



OROGENIC VOLCANISM OF THE SOUTHEASTERN LESSER CAUCASUS

Laman Teymurzadeh¹, Dilaver Rasulov², Rahim Gubadov³

^{1,2,3}Azerbaijan State Oil and Industry University

^{1,2,3}Department "Geology and development of mineral deposits"

¹Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, ^{2,3}Masters

E-mail: ¹lamanteymur@gmail.com, ²resulov.dilaver.01@gmail.com,

³qubadov.rahim2002@gmail.com

ABSTRACT

The article examines the formation of the southeastern area of the Lesser Caucasus and the distribution of rocks associated with it. The N-Morb and AFC (assimilation-fractional crystallization) methods were applied to the samples of the mentioned area. Through this, the chemical composition of the samples and the transformation processes over time were studied.

Based on the data obtained, the initial crystallization of apatite and amphibole in the magma and its enrichment with rare elements and light lanthanides were determined.

Mineralogical signs of hybridism have been sufficiently manifested for the Neogene volcanic rocks of the Lesser Caucasus. These signs include the zonation of plagioclase, the erosion of early crystallized minerals, and the presence of microinclusions containing gabbro, granodiorite, etc. in medium and acidic rocks.

The replacement of compression with tension created conditions for arch-type uplifts and led to the formation of poorly differentiated trachybasalt-basaltic and trachyandesite series in intermediate foci. The southeastern part of the Lesser Caucasus consists of dolomite-calcareous lithofacies of Lower and Middle Triassic age. Small admixtures of sandy-clayey material in the lower horizons of the Lower Triassic are explained by the inclusion of terrigenous material. Terrigenous material is practically absent in the Upper Triassic compared to the Lower Triassic. This situation indicates that the process of deposition of pure carbonate species in deep basins occurred under relatively mild conditions. Towards the end of the Lower Triassic period, intensive shallowing of the sea was observed. In connection with this event, massive oolitic limestones with a thickness of 40 meters were formed in the upper parts of the cut. In the Upper Triassic, calcareous-shale-sandy (in the northwestern part of the region) and calcareous-dolomite facies were recorded in the southeastern region of the Lesser Caucasus.

In the Neogene andesite-dacite-rhyolite formation rocks that formed the central structure of the Lesser Caucasus, a zonal distribution of minerals such as plagioclase, clinopyroxene, amphibole and magnetite is observed, which determines that crystallization differentiation plays an important role with the participation of volcanic rocks. It is possible to separate dark-colored minerals such as clinopyroxene, magnetite and amphibole, and to separate andesites.

It is clear from the work done in the studied area that the southeast of the Lesser Caucasus is rich in important elements. Mineralogical signs of hybridism have been proven in the Neogene volcanic rocks of the Lesser Caucasus. The results obtained in the study area are of great importance in the preparation of future search and forecasting factors.

Key words: volcanism, fraction, material, lithofacies, structure, formation, crystallization

KIÇIK QAFQAZIN CƏNUB-ŞƏRQİNİN OROGEN VULKANİZMI

Ləman Teymurzadə¹, Dilavər Rəsulov², Rahim Qubadov³

^{1,2,3}Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

^{1,2,3}Kafedra "Faydalı qazıntı yataqlarının geologiyası və işlənməsi"



¹Geologiya-mineralogiya elmləri namizədi, dosent, ^{2,3}magistrantlar
E-mail: ¹lamanteymur@gmail.com, ²resulov.dilaver.01@gmail.com,
³qubadov.rahim2002@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalədə Kiçik Qafqazın cənub-şərq sahəsinin əmələgəlməsi və onunla bağlı olan süxurların paylanmasına baxılmışdır. Adı çəkilən sahənin nümunələrinin N-Morb və AFC (assimilyasiya-fraksion kristallaşma) metodları tətbiq edilmişdir. Bunun vasitəsi ilə nümunələrin kimyəvi tərkibi və zaman ərzində çevrilmə prosesləri öyrənilmişdir. Alınan məlumatlar əsasında maqmada apatit, amfibolun ilkin mərhələdə kristallaşması və nadir elementlərlə, yüngül lantanoidlərlə zənginləşməsi təyin olunmuşdur. Kiçik Qafqazın mərkəzi quruluşunu formalaşdırmış Neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasıya süxurlarında plagioklaz, klinopiroksen, amfibol və maqnetit kimi mineralların zonal paylanması müşahidə olunur ki, bu da vulkanik süxurların iştirakı ilə kristallaşma diferensiyasının mühüm rol oynadığını müəyyən edir. Klinopiroksen, maqnetit və amfibol kimi tünd rəngli mineralların ayrılması, andezitlərin ayrılması mümkündür. Tədqiq olunmuş sahənin görülən işlərindən aydın olur ki, Kiçik Qafqazın cənub-şərq mühüm elementlərlə zəngindir. Kiçik Qafqazın Neogen yaşlı vulkanitlərində hibridizmin mineraloji əlamətləri sübut olmuşdur. Tədqiqat sahəsində alınan nəticələr gələcək axtarış-proqnozlaşdırma amillərinin hazırlanmasında böyük əhəmiyyətə malikdir.

Açar sözlər: vulkanizm, fraksion, material, litofasiya, struktur, formasiya, kristallaşma.

Giriş

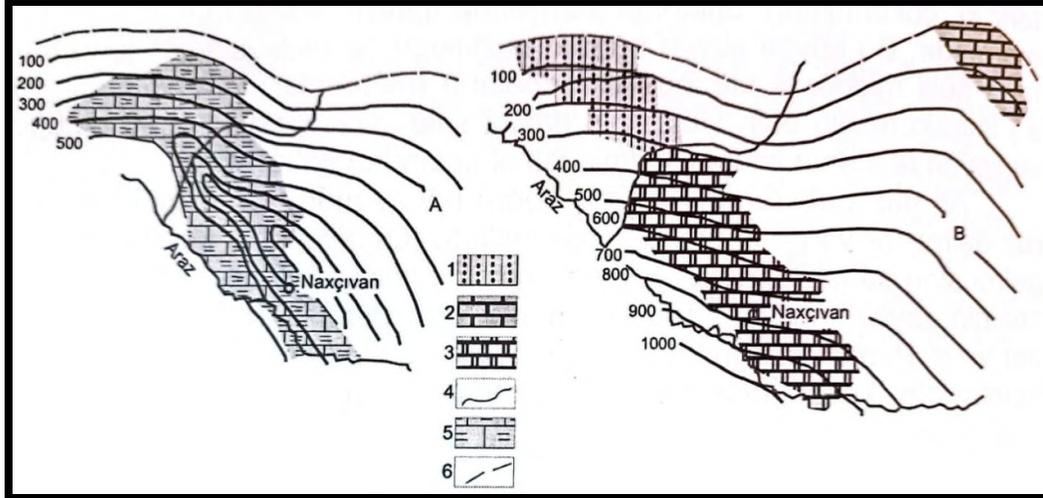
Kiçik Qafqazın cənub-şərq hissəsi alt və orta trias yaşlı dolomit-əhəngli litofasiyalardan ibarətdir. Alt triasın aşağı horizontlarında qumlu-gilli materialın kiçik qarışıqları terrigen materialın daxil olması ilə izah olunur. Alt triasa nisbətən üst triasda terrigen material praktik olaraq iştirak etmir. Bu vəziyyət dərin hövzələrdə təmiz karbonat növlərinin çökmə prosesinin nisbətən mülayim şəraitdə baş verdiyini göstərir. Alt Trias dövrünün sonlarına yaxın dənizin intensiv şəkildə dayazlaşması müşahidə olunur. Bu hadisə ilə əlaqədar olaraq, kəsilişin yuxarı hissələrində 40 metr qalınlığında massiv oolitli əhəngdaşlarının yaranması baş verir. Üst Triasda isə Kiçik Qafqazın cənub-şərq bölgəsində əhəngli-şistli-qumlu (regionun şimal-qərb hissəsində) və əhəngli-dolomitli fasiyalar qeydə alınmışdır.

Kimyəvi və fiziki-kimyəvi tədqiqatlar nəticəsində əldə olunan məlumatlara əsaslanaraq, araşdırılan regionda çöküntütoplanma hövzəsi güclü bərpəedicici geokimyəvi şəraitlə fərqlənir. Bu şərait, karbonatların (əhəngdaşı və dolomitlər) toplanmasına səbəb olmuş qələvi və duzlaşmış mühit ilə xarakterizə olunur [1].

Alt trias çöküntüləri sey və kampil mərtəbələri ilə təmsil olunmuşdur. Sey mərtəbəsi qırmızı rəngdə, incə lövhəli, kriptodənəli və pelitomorf əhəngdaşları ilə örtülmüşdür. Mergellər də bu mərtəbədə mövcuddur. Kampil mərtəbəsi isə boz rəngli, incə və ortalaylı, təbəqəli, fukoidli, tünd-boz incəlaylı, kripto və kiçik dənəvər gilli, qırmızımtıl və yasəmən rəngli qalınlaylı, pizolitli və boz massivlərdən ibarət olub, həmçinin incəlaylı oolitli əhəngdaşları ilə təzahür edir. Alt Trias kəsilişində litofasiyanın dəyişməsi müşahidə edilir (şəkil 1).

Trias kəsilişinin yuxarı hissəsində əhəngdaşları qalınlaylı, tez-tez gilli massivlər ilə müşayiət olunur və bəzi yerlərdə bu təbəqələr oolitli növlərə çevrilir. Alt Triasın sonlarına yaxın isə daha təmiz növlərin toplanması müşahidə edilir.

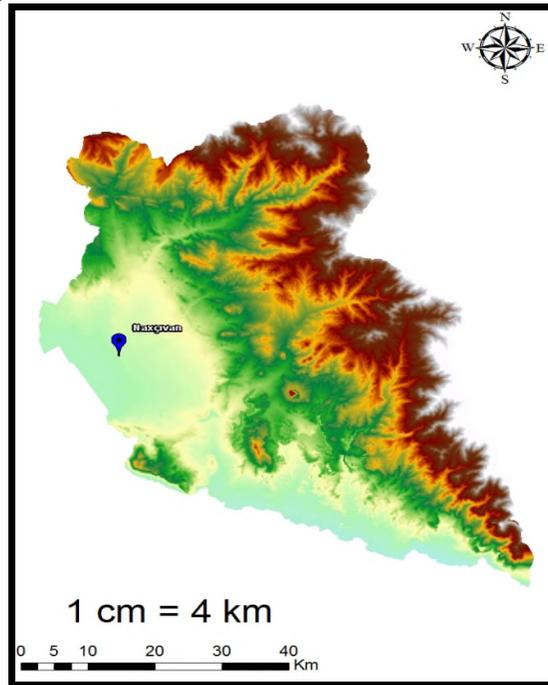
Orta Triasda massiv, incə və qalınlaylı, brekçiyabənzər, oolitli və pizolitli əhəngdaşları mövcuddur. Bu təbəqələr qalınlaylı brekçiyaşəkilli dolomitlər və qumlu mergellərlə növbələşir. Orta Triasın alt hissəsində (0-124 m) əhəngli gillər və incə təbəqəli pelitomorf gilli əhəngdaşları üstünlük təşkil edir. Bir qədər yuxarıda isə fukoidli və psevdokonqlomeratlı əhəngdaşları və qalınlaylı mergellər müşahidə edilir. Lay dəstəsinin tavanında gilli əhəngdaşları və bənövşəyi-qırmızı pelitomorf gilli dolomitlər təzahür edir. Keçəltəpə kəsilişində isə orta Trias çöküntülərinin yuxarı hissələrində oolitli əhəngdaşlarının layları qeyd olunur.



Şəkil 1. Kiçik Qafqazın cənub-şərq hissəsinin alt, orta və üst trias çöküntülərinin fasiya və qalınlıqları

1 – əhəngdaşlı-qumlu fasiya; 2 – əhəngdaşı fasiyası; 3 – dolomitli fasiya; 4 – dolomit-əhəngdaşı fasiyası; 5 – izopaxit xətləri; 6 – qurunun ehtimal olunan sərhədi

Üst Triasda boz və qonuru-boz rəngli, orta və qalınlaylı kriptu, incə və kiçikdənəvər dolomitlər, bəzi hallarda dəmirləşmiş, tez-tez (xüsusilə kəsilişin yuxarı hissəsində) kavernalı, zolaqlı və çatlı strukturlu dolomitlər, əhəngli dolomitlər və əhəngdaşları mövcuddur. Bu dolomitlərin strukturu heteroblastik olub, kiçik miqdarda gilli-əhəngli material (10-15%) ilə dolomitin qeyri-bərabər dənəli aqrəqatından ibarətdir. Kripto və incədənəvər gilli-əhəngli dolomitlər Ardağlı və Qaraquş kəsilişlərində inkişaf etmişdir. İncə və kiçikdənəvər dolomitlər isə Nehrəm və Böyükdüz kəsilişlərində sıx quruluşla xarakterizə olunur (şəkil 2).



Şəkil 2. Kiçik Qafqazın cənub-şərq modeli

Məqsəd

Kiçik Qafqazın mərkəzi quruluşunu formalaşdırmış Neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında plagioklaz, klinopiroksen, amfibol və maqnetit kimi mineralların zonal paylanması müşahidə olunur ki, bu da vulkanik süxurların iştirakı ilə kristallaşma diferensiyasının mühüm rol oynadığını müəyyən edir. Klinopiroksen, maqnetit və amfibol kimi tünd rəngli mineralların ayrılması, andezitlərin ayrılması mümkündür.

Andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında orta və turş süxurlar iştirak edir, ona görə Rb və Y elementləri üçün fərqli minerallarda paylanma əmsalı verilmişdir.

Cədvəl 1. Orta və turş süxurların minerallarında Rb və Y-un paylanma əmsalları

Minerallar	Hrb	Pl	Opx	Cpx	Orta süxurlar				
					Ol	Bi	Sn	Gr	Mt
Rb	0,13	0,1	0,025	0,25	0,035	3	0,18	0,005	0,06
Y	3	0,06	0,45	1,2	0,01	0,45	0	12	0,5
					Turş süxurlar				
Rb	0,15	0,3	0,2	0,1	0,035	4,5	0,25	0,02	0
Y	9	0,15	1	2,5	0,01	0,8	0,13	35	2

Mineralların işarələri: Hrb-amfibol, Pl-plagioklaz, Opx-ortopiroksen, Cpx-klinopiroksen, Ol-olivin, Bi-biotit, Sn-sanidin, Gr-qranat, Mt-maqnetit.

Əsasən yüksək qradiyentlər maqnetit, piroksen kimi mineralların fraksionlaşması, aşağı qradiyentlər isə amfibol-qranat-biotit assosiasiyalarının kristallaşması hesabına əmələ gəlir.

Həl-hazırda kalsiumlu qələvili nümunələrdə andezit-dasit-riolit formasiyasının ana maqması yüksək alüminiumlu bazaltlar qeyd olunur. Yüksək alüminium tərkibli bazaltlar maqneziumlu mantiya maqmasının kristallaşma diferensiasiyası nəticəsində, yüksək miqdarda olivin-klinopiroksen assosiasiyasının çökməsi nəticəsində yaranır [2].

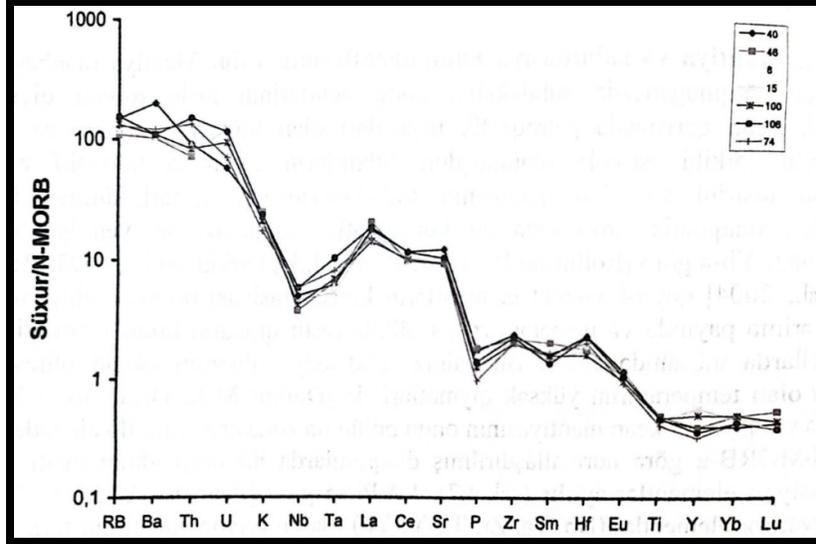
Formasiya süxurlarının yüngül nadir torpaq elementləri və bir çox qeyri-kovergerent elementlərlə nümayişi, onların əmələgəlmə prosesində yenilənmiş mantiya maddəsiylə əhəmiyyətini göstərir (Cədvəl 1).

Metodlar

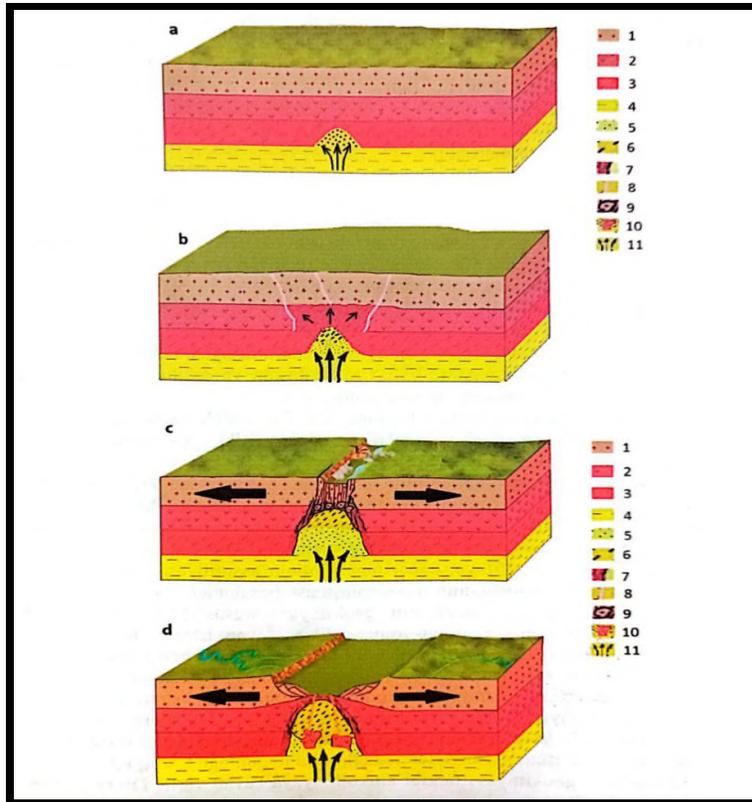
Tədqiq olunan andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında silisium oksidinin ən az olduğu süxurlar, andezitlər və onların mülayim qələvi tipləridir. Süxurların əsasi tərkibli olması və (biçənək lay daxili - Naxçıvanda, Qeqam və Ayodzor dağlıq ərazilərində) bazaltlar, olivinli bazaltlar, bazaltik-andezitlərin mövcudluğu formasiyalarının ilkin bazalt tərkibli olmasını sübut edir (şəkil 4).

Yer qabığının dərinlik ocaqlarında ilkin maqmanın təkamülü olivin-klinopiroksenin mineral assosiasiyasının fraksionlaşmasına və yüksək alüminiumlu qalıq ərintilərin meydana çıxmasına səbəb olmuşdur. Sonuncu qalıq ərintilərin səthə qalxması, ətraf süxurların əriməsi və qabıq materialı ilə kontaminasiya olunmuş hibrid maqmasının formalaşması ilə müşayiət olunmuşdur. Dekompresiyanın hesabına metasomatitləşmiş üst mantiyada və bazalt qatının aşağı hissələrində ərimə baş verir və bu ərinti qələvi, qələvi torpaq, yüngül nadir torpaq elementləriylə zənginləşir. Bu prosesin nəticəsində qələvilərlə nisbətən zəngin olan bazalt ərintisi yaranır.

Yer qabığı və mantiya mənşəli maqmatizmin zaman və məkan baxımından yaxın olması və ümumi sıxılma da mantiya diapirinin yer qabığına doğru qalxması, metamorfizmin qranulit müddətində yaranmışdır. Yer qabığının (andezit modeli) əriməsi baş vermiş və radiogen Sr və Nd ilə yenidən qurulmuşdur. Sıxılma şəraitinin dartılma ilə əvəzlənməsi ilə tağ tipli qalxmalara şərait yaratmış və aralıq maqmatik ocaqlarda zəif diferensiasiyaya uğramış traxibazalt-bazaltik və traxiandezit seriyasının yaranmasına səbəb olmuşdur [5].



Şəkil 3. Andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurlarında kogerent və qeyri-kogerent elementlərin normallaşdırılmış spayder diaqramı (N-MORB-a görə)



Şəkil 5. Kiçik Qafqazın Neogen-Dördüncü dövr vulkanizminin təkamül modeli. a - mantiya diapirinin qalxmasının erkən mərhələsi; b - Gec Miosen-Alt Pliosen mərhələsi; c - Üst Pliosen mərhələsi; d - Üst Pliosen-Dördüncü dövr mərhələsi. 1-qranit təbəqəsi; 2-bazalt təbəqəsi; 3-mantiya; 4-astenosfer; 5-metasomatitləşmiş mantiya; 6-anateksis sahəsi; 7-qismən ərmiş bazalt qatı; 8-daykalar; 9-qismən ərmiş qranit-metamorfik qatı; 10-üst mantiyanın qismən ərmiş materialı; 11-mantiya flüidlərinin qalxan axını

Nəticə

1. Orta və Turş süxurlar kontinentlərin fəal kənarında və kolliziya zonalarında geniş yayılmışdır.
2. İlkin bazalt maqmasından olivin, klinopiroksen, maqnetit, amfibol, kimi tünd rəngli mineralların fraksionlaşması andezitlərin yaranmasına səbəb olmuşdur.
3. Kiçik Qafqazın Neogen yaşlı vulkanitlərində hibridizmin mineraloji əlamətləri sübut olmuşdur.
4. Formasiya süxurlarının yüngül nadir torpaq elementlərlə və bir çox qeyri-konvergent elementlərlə zəngin olması onların əmələ gəlməsində zənginləşmiş mantiya maddəsinin əlaqəsi olduğunu göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Geology of Azerbaijan, Volume I. Baku, 2015.
2. Imamverdiyev N.A., Valiev A.A., Gasanguliyeva M.Yu. Petrology and geochemistry of late Cenozoic collisional volcanism of the Lesser Caucasus. - OOO "Laman Publishing Polygraph", Baku, 2017.
3. Huseynov G.S., Mamedov I.A. 2023. Chemical composition and internal structure of native gold of pyrite and pyrite-polymetallic deposits of Lok-Garabakh structural-formation zone of the Lesser Caucasus. Republic of Kazakhstan, city of Zhetygara, "Mining and geological magazine", No. 3-4 (75-76), p. 24-29.
4. Abdullayeva Sh., Baba-zadeh V., Kekeliya S., Imamverdiyev N., Mansurov M., Takhmazova T., Kekeliya M., Romanko A. 2017. Principles of compilation of prospecting multiplefactor models of volcanogenic deposits of non-ferrous metals (on the example of the Lesser Caucasus). Engineering Computations. Emerald Group Publishing LTD., ISSN: 0264-4401, Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 1.225 SCImago Journal Rank (SJR): 1.567 Impact factor: 2.15055-Yr impact factor: 1.441 *2014 Journal Citation Reports®, Thomson Reuters (In press), No. 8(2), Vol. 34, pp. 2495-2522.
5. Imamverdiyev N.A., Baba-zadeh V.M., Romanko A.E., Abdullayeva Sh.F., Hasankuliyeva M.Y., Babayeva Q.D., Veliyev A.A. 2017. Formation of the Late Cenozoic Volcanic Complexes of the Lesser Caucasus (Translated from Geotectonics) // Geotectonics, Vol. 51, No. 5, pp. 489-498.
6. Imamverdiyev N.A., Gasanguliyeva M.Ya., Babaeva G.S., Abdullayeva Sh.F., Veliyev A.A. 2018. Petrogenesis of the Late Cenozoic collision volcanism in the central part of the Lesser Caucasus (Azerbaijan) // Russian Geology and Geophysics. January, Vol. 59, Iss. 1, Pages 1-110: pp. 42-55.
7. Guseynov G.S., Mamedov I.A., Teymurzade I.T. 2023. Extraction of Gold from Sulfide and Sulfide-Polymetallic Ores from the Lok-Garabagh Structural-Formational Zone of the Lesser Caucasus. Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, Vol. 15, №4, p. 108-118.
8. Xianqing Gao, Xiaoming Sun, Yu Fu, Qiaofen Liu. 2022. Garnet geochemistry of the giant Beiya gold-polymetallic deposit in SW China: Insights into fluid evolution during skarn Formation. Ore Geology Rev. 150, p. 1-12.

ОРОГЕННЫЙ ВУЛКАНИЗМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КAVKAZA

¹Леман Теймурзаде, ²Дилавар Расулов, ³Рахим Губадов

^{1,2,3}Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

^{1,2,3}Кафедра «Геология и разработка месторождений полезных ископаемых»

¹Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ^{2,3}Магистрата

E-mail: ¹lamanteymur@gmail.com, ²resulov.dilaver.01@gmail.com, ³qubadov.rahim2002@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрено формирование юго-восточного района Малого Кавказа и распространение связанных с ним пород. Для образцов указанного района были применены методы N-



Моgб и AFC (ассимиляционно-фракционная кристаллизация). Благодаря этому был изучен химический состав образцов и процессы трансформации во времени. На основании полученных данных установлена кристаллизация апатита и амфибола в магме на начальном этапе и обогащение редкими элементами и легкими лантаноидами. Минералогические признаки гибридности достаточно выражены для неогеновых вулканитов Малого Кавказа. К таким признакам относятся зональность плагиоклаза, выедание раннекристаллизованных минералов, габброидов, гранодиоритов и др. в средних и кислых породах доказано, что микровключения, содержащие. В породах неогеновой андезит-дацит-риолитовой формации, слагающих центральную структуру Малого Кавказа, наблюдается зональное распределение таких минералов, как плагиоклаз, клинопироксен, амфибол и магнетит, что определяет важную роль кристаллизационной дифференциации с участием вулканических пород. Удаётся выделить темноцветные минералы, такие как клинопироксен, магнетит и амфибол, а также разделить андезиты. Из проведенных работ на изученной территории видно, что юго-восток Малого Кавказа богат важными элементами. В неогеновых вулканических породах Малого Кавказа доказаны минералогические признаки гибридности. Полученные в исследуемой области результаты имеют большое значение при подготовке будущих поисковых и прогнозных факторов. Из работ, проведенных на исследуемом участке, видно, что юго-восток Малого Кавказа богат важными элементами. Результаты, полученные на исследуемом участке, имеют большое значение при подготовке будущих поисков и прогнозировании факторов.

Ключевые слова: вулканизм, фракция, материал, литофация, строение, образование, кристаллизация.

Publishing history: 30.06.2025

Article received: 22.05.2025

Article accepted: 10.06.2025