

UDC 543.3; 553.6

SCOPUS CODE 1502

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-95-105>

აზამბურის მირაბილიტის საბადოსა და ტბის წყლის გამოკვლევა უწყლო ნატრიუმის სულფატის მიღების მიზნით

თამარ ნასუაშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: tamara2903@gmail.com

მარლენ მჭედლიშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: m.mchedlishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ფალავანდიშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

ჟ. გურჯია, შპს „გამა“, სამეცნიერო-კვლევითი ფირმა „გამა-ს“ საგამოცდო ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: zh.gurjia@gamma.ge

ანოტაცია. ქიმიურ ინდუსტრიაში ნატრიუმის სულფატი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პროდუქტია და მასზე სამრეწველო მოთხოვნილება თანდათანობით იზრდება, თუმცა წარმოების ზრდის ტემპები მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მოთხოვნილებას.

მსოფლიოს იმ ქვეყნებში, სადაც ნატრიუმის სულფატი გავრცელებულია ბუნებრივი რესურსების სახით, მისი სამრეწველო წარმოება სწორედ ბუნებრივი რესურსების გამოყენებით მიმდინარეობს, ხოლო ზოგიერთი ქვეყანა ნედლეულად სხვა ქიმიური წარმოების ნარჩენ სულფატის შემცველ ხსნარებს იყენებს.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი რესურსი; დანალექი; მარილ-პეჭო; მირაბილიტი; ნატრიუმის სულფატი; ტენარდიტი.

შესავალი

საქართველო მდიდარია ბუნებრივი რესურსებით, რომელშიც გაერთიანებულია მადნეული და არამადნეული სასარგებლო წიაღისეული. არამადნეული წიაღისეულიდან აღსანიშნავია საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული აზამბურის ჯგუფის მლაშე ტბები, რომლებიც მირაბილი-

ტის საბადოზე განთავსებული. ესენია: სახარე ტბა, გარეჯელა და ქაჩალტბა. მირაბილიტის მარაგის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია მხოლოდ პირველი ორი. აზამბურის საბადოს მირაბილიტის მთლიანი მარაგი პირველადი გეოლოგიური მონაცემებით 1 მილიონ ტონას აღემატება [1].

ნატრიუმის სულფატის შემცველი ბუნებრივი მარილ-პეჯო მრავალკომპონენტური სისტემაა და მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები სისტემატურად იცვლება გარემო პირობების გავლენით (ტემპერატურა, ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექები და ა.შ.). აღნიშნული სისტემის ფიზიკურ-ქიმიური წონასწორობის შესწავლა ჯერ კიდევ 1877 წელს ვანტ-ჰოფმა დაიწყო [2,3] და გაგრძელდა მრავალი მკვლევრის ნაშრომში, თუმცა ბუნებრივი მარილ-პეჯო და მათი მოდელები ჯერ კიდევ კვლევის საგანია. ბუნებრივი მარილ-პეჯო ხასიათდება შედგენილობის მრავალფეროვნებით და ყოველი კონკრეტული საბადო, გადამუშავების თვალსაზრისით, წინასწარ გამოკვლევას საჭიროებს. ამ მხრივ არც აზამბურის ჯგუფის ტბებია გამორჩეული, მით უმეტეს, რომ მირაბილიტის საბადოს თავზე განთავსებული მარილ-პეჯოს სიღრმე მეტად მცირეა (0,5–1,0 მ) და, შესაბამისად, ნალექიანობის და ტემპერატურის სეზონური ცვლილება არსებით გავლენას ახდენს მის შედგენილობაზე.

ძირითადი ნაწილი

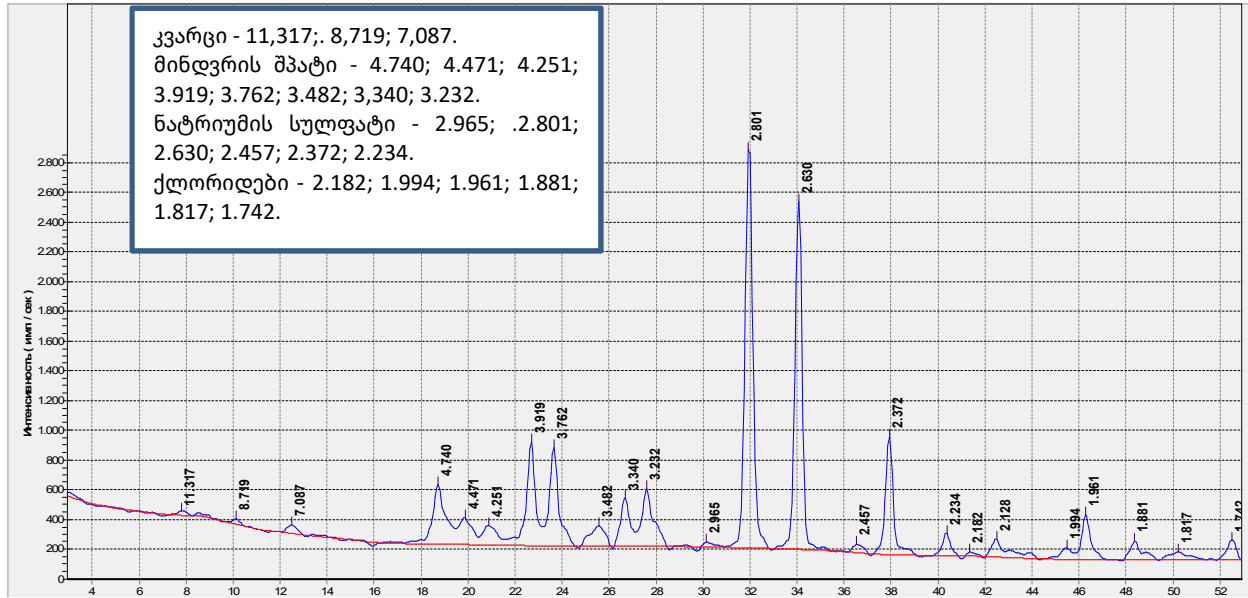
აზამბურის ჯგუფის მირაბილიტის საბადოდან და მის ზედაპირზე, მარილ-პეჯოს სახით არსებული მლაშე ტბიდან, უწყლო ნატრიუმის სულფატის მილების საკითხი დღემდე არ არის გადაწყვეტილი.

ცნობილია, რომ საბადოზე ტბის სარკული ზედაპირის ფართობი სეზონურად იცვლება. იგი მკვეთრად მცირდება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში და საბადო იფარება მარილის კრისტალების ფენით.

რეგიონის კლიმატური პირობების სეზონური ცვლილების მიხედვით, მირაბილიტის საბადოზე არსებული მარილ-პეჯოს და მისგან სეზონურად გამოკრისტალბული მირაბილიტის შედგენილობის დადგენის მიზნით, 2019–2020 წლების ნოემბერ-ივნისის თვეებში, ერთთვიანი ინტერვალით, გამოვიკვლიეთ გამოკრისტალბული მირაბილიტისა და მარილ-პეჯოს სრული ქიმიური შედგენილობა. კვლევა ჩატარდა სამეცნიერო-კვლევითი ფირმა „გამას“ საგამოცდო ლაბორატორიაში.

ნოემბერში ტბის სარკული ზედაპირის ფართობის მნიშვნელოვანი ნაწილი დაფარულია გამოკრისტალბული მარილით (სურ. 1). წყალი ზედაპირზე ფიქსირდება მხოლოდ ტბის შუაგულში, სარკული ზედაპირის დაახლოებით 20–25 %-ზე. ნოემბერში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 14 °C-ია [4], რაც ხელსაყრელ პირობად ითვლება ამ ტემპერატურაზე მარილ-პეჯოდან მირაბილიტის გამოსაკრისტალბულად. ტბის შუაგულში კრისტალბით დაუფარავი ნაწილი მიუთითებს, რომ ამ ტემპერატურაზე ტბაში დარჩენილი მარილხსნარი არ არის ნატრიუმის სულფატით გადაჯერებული და მისგან მირაბილიტის გადაკრისტალბების პროცესი შეჩერებულია.

ამავე თვეში ტბიდან აღებულ კრისტალბებში საკვლევი მარილის – ნატრიუმის სულფატის დადგენის მიზნით ჩატარდა კრისტალბების რენტგენოლოგიური კვლევა (სურ. 1).



სურ. 1. 2019 წლის ნოემბერში სახარე ტბის ზედაპირიდან აღებული კრისტალების რენდგენოგრამა

რენტგენოლოგიური კვლევის თანახმად, საკვლევი კრისტალები შეიცავს: ნატრიუმის სულფატს, კვარცს, მინდვრის შპატს და უმნიშვნელო რაოდენობით ქლორიდებს [5]. ამასთან, ნატრიუმის სულფატის წილი დაახლოებით 70 %-ია. ბუნებრივ კრისტალში კვარცი და მინდვრის შპატი განპირობებულია ბუნებრივი მინარევების არსებობით.

სხვა სურათი გვაქვს დეკემბერსა და იანვარში. დეკემბერში ტბის ზედაპირზე წყლით დაფარული ფართობები კიდევ უფრო შემცირებულია ნოემბერთან შედარებით და ტბის სიღრმეში წარმოდგენილია ცალკეული გუბურების სახით. იანვარში ეს გუბურებიც ქრება, თუმცა ტბის ნაპირებზე დანალექები კვლავ გაწყლოვანებულია.

თებერვალში ტბის ზედაპირზე მარილ-პეკო პრაქტიკულად აღარ არის. გარდა ამისა, გამოკრისტალბული მირაბილიტის ფენა თებერვალში სავარაუდოდ გადასულია ტენარდიტში. ამ პერიოდში ტბის ზედა-

პირზე წარმოდგენილია თეთრი ფერის ფხვნილის და თიხოვანი ნალექების მშრალი ნარევი, ხოლო დანალექის გაწყლოვანებული ფენა გვხვდება ტბის მშრალი ზედაპირიდან დაახლოებით 10 სმ სიღრმეში.

ქვეყანაში შექმნილი ეპიდემიური მდგომარეობიდან გამომდინარე, დაწესებული შეზღუდვების გამო, მარტსა და აპრილში ტბაზე ექსპედიციის ჩატარება ფიზიკურად ვერ განხორციელდა და, კვლევის ფარგლებში, ტბაში წყლის დონის მატების დაახლოებითი პერიოდის განსაზღვრა ვერ მოხერხდა.

კვლევის დროს ტბის სრული გაწყლოვანება დაფიქსირდა მაისში – ტბის სარკული ზედაპირი სრულად იყო წყლით დაფარული, ხოლო ივნისში – ნელ-ნელა იწყება ტბაში წყლის შემცირება. ამ პერიოდში წყლით დაფარული ზედაპირი ტბის ნაპირიდან საშუალოდ 3 მეტრით არის შემცირებული. საკვლევი ტბის ხედები თვეების მიხედვით წარმოდგენილია მე-2 სურათზე.

ნოემბერი



დეკემბერი



იანვარი



მაისი



სურ. 2. სახარე ტბის ხედები თვეების მიხედვით

ტბაზე ჩატარებული ექსპედიციისას გაწყლოვანებული დანალექებიდან და ტბიდან აღებულ წყლის ნიმუშებს, ქიმიური კვლევა ჩაუტარდა.

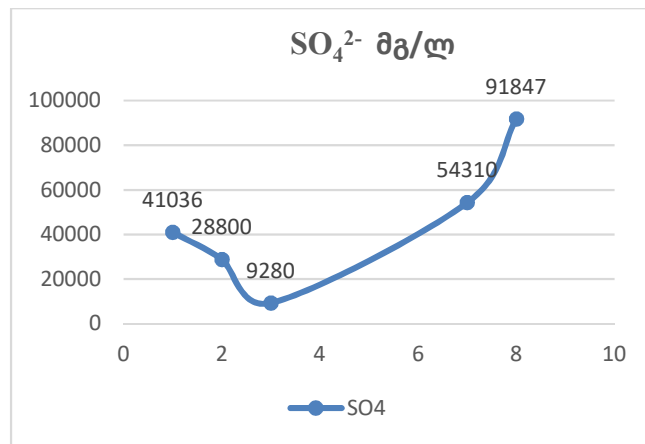
ნოემბერში აღებულ წყლის ნიმუშში გამოკვლეულ იქნა: Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} და Mg^{2+} , გაიზომა ელექტროგამტარობა, ხოლო დანარჩენ ნიმუშებში, წყლის ჰიდროგეოლოგიური ბუნების შეფასების

მიზნით, ზემოთ ჩამოთვლილ იონებთან ერთად ასევე განისაზღვრა HCO_3^- , CO_3^{2-} და K^+ იონები.

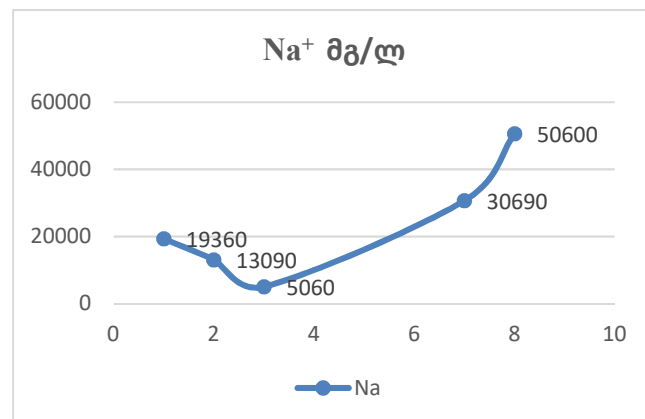
სახარე ტბიდან აღებული წყლის ნიმუშების ქიმიური კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში, ხოლო საკვლევი იონების კონცენტრაციების ცვლილება, თვეების მიხედვით, 1-ელ – მე-8 დიაგრამებზე.

2019–2020 წლებში სახარე ტბიდან აღებული წყლის სინჯების ქიმიური
შედეგნილობის კვლევა, თვეების მიხედვით

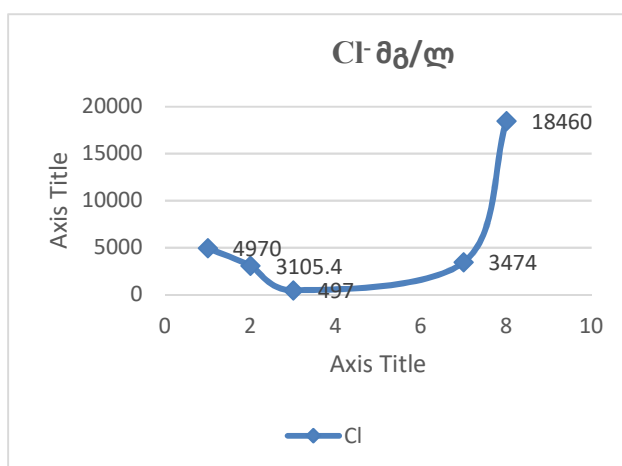
სინჯის აღების პერიოდი	SO ₄ ²⁻ მგ/ლ	Cl ⁻ მგ/ლ	HCO ₃ ⁻ მგ/ლ	CO ₃ ²⁻ მგ/ლ	Na ⁺ მგ/ლ	K ⁺ მგ/ლ	Ca ²⁺ მგ/ლ	Mg ²⁺ მგ/ლ	ელექტრო-გამტარობა, სიმ/მ	კრისტალები
11.2019	41036.0	4963.0	-	-	19360.0	-	520.0	2568.0	5.2260	კი
12.2019	28800.0	3105.4	1122.0	<0.5	13090.0	42.4	520.0	1632.0	3.7570	არა
01.2020- 02.2020	9280.0	497.0	246.4	<0.5	5060.0	-	92.0	148.0	1.7810	არა
05.2020	54310.0	3474.0	805.2	<0.5	30690.0	55.60	720.0	2616.0	7.345	არა
06.2020	91847.0	18460.0	829.2	<0.5	50600.0	-	-	-	-	არა



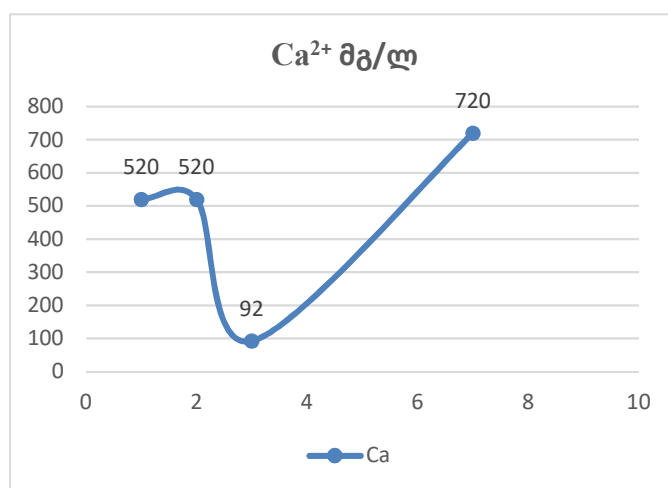
დიაგრამა 1. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში სულფატის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



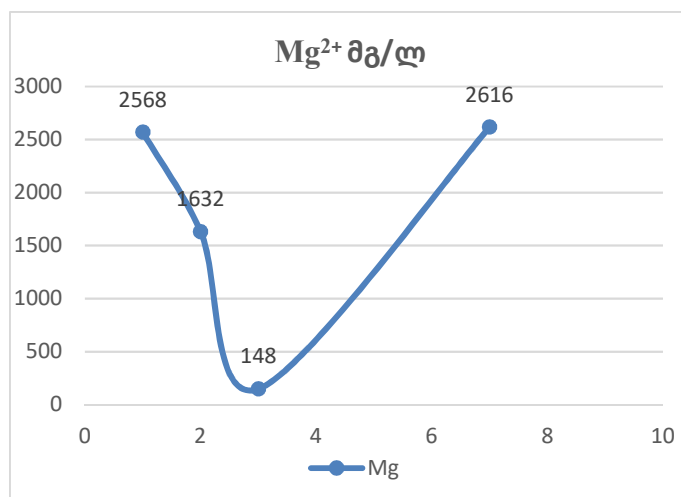
დიაგრამა 2. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში ნატრიუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



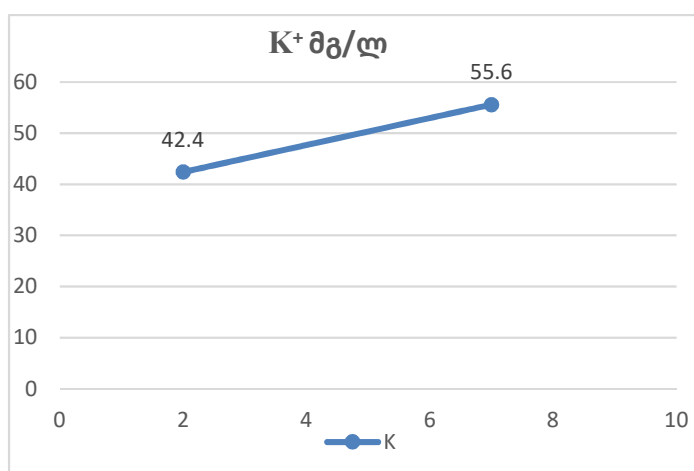
დიაგრამა 3. სახარე ტბიდან აღებული მარილ-პეჯოში ქლორის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



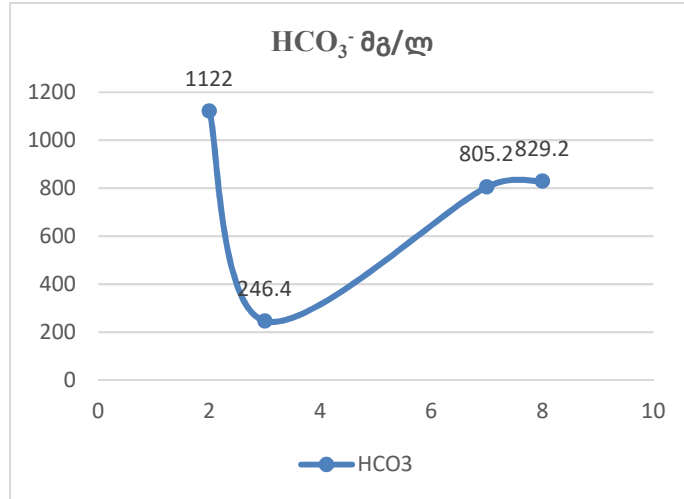
დიაგრამა 4. სახარე ტბიდან აღებული მარილ-პეჯოში კალციუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



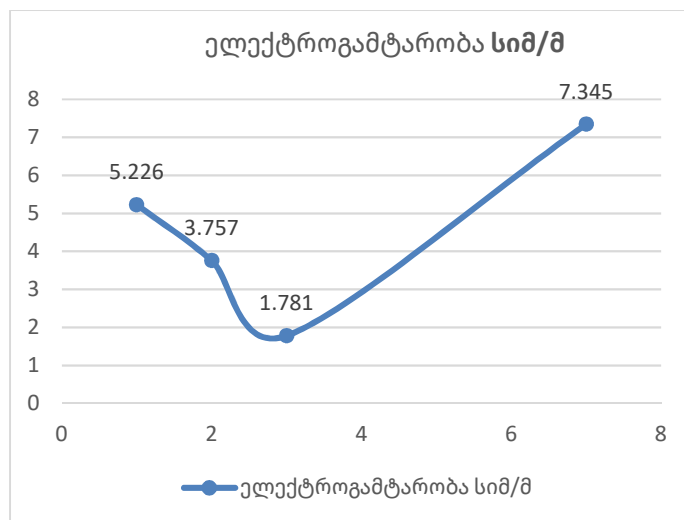
დიაგრამა 5. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში მაგნიუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



დიაგრამა 6. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში კალიუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



დიაგრამა 7. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში ჰიდროკარბონატის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



დიაგრამა 8. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში ელექტროგამტარობის ცვლილება თვეების მიხედვით

როგორც ცხრილსა და 1-8 დიაგრამებზეა მოცემული, მარილ-პეჯოში საკვლევი იონების კონცენტრაციები სეზონურად იცვლება, კერძოდ ყველა გამოკვ-

ლეული იონი შემოდგომიდან იწყებს კლებას, ზამთარში მკვეთრად მცირდება, ხოლო გაზაფხულიდან მატულობს და ზაფხულში საგრძნობლად იზრდება.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევა საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ, რომ ტბის წყალი, ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით, ძირითადად სულფატურ-ქლორიდულია და სუსტად ვლინდება მისი ჰიდროკარბონატული ბუნება. ამასთან, კვლევის მასალების მიხედვით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შედარებით მკვეთრად არის გამოხატული წყლის სულფატური ბუნება, რადგან SO_4^{2-} -ის კონცენტრაცია Cl^- -ის კონცენტრაციას ნოემბერში დაახლოებით 8-ჯერ აღემატება, დეკემბერში – 9-ჯერ; იანვარში – 18-ჯერ; მაისში – 15-ჯერ, ხოლო ივნისში – 5-ჯერ.

რაც შეეხება ტბის წყალში გამოკვლეულ კატიონებს, საყურადღებოა Na^+ და Mg^{2+} . აქვე უნდა აღინიშნოს,

რომ Na^+ -ის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად აღემატება Mg^{2+} -ის კონცენტრაციას.

მიუხედავად იმისა, რომ წლის თბილ პერიოდში მარილ-პეჯოში სულფატის იონების კონცენტრაციასთან ერთად იზრდება ქლორიდ-იონების კონცენტრაცია და Na_2SO_4 -თან ერთად არსებობს $NaCl$ -ის გამოკრისტალების ალბათობა. იმ შემთხვევაში, თუ საბადოდან მირაბილიტი მოპოვებულია სხვადასხვა ქვეყანაში მიღებული ტექნოლოგიური მიდგომით, რომელიც ითვალისწინებს მირაბილიტის არა დანალექიდან, არამედ წყლიდან ამოღებას. ამისათვის ხელსაყრელ სეზონად მიჩნეულია ზაფხულის ბოლო, ხოლო ტექნოლოგიურ პროცესში გათვალისწინებული უნდა იქნეს $NaCl$ -ის გამოკრისტალების ფაქტორი.

ლიტერატურა

1. Proceedings of the Kirov State Polytechnic Institute, vol. 5, 1956; (In Georgian) .
2. M. Pozin "Technology of mineral salts (fertilizers, pesticides, industrial salts, oxides and acids" publishing house "Chemistry", 1974; (In Russian).
3. L. Shikheeva, V. Zyryanov. Sodium sulfate Properties and production, Publishing house "Chemistry", Leningrad branch, 1978; (In Russian).
4. www.meteo.gov.ge;
5. http://webmineral.com/MySQL/mineral_chem.php#.X6gks1qSIPZ;
6. N. Matusevich, "Crystallization from Solutions in the Chemical Industry", Publishing House "Chemistry", Moscow, 1968. (In Russian).

UDC 543.3; 553.6

SCOPUS CODE 1502

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-95-105>

Investigation of Azambur Mirabilite Deposit and Lake Water to Obtain Anhydrous Sodium Sulfate

Tamar Nasuashvili Department of Chemical and Biological Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69 M. Kostava str.

E-mail: tamara2903@gmail.com

Marlen Mchedlishvili Department of Chemical and Biological Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69 M. Kostava str.

E-mail: m.mchedlishvili@gtu.ge

Reviewers:

T. Palavandishvili, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

Zh. Gurjia, Doctor of Chemistry, Head of the research laboratory of the research firm Gamma LLC

E-mail: zh.gurjia@gamma.ge

Abstract. Under the influence of environmental conditions, the article examines the change in the physical and chemical properties of the natural brine system containing sodium sulfate, which is located in Georgia, on the territory of the municipality of Sagarejo. To this purpose in November-June 2019-2020 the full chemical compositions of natural brine were studied at one-month intervals. The following ions were studied in brine: SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} . In water samples, conductivity was also measured. The concentrations of the studied ions in the natural brine vary with the season, in particular, all the studied ions begin to decrease in the fall, sharply decrease in the winter, increase in the spring and significantly increase in the summer.

Key words: brine; deposit; Mirabilite; natural resource; Sodium Sulfate; Thenardite.

UDC 543.3; 553.6

SCOPUS CODE 1502

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-95-105>

Исследование месторождения мирабилита Азамбур и воды озера с целью получения безводного сульфата натрия

Тамар Насуашвили Департамент химических и биологических технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 69

E-mail: tamara2903@gmail.com

Марлен Мchedlishvili Департамент химических и биологических технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 69

E-mail: m.mchedlishvili@gtu.ge

Рецензенты:

Т. Ралаванишвили, кандидат технических наук, профессор факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

Ж. Гурджия, доктор химических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией ООО «Гамма».

E-mail: zh.gurjia@gamma.ge

Аннотация. Под влиянием условий окружающей среды в статье рассматривается изменение физико-химических свойств природной системы рассола, содержащей сульфат натрия, который находится в Грузии, на территории муниципалитета Сагареджо. С этой целью в ноябре-июне 2019-2020 гг. исследовался полный химический состав природных рассолов с интервалом в один месяц. В рассоле были исследованы следующие ионы: SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} . В пробах воды, также была измерена электропроводность. Концентрации исследуемых ионов в природном рассоле меняются по сезонам, в частности, все исследованные ионы начинают уменьшаться осенью, резко уменьшаются зимой, увеличиваются весной и значительно увеличиваются летом.

Ключевые слова: месторождение; мирабилит; природные ресурсы; рассол; сульфат натрия; тенардит.

განხილვის თარიღი 05.02.2021

შემოსვლის თარიღი 22.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021