

ხათუნა დონდოლაძე^{1,2}, მარინე ნიკოლაიშვილი^{1,4}, თეა მუსელიანი^{1,2}, გოგი ჯიქია¹,
ალექსანდრე თარხნიშვილი¹, ნოდარ ფოფორაძე³

მაგნეტიტი და ჯანმრთელობის ეფექტები

¹ივანე ბერიტაშვილის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრი; ²ევროპის უნივერსიტეტი;
³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; ⁴გრიგოლ რობაქიძის უნივერსიტეტი

Doi: <https://doi.org/10.52340/jecm.2023.01.19>

*KHATUNA DONDOLADZE^{1,2}, MARINE NIKOLAISHVILI^{1,4}, TEA MUSELIANI^{1,2}, GOGI JIKIA¹,
ALEXANDRE TARKHNISHVILI¹, NODAR POPORADZE³*

MAGNETITE AND HEALTH EFFECTS

¹Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, ²European University,

³Georgian Technical University, ⁴Grigol Robakidze University

SUMMARY

Magnetite (Fe₂+Fe₃+2O₄) is an iron-bearing mineral with magnetic properties. Mostly it is obtained in its natural form. The purpose of our study is to study the effect of magnetite on health. At the first stage of research, we carried out X-ray fluorescence and X-ray phase analyzes of sand taken from beaches with magnetic and non-magnetic sand on the Black Sea coast, namely from the beaches of Ureki and Chakvi.

It can be seen from the research results that the sands of Ureki and Chakvi differ in composition, this difference is not only in magnetite, but in the sand of Ureki (in the crystalline phase) there are two spar, and in the sand of Chakvi only one. However, there is more quartz in the sand taken from Chakvi than in the sand of Ureki. The rare composition of Ureki sand is likely to determine the health effects we plan to study in the next phase of our research.

Keywords: Magnetite, health effects, minerals, black sea

მაგნეტიტი (Fe²⁺·Fe³⁺·2O₄) მაგნიტური თვისებების მქონე რკინის შემცველი მინერალია. იგი ძირითადად მაგმურ და განსაკუთრებით ფუძე მაგმურ ქანებში მთლიანი მარცვლოვანი მასების ან ჩანანინწკლების სახით წარმოიქმნება. გამოფიტვის პროცესის დროს ძნელად განიცდის ჰიდრატაციას, შესაბამისად ძირითადი ქანების გამოფიტვის პროცესის შედეგად ხმელეთიდან კლასტური მასალის სახით შემოტანილი მაგნეტიტები ზღვის და ოკეანეების სიღრმეში და სანაპიროებზე გვხვდება. ბუნებრივი სახით მოიპოვება. გარდა იმისა, რომ მაგნეტიტი რკინის უმნიშვნელოვანი ნედლეულია მისი გამოყენება ხდება სხვადასხვა ხელსაწყოებში, თანამედროვე აპარატურაში და სამკურნალო მასალად. კავკასიაში, საქართველოში მაგნეტიტის შემცველი ქვიშა გვხვდება გურიის რეგიონში, კერძოდ შეკვეთილი-ურეკის შავიზღვისპირა ტერიტორიაზე. ამ ქვიშის სამკურნალო ეფექტები მოსახლეობისთვის კარგადაა ცნობილი, კერძოდ მას ეფექტურად იყენებენ ძვალ-სახსროვანი, გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემის დაავადებების სამკურნალოდ როგორც ბავშვებში, ასევე ზრდასრულებშიც.

მაგნეტიტური ქვიშის ჯანმრთელობაზე მოქმედების კუთხით მეცნიერების აზრი არაერთმნიშვნელოვანია. ცნობილია, რომ მაგნეტიტურ ნანონანილაკებს ნეიროტოქსიური მოქმედებაც გააჩნიათ, კერძოდ ასეთ ქვიშაში შემავალი ნანონანილაკები შესუნთქვით და ჰემატოენეფალური თუ ორგანიზმის სხვა ბარიერული წინაღობების გვერდის ავლით, პირდაპირ ცნოსვის ნერვიდან აღწევენ თავის ტვინში. აქ კი რკინა ზრდის ისეთი ნეიროდეგენერაციული დაავადების რისკს, როგორიცაა ალცჰეიმერის, პარკინსონის და ჰანტინგტონის დაავადებები [1]. თუმცა, რკინის ეს ამალღებული დონე სულაც არ არის დაკავშირებული რკინის შესანახი ან სატრანსპორტო ცილების, ფერიტინისა და ტრანსფერინის ამალღებულ დონეებთან.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში მაგნეტიტი გამოყენებულია სასუნთქი სისტემის დაავადებების სამკურნალოდ, მსოფლიო მასშტაბით ჩატარებულ კვლევებში ჩანს, რომ შესუნთქული მაგნეტიტური ნანილაკები შესაძლოა დაგროვდეს ფილტვებში და გაზარდოს ფილტვის დაავადებების, კერძოდ ფილტვების ქრონიკული ობსტრუქციული დაავადებების, ასთმის რისკი.

გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე მოქმედების მხრივაც მეცნიერთა აზრი გაყოფილია. კვლევებით დასტურდება, რომ მაგნეტიტის ნანონაწილაკებს აქვთ უნარი მოხვდნენ სისხლის მიმოქცევის სისტემაში და ხელი შეუწყონ კარდიოვასკულარული დაავადებების განვითარებას ხელი [2], კერძოდ იგი შესაძლოა მონაწილეობდეს სისხლის კოლტის წარმოქმნაში [3].

კვლევებში მაგნეტიტმა გამოავლინა ოქსიდაციური სტრესის ეფექტი, კერძოდ მაგნეტიტს გააჩნია უნარი, როგორც რეაგენტი ან კატალიზატორი ჩაერთოს ფერტონის [4] ან ჰავერ-ვაისის რეაქციებში [5] და წყალხსნარში მოლეკულური უანგბადის ელექტრონების შემცირებით წარმოქმნას მრავალი ROS რადიკალი.

ამჟამად არსებული კვლევების საფუძველზე ჩანს, რომ ჯანმრთელობაზე მაგნეტიტის მოქმედება ბოლომდე შესწავლილი არ არის და ცალსახად მტკიცება, რომ მაგნეტიტი დადებით ან უარყოფითად მოქმედებს ჯანმრთელობაზე, სარწმუნოს მოკლებულია. მაგნეტიტის ჯანმრთელობაზე მოქმედება მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული, კერძოდ ნაწილაკების ზომაზე, ქვიშიაში მის კონცენტრაციაზე, მოქმედების სიხშირეზე და ხანგრძლივობაზე და სხვა.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენს შევისწავლოთ მაგნეტიტური ქვიშის ჯანმრთელობის ეფექტები, ამიტომ პროექტის საპილოტე ვერსიაში გადავწყვიტეთ შეგვესწავლა ურეკის უნიკალური ქვიშის შემადგენლობა.

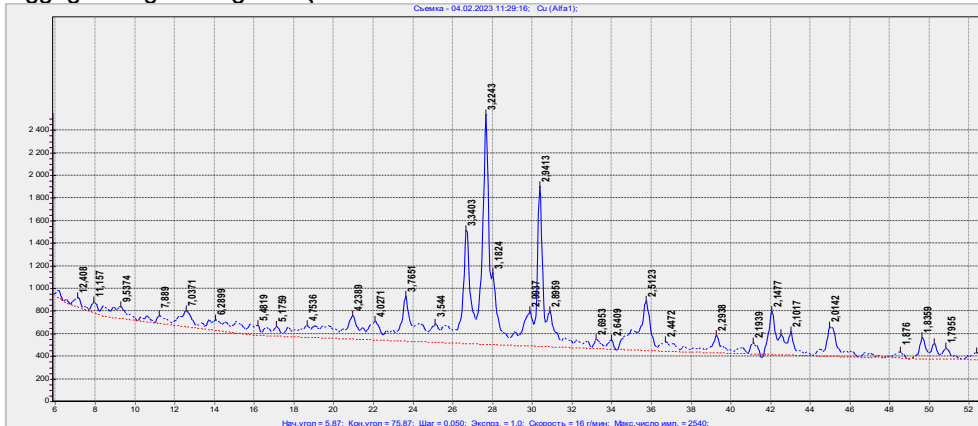
მეთოდები: იმისათვის, რომ შევისწავლოთ მაგნეტიტური ქვიშის ჯანმრთელობის ეფექტები, პროექტის პირველ ეტაპზე გავანალიზეთ ურეკისა და ჩაქვის შავი ზღვის სანაპიროდან აღებული ქვიშის ნიმუშები, კერძოდ რენტგენოფლოუორესცენციური და რენტგენოფაზური ანალიზით განვსაზღვრეთ აღებული ნიმუშები. აღნიშნული კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტში. კვლევა განხორციელდა რენტგენოფლოუორესცენციური სპექტრომეტრით (XRF EDX 3600B) და შესრულდა შესაბამისი სამუშაო სტანდარტული მეთოდიკით (ხს-ს.მ.№1.G-18, სამუშაო პროგრამა: EDX for Mineral and her Alloys და რენტგენოფაზური ანალიზატორით DRON-3. მასალა აღებული იყო დეკემბრის თვეში.

შედეგები: რენტგენოფლოუორესცენტული ანალიზით მიღებული შედეგები ნაჩვენებია სურათზე N1, სადაც ჩანს, რომ ქვიშის კომპოზიციბია განსხვავებულია.

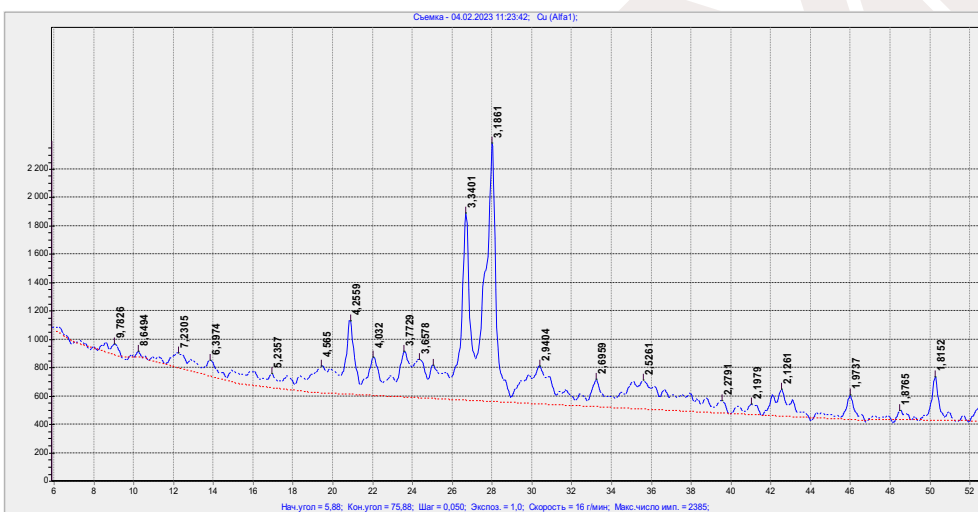
Element	ურეკი Content (%)	ჩაქვი Content (%)
Na(ppm)	0.0995	0.0000
Mg(ppm)	0.8524	0.6725
Al(ppm)	3.4495	5.4986
Si(ppm)	19.7911	19.5188
P(ppm)	0.0616	0.0343
S(ppm)	0.0599	0.0536
K(ppm)	0.8391	0.7159
Ca(ppm)	5.9565	5.1144
Ti(ppm)	0.3362	0.3045
V(ppm)	0.0103	0.0105
Cr(ppm)	0.0162	0.0162
Mn(ppm)	0.0831	0.0771
Fe(ppm)	5.7597	5.5848
Ni(ppm)	0.0134	0.0032
Cu(ppm)	0.0489	0.0352
Zn(ppm)	0.0148	0.0135
As(ppm)	0.0013	0.0006
Rb(ppm)	0.0034	0.0030
Sr(ppm)	0.0216	0.0247
Zr(ppm)	0.0069	0.0057
Ba(ppm)	0.0549	0.0128
Pb(ppm)	0.0024	0.0023

სურათი N1. ურეკის და ჩაქვის შავი ზღვის სანაპიროდან აღებული მასალის (ქვიშის) რენტგენოფლოუორესცენტული ანალიზი

ურეკისა და ჩაქვის სანაპიროდან აღებული ქვიშის ნიმუშების რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგები ნაჩვენებია სურათზე N2 და N3.



სურათი N2. ურეკის ქვიშის ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზი



სურათი N3. ჩაქვის ქვიშის რენტგენოფაზური ანალიზი

დისკუსია: ურეკისა და ჩაქვის შავი ზღვის სანაპირო ზოლიდან აღებული ქვიშის ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა გარკვეულწილად განხვავდება ერთმანეთისგან, კერძოდ ეს განსხვავება კარგად ჩანს რენტგენოფაზურ ანალიზში. ურეკის შემთხვევაში ქვიშის ნიმუშის კრისტალურ ფაზაში ორი მინდვრის შპატია (K-მინდვრის შპატი - 6.29, 4.24, 3.765, 3.22, 2.94, 2.147A0 და Ca-Na -მინდვრის შპატი - 4.02, 3.182 A0), მაშინ როცა ჩაქვის ქვიშის ნიმუშში მხოლოდ ერთი შპატია (Ca-Na -მინდვრის შპატი -6.39, 4.032, 3.77, 2.657, 3.186, 2.94 A0).

ჩაქვის ქვიშაში, ურეკის ქვიშასთან შედარებით მეტი კვარცია (4.255, 3.34, 2.126, 1.973, 1.815 A0 და 3.34 A0 შესაბამისად).

როგორც მოსალოდნელი იყო, ურეკის შემთხვევაში რკინის ოქსიდი მაგნეტიტის ფაზითაა წარმოდგენილი - Fe3O4 - 2.512 A0, მაშინ როცა ჩაქვის ქვიშაში რკინა ძირითადად ჰემატიტის სახითაა -alpha-Fe2O3 -2.695, 2.526 A0.

დასკვნა: ჩვენი კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ურეკისა და ჩაქვის ქვიშის ნიმუშები განსხვავდება კომპოზიციურად, რაც შესაძლოა ჯანმრთელობაზეც სხვადასხვაგვარად მოქმედებდეს. ჯანმრთელობაზე მაგნეტიტის, კერძოდ კი ურეკის ქვიშის ეფექტების შესასწავლად, დაგეგმილია შემდეგი კვლევები.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Pankhurst Q, Hautot D, Khan N, Dobson J. Increased levels of magnetic iron compounds in Alzheimer's disease. J Alzheimers Dis. 2008 Feb;13(1):49-52. doi: 10.3233/jad-2008-13105. PMID: 18334756.
2. Englert N. Fine particles and human health. a review of epidemiological studies. Toxicol Lett. 2004;149(1-3):235-242.

3. Cruz GGDL, Rodríguez-Fragoso P, Reyes-Esparza J, Rodríguez-López A, Gómez-Cansino R, Rodríguez-Fragoso L. Interaction of Nanoparticles with Blood Components and Associated Pathophysiological Effects. Unraveling the Safety Profile of Nanoscale Particles and Materials - From Biomedical to Environmental Applications [Internet]. 2018 Mar 21; Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69386>
4. Winterbourn CC. Toxicity of iron and hydrogen peroxide: the Fenton reaction. Toxicol Lett. 1995 Dec;82-83:969-74. doi: 10.1016/0378-4274(95)03532-x. PMID: 8597169.
5. Koppenol WH. A resurrection of the Haber-Weiss reaction. Nat Commun. 2022 Jan 19;13(1):396. doi: 10.1038/s41467-021-27823-2; PMID: 35046395; PMCID: PMC8770562.

ხათუნა დონდოლაძე ^{1,2}, მარინე ნიკოლაიშვილი ^{1,4}, თეა მუსელიანი ^{1,2}, გოგი ჯიქია ¹, ალექსანდრე თარხნიშვილი ¹, ნოდარ ფოფორაძე ³

მაგნეტიტი და ჯანმრთელობის ეფექტები

¹ივანე ბერიტაშვილის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრი; ²ევროპის უნივერსიტეტი; ³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; ⁴გრიგოლ რობაქიძის უნივერსიტეტი

რეზიუმე

მაგნეტიტი ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{2O}_4$) მაგნიტური თვისებების მქონე რკინის შემცველი მინერალია. იგი ძირითადად მაგმურ და განსაკუთრებით ფუძე მაგმურ ქანებში მთლიანი მარცვლოვანი მასების ან ჩანაწინკლების სახით წარმოიქმნება. ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მაგნეტიტური ქვიშის ჯანმრთელობის ეფექტების შესწავლა, ამიტომ პროექტის საპილოტე ვერსიაში გადავწყვიტეთ შეგვესწავლა ურეკის უნიკალური ქვიშის შემადგენლობა.

ჩვენი კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ურეკისა და ჩაქვის ქვიშის ნიმუშები განსხვავდება კომპოზიციურად, რაც შესაძლოა ჯანმრთელობაზეც სხვადასხვაგვარად მოქმედებდეს. ჯანმრთელობაზე მაგნეტიტის, კერძოდ კი ურეკის ქვიშის ეფექტების შესასწავლად, დაგეგმილია შემდეგი კვლევები.

რ