორიას მიეკუთვნება. ქიმიური შედგენილობა განისაზღვრება როგორც ქლორიდულ-სულფატური ნატრიუმიან-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ტიპის. რეაქცია ნეიტრალურია - $\text{pH}=6,86$. თავისუფალი ნახშირორჟანგის (CO_2) შემცველობის საერთო რაოდენობიდან - 65,2 მგ/ლ, აგრესიულ CO_2 -ზე 8,3 მგ/ლ მოდის.

სინჯი 2 - აღებულია ქ. სამტრედიის ტერიტორიაზე არსებული სათბურის გამათბობელი მილიდან, რადგან სამტრედიის ძველ აბანოებთან მდებარე 3045 მ სიღრმის ჭაბურღილი დახურული იყო.



ჭაბურღილიდან 600 მ დაშორებული დასავლეთით სათბურებში გაყვანილი მილი.

რივის ინფორმაციით, ხოლო მილიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურა - 60°C .

რაც შეეხება ქვალონ-ახალსოფლის ტერიტორიაზე მდებარე თერმული ჭაბურღილიდან აღებულ სინჯს (სინჯი 3), აქ საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი ($M = 8,98$) ორჯერ და მეტად აღემატება ზემოთ განხილული სინჯების ანალოგიურ მაჩვენებელს და, გარდა ამისა, განსხვავებულია წყლის ქიმიური ტიპიც, რომელიც აღიქმება როგორც ქლორიდული ნატრიუმიან-კალციუმიანი წყალი.



ანტისანიტარია



ჭაბურღილიდან გამომავალი წყლის ჭავლი



3326 მ სიღრმის თერმული ჭაბურღილი
ქვალონ-ახალსოფლის ტერიტორიაზე



მილიდან გამომავალი წყლის
ნაკადის ორთქლი

წყლის ტემპერატურაა 98°C . წყალბადიონის კონცენტრაციის მაჩვენებლის რეაქცია $\text{pH} - 6.73$ ნეიტრალურის ფარგლებშია.

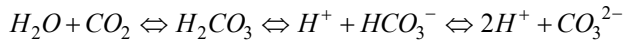
დანარჩენი სინჯების აღწერას არ შევუდგებით უბრალოდ აღვნიშნავთ, რომ ცაიშის ტერიტორიაზე ორივე ჭაბურღილიდან აღებული სინჯების საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი დაბალია და $1,57 - 2,05$ გ/ლ ფარგლებში თავსდება. სრულიად განსხვავებულია მათი ქიმიური შედგენილობის ფორმულებიც. სინჯ 8-ში აღმოჩნდა კარბონატიონი (CO_3) – 84 მგ/ლ რაოდენობით. ტუტე მეტალების

(Na, K) კარბონატების ($\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{K}_2\text{CO}_3$) მიწისქვეშა წყლებში არსებობა სიღრმეში მიმდინარე ქიმიურ გარდაქმნებთან არის დაკავშირებული [4]. კერძოდ, აღიარებულია, რომ თერმეზში არსებული გოგირდ-წყალბადი თერმომეტამორფიზმის შედეგია. თერმომეტამორფიზმის ზემოქმედებით მიმდინარეობს ქანებში არსებული კარბონატების გარდაქმნა ნახშირორჟანგის (CO_2) წარმოქმნით:



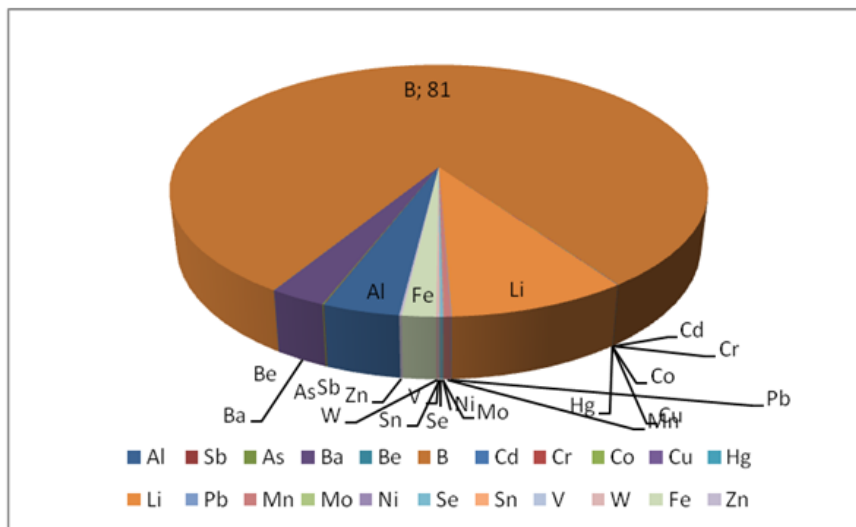
გამოწვა

ნახშირორჟანგი განსაზღვრავს სისტემაში ნახშირმჟავას წონასწორობის პირობას შემდეგი შეცვადი რეაქციის მიხედვით:



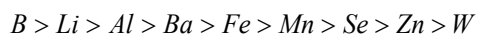
ახლად წარმოქმნილი კარბონატიონი (CO_3^{2-}) რეაქციაში შედის ხსნარში არსებულ ტუტე მეტალებთან და წარმოიქმნება წყლის კარბონატულ-ნატრიუმისანი ქიმიური ტიპი.

შესწავლილი სინჯებიდან საერთო მინერალიზაციის სიდიდით გამოირჩევა ქვალონის ტერიტორიაზე მდებარე თერმული ჭაბურღილი. საერთო მინერალიზაციის შესაბამისად, ელემენტებიც მომატებული შემცველობით გამოირჩევა. ქვემოთ წრიული დიაგრამის ფორმით მოცემულია შესწავლილი მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება, ანუ ცალკე აღებული ელემენტის პროცენტული წილი.



მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება ქვალონის თერმულ ჭაბურღილზე

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილების მწკრივი კლებადობის რიგით შემდეგია:



დიაგრამის მიხედვით პირველი ხუთი ელემენტის პროცენტების ჯამი 98,93 %-ს შეადგენს მაშინ, როდესაც დანარჩენი ელემენტების ჯამური შემცველობა 1%-იც არ არის.

ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ განსახილველი კატეგორიის მიწისქვეშა წყლებისთვის დომინანტი მიკროელემენტებს შორის არის ბორი. დადასტურებულია, რომ ბორის მაღალი კონცენტრაცია დესორბციის პროცესით არის განპირობებული. კერძოდ, მყარი ნაწილაკების ზედაპირზე იონური ფორმით ადსორბირებული ბორი ადვილად შედის საკონტაქტო წყალში არსებულ იონებთან ანიონური გაცვლის პროცესში, ტოვებს მყარ ფაზას და თხევად ფაზაში გადადის [3].

ზემოთ მოცემულ მწკრივში მნიშვნელოვანი ადგილი ლითიუმს უჭირავს. კრაინოვი [4] აღნიშნავს რა დასახელებული ელემენტის ტიპომორფულობის ფაქტს, მიუთითებს, რომ ეს წყლები გენეტიკურად აშკარად გვიან მეოთხეულ და თანამედროვე ვულკანიზმთან არის დაკავშირებული, ხოლო მათი ბუნებრივი გამოსავლები ნეოტექტონიკური რღვევების გავრცელების ზოლში გვხვდება, სადაც ადგილი აქვს რეგიონული სიღრმული რღვევების კონტაქტს განიც სტრუქტურებთან. გარდა მაგმატიზმისა და ტექტონიკური აგებულებისა, იშვიათი ტუტე ელემენტებით გამდიდრებული წყლების ფორმირებაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს წყალშემცველი ქანების გეოქიმიურ თავისებურებებს, კერძოდ, ამ ქანებში იშვიათი ტუტეების მინერალთა შემცველობას. მაგალითად, მიწისქვეშა ჰიდროსფეროში ლითიუმის დაგროვების ძირითადი პირველწყაროს არის ლითიუმის დამოუკიდებელი მინერალი სპოდუმენი - $LiAlSi_2O_6$. შედარებით დამორჩილებულ როლს ლითიუმის შემცველი ქარსები ასრულებს, რომლებიც ჰიპერგენზის ზონაში შემდეგი სქემით გარდაიქმნება: ქარსი $\rightarrow$ ჰიდროქარსი $\rightarrow$ მონტმორილონიტი (კაოლინიტი) [6].

ელემენტთა უმრავლესობისთვის ზემოთ ნახსენები პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელსა და ელემენტის შემცველობას შორის თერმული მინერალური წყლების შემთხვევაშიც ნათლად არის გამოხატული. აქედან გამომდინარეობს, რომ იშვიათი ტუტე მეტალები აუცილებლად უნდა იქნეს განხილული რო-

გორც მთიან ნაოჭა წყალწნევიან სისტემებში გავრცელებული თერმული მინერალური წყლების ტიპომორფული ელემენტები [7].

არსებული ანალიტიკური საფონდო მასალების საფუძველზე ირკვევა (ცხრილი 3), რომ მიკროკომპონენტების უმრავლესობის (რუბიდიუმი, ცეზიუმი, თუთია, კადმიუმი, ტყვია, კობალტი, ნიკელი, სტრონციუმი, კალიუმი) მაქსიმალური კონცენტრაციები აღინიშნება ღრმა ცირკულაციის (≈ 3000 მ) წყლებში ჭალადიდისა და ჩოხატაურის უბნებზე. იგივე წყლები საერთო მინერალიზაციის მაქსიმალური სიდიდეებითაც - 84,3 და 70,7 გ/ლ გამოირჩევა. საერთო მინერალიზაციაზე მიკროკომპონენტების შემცველობის დამოკიდებულების განხილვისას აღნიშნულია, რომ საქართველოში ტიპური წათხები ($M > 100$ გ/ლ) ძალზე იშვიათია. ოჩამჩირის, ოქუმის, საღვამიჩაოს, ლუგელასა და სხვა უბნებზე გაცვანილი ჭაბურღილებით გახსნილია შუა- და ზედაიურულთან და ქვედაცარცულ ნალექებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლები, რომელთა მინერალიზაცია 200 გ/ლ აღემატება. ჩვენ არ მოგვეპოვება მასალები ამ წყლების მიკროკომპონენტური შედგენილობის შესახებ, მაგრამ თუ ვიმსჯელებთ იმ ფაქტის მიხედვით, რომ საერთო მინერალიზაციასა და მიკროკომპონენტების შემცველობას შორის პროპორციული დამოკიდებულება არსებობს, მაღალი ალბათობით შეიძლება ვთქვათ, რომ ეს წათხები დიდი რაოდენობით უნდა შეიცავდეს მიკროკომპონენტებს [3].

მიკროკომპონენტების შემცველობები საქართველოს ნავთობის წყლებში

N ^o	მიკროკომპონენტების დასახელება	წყაროების ადგილმდებარეობა და ტიპი	ქანების ლითოლოგია	გაზოლოგიური ინდექსი	მიკროკომპონენტების შემცველობა		საერთო მინერალიზაცია, მგ/ლ	წყლის ტიპი სულის კლასიფიკაციით	კონცენტრაციის კოეფიციენტი, K_x	შენიშვნა
					მგ/ლ	%				
1	ლითიუმი	თელეთი, ქაბორღი	ტუფოვანური ქვიშაქვები	P_2^+	10.667	1.07×10^{-3}	5.6	Cl – Ca	0.53	
2	რუბიდუმი	ქალაქი, ქაბორღი	კარბონატული ტუფოვანები	K_1	0.329	3.29×10^{-5}	34.3	Cl – Ca	0.004	
3	ცეზიუმი	ქალაქი, ქაბორღი	კარბონატული ტუფოვანები	K_1	0.234	2.34×10^{-5}	34.3	Cl – Ca	0.078	
4	სპილენძი	ფხოველი, წყარო	კარბონატული ქვები	K_2	4.693	4.7×10^{-4}	19.3	Cl – Mg	0.065	
5	თუთია	ქალაქი, ქაბორღი	კარბონატული ტუფოვანები	K_1	1.8	1.8×10^{-4}	34.3	Cl – Ca	0.025	
6	კადმიუმი	ქალაქი, ქაბორღი	კარბონატული ტუფოვანები	K_1	0.66	6.6×10^{-5}	34.3	Cl – Ca	3.3	
7	ბორი	ფხოველი	კარბონატული ქვები	K_1	60.06	6.01×10^{-3}	19.3	Cl – Ca	6.01	
8	ტყვი	ქალაქი, ქაბორღი	კარბონატული ტუფოვანები	K_1	7.6	7.6×10^{-4}	34.3	Cl – Ca	0.61	
9	რჩენილი	თელეთი, ქაბორღი	ტუფოვანური ქვიშაქვები	P_2^+	177.0	1.8×10^{-2}	5.6	Cl – Ca	0.19	
10	რკინა	თელეთი, ქაბორღი	ტუფოვანური ქვიშაქვები	P_2^+	2887.0	2.9×10^{-2}	5.6	Cl – Ca	0.03	
11	ბარიუმი	გომბორი, ქაბორღი	ქვიშაქვები	N_1^+	116.00	1.16×10^{-2}	40.4	Cl – Mg	46.4	
12	იოდი	ჩაოთი, ქაბორღი	ქვიშაქვები	$N_1^+ - N_2^+$	36.71	3.67×10^{-3}	25.2	$HCO_3 - Na$	73.4	
13	ვოლფრამი	ჩოხატაური, ქაბორღი	კარბონატული ქვები	K_2	2.12	2.12×10^{-4}	70.7	Cl – Ca	0.065	
14	რკინი	ქალაქი, ქაბორღი	კარბონატული ტუფოვანები	K_1	16.5	1.65×10^{-3}	34.3	Cl – Ca	0.27	
15	სტრონციუმი	ჩინატაური, ქაბორღი	კარბონატები	K_1	772.0	7.72×10^{-2}	70.7	Cl – Ca	2.05	
16	კალიუმი	ჩოხატაური, ქაბორღი	კარბონატები	K_2	470.0	4.7×10^{-2}	70.7	Cl – Ca	0.07	

დასკვნა

ცალკე საკითხია საძიებო გეოქიმიურ კრიტერიუმებად მიკროკომპონენტების გამოყენების შესაძლებლობა. მას შემდეგ, რაც დადგენილია, რომ მიკროკომპონენტთა გარკვეული ჯგუფი თერმული მინერალური წყლების დამახასიათებელი ტიპომორფული ჯგუფია, რეალურია ამ ელემენტების შემცველობის მონაცემებით მინერალური წყლების საბადოების პეზნა-ძიების მიზანმიმართულად და გეგმაზომიერად წარმართვის შესაძლებლობა. ზოგადად ითვლება, რომ მიწისქვეშა წყალი, რომელიც ამა თუ იმ ელემენტის კონცენტრაციის კლარკი

ერთზე მეტია ($K_x > 1$), ამ ელემენტის პოტენციური საბადოა, რა თქმა უნდა, ზემოთ ნახსენები, სხვა მრავალი ანთროპოგენური და ბუნებრივი ფაქტორების გათვალისწინებით.

იშვიათ ქიმიურ ელემენტებზე მზარდი მოთხოვნილების და ტექნიკური პროგრესის გათვალისწინებით უნდა ვივარაუდოთ, რომ საქართველოში სამრეწველო წყლების საბადოების ექსპლუატაცია მათი შემდგომი გადამუშავებით შორეული მომავლის საქმე არ არის. ამასთან დაკავშირებით წამოიჭრება საკითხი პროდუქტიული წყალშემცველი ჰორიზონტების გაღარიბების თავიდან აცილების შესახებ.

ლიტერატურა

- Perelman, A. I. (1979). *Geochemistry*. Moscow: Higher School. (In Russian);
- Avaliani, Kh. (2012). *Hydrogeological zonation of Kolkheti artesian basin. Dissertation Thesis*. (In Georgian);
- Zviadadze, U.I. (1993). *Microcomponents of underground waters of Georgia as geochemical indicators of oil and gas potential of hydrogeological structures and conditions for the formation of mineral waters*. Tbilisi: Library of the State Pedagogical Institute. (In Russian);
- Zautashvili, N.B. (2002). *Geochemistry of nitrogen waters in the Adjara-Trialeti folded zone (ATZ)*. (In Russian)
- Krainov, S.R. (1973). *Geochemistry of rare elements in groundwater*. Moscow: Nedra. (In Russian);

6. Buachidze, I. M., Buachidze, G. I., Goderdzishvili, N. A., Mkheidze, B. S. (1976). *Geological-geothermal and hydrogeological substantiation of the allocation of priority areas for the use of petrogeothermal energy on the territory of the Georgian SSR.*
 7. Gong, H., Rose, A.W., Suhr, N.H. (1977). *The geochemistry of cadmium in some sedimentary rocks.*
-

UDC 543.3

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-1-64-74>

The Study of the Chemical Composition of Underground Waters of Western Georgia in Order to Remove Microcomponents

Tamar Mikava

Department Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.

E-mail: t.mikava@gtu.ge

Reviewers:

Z. Kakulia, Professor, Director of the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, GTU

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Kh. Avaliani, Associated Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: kh.avaliani@gtu.ge

Abstract. The field of practical use of the natural wealth of the Kolkhita region and, first of all, underground water is undeniably wide, because the underground water in question is associated with rocks of different lithologies and ages. Accordingly, they are characterized by different chemical composition and physical properties.

There are three main types of underground water: fresh water, high-temperature thermal waters, radioactive waters. Water is the most universal and important medium for the migration of chemical elements into the Earth's crust. According to A. Perelman's figurative expression, water is the “blood” of the Earth's crust. Accordingly, all types of natural waters are closely interrelated. They are in continuous movement and renewal, forming a single hydrosphere of the Earth. The extremely high anomalous characteristics of water make it extremely important as a migration environment.

Keywords: chemical composition; geothermal underground water; microcomponent; mineralization; western Georgia.

განხილვის თარიღი 07.12.2022

შემოსვლის თარიღი 09.12.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.03.2023