

UDC 55

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-35-46>

**ნავთობის თანმხლები წყლების ჰიდროგეოქიმიური მაჩვენებლების შესწავლა  
სამრეწველო გამოყენების მიზნით**

- მარინე მარდაშოვა** გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75  
E-mail: m\_mardashova@gtu.ge
- თამარ რაზმაძე-ბროკიშვილი** ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75  
E-mail: t\_razmadze@gtu.ge
- თამარ მიქავა** გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75  
E-mail: t.miqava@gtu.ge

**რეცენზენტები:**

**ნ. ხუნდაძე**, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n.khundadze@gtu.ge

**გ. ზაუტაშვილი**, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: zautashvilinana03@gtu.ge

**ანოტაცია.** ცალკეული წყალშემცველი ჰორიზონტებისა თუ წყალშემცველი კომპლექსების ნავთობშემცველობაზე პერსპექტიულობის შეფასებისას ჰიდროგეოლოგიური მაჩვენებლების გამოყენება იმ არსებით როლზე არის დამყარებული, რასაც მიწის-ქვეშა წყალი ნავთობის წარმოქმნის და ბუდობად ჩამოყალიბების პროცესში ასრულებს. ჰიდროგეოლოგიური კრიტერიუმები მრავალგვარია და მათ

შორის ერთ-ერთი, ძალზე მნიშვნელოვანი, ნავთობის საბადოებისთვის დამახასიათებელი ანომალიებია. წინამდებარე სტატია სწორედ ნავთობშემცველი სტრუქტურების ჰიდროგეოქიმიური ანომალიების შესწავლას და პრაქტიკაში მათი გამოყენების შესაძლებლობების განხილვას ეძღვნება. აღსანიშნავია, რომ ჰიდროგეოქიმიური ანომალიების გამოვლინების სიმარტივე მათ გარკვეულ უპირატესობას ანიჭებს ჰიდროდინამიკურ ანომალიებთან შედარებით,

მიუხედავად იმისა, რომ ეს უკანასკნელი ნავთობ-გაზიანობის უფრო სარწმუნო კრიტერიუმად ითვლება. აგრეთვე ნაშრომში აქცენტი ნავთობის თანმხლების მიკროკომპონენტური შედგენილობის შესწავლაზე არის გადატანილი, თუმცა, რა თქმა უნდა, მიკროკომპონენტური შედგენილობა ნავთობის საბადოებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლების საერთო ქიმიური შედგენილობისა და მინერალიზაციის ფონზე არის განხილული.

**საკვანძო სიტყვები:** მიკროკომპონენტები; მიწისქვეშა წყლები; საერთო მინერალიზაცია; წყალშემცველი ჰორიზონტები; ჰიდროგეოქიმიური ანომალიები.

## შესავალი

მიმდინარე კვლევის მიზანი არც გეოქიმიური პროცესების ინტერპრეტაციაა, რომლებიც გავლენას ახდენს წყალშემცველი სისტემების წყლის რესურსების გენეზისზე და არც წყლის რესურსებისა და ნავთობის საბადოების ურთიერთკავშირის განსაზღვრა. მიწისქვეშა სამრეწველო წყლების ძებნა-ძიება ხდება მათგან სასარგებლო კომპონენტების მოპოვების მიზნით. სავსებით ნათელია აქცენტი საკითხის პრაქტიკულ მხარეზე, რაც, ბუნებრივია, მეურნეობის საჭიროებებიდან გამომდინარეობს. ეს გარემოება განსაკუთრებით ვრცელდება მიწისქვეშა სამრეწველო წყლებზე, რომლებიც შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნედლეული იშვიათი და ძვირად ღირებული ქიმიური ელემენტების მოსაპოვებლად.

## ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ნავთობის თანმხლები წყლების შესწავლისას მოსალოდნელი შედეგების პრაქტიკაში გამოყენების ორ ძირითად ასპექტს ვითვალისწინებთ:

- დამახასიათებელი მიკროკომპონენტების გამოყენება არაპირდაპირი ქიმიურ-არაორგანული მაჩვენებლების როლში ნავთობის ბუდობების ძიებისას ხელსაყრელ ჰიდროგეოლოგიურ სტრუქტურებში;

- სამრეწველო წყლების საბადოების გამოვლენა, რომლებიც გამდიდრებულია სასარგებლო კომპონენტებით სამრეწველო კონდიციამდე [1].

ცნობილია, რომ სხვადასხვა ტექნიკურ-ეკონომიკური ფაქტორის ხელსაყრელი შერწყმის შემთხვევაში ასეთი წყლები განიხილება როგორც რენტაბელური სამრეწველო ნედლეული ისეთი ძვირფასი ელემენტების მოსაპოვებლად, როგორცაა იოდი, ბრომი, ლითიუმი, ბორი, სტრონციუმი და სხვ. ცხადია, ამ კუთხით ბუნებრივი წყლების შესწავლისას, პირველ რიგში, ყურადღებას ის წყლები იმსახურებს, რომლებშიც მიკროკომპონენტების შემცველობის მაქსიმალური სიდიდეები არის დაფიქსირებული. ამასთანავე, როგორც ს. ბონდარენკო და გ. კულიკოვი მიუთითებენ [2], მიწისქვეშა წყლის სამრეწველო კატეგორიისთვის მისაკუთვნებლად მასში მიკროკომპონენტების ოპტიმალური კონცენტრაცია კონკრეტულ ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე არის დამოკიდებული და მოითხოვს ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებას, როგორცაა წყალშემცველი ჰორიზონტების წოლის პირობები და გავრცელება, ქიმიური შედგენილობის თავისებურებები, საერთო მინერალიზაცია, ასევე ეკონომიკუ-

რი ფაქტორი აუცილებელი წინაპირობაა მიწისქვეშა მიზნით ქვემოთ ჩამოთვლილი ჭაბურღილებიდან სამრეწველო წყლების გამოყენებისა და შესაბამისი ადგილზე წყლებს ჩაუტარდა ლაბორატორიული ტექნოლოგიური სქემით გადამუშავებისთვის. კვლევა. კვლევის შედეგები მოცემულია 1-ელ ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის ცხრილში.

ცხრილი 1

დასინჯულ ჭაბურღილებში წყლის ძირითადი მახასიათებლების სიდიდეები

N	წყალპუნქტის ადგილმდებარეობა	წყალპუნქტის ტიპი	pH	EC	TDS	იონები, მგ/ლ								M
						Na + K	Ca	Mg	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	
1	დასავლეთი თალი	N40 ჭაბურღილი	8,23	8,86	6,64	1412	553	37,2	2993	85	24	272	7,8	5,38
2	თელეთი	N55 ჭაბურღილი	6,85	10,11	7,59	1064	758	248	3048	769	–	305	11,5	6,19
3	თელეთი	N60 ჭაბურღილი	7,2	8,81	6,6	1335	405	174	2563	952	–	239	9,8	5,68
4	სამგორი	N76 ჭაბურღილი	8,07	8,53	6,4	1237	453	119,4	2847	73	36	181	7,9	4,95
5	პატარძეული	N139 ჭაბურღილი	8,31	8,09	6,09	1223	486	109,2	2637	87	38	461	6,9	5,04
6	პატარძეული	N144 ჭაბურღილი	8,36	8,09	6,08	1196	311	204,6	2650	85	25	370	14,1	4,84
7	დასავლეთი რუსთავი	N16aZ ჭაბურღილი	8,18	8,67	6,09	913	652	150,6	2664	146	26	313	7,3	4,87
8	კრწანისი	N39 ჭაბურღილი	8,07	8,90	6,68	841	901	189,6	3003	293	24	346	10,3	5,60

ცნობილია, რომ მიწისქვეშა წყლები ცვლადი რაოდენობით გახსნილ მარილებს შეიცავს, ყველაზე მეტად ცვალებადია წყალში გახსნილი აირების რაოდენობა და შედგენილობა. ბუნებრივთან მაქსიმალურად მიახლოებულ შედეგს იძლევა მხოლოდ იმ სინჯების ანალიზი, რომელიც ჭაბურღილების სანგრევზე არის აღებული, იმიტომ რომ ჭაბურღილის პირზე გახსნილი აირების უმეტესი ნაწილი ქროლდება [3].

მიღებული შედეგების თანახმად (სულ რვა სინჯი) ქიმიური შედგენილობის პარამეტრები ძირითადად თანხვედნილია (ცხრილი 1). კერძოდ, ყველა

შემთხვევაში საქმე გვაქვს მომატებული მინერალიზაციის მლაშე, მარილიან წყლებთან, რაც კანონზომიერია ნავთობის თანმხლები წყლებისთვის. მათი საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებლები  $M = 4.84 \div 6.19$  გ/ლ ფარგლებში თავსდება. თითქმის იდენტურია ქიმიური შედგენილობის ფორმულაც (კურლოვის ფორმულა), რომელიც წარმოდგენილია მრავალფეროვანი ანიონური და კათიონური შემადგენლობით. შესაბამისად, წყლის ტიპი გამოისახება როგორც ქლორიდულ-ნატრიუმთან-კალციუმთან. თელეთის ჭაბურღილებიდან აღებულ წყლებში ქლორიონს ჰიდროკარბონატიონი მოსდევს.

შესწავლილ წყლებში ანიონებიდან მაღალი შემცველობით ქლორი გამოირჩევა, მაქსიმუმი – 3048 მგ/ლ (N55 ჭაბურღილი, თელეთი) და მინიმუმი – 2563 მგ/ლ (თელეთი, N60 ჭაბურღილი). მიწის ქერქში ქლორიდების რაოდენობა შეზღუდულია, მაგრამ, ბუნებრივი წყლების დიდ უმრავლესობაში ქლორიონი მთავარი კომპონენტია. სოდალიტი და აპატიტი, ორად ორი მინერალია, რომლებიც ქლორიდებს ძირითადი კომპონენტის სახით შეიცავს, თუმცა, ეს წყარო სულაც არ არის საკმარისი ქლორის იმ უზარმაზარი რაოდენობის წარმოსაქმნელად, რაც ზღვებსა და ოკეანეებშია. ეს რაოდენობა ასჯერ და მეტჯერ აღემატება იმ სიდიდეს, რომელიც შეიძლება ქანების გამოფიტვის შედეგად დაგროვდეს. სავარაუდოა, რომ ქლორის გარკვეული რაოდენობა ვულკანური გაზებიდან მუდმივად გამოყოფის შედეგად უნდა გადადიოდეს მიწისქვეშა ჰიდროსფეროში. ქლორიდების ქიმიური ბუნებიდან გამომდინარე, თუ ისინი ჰიდროსფეროში ამა თუ იმ რაოდენობით დაგროვდა, მათი გამოთავისუფლება ძალიან ძნელად ხდება.

ნატრიუმის კონცენტრაცია მერყეობს 841 – 1412 მგ/ლ ფარგლებში, ის დომინანტი კათიონია საკვლევ წყლებში. მიწისქვეშა წყალში ნატრიუმი, ძირითადად, პლაგიოკლაზიანი მინდვრის შპატების გამოფიტვის შედეგად გროვდება. კარგი ხსნადობის გამო, ნატრიუმი წყალში კონცენტრირდება ოკეანიდან და ჩაკეტილი აუზებიდან აორთქლების შედეგად.

მიწისქვეშა წყლების ანალიზის შედეგად მიღებული ჰიდროქიმიური მონაცემები ინტერპრეტირებულია კლასიფიკაციის სქემებითა და გრაფიკული გამოსახულების – დიაგრამების გამოყენებით

(სულინის კლასიფიკაცია, პაიპერისა და დუროვის დიაგრამა).

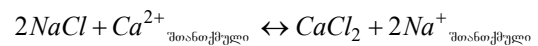
**სულინის კლასიფიკაცია.** ეს კლასიფიკაცია საყოველთაოდ არის აღიარებული მენავთობე გეოლოგებს შორის. მასში პალმერის კლასიფიკაციის ელემენტებია გამოყენებული. განსახილველი კლასიფიკაციის მიხედვით, ბუნებრივი წყლები ოთხ ტიპად იყოფა. ტიპების გამოყოფა ძირითადი იონების შემცველობების თანაფარდობით ხდება. ტიპები, თავის მხრივ, ამა თუ იმ ანიონის ან კათიონის სიჭარბის შესაბამისად, ჯგუფებად და ქვეჯგუფებად არის დაყოფილი. კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს სამი ძირითადი კოეფიციენტი (მგ.ეკვ.‰-ებით), რომელთაც ავტორი გენეტიკურ კოეფიციენტებს უწოდებს [4]:

$$\frac{rNa}{rCl}; \frac{rNa-rCl}{rSO_4}; \frac{rCl-rNa}{rMg}.$$

ტერმინი „გენეტიკური კოეფიციენტი“ ავტორს შემოაქვს იმ მოსაზრებით, რომ ეს კოეფიციენტები პასუხობს წყლის ქიმიური შედგენილობის ფორმირების და მიწის ქერქში მათი არსებობის ბუნებრივ პირობებს. თუ,  $\frac{rNa}{rCl}$  კოეფიციენტი ერთზე მეტია, ანუ ნატრიუმის შემცველობა ქლორის შემცველობას აღემატება, მაშინ ნატრიუმის ჭარბი რაოდენობა ან ჰიდროკარბონატს ( $HCO_3^-$ ) უნდა დაუკავშირდეს, ან სულფატს ( $SO_4^{2-}$ ). შესაბამისად, წყალი იქნება ან ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიანი, ან სულფატურ-ნატრიუმიანი. ანალოგიური მსჯელობით ადვილად გავარკვევთ ქლორ-მაგნიუმიანი და ქლორ-კალციუმიანი ტიპების ფორმირების პირობებს.

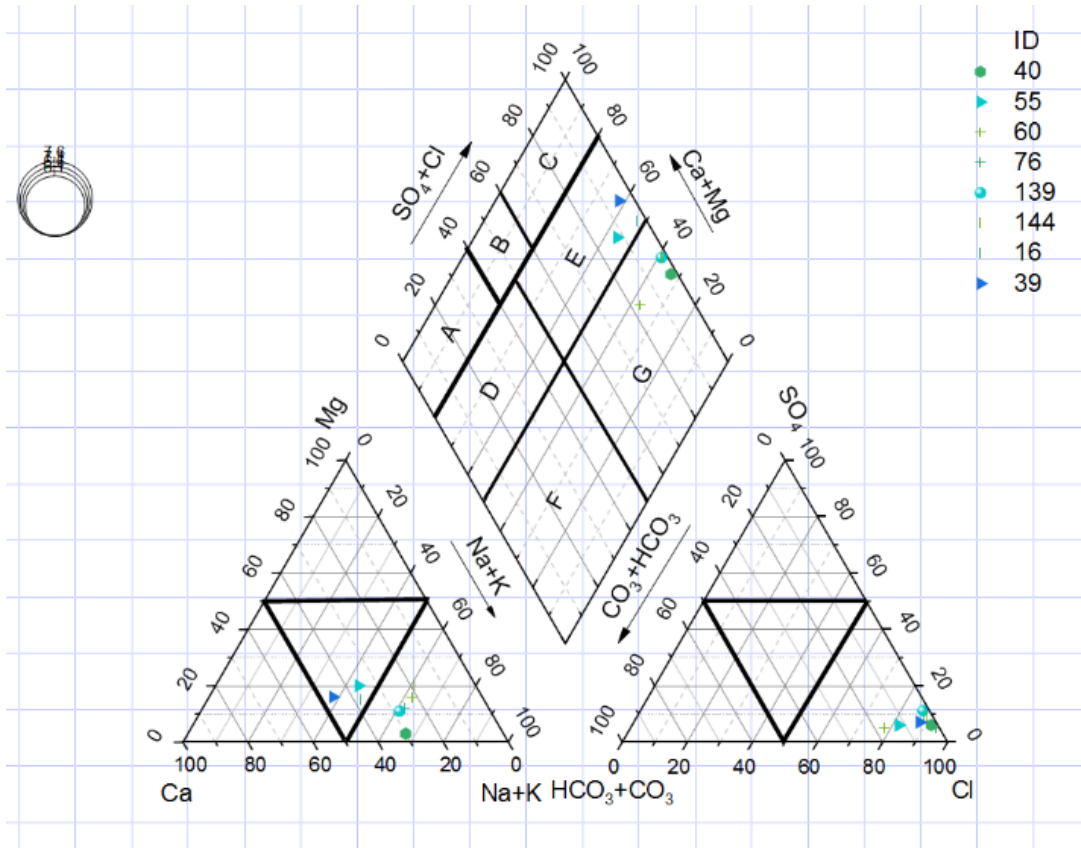
სულინის კლასიფიკაციის გრაფიკული გამოსახულება წარმოადგენს ერთმანეთთან წვეროებით შეუღლებულ ორ კვადრატს, რომელთა გვერდებზე გადაზომილია გენეტიკური კოეფიციენტების მრიცხველებისა და მნიშვნელების სიდიდეები (მგ.კვ.%-ებით). ანიონის სიჭარბის მიხედვით, ტიპი სამ ჯგუფად იყოფა – ქლორიდული, სულფატური და ჰიდროკარბონატული წყლების ჯგუფები. გამოიყოფა აგრეთვე ქვეჯგუფებიც ამა თუ იმ კათიონის სიჭარბის მიხედვით, მაგრამ მათი განხილვის საჭიროება აქ არ არის. სულინი მიიჩნევა, რომ წყლების ქიმიური შედგენილობის ფორმირებას დედამიწაზე არსებული სამი ბუნებრივი გარემო განაპირობებს: კონტინენტური, ზღვიური და მიწისქვეშა. ზღვიური გარემოს ნიშან-თვისებაა წყალში ზღვისთვის დამახასიათებელი მარილების არსებობა, კერძოდ, მაგნიუმის ქლორიდისა, რომელიც დროში უფრო მეტად სტაბილურია (მუდმივია). ამის გამო, ზღვიური ტიპის წყალს ავტორი ქლორ-მაგნიუმის აკუმულაციას აკუთვნებს. კონტინენტურ პირობებში ქიმიური შედგენილობის ფორმირების პროცესში ადგილი აქვს ზღვიური წარმოშობის მიწისქვეშა წყლების მეტამორფიზმს. შედეგად, წყლის მარილოვან შედგენილობაში წამყვან ადგილს სულფატები იკავებს, რომლებიც თაბაშირიან (ანჰიდრიტიან) წყებებში არიან კონცენტრირებული. შემცველი ქანების შემდგომი გარეცხვისა და წყალცვლის გააქტიურების კვალობაზე, სულფატური შედგენილობის წყლები ჰიდროკარბონატული წყლებით იცვლება. ამრიგად, გამოდის, რომ ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმის და სულფატურ-

ნატრიუმის წყლები ქიმიური შედგენილობის ფორმირების კონტინენტურ გარემოს შეესაბამება (სქემაზე ზედა კვადრატი), ქლორ-მაგნიუმის ტიპი – ზღვიურ გარემოს, ხოლო ქლორ-კალციუმის – ნავთობის ბუდობის ფორმირებისთვის ხელსაყრელ სიღრმულ (აღდგენით) გარემოს (ქვედა კვადრატი). სიღრმული გარემოს პირობებში წყალში კალციუმის ქლორიდის დაგროვება კათიონური გაცვლის შედეგია, რომელიც წყალში არსებულ ნატრიუმის იონებსა და ქანის შთანთქმულ კომპლექსში არსებულ კალციუმის იონებს შორის შემდეგი რეაქციით მიმდინარეობს:



ჩვენ მიერ გამოკვლეული ყველა წყალი სულინის კლასიფიკაციით ქლორიდულ-კალციუმის წყლების კატეგორიაში ხვდება. ეს საერთო ქიმიური შედგენილობითაც ტიპური ნავთობის წყლებია. ასე რომ, წყლების გენეტიკური კავშირი ნავთობთან ეჭვგარეშეა (პრინციპში არც იყო კვლევის მიზანი), რადგან სივრცობრივად ნავთობშემცველ სტრუქტურასთან არის დაკავშირებული და მოიცავენ შუაეოცენურ ტუფოგენებში არსებულ ნავთობის ბუდობს. ქლორიდულ-კალციუმის (სულინის მიხედვით) ქიმიური შედგენილობა, სიღრმული გეოქიმიური გარემოსთვის არის დამახასიათებელი.

Piper Diagram, რომელიც შედგება ანიონისა და კათიონის სამკუთხედებისგან, მათ შორის “ალმასის” ფორმისგან [5] პაიპერის სამხაზოვანი დიაგრამის მიხედვით (სურ. 1), წყალი შვიდ ტიპად კლასიფიცირდება.

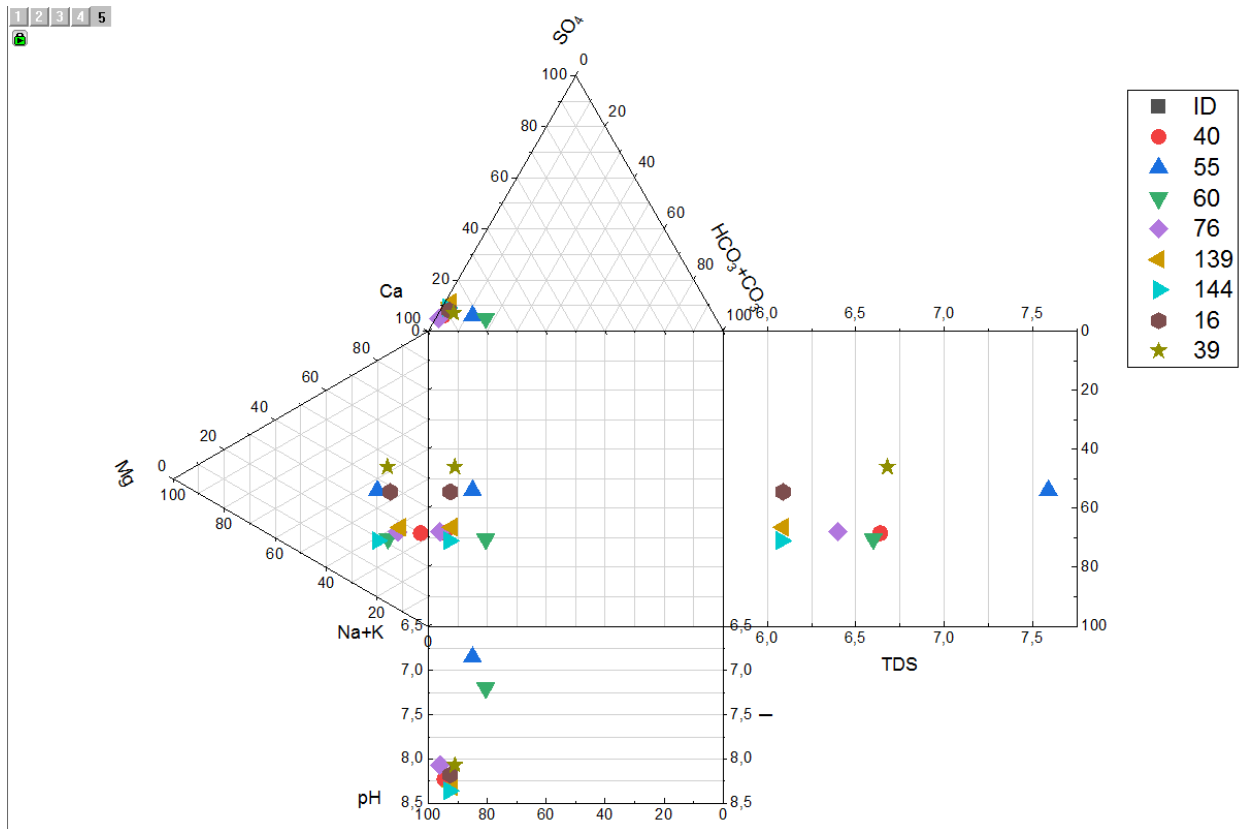


სურ. 1. მიწისქვეშა წყლების ჰიდროქიმიური დასინჯვის გამოსახვა პაიპერის დიაგრამით.

დიაგრამიდან ჩანს, რომ საკვლევ რაიონში გამოვლინდა მიწისქვეშა წყლების ორი ტიპი:

- მიწისქვეშა წყლების სამი სინჯი (NN55; 39; 16) აღმოჩნდა E-კლასში, როგორც ტუტე წყალი, ტუტეების გაზრდილი ნაწილით დომინანტი ქლორიდითა და სულფატით ( $Ca - Mg - Na - Cl - SO_4$ ).
- დასინჯული მიწისქვეშა წყლების სინჯების უმეტესობა არის G-კლასში, მიეკუთვნება თითქმის იმავე კლასს, როგორც ტუტე წყალი კვლავ დომინანტია ქლორიდი და სულფატი ( $(Na + K) - Cl - SO_4$ ).

**დუროვის დიაგრამა** არის კომპოზიციური ნახაზი, რომელიც შედგება 2 სამეული დიაგრამისგან, სადაც ინტერესის კათიონები გამოსახულია ინტერესის ანიონებთან. გვერდები ქმნიან ორობით ნახაზს მთლიანი კათიონის წინააღმდეგ, საერთო ანიონის კონცენტრაციის წინააღმდეგ [6]; გაფართოებული ვერსია მოიცავს TDS (მგ/ლ) და pH მონაცემებს, რომლებიც დამატებულია ორობითი ნაკვეთის გვერდებზე შემდგომი შედარების დასაშვებად. დუროვის დიაგრამის მთავარი მიზანია მონაცემთა წერტილების დაჯგუფება, რომლებიც აჩვენებენ ნიმუშებს მსგავსი ქიმიური ნივთიერებით.



დასინჯული სინჯები გამოსახულია ველში, სადაც დომინანტია Cl და Na .

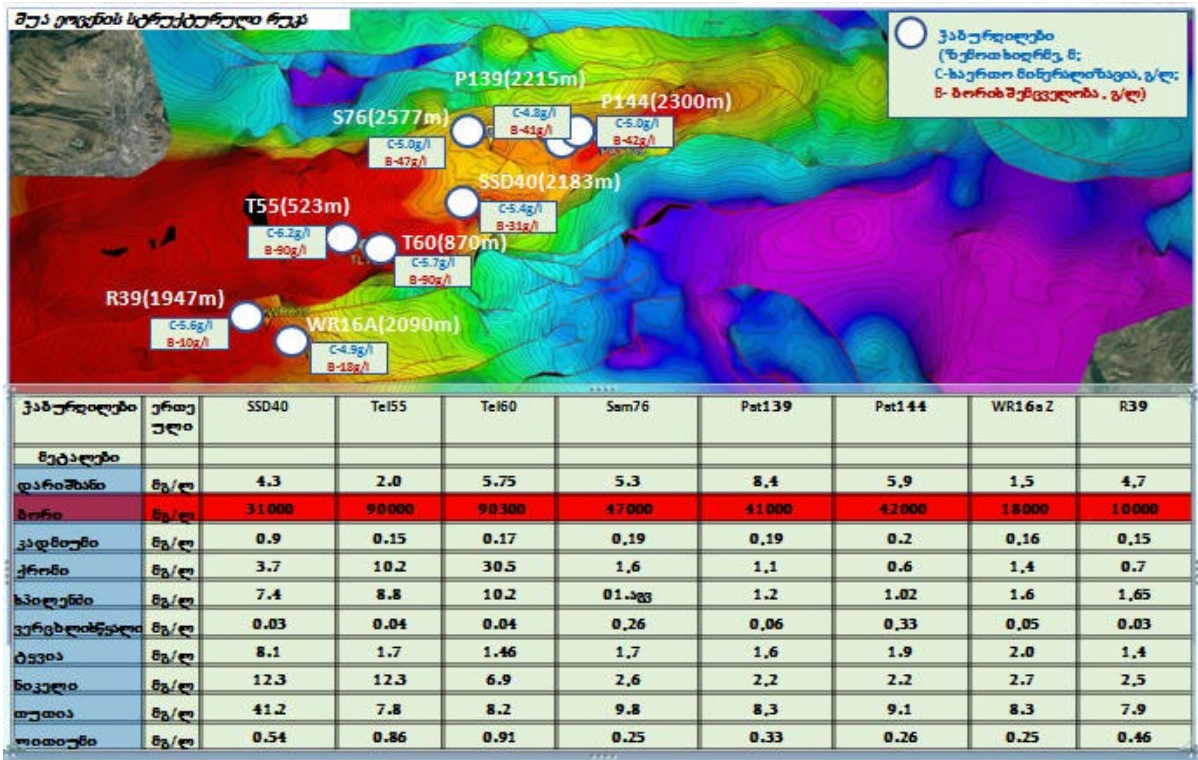
თუ მიღებულ სიდიდეებს შევადარებთ ამა თუ იმ იონის შემცველობას ოკეანის წყალსა და მიწის ქერქში ნათლად ჩანს, ლითიუმის, მანგანუმის, ბორისა და რკინის შემთხვევაში საგრძნობი სიჭარბე. ზოგადად ითვლება, რომ მიწისქვეშა წყალი, რომელშიც ამა თუ იმ ელემენტის კონცენტრაციის კოეფიციენტი ერთზე მეტია (ფაქტობრივი სიდიდის შეფარდება ოკეანის წყლის შემცველობასთან ან კლარკთან), ამ ელემენტის პოტენციური საბადოა.

სამრეწველო წყლების საყოველთაოდ აღიარებული კლასიფიკაცია არ არსებობს. ვინაიდან მათი ძირითადი მაჩვენებელი არის სასარგებლო კომპო-

ნენტის შემცველობა, სახელსაც ამის მიხედვით არქმევენ (იოდინი, ბრომიანი, და სხვ.).

საინტერესოა სხვა პირობებში ბორის ქცევის სხვა თავისებურებანი. დადგენილია, რომ დაბალ ტემპურატურაზე  $B_2O_3$  შეიძლება განიდევენოს  $CO_2$ -ის მიერ, მაღალ ტემპურატურაზე სურათი შებრუნებულია. გამოფიტვისას შეიძლება დავინახოთ ბორატების კარბონატებით ჩანაცვლების მოვლენები, როგორც ეს დადგენილი იყო ბორატებისათვის ინდერის საბადოში (კასპიის ზღვის ჩრდილოეთით), მეორე მხრივ, კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში ცნობილია კირქვების ჩანაცვლების გზით წარმოქმნილი ბორატების შემთხვევები.





დასინჯულ წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობა.

ბორი იმ ელემენტთა რიცხვში შედის, რომლებიც  $Cl$ -ის,  $OH$ -ისა და განსაკუთრებით მასთან დიდად მონათესავე  $F$ -ის შემცველ წყალხსნარებში საკმაოდ მოძრავნი არიან. ამის გამო ბორის ნაერთების კონცენტრაცია იმატებს და წარმოიქმნება ამა თუ იმ გეოლოგიური პროცესის ნარჩენ პროდუქტებში, ნაწილობრივ პეგმატიტებსა და ჰიდროთერმულ წარმონაქმნებში (ორთობორატები, ბორსილიკატები), მაგრამ უმთავრესად ბორით გამდიდრებულ მარილშემცველ აუზებში (პოლიბორატები, იშვიათად წყლიანი ბორსილიკატები [7].

ბორაქსი გვხვდება მსოფლიოში ყველაზე დიდ ევზოგენურ ბორის საბადოებში (ბორონი, კალიფორნია; კირკა, თურქეთი და ტინკალაიუ, არგენტინა) ბორი ასევე მიიღება სერლის ტბიდან (აშშ). ზღვის წყალში ბორის საშუალო შემცველობა 4.5 მგ/ლ

შეადგენს, ხოლო მიწისქვეშა წყლების უმეტესობაში ბორის კონცენტრაცია 1.0 მგ/ლ-ზე დაბალია [8]. ნახსენებ სტატიაში პოლონეთის ტერიტორიაზე დასინჯულ იქნა 248 სამკურნალო წყლები, როგორც ბუნებრივი წყაროებიდან, ისე ქაბურღილებიდან. წყლებში ბორის შემცველობა იცვლება ფართო დიაპაზონში, რომლებიც დაყოფილი აქვთ 5 მგ/ლ-მდე, 5-25 მგ/ლ-მდე, და 25 მგ/ლ-ზე მეტი. ცხრილში ნაჩვენებია ადგილმდებარეობა, წყლის ტიპი, TDS, წყალბადიონების კონცენტრაცია, ბორმჟავას და ბორის შემცველობები, მგ/ლ-ობით. ბორის შემცველობა იცვლება  $27,22 \div 187,65$  მგ/ლ.

ჩვენ მიერ დასინჯულ წყლებში ბორის შემცველობა ვარირებს  $9 \div 120$  მგ/ლ ფარგლებში. თუმცა გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ პოლონეთის ტერიტორიაზე დასინჯულია 248 წყლის სინ-



ჯი, ჩვენ მიერ კი – 8 სინჯი. თუმცა, პოლონელი მეცნიერები დასკვნის სახით აღნიშნავენ, რომ მიწისქვეშა წყლებიდან ბორის მიღება პერსპექტიული უბნის გამოყოფით შესაძლებელია.

მიწისქვეშა წყლებში ელემენტთა მიგრაციის უნარის რაოდენობრივი გამოხატულება არის ე.წ. წყლოვანი მიგრაციის კოეფიციენტი ( $K_x$ ), რომლის ცნება გეოქიმიკაში შემოიტანა ა. პერელმანმა. ავტორის განმარტებით ამ კოეფიციენტს ორგვარი მნიშვნელობა აქვს: აქტიური ცირკულიაციის წყლები-სათვის იგი ახასიათებს მიგრაციის ინტენსიურობას,

ხოლო გაძნელებული ცირკულიაციის წყლების შემთხვევაში – წყალში მოცემული მიკროკომპონენტის დაგროვების ინტენსიურობას.  $K_x$ -ის სი-

დიდე გამოითვლება ფორმულით:  $K_x = \frac{m_x \times 100}{a \times n_x}$ ,

სადაც,  $m_x$  არის რომელიმე  $X$  ელემენტის წყალში შემცველობა, გ/ლ;  $a$  – წყლის საერთო მინერალიზაცია, გ/ლ;  $n_x$  –  $X$  ელემენტის პროცენტული შემცველობა წყალშემცველ ქანში ან ლითოსფეროში (კლარკი) [9].

ცხრილი 2

ნავთობის წყლებში მიკროკომპონენტების წყლოვანი მიგრაციის სიდიდეები

წყალუნქტის ადგილმდებარეობა	წყალუნქტის ტიპი	B			ელემენტის შემცველობა ლედამიწის ქერქში, % კლარკი	საერთო მინერალიზაციის სიდიდე, გ/ლ	კონცენტრაციის კოეფიციენტი	mX100	aXn	წყალში მიგრაციის კოეფიციენტი
		მგ/ლ	გ/ლ	%						
დასავლეთ თალი	N40 ჭაბურღილი	36,00	0,0360	0,0036	0,001	5,38	3,600	3,600	0,005	669,145
თელეთი	N55 ჭაბურღილი	120,00	0,1200	0,0120	0,001	6,19	12,000	12,000	0,006	1938,611
თელეთი	N60 ჭაბურღილი	100,00	0,1000	0,0100	0,001	5,68	10,000	10,000	0,006	1760,563
სამგორი	N76 ჭაბურღილი	47,00	0,0470	0,0047	0,001	4,95	4,700	4,700	0,005	949,4949
პატარბეული	N139 ჭაბურღილი	41,00	0,0410	0,0041	0,001	5,05	4,100	4,100	0,005	811,8812
პატარბეული	N144 ჭაბურღილი	42,00	0,0420	0,0042	0,001	4,84	4,200	4,200	0,005	867,7686
დასავლეთ რუსთავი	N16aZ ჭაბურღილი	18,00	0,0180	0,0018	0,001	4,87	1,800	1,800	0,005	369,6099
კრწანისი	N39 ჭაბურღილი	9,00	0,0090	0,0009	0,001	5,6	0,900	0,900	0,006	160,7143

ზოგადად ითვლება, რომ მიწისქვეშა წყალი, რომელშიც ამა თუ იმ ელემენტის კონცენტრაციის კოეფიციენტი (ფაქტობრივი სიდიდის შეფარდება ოკეანის წყლის შემცველობასთან ან კლარკთან) ერთზე მეტია, ამ ელემენტის პოტენციური საბადოა რა თქმა უნდა, სხვა მრავალი ანთროპოგენური და ბუნებრივი ფაქტორების გათვალისწინებით. დასინჯულ წყლებში კონცენტრაციის კოეფიციენტი გარდა ერთი შემთხვევისა (კრწანისი, N39 ჭაბურღილი) საკმაოდ აღემატება ერთს.

ბორის შემთხვევაში მიგრაციის კოეფიციენტი შესამჩნევად მაღალია, რაც იმაზე, მიუთითებს, რომ ბორის მიგრაციისთვის ხელსაყრელი პირობები არსებობს.

აუცილებელია იმის აღნიშვნა, რომ მიკროელემენტების ჰიდროსფეროში დაგროვებისა და მიგრაციისთვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არა იმდენად ელემენტის რაოდენობრივ შემცველობას ქანში, რამდენადაც არსებობს ამა თუ იმ ფორმას, რაც განაპირობებს კონკრეტულად აღებული მიკროკომპონენტების მდგრადობას და მყარი ფაზიდან თხევად ფაზაში გადასვლის უნარს [10]. ცხადია, ლითოსფეროს ზედა ფენებში, არაღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლებში, მიწისზედა ჰიდროსფეროსა და ატმოსფეროში გაფანტული მიგრაციის თავისებურებები ძალიან მჭიდრო კავშირშია ნიადაგებში მიკროელემენტების გავრცელების კანონზომიერებებთან.

## დასკვნა

დასინჯული წყლები ბორის შემცველობის თვალსაზრისით შეიძლება ჩაითვალოს საშუალო ხარისხის სამრეწველო წყლად, მაგრამ ცალკე განხილვის საკითხია მისი მოპოვება და რენტაბელურობა რამდენადაა შესაძლებელი. აქვე იმასაც დავძენთ, რომ ფუჭი ქანებიდან და კუდსაცავებიდან უკვე მიმდინარეობს ხელახლა ამოწვლილვა, რომელიც წინა წლებში არ ითვლებოდა რენტაბელურად.

იშვიათ ქიმიურ ელემენტებზე მზარდი მოთხოვნილებისა 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 გადარიბების თავიდან აცილების შესახებ, რასაც ადგილი აქვს ნავთობისა და გაზის საბადოების ექსპლუატაციის პროცესში. ფენის წნევის შენარჩუნების მიზნით მტკნარი წყლის ჭაბურღილში ჩაჭირხვნას, როგორც წესი, თანმხლები ფენტაშორისი წყლის ქიმიური შედგენილობის მკვეთრი ცვლილება მოსდევს, მათ შორის, ამ წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობების შემცირების თვალსაზრისით.

### ლიტერატურა

1. Zviadadze, U. I. (1992). *Microcomponents of underground waters of Georgia as geochemical indicators of oil and gas content of hydrogeological structures and conditions for the formation of mineral waters*. 350 Art. [Doctoral Dissertation].;
2. Bondarenko, S., Kulikov, G. (1984). *Underground industrial waters*. Moscow: Nedra. (In Russian);
3. Zautashvili, B., Mkheidze, B. (2011). *Hydrogeology of Georgia*. Tbilisi: Technical University. (In Georgian);
4. Ovchinnikov, A.I. (1970). *Hydrogeochemistry*. Moscow: Nedra. (In Russian);
5. Freeze, R.A., Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. USA: Prentice-Hall Inc.;
6. Rotár-Szalkai, A., Nádor, A., Szócs, T., Maros, G., Goetzl, G., Zekiri, F. (2017). Outline and joint characterization of transboundary geothermal reservoirs at the western part of the Pannonian basin. *Geothermics* 70(1-16).
7. Betekhtin, A.G. (1964). *A Course in Mineralogy*.
8. Chruszcz-Lipska, K., Winid, B., Madalska, G. A., Macuda, J., & Łukańko, Ł. (2020). High Content of Boron in Curative Water: From the Spa to Industrial Recovery of Borates? (Poland as a Case Study). *Minerals*, 11(1).;
9. Gol'dberg, V. M. (1985). *Identification of areas of pollution of underground waters. Exploration and protection of mineral resources*.;
10. Zautashvili, B.Z. (1978). *Geochemistry of microelements of deep underground waters of Georgia*. Tbilisi: Metsniereba. (In Georgian).

UDC 55

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-35-46>

## Hydrogeochemistry of Oil-bearing Waters Study of Indicators for Industrial Use

**Marine Mardashova** Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.  
E-mail: m\_mardashova@gtu.ge

**Tamar Razmadze-Brokishvili** Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.  
E-mail: t\_razmadze@gtu.ge

**Tamar Mikava** Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.  
E-mail: t.miqava@gtu.ge

### Reviewers:

**N. Khundadze**, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: n.khundadze@gtu.ge

**N. Zautashvili**, Associated Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: zautashvilinana03@gtu.ge

**Abstract.** The use of hydrogeological indicators is very important when assessing the oil content of individual aquifers. There are many hydrogeological criteria, and one of the most important ones is the anomalies characteristic of oil fields. The present article is dedicated to the study of hydrogeochemical anomalies of oil-bearing structures and the possibility of their use in practice. It should be noted that the ease of detection of hydrogeochemical anomalies gives them a certain advantage compared to hydrodynamic anomalies. Also, in the paper, the emphasis is on the study of the microcomponent composition accompanying the oil, although the microcomponent composition is considered of the general chemical composition and mineralization of the groundwater associated with the oil fields.

**Keywords:** aquifer horizons; common mineralization; groundwater; hydrogeochemical anomalies; microcomponents.

*განხილვის თარიღი 20.01.2022*

*შემოსვლის თარიღი 01.02.2023*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023*