

KİÇİK QAFQAZIN MƏRKƏZİ HİSSƏSİNİN NEOGEN VULKANİZMİNİN  
ƏMƏLƏGƏLMƏSİNİN GEOKİMYƏVİ ASPEKTLƏRİN.Ə. İmamverdiyev<sup>1</sup>, M.Y. Həsənquliyeva<sup>2</sup><sup>1</sup>Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan<sup>2</sup>AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan**Geochemical aspects of the formation of Neogene volcanism in the central part of the Lesser Caucasus**  
N.A. Imamverdiyev<sup>1</sup>, M.Y. Hasanguliyeva<sup>2</sup><sup>1</sup>Baku State University, <sup>2</sup>Institute of Geology and Geophysics ANAS, Baku, Azerbaijan**ABSTRACT**

The article considers the formation of Neogene volcanism in the central part of the Lesser Caucasus on the basis of geochemical features. It was found that in the andesite-dasite-rhyolite association rocks, where volcanism is expressed, light lanthanides predominate over weight, and therefore the La/Sm, La/Yb ratios are high. In medium rocks (quartz latites, andesites) the Eu/Eu\* ratio is close to unity ( $Eu/Eu^* = 0.94-1.05$ ), in more acidic rocks the weak Eu-minimum ( $Eu/Eu^* = 0.58-0.63$ ) and indicates the fractionation of plagioclase in the formation of acidic rocks. Enrichment melts and fluids with a relatively high melting point caused the increase of Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb, Nb/Y, Nb/Yb ratios in the association rocks and their enrichment with Ba, Sr, rare earth elements. It was concluded that the source of the enriched mantle played a key role in the formation of andesite-dasite-riolite association rocks of the central part of the Lesser Caucasus.

**KEYWORDS**

central part of the Lesser Caucasus; Neogene volcanism; distribution of rare earth and rare elements; source of enriched mantle.

*e-mail: inazim17@yahoo.com**<https://doi.org/10.53404/Sci.Petro.20210100001>***Giriş**

Kiçik Qafqazın Azərbaycan hissəsində Neogen vulkanizmi Laçın antiklinoriumunda, Kəlbəcər törəmə çökəkliyində, Qoçaz və Sarıbaba sinklinoriumlarında, Naxçıvan zonasında geniş yayılmışdır. Neogen vulkanizminin inkişafı Kiçik Qafqazın ümumi inkişaf təkamülünün davamı olaraq bu strukturların tərkib hissəsini təşkil edir. Bu strukturlar çoxlu miqdarda köndələn antiklinal və sinklinallarla şimal – şimal-şərq istiqamətli faylarla mürəkkəbləşmişdir. Bu faylar boyu Neogen dövründə çoxlu miqdarda şaquli və dik yatan riolit, dasit tərkibli daykalar özünü büruzə vermişdir. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində Üst Miosen-Alt Pliosen yaşlı andezit-dasit-riolit vulkanik forması ayırılmışdır [1]. Formasiya süxurlarının tərkibində andezit, dasit, riodasit, riolit və az miqdarda onların mülayim qələvili növləri olan traxiandezit, kvarslı latit, traxidasit ayrılır. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində intişar tapmış andezit-dasit-riolit forması üçün yüksək kaliumlu kalsiumlu-qələvili seriyanın əmələ gəlməsi səciyyəvi olub, özünəməxsus petrokimyəvi tərkiblə tipik normal qələvili kalsiumlu-qələvili seriyadan

fərqlənir və onların əmələ gəlməsində maqnetitin, plagioklazın, klinopiroksenin, amfibolun, apatitin fraksiyalaşması kifayət qədər böyük rol oynamışdır.

Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin (Azərbaycan) Neogen vulkanizminin geokimyəvi xüsusiyyətləri kifayət qədər öyrənilmişdir [1-12]. Qeyd etmək lazımdır ki, ancaq petrokimyəvi məlumatlar vulkanitlərin genetik məsələlərini, o cümlədən, ilkin substratın qiymətləndirilməsində, bu və ya başqa maqmanın haradan əriməsini həll etdikdə kifayət etmir. Bu məsələləri həll etmək üçün petrogen komponentlərə nisbətən nadir və nadir torpaq elementlərinin geokimyəvi xüsusiyyətləri daha həssas indikator rolunu oynayır. Bu onunla əlaqədardır ki, süxurların əsas komponentlərinə nisbətən mikroelementlərin müxtəlif fazalar arasında, məsələn, ərinti və kristallar arasında paylanması vahiddən bir neçə dəfə fərqlənərək daha geniş intervalda dəyişir. Təqdim olunan məqalə qismən bu məsələlərin həllinə həsr olunmuşdur.

**Neogen vulkanizminin süxurlarında nadir torpaq elementlərinin paylanması**

Maqmatik süxurlarda nadir torpaq elementlərinin

(NTE-REE) paylanmasının böyük petroloji əhəmiyyəti vardır. Məlum olduğu kimi NTE müxtəlif süxurlarda paylanmasını və alınan nfticələri interpretasiya etmək üçün onların miqdarını xondritə görə normallaşdırırlar. Bu məqsədlə S.S. Sun və V.F. Makdonousun [13] məlumatlarından istifadə edilmiş və şəkil 1-də öz əksini tapmışdır.

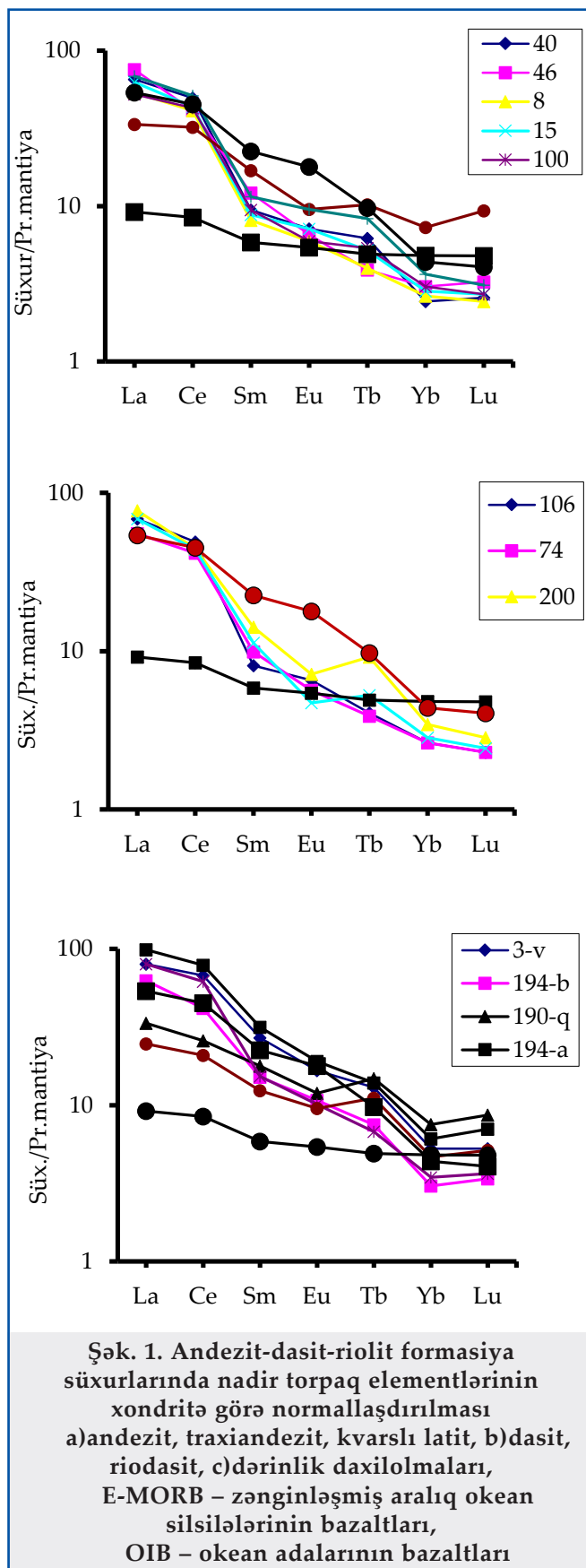
Öyrənilən formasiya süxurlarında NTE çox da böyük olmayan intervalda dəyişir və yüngül lantanoidlər ( $\Sigma Ce$ ) ağır lantanoidlərə ( $\Sigma Y$ ) nisbətən üstünlük təşkil edir (cədvəl). Bu isə La/Yb nisbətinin yüksək qiyməti ilə (25-40) ifadə olunur və bu səbəbdən xondritə görə normallaşdırma diaqramında NTE paylanmasında əyimlik müşahidə edilir. La/Yb nisbətinin formasiya süxurlarında belə yüksək olması «anomal» hesab oluna bilər və Qərbi Kamçatkanın şoşonit-latit, kaliumlu bazaltoid və Aralıq silsiləsinin qələvi-bazalt-komendit seriyaları ilə müqayisə olunaraq tipik «adalar qövsü» seriyalarından fərqlənir [14, 15]. Vulkanitlərin təkamülündə NTE cəmi demək olar ki, az nisbətdə dəyişir, kvarslı latitlərdə yüngül NTE miqdarı yüksəkdir. Başqa sözlə desək, süxurlarda silisiumun miqdarı artdıqda NTE cəmində demək olar ki, az bir dəyişiklik hiss olunur. Buna baxmayaraq bütün vulkanitlərdə yüngül lantanoidlərə daxil olan elementlərin paylanması ağır lantanoidlərin paylanmasından fərqlənir və diaqramdan aydın görünür. Xondritə nisbətən normallaşdırılmış diaqramda yüngül lantanoidlərin ağıra nisbətən paylanma trendi daha dikdir və La/Sm nisbəti yüksəkdir. Ağır lantanoidlərdə isə maillik azalır.

Formasiya süxurları vacib genetik informasiya verən Eu anomaliyasına görə də fərqlənir. Orta süxurlarda (kvarslı latitlərdə, andezitlərdə) bu nisbət vahidə yaxınlaşdığı halda ( $Eu/Eu^*=0.94-1.05$ ) daha turş süxurlarda zəif Eu-minimumu ( $Eu/Eu^*=0.58-0.63$ ) qeyd olunur və daha turş süxurların əmələ gəlməsində plagioklazın fraksiyonlaşmasına dəlalət edir [16].

Dərinlik daxilolmalarında NTE paylanması təqribən analoji şəkil alır. Melanokrat əlavələrdə yüngül lantanoidlərin miqdarı daha yüksəkdir və qrafikin forması daha dikdir, bəzi süxurlarda az da olsa Eu-minimumu nəzərə çarpır (şəkl.1).

Qeyd etdiyimiz diaqramlara müqayisə üçün OIB (okean adalarının bazaltlarının) və E-MORB (zənginləşmiş aralıq okean silsilələrinin bazaltlarının) geokimyəvi tərkibi də salınmışdır. Şəkildən görüldüyü kimi, bütövlükdə dərinlik daxilolmalarında NTE paylanması OIB-ə yaxındır, ətraf süxurlarda isə yüngül NTE OIB-ə yaxındır. Orta NTE (MREE) miqdarı OIB-də daha yüksəkdir. Ağır NTE (HREE) miqdarı isə OIB və E-MORB-la üst-üstə düşür.

Nadir torpaq elementlərində olduğu kimi Y-in də



Cədvəl

**Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında və onların daxilolmalarında mikroelementlərin (ppm) miqdarı**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rb	83	61	66	63	74	42	51	86	72	20	27
Sr	1105	840	935	935	850	520	860	935	833	349	1100
Ba	1250	640	640	650	690	400	850	690	760	389	440
Ni	24	20	22	30	31	69	25	32	25	70	70
Co	20	20	30	35	16	34	24	3	15	35	35
Zr	178	163	150	160	150	130	160	170	150	110	85
Nb	12	9	10	11	10	8	11	14	14	10	19
Ta	0.84	0.88	0.82	0.72	0.94	0.46	0.77	1.4	1.1	0.4	0.68
Hf	4.8	3.7	4	3.6	3.3	3.8	4.3	4.7	4.2	2.8	3.1
Th	11	8.6	11	9.3	10		10	18	16	4	5.1
U	2.7		4.7	5.7	4.4	4	4	5.4	3.3	2	5.3
La	45	52	37	43	36	23	47	47	38	23	68
Ce	88	73	73	77	76	57	91	87	74	46	140
Sm	4.2	5.4	3.6	3.9	4.2	7.5	5.1	3.6	4.4	7.9	14
Eu	1.2	1.1	1	1.2	1	1.6	1.6	1.1	0.95	2	3.2
Tb	0.67	0.42	0.43	0.56	0.58	1.1	0.9	0.44	0.42	1.6	1.5
Yb	1.2	1.5	1.3	1.4	1.5	3.6	1.8	1.3	1.3	3.7	3
Lu	0.19	0.24	0.18	0.2	0.2	0.69	0.23	0.17	0.17	0.64	0.52
Y	11	11	16	16	14	29	13	10	9	25	27

paylanması mineralların fraksiyonlaşması ilə nəzarət olunur. Bu onunla izah edilir ki, Y-un mineral və ərinti arasında paylanma əmsalı müxtəlif minerallar arasında müxtəlif qiymətlərə malikdir. Belə ki, orta və turş lavaların plagioklazlarında Y-un paylanma əmsalı 0.1 [17], klinopiroksendə 0.8-1.1, andezitlərin amfibollarında 3, riolitlərdə isə 8-10 təşkil edir [18]. Orta süxurlardan turşa doğru Y-un nisbətən artması onun plagioklazın kumulusda toplanması ilə izah edilə bilər.

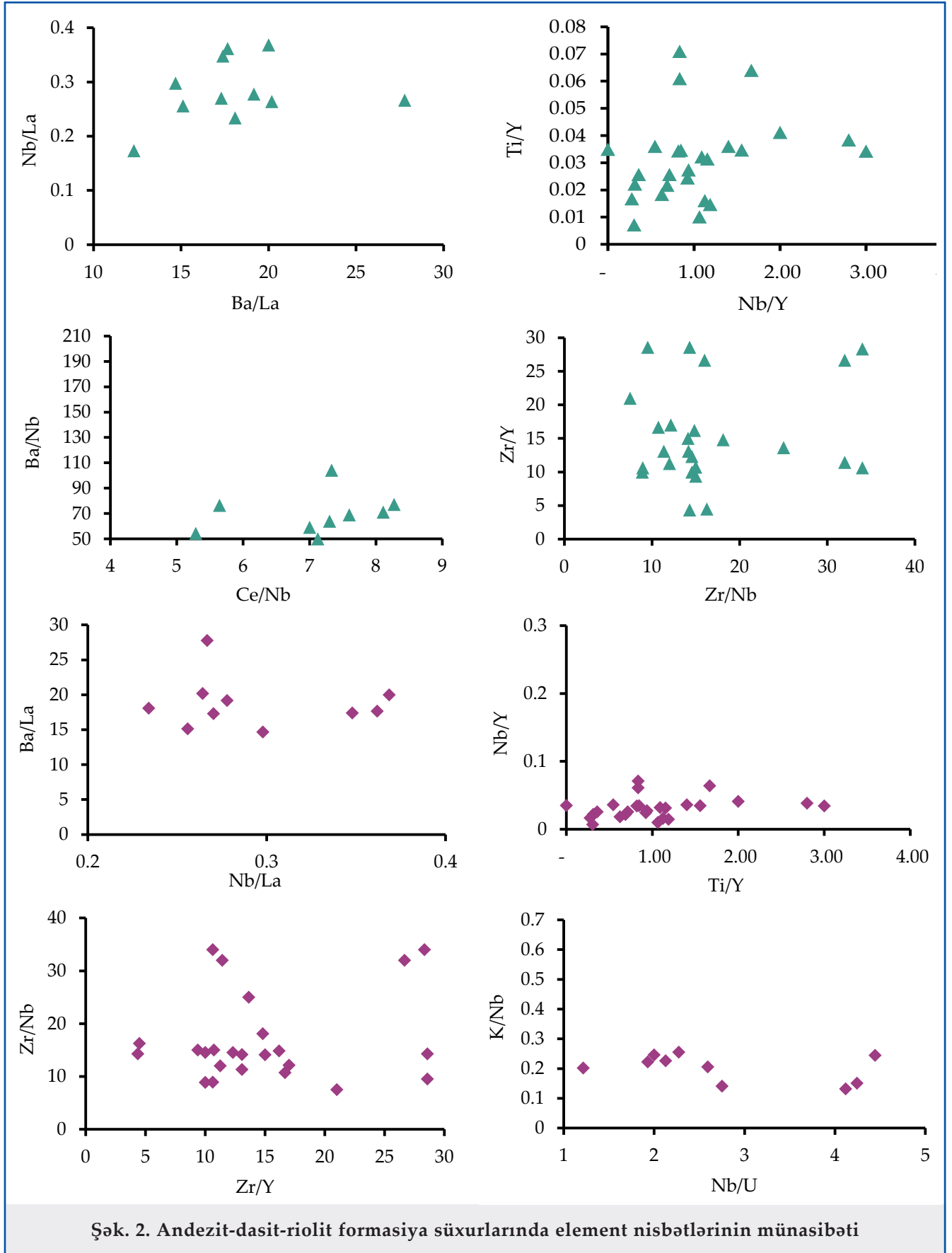
#### Neogen vulkanizminin süxurlarında nadir elementlərin nisbətinin geokimyəvi aspektləri

Formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində mantiya mənbəyinin flüidlərin və ərimə payının rolunu qiymətləndirmək məqsədilə geokimyəvi xüsusiyyətləri yaxın olan nadir elementlərin nisbətindən istifadə edilmişdir.

Bu elementlərin nisbəti differensiasiya prosesində sabit qalır. Onların paylanmasına isə flüidlərlə zənginləşmə və ərimə payı təsir göstərir. Üst mantiya materialının az ərimə payında lavalər litofil elementlərlə zənginləşir. Məsələn, H. Rollinsona görə [19] bariumun bazaltlarda olivin, monoklinik və rombik piroksenlərdə, qranatda ümumi paylanma əmsalı 0.01-lə 0.02 arasında dəyişir və az ərimə payında Ba-un miqdarı ilkin qiymətə nisbətən 50-100

dəfə artacaqdır. Digər elementlərin davranışı da analogidir. P.B. Kelemen və b. görə [20, 21] subduksiya nəticəsində əmələ gələn maqmatik süxurlarda yüksək yüklü elementlər olan Nb, Ta, Zr, Hf, Ti-nin miqdarı litofil elementlərə nisbətən azalacaqdır. Ba, Pb, Sr-un zənginləşməsi sulu flüidlərin hesabına, Nb, Th, La, Ce kimi elementlərin zənginləşməsi isə qismən ərimənin payına görə baş verir.

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi (şəkl.2), andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında Ba-un miqdarı və Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb nisbətləri daha yüksək tempolə artır. Müəyyən dərəcədə Nb/Y, Nb/Yb nisbətində də artması müşahidə edilir. Bu qrafiklərin analizi göstərir ki, formasiya süxurlarının litofil və nadir torpaq elementləri ilə zənginləşməsinə səbəb nisbətən yüksək ərimə payına malik olan zənginləşmiş ərinti və flüidlərdir. Digər tərəfdən Ba/La, U/Nb, Zr/Nb, La/Nb nisbətlərinin Th/Nb-dən asılılıq qrafikində Th/Nb nisbətində də artması subduksiya materialından ayrılmış flüidlərin hesabına zənginləşmiş mantiyanın daha böyük rol oynadığı aydın görünür. Beləliklə, müxtəlif elementlərin nisbətində öyrənilməsi göstərir ki, andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində onlardan daha əvvəllər baş vermiş subduksiya hadisəsinin izləri hiss edilir. L.İ. Demina



və N.V. Koronovskiya [22] görə bu flüidlərin mənbəyi kolliziya şəraitində dehidratasiya prosesi də ola bilər. Bu məsələni daha dəqiq aydınlaşdırmaq üçün uyuşan və uyuşmayan elementlərin primitiv mantiyaya nisbətən normallaşdırılmış spayder diaqramından istifadə edilir.

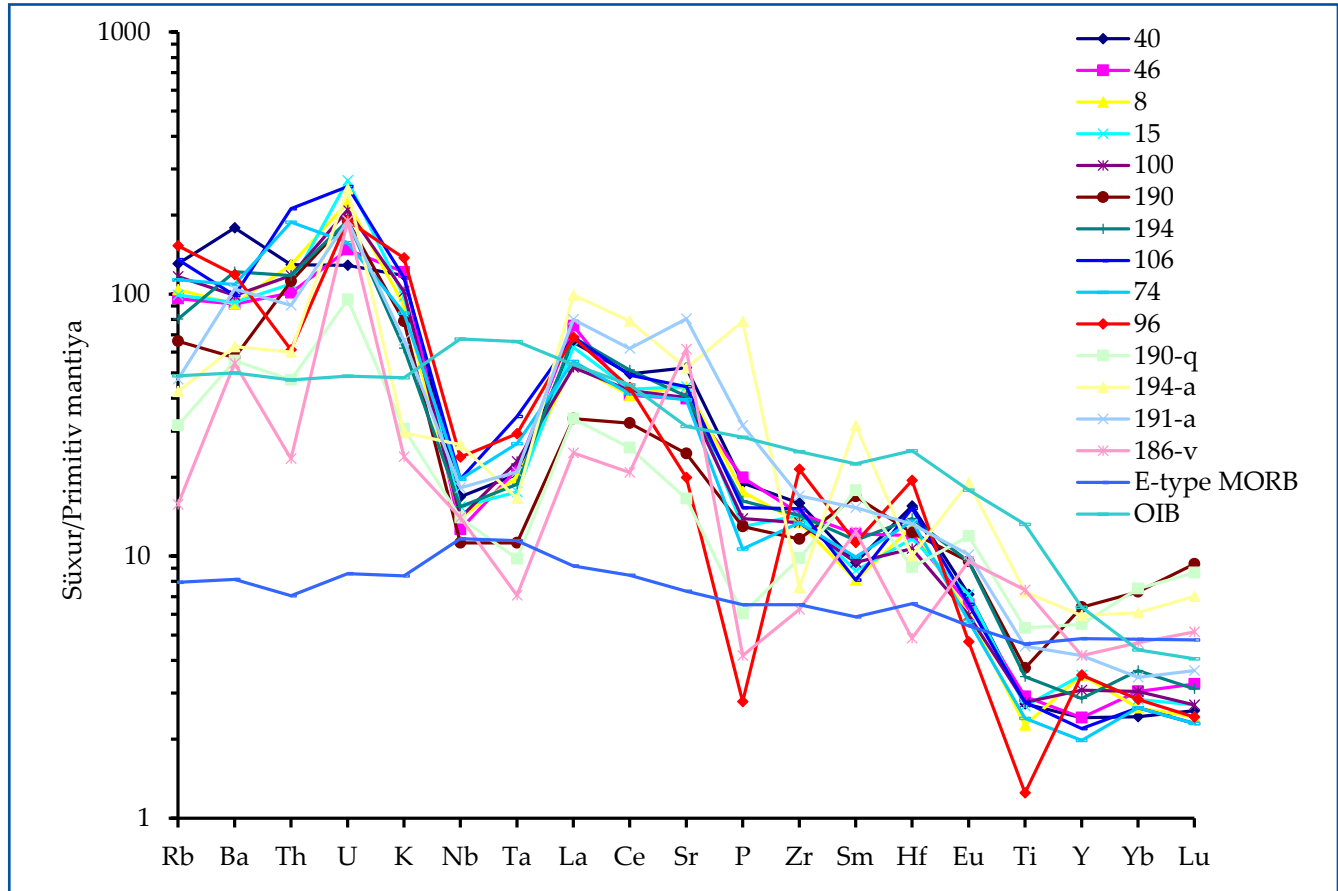
Eksperimental məlumatlara görə [23] subduksiyaya məruz qalmış okean plitəsinin süxurlarının dehidratasiyası nəticəsində su ilə birgə digər elementlər də çıxarılır. Tam mütəhərrik elementlərdən az mütəhərrik elementlərə doğru onlara Cs, Rb, Ba, K, Sr, La, Sm, Tb, Y, Yb aiddir. Nb isə bu sistemdə inert olur və flüidlərlə çıxarıla bilmir. Beləliklə, su flüidlərinin hesabına maqmanın mənbəyi, Cs, Rb, Ba, K-la kifayət qədər, az dərəcədə Sr və La, cüzi miqdarda isə Tb, Y və Yb-lə zənginləşəcək, Nb-lə isə zənginləşə bilmir. Adalar qövşündən fərqli olaraq su flüidlərinin mənbəyi ümumi sıxılma şəraitində metamorfizm və başqa proseslər nəticəsində azad olunan flüidlər ola bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu tip vulkanitlərdə Nb-minimumunun olması ancaq Nb-un flüidlərin

hesabına mənbəyə əlavə oluna bilmir, həm də adi süxur əmələgətirən minerallardan bu elementin konsentratoru olan restit titanoksidi fazasının mənbədə saxlanması ilə də izah edilə bilər [24].

J.B. Cilin [25] göstərdiyi kimi, ada qövsləri maqmasının generasiyası zonaları üçün xarakterik olan  $P_{H_2O}$  və  $f_{O_2}$ -nin yüksək şəraitində bu fazaların dayanıqlığı müşahidə edilir. Eyni şəkili kolliziya zonalarında da qeyd etmək olar. Buna sübut bir çox adalar qövslərində və kolliziya zonalarında lavalarda amfibollu və floqopitli peridotit daxilolmalarının tapılmasıdır. Mantiya maddəsi ilə uzun müddət qarşılıqlı münasibətdə olan flüidlər ondan qeyri-kogerent, ən əvvəl iri kationlu litofil elementləri ekstrasiya edir. Bundan başqa, yüksək T və P şəraitində qabıq maddəsilə qarşılıqlı təsirində, yəqin ki, qeyri-kogerent elementlərin miqdarının artmasına səbəb olmuşdur.

Formasiya süxurlarının geokimyəvi tərkibinin primitiv mantiyaya görə [13] normallaşdırılmış spayder diaqramı yüksək yüklü elementlərin (Ta, Nb, Hf, Y, Yb) aşağı miqdarda, iri ion litofil elementlərin



Şək. 3. Andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında və daxilolmalarda qeyri-kogerent və kogerent elementlərin primitiv mantiyaya görə normallaşdırılmış spayder diaqramı [13]



(K, Sr, Rb, Ba, La, Ce) isə yüksək miqdarını göstərir. Belə ki, primitiv mantiyaya nisbətən Rb, Ba, Th, La, Ce-un maksimum, Ta-Nb, P-Ti mənfi anomaliyaları müşahidə edilir (şək.3).

Bu xüsusiyyət formasiya süxurlarını subduksiya üstü vulkanik süxurlarla yaxınlaşdırır və yuxarıda qeyd etdiyimiz faktorlarla izah edilə bilər. Şəkil 3-dən görüldüyü kimi andezit, dasit və riodasitlərdə uyuşmayan və uyuşan elementlərin paylanması bir-birinə bənzərdir və onların genezisinin ümumi olmasına dəlalət edə bilər. Dərinlik daxilolmaları isə ümumi şəkli saxlasa da, ətraf süxurlardan

fərqlidir. Ümumiyyətlə, E-MORB və OIB-ə nisbətən formasiya süxurları iri kationlu litofil elementlərlə (Rb, Ba, Th, U, K) daha zəngindir. Belə ki, okean adalarının bazaltlarına (OIB) nisbətən formasiya süxurları daha uyuşmayan elementlərlə (Th-dan başqa) kifayət qədər zəngindir, lakin OIB-ə nisbətən Nb-Ta-minimumu daha aydın hiss olunur. Belə qanunauyğunluq inkişaf etmiş ada qövslərinin, kontinentlərin fəal kənarının ön hissəsinin, kolliziya zonalarının kalsiumlu-qələvili vulkanizmi üçün spesifik olub, onların əmələ gəlməsində zənginləşmiş mantiya mənbəyinin iştirak etməsinə dəlalət edir.

### Nəticə

Beləliklə, belə nəticəyə gəlmək olar ki, Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində zənginləşmiş mantiya mənbəyi başlıca rol oynamışdır.

Andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının geokimyəvi xüsusiyyətlərindən aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar.

Andezit-dasit-riolit formasiyasının vulkanitlərində andezitlərdən riolitlərə doğru SiO<sub>2</sub>-nin miqdarı artdıqda və MgO-nun miqdarı azaldıqda kogerent elementlər makroelementlərdə olduğu kimi xətti, bəzən isə sınaq trendlərlə ifadə olunmuş asılılıq əmələ gətirir. Bu asılılıq trendlərinin əvvəlində isə dərinlik daxilolmalarının fiqurativ nöqtələri dayanır. Formasiya süxurlarında bu elementlərin paylanması süxur əmələgətirən mineralların fraksiyalaşması və akkumulyativ (homeogen) daxilolmaların kristallaşması ilə nəzarət olunur.

Yüksək uyuşmayan qeyri-kogerent elementlərin (Rb, Th, Nb, Zr, Hf, LREE və b.) miqdarı dərinlik daxilolmalarında minimaldır və andezit-dasit-riolit sırasında öz geokimyəvi irsini nümayiş etdirir və artmağa başlayır.

Yüngül lantanoidlər ağıra nisbətən üstünlük təşkil edir və bu səbəbdən La/Sm, La/Yb nisbətləri yüksəkdir. Orta süxurlarda (kvarslı latitlərdə, andezitlərdə) Eu/Eu\* nisbəti vahidə yaxınlaşdığı halda (Eu/Eu\*=0.94-1.05) daha turş süxurlarda zəif Eu-minimumu (Eu/Eu\*=0.58-0.63) qeyd olunur və turş süxurların əmələ gəlməsində plagioklazın fraksiyalaşmasına dəlalət edir.

Formasiya süxurlarında Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb, Nb/Y, Nb/Yb nisbətlərinin artmasına və Ba, Sr, nadir torpaq elementləri ilə zənginləşməsinə səbəb nisbətən yüksək ərimə payına malik olan zənginləşmiş ərinti və flüidlər olmuşdur.

## Ədəbiyyat

1. Имамвердиев, Н. А. (2000). Геохимия позднекайнозойских вулканических комплексов Малого Кавказа. *Баку: Nafta-Press*.

2. Гейдаров, А. С. (1979). Особенности распределения урана, тория, лития, рубидия, цезия и фтора в вулканических породах Кельбаджарского района (Центральная часть Малого Кавказа) /в книге: Вопросы геохимии и химии редких элементов. *Баку: Элм*.

3. Гейдаров, А. С., Исмаил-заде, А. Д. (1995). Поведение щелочных и радиоактивных элементов в эволюции кайнозойского вулканизма Кельбаджарского прогиба Малого Кавказа. *Труды Института Геологии НАН Азербайджана*, 25, 120-127.

4. Гейдаров, А. С., Мамедов, А. И., Дубовая, Н. П. (1988). Геохимические особенности распределения радиоактивных и щелочных элементов в породах дайковых комплексов бассейна р.Тертер Кельбаджарского района. *Известия АН Азерб. ССР, Серия наук о Земле*, 4, 26-35.

5. Имамвердиев, Н. А. (2002). Петролого-геохимические особенности позднекайнозойских вулканитов Малого Кавказа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. *Баку*.

6. Имамвердиев, Н. А. (2003). Геохимия редкоземельных элементов позднекайнозойских вулканических серий Малого Кавказа. *Геохимия*, 4, 425-442.

7. Dilek, Y., Imamverdiyev, N., Altunkaynak, Sh. (2010). Geochemistry and tectonics of Cenozoic volcanism in the Lesser Caucasus (Azerbaijan) and the Peri-Arabian region: Collision induced mantle dynamics and its magmatic fingerprint. *International Geology Review*, 52(4-6), 536-578.

8. Имамвердиев, Н. А., Гасангулиева, М. Я., Велиев, А. А. и др. (2010). Вопросы петрогенезиса позднекайнозойского коллизионного вулканизма Малого Кавказа. *Отечественная геология*, 6, 33-42.

9. Həsənquliyeva, M. Y. (2014). Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen vulkanizminin petrogeokimyəvi modeli. Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktorluğu dissertasiyası. *Bakı*.

10. İmamverdiyev, N. Ə., Vəliyev, A. Ə., Həsənquliyeva, M. Y. (2017). Kiçik Qafqazın gec kəynozoy kolliziya vulkanizminin petrologiya və geokimyası. *Bakı: «Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya» MMC*.

11. Имамвердиев, Н. А., Баба-заде, В. М., Романько, А. Е. и др. (2017). Формирование позднекайнозойских вулканических комплексов Малого Кавказа. *Геотектоника*, 5, 30-41.

12. Имамвердиев, Н. А., Гасангулиева, М. Я., Бабаева, Г. Д. и др. (2018). Петрогенезис позднекайнозойского коллизионного вулканизма центральной части Малого Кавказа (Азербайджан). *Геология и геофизика*, 1, 49-65.

13. Sun, S. S., McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes /eds. A.D.Sannders, M.I.Norry. Magmatism in the Ocean Basin. *Geological Society London Special Publications*, 42, 313-345.

## References

1. Imamverdiev, N. A. (2000). Geokhimiya pozdnəkajnozojskih vulkanicheskikh kompleksov Malogo Kavkaza. *Baku: Nafta-Press*.

2. Gejdarov, A. S. (1979). Osobennosti raspredeleniya urana, toriya, litiya, rubidiya, ceziya i ftora v vulkanicheskikh porodah Kel'badzharskogo rajona (Central'naya chast' Malogo Kavkaza) /v knige: Voprosy geohimii i himii redkih elementov. *Baku: Elm*.

3. Gejdarov, A. S., Ismail-zade, A. D. (1995). Povedenie shchelochnyh i radioaktivnyh elementov v evolyucii kajnozojskogo vulkanizma Kel'badzharskogo proogiba Malogo Kavkaza. *Trudy Instituta Geologii NAN Azerbajdzhana*, 25, 120-127.

4. Gejdarov, A. S., Mamedov, A. I., Dubovaya, N. P. (1988). Geohimicheskie osobennosti raspredeleniya radioaktivnyh i shchelochnyh elementov v porodah dajkovykh kompleksov bassejna r.Terter Kel'badzharskogo rajona. *Izvestiya AN Azerb. SSR, Seriya nauk o Zemle*, 4, 26-35.

5. Imamverdiev, N. A. (2002). Petrologo-geohimicheskie osobennosti pozdnəkajnozojskih vulkanitov Malogo Kavkaza. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora geologo-mineralogicheskikh nauk. *Baku*.

6. Imamverdiyev, N. A. (2003). Geokhimiya redkozemel'nyh elementov pozdnəkajnozojskih vulkanicheskikh serij Malogo Kavkaza. *Geokhimiya*, 4, 425-442.

7. Dilek, Y., Imamverdiyev, N., Altunkaynak, Sh. (2010). Geochemistry and tectonics of Cenozoic volcanism in the Lesser Caucasus (Azerbaijan) and the Peri-Arabian region: Collision induced mantle dynamics and its magmatic fingerprint. *International Geology Review*, 52(4-6), 536-578.

8. Hasanguliyeva, M. Y., Imamverdiyev, N. A., Veliyev, A. A., et al. (2010). Questions petrogenesis of the late collision volcanism of the Lesser Caucasus. *National Geology*, 6, 33-42.

9. Hasanquliyeva, M. Y. (2014). Kichik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen vulkanizminin petrogeokimyəvi modeli. Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktorluğu dissertasiyası. *Bakı*.

10. İmamverdiyev, N. A., Vəliyev, A. A., Hasanquliyeva, M. Y. (2017). Kichik Qafqazın gec kəynozoy kolliziya vulkanizminin petrologiya və geokimyası. *Bakı: «Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya» MMC*.

11. Imamverdiyev, N. A., Baba-zade, V. M., Roman'ko, A. E., et al. (2017). Formation of the late cenozoic volcanic complexes of the Lesser Caucasus. *Geotectonics*, 5, 30-41.

12. Imamverdiyev, N. A., Gasanguliyeva, M. Ya., Babaeva, G. D., et al. (2018). Petrogenesis of the late cenozoic collision volcanism in the central part of the Lesser Caucasus (Azerbaijan). *Russian Geology and Geophysics*, 1, 49-65.

13. Sun, S. S., McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes /eds. A.D.Sannders, M.I.Norry. Magmatism in the Ocean Basin. *Geological Society London Special Publications*, 42, 313-345.

14. Волюнец, О. Н., Аношин, Г. Н., Антипин, В. С. (1986). Петрология и геохимия щелочных и субщелочных лав как индикатор геодинамического режима островных дуг. *Геология и геофизика*, 8, 10-17.
15. Волюнец, О. Н., Аношин, Г. Н., Пузанков, Ю. М. и др. (1987). Геохимическая типизация позднекайнозойских базальтов Камчатки (по данным нейтронно-активационного анализа). *Доклады АН СССР*, 293(3), 685-688.
16. Балашов, Ю. А. (1976). Геохимия редкоземельных элементов. *Москва: Наука*.
17. Pearce, J. A., Norry, N. J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nd variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 33.
18. Ewart, A., Taylor, S. R. (1969). Trace element geochemistry of the rhyolitic volcanic rocks, Central North Island, New Zealand: Phenocryst date. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 22, 127-146.
19. Rollinson, H. (1994). Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. *London: Longman*.
20. Kelemen, P. B. (2000). Reaction between ultramafic wall rock and fractioning basaltic magma. I. Phase relations, the origin of calc-alkaline magma series and the formation of discordant dunite. *Journal of Petrology*, 31(1), 51-98.
21. Kelemen, P. B. (2005). Genesis of high Mg  $\neq$  andesites and continental crust. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 120(1), 1-19.
22. Демина, Л. И., Короновский, Н. В. (1998). Эволюция магматических расплавов в условиях коллизии. *Известия секции наук о Земле РАЕН*, 1, 106-121.
23. Tatsumi, Y., Hamilton, D. L., Nesbitt, R. W. (1986). Chemical characteristic of fluid phase released from subducted lithosphere and origin of arc magmas: evidence from high-pressure experiments and natural rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 29(1-2), 293-309.
24. Фролова, Т. И., Бурикова, И. А. (1997). Магматические формации современных геотектонических обстановок. *Москва: Московский университет*.
25. Gill, J. B. (1981). Orogenic andesites and plate tectonics. *N.Y.-L. Berlin: Springer-Verlag*.
14. Volynec, O. N., Anoshin, G. N., Antipin, V. C. (1986). Petrologiya i geohimiya shchelochnyh i subshchelochnyh lav kak indikator geodinamicheskogo rezhima ostrovnyh dug. *Geologiya i geofizika*, 8, 10-17.
15. Volynec, O. N., Anoshin, G. N., Puzankov, YU. M. i dr. (1987). Geohimicheskaya tipizaciya pozdnokajnozoijskih bazal'tov Kamchatki (po dannym nejtronno-aktivacionnogo analiza). *Doklady AN SSSR*, 293(3), 685-688.
16. Balashov, YU. A. (1976). Geohimiya redkozemel'nyh elementov. *Moskva: Nauka*.
17. Pearce, J. A., Norry, N. J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nd variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 33.
18. Ewart, A., Taylor, S. R. (1969). Trace element geochemistry of the rhyolitic volcanic rocks, Central North Island, New Zealand: Phenocryst date. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 22, 127-146.
19. Rollinson, H. (1994). Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. *London: Longman*.
20. Kelemen, P. B. (2000). Reaction between ultramafic wall rock and fractioning basaltic magma. I. Phase relations, the origin of calc-alkaline magma series and the formation of discordant dunite. *Journal of Petrology*, 31(1), 51-98.
21. Kelemen, P. B. (2005). Genesis of high Mg  $\neq$  andesites and continental crust. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 120(1), 1-19.
22. Demina, L. I., Koronovskij, N. V. (1998). Evolyuciya magmатических rasplavov v usloviyah kollizii. *Izvestiya sekcii nauk o Zemle RAEN*, 1, 106-121.
23. Tatsumi, Y., Hamilton, D. L., Nesbitt, R. W. (1986). Chemical characteristic of fluid phase released from subducted lithosphere and origin of arc magmas: evidence from high-pressure experiments and natural rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 29(1-2), 293-309.
24. Frolova, T. I., Burikova, I. A. (1997). Magmатические formacii sovremennyh geotektonicheskikh obstanovok. *Moskva: Moskovskij universitet*.
25. Gill, J. B. (1981). Orogenic andesites and plate tectonics. *N.Y.-L. Berlin: Springer-Verlag*.



**Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen vulkanizminin  
əmələgəlməsinin geokimyəvi aspektləri****N.Ə. İmamverdiyev<sup>1</sup>, M.Y. Həsənquliyeva<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*<sup>2</sup>*AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan***Xülasə**

Məqalədə Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində geniş yayılmış Neogen vulkanizminin geokimyəvi xüsusiyyətləri əsasında onun əmələgəlmə məsələsinə baxılır. Müəyyən edilmişdir ki, vulkanizmin ifadə olunduğu andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında yüngül lantanoidlər ağıra nisbətən üstünlük təşkil edir və bu səbəbdən La/Sm, La/Yb nisbətləri yüksəkdir. Orta süxurlarda (kvarslı latitlərdə, andezitlərdə) Eu/Eu\* nisbəti vahidə yaxınlaşdığı halda (Eu/Eu\*=0.94-1.05) daha turş süxurlarda zəif Eu-minimumu (Eu/Eu\*=0.58-0.63) qeyd olunur və turş süxurların əmələgəlməsində plagioklazın fraksiyonlaşmasına dəlalət edir. Formasiya süxurlarında Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb, Nb/Y, Nb/Yb nisbətlərinin artmasına və Ba, Sr, nadir torpaq elementləri ilə zənginləşməsinə səbəb nisbətən yüksək ərimə payına malik olan zənginləşmiş ərinti və flüidlər olmuşdur. Belə nəticəyə gəlinmişdir ki, Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əmələgəlməsində zənginləşmiş mantiya mənbəyi başlıca rol oynamışdır.

**Açar sözlər:** Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsi; Neogen vulkanizmi; nadir torpaq və nadir elementlərin paylanması; zənginləşmiş mantiya mənbəyi.

**Геохимические аспекты формирования неогенового  
вулканизма центральной части Малого Кавказа****N.A. Имамвердиев<sup>1</sup>, M.Yu. Гасангулиева<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан*<sup>2</sup>*Институт Геологии и Геофизики НАНА, Баку, Азербайджан***Реферат**

В статье на основе геохимических данных рассматривается формирование неогенового вулканизма в центральной части Малого Кавказа. Установлено, что в породах андезит-дацит-риолитовой формации, где выражен вулканизм, преобладают легкие лантаноиды над тяжелой, поэтому отношения La/Sm, La/Yb высокие. В средних породах (кварц-латиты, андезиты) отношение Eu/Eu\* близко к единице (Eu/Eu\*=0.94-1.05), в более кислых породах - слабый Eu-минимум (Eu/Eu\*=0.58-0.63) и указывает на фракционирование плагиоклаза при образовании кислых пород. Обогащенные расплавы и флюиды с относительно высокой температурой плавления вызвали увеличение соотношений Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb, Nb/Y, Nb/Yb в породах формации и их обогащение Ba, Sr, редкоземельными элементами. Сделан вывод о ключевой роли источника обогащенной мантии в формировании пород андезит-дацит-риолитовой формации центральной части Малого Кавказа.

**Ключевые слова:** Центральная часть Малого Кавказа; неогеновый вулканизм; распространение редкоземельных и редких элементов; источник обогащенной мантии.