

© N.Ə.İmamverdiyev, M.Y.Həsənquliyeva, 2013

KİÇİK QAFQAZIN MƏRKƏZİ HİSSƏSİNİN NEOGEN YAŞLI ANDEZİT-DASİT-RIOLİT FORMASIYASININ FORMALAŞMASINDA AMFİBOLUN ROLU HAQQINDA

N.Ə.İmamverdiyev¹, M.Y.Həsənquliyeva²

1 – Bakı Dövlət Universiteti
AZ1148, Bakı, Z.Xəlilov küçəsi, 23

2 – Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 29A

Məqalədə Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasiyasının formalaşmasında amfibolun rolu araşdırılmışdır. Aparılan tədqiqatlar belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, andezit-dasit-riolit formasiyası süxurlarının əmələ gəlməsində amfibol fraksiyalaşması başlıca rol oynamışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, kalsiumlu amfibolun fraksiyalaşması qalıq ərintini SiO_2 ilə zənginləşdirmiş, dəmir və titanı isə kasıblaşdırmışdır. Amfibolun fraksiyalaşması hesabına turş süxurlara doğru yüngül nadir torpaq elementlərinin miqdarı və La/Yb, Rb/K nisbəti artır. Bu elementlərin nisbətinin artması formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində amfibolun fraksiyalaşması ilə izah edilir.

Andezit və riolitlərin əmələ gəlməsi maqmatik petrologiyada həll olunmayan məsələlərdəndir və bu məsələyə kifayət qədər çoxlu elmi məqalə həsr edilmişdir. Xüsusilə bazalt, dasit və riolitlərdə vahid sıra əmələ gətirən andezitlərin əmələ gəlməsi mürəkkəb problem olaraq qalır. Andezitlərin əmələ gəlməsini izah edən bir sıra hipotezlər vardır: 1) bazalt maqmasının kristallaşma diferensiasiyası; 2) Yer qabığının aşağı horizontu süxurlarının qismən əriməsi; 3) subduksiya olunmuş okean qabığının qismən əriməsi; 4) mantiya süxurlarının qismən əriməsi; 5) Yer qabığı materialının bazalt ərintisi ilə assimilyasiyası; 6) vahid kristallaşma və assimilyasiya prosesi.

Bu hipotezlərin hamısı qarşılıqlı ziddiyyətə malikdir. Belə bir problemi həll etmək üçün Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin inkişafının gec kolliziya mərhələsinə cavab verən üst mio-sen-alt pliosen yaşlı andezit-dasit-riolit formasiyası unikal bir obyekt kimi götürülə bilər. Qoyulan məsələləri həll etmək üçün müxtəlif tip süxurların müasir səviyyədə öyrənilməsi tələb olunur. Kogerent və qeyri-kogerent elementlərin geokimyəvi xüsusiyyətləri, onların nisbəti mantiya mənbəyinin xarakterini və fraksiyalaşma prosesinin tipini müəyyən etməyə imkan verir.

Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində üst miosen-alt pliosendə andezit-dasit-riolit formasiyası formalaşmışdır. Vulkanitlərin səciyyəvi xüsusiyyəti onların əsasən orta və turş tərkibli piro-

klastik və effuziv əmələgəlmələrdən ibarət olmasıdır. Onların tərkibi nadir hallarda bazaltik andezit və bazaltdan ibarət olub, əsasən andezit, traxiandezit, dasit, traxidasit, riolit və traxiriolitlərə cavab verir.

Formasiya süxurlarının mineral paragenizlərinin öyrənilməsi göstərmişdir ki, onların tərkibində maqnetit, hornblend və biotitin erkən kristallaşması, klinopiroksenin likvidusda meydana çıxması, çöl şpatlarının struktur vəziyyəti, maqmatik ərintinin kristallaşması və təkamülü su buxarının yüksək təzyiqi şəraitində aralıq ocaqlarda baş vermişdir (Исмаил-Заде, 1990; Имамвердиев, 2000). Formasiya süxurlarının nisbətən turş üzvləri (dasit-riolitlər) isə formalaşdıqda ətraf süxurlarla qarşılıqlı münasibətdə olmuşdur.

Formasiya süxurlarının kimyəvi tərkibinin sistemləşdirilməsi nəticəsində andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əsas petrokimyəvi tipləri faktor analizinin köməyi ilə ayrılmışdır. 9 petrogen element üzrə F_1 və F_2 faktorları əsasında (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) qurulmuş diaqramda (1-ci cədvəl, 1-ci şəkil) andezit-traxiandezit-kvarslı latitlər, dasit-traxidasitlər və riolasit-riolitlər müstəqil qruplar yaradır. Hesablamalar göstərmişdir ki, birinci faktorun ümumi dispersiya payı 58,5% olub, iki element assosiasiyasına təsir göstərir: I – SiO_2 (-0,86); II – TiO_2 (0,77), Al_2O_3 (0,66), Na_2O (0,76), P_2O_5 (0,83), FeO^* (0,71). İkinci faktorun ümumi dispersiyadakı payı isə 14,69% təş-

kil edir və aşağıdakı element assosiasiyalarına təsir göstərir: MgO (0,63), CaO (0,78) və K₂O (-0,86). Bu onunla izah olunur ki, SiO₂ və K₂O digər petrogen elementlərlə mənfi korrelyasiya yaradır və diferensiasiya prosesində çöl şpatı, titanlı maqnetit və apatitin fraksiyalaşmasına dəlalət edir.

Həqiqətən də formasiya süxurlarının tərkibində SiO₂-nin miqdarı artdıqda titan, alüminium, dəmir, maqnezium, kalsium və fosforun miqdarı azalır, qələvilərin (Na və K) miqdarı isə artır. Belə qanunauyğunluğa səbəb qeyd etdiyimiz mineralların fraksiyalaşmasıdır.

1-ci cədvəl

Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin andezit-dasit-riolit formasiyası süxurlarının və onların daxilolmalarının petrogen oksidlərinin (%-lə) və mikroelementlərin (q/t) miqdarı (İmamverdiyev, 2002)

Komponentlər	40	46	8	15	100	190	194	106
SiO ₂	61,87	63,26	63,8	62,61	62,1	61,75	62,84	65,01
TiO ₂	0,59	0,63	0,49	0,58	0,6	0,81	0,75	0,6
Al ₂ O ₃	15,7	17,15	15,41	16,9	16,6	14,81	17,15	17,03
Fe ₂ O ₃	3,47	3,93	2,5	3,91	3,28	3,91	4,94	3,38
FeO	1,29	0,62	0,94	1,01	1,29	2,46	0,43	0,73
MnO	0,06	0,06	0,06	0,04	0,09	0,1	0,09	0,03
MgO	1,85	2,29	1,77	1,95	1,9	3,18	1,86	1,43
CaO	4,85	4,23	5,34	4,24	4,32	6,13	5,25	3,97
Na ₂ O	4,19	4,43	3,93	4,07	4,08	3,37	3,3	4,27
K ₂ O	3,54	3,65	2,73	2,95	3,08	2,37	1,87	3,47
P ₂ O ₅	0,41	0,43	0,38	0,28	0,3	0,28	0,35	0,33
İtki	0,81	0,2	1,96	0,54	0,46	0,13	0,38	0,47
Σ	98,63	100,88	99,31	99,08	98,1	98,3	99,21	100,72
Rb	83	61	66	63	74	42	51	86
Li	20	18	14	19	19	19	8	12
Sr	1105	840	935	935	850	520	860	935
Ba	1250	640	640	650	690	400	850	690
Cr	120	100	180	180	180		-	180
V	170	100	40	60	60	150	110	40
Ni	24	20	22	30	31	69	25	32
Co	20	20	30	35	16	34	24	3
Sc	7	10	6	7	13	10	10	10
Cu	20	30	20	37	83	57	28	22
Zn	65	60	63	65	54	100	97	57
Zr	178	163	150	160	150	130	160	170
Nb	12	9	10	11	10	8	11	14
Ta	0,84	0,88	0,82	0,72	0,94	0,46	0,77	1,4
Hf	4,8	3,7	4	3,6	3,3	3,8	4,3	4,7
Th	11	8,6	11	9,3	10		10	18
U	2,7		4,7	5,7	4,4	4	4	5,4
La	45	52	37	43	36	23	47	47
Ce	88	73	73	77	76	57	91	87
Sm	4,2	5,4	3,6	3,9	4,2	7,5	5,1	3,6
Eu	1,2	1,1	1	1,2	1	1,6	1,6	1,1
Tb	0,67	0,42	0,43	0,56	0,58	1,1	0,9	0,44
Yb	1,2	1,5	1,3	1,4	1,5	3,6	1,8	1,3
Lu	0,19	0,24	0,18	0,2	0,2	0,69	0,23	0,17
Y	11	11	16	16	14	29	13	10

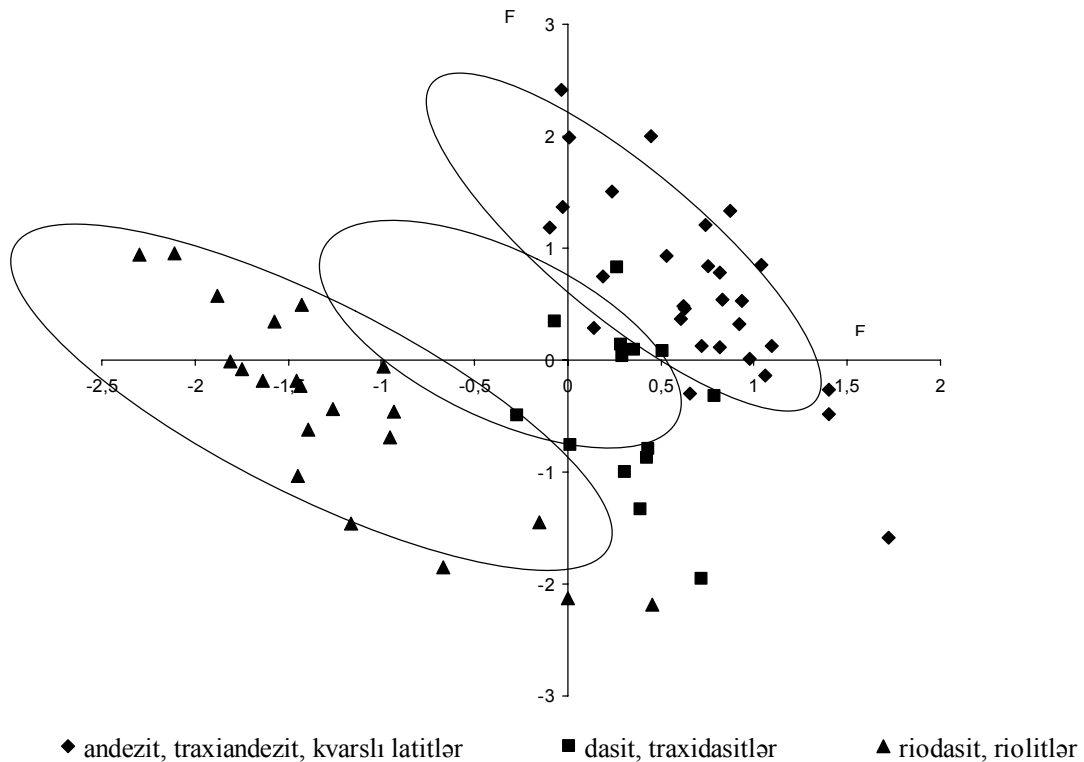
1-ci cədvəlin ardı

Komponentlər	74	200	96	3-v	194-b	190-q	194-a	191-a	186-v
SiO ₂	64,97	64,51	70,62	44,92	51,42	49,8	45,94	57,92	45,92
TiO ₂	0,52	0,55	0,27	1,88	1,01	1,15	1,58	0,98	1,61
Al ₂ O ₃	16,41	15,96	15,77	14,85	17,82	8,46	13,09	16,99	16,15
Fe ₂ O ₃	3,59	3,55	1,69	9,98	6,03	5,62	9,66	5,13	6,29
FeO	0,28	1,01	0,43	1,15	2,17	3,33	1,74	1,6	1,45
MnO	0,09	0,08	0,04	0,16	0,16	0,18	0,19	0,1	0,11
MgO	1,31	1,13	0,05	7,81	5,87	12,43	8,13	2,62	7,47
CaO	3,19	3,3	1,32	10,96	8,83	13,74	13,47	6,74	14,7
Na ₂ O	4,05	4	4,57	4,05	3,38	2	2,99	4,32	2,23
K ₂ O	2,55	3,47	4,14	0,77	1,27	0,92	0,89	2,01	0,72
P ₂ O ₅	0,23	0,22	0,06	1,75	0,52	0,13	1,7	0,68	0,09
İtki	0,96	0,85	0,27	0,63	0,46	0,39	0,49	0,43	0,38
Σ	98,15	98,43	99,23	98,91	98,94	98,15	99,87	99,52	97,12
Rb	72	90	97	20	25	20	27	30	10
Li	14	22	13	11	20	23	22	21	33
Sr	833	710	420	1000	1020	349	1100	1700	1300
Ba	760	1070	830	580	650	389	440	730	380
Cr	100	-	-	320	95	-	-	-	-
V	100	120	40	260	-	170	210	170	210
Ni	25	20	15	79	56	70	70	36	100
Co	15	30	9	32	60	35	35	16	29
Sc	10	10	3	40	-	35	20	20	30
Cu	26	31	13	50	71	41	41	118	78
Zn	59	7	70	75	110	100	100	100	52
Zr	150	200	240	-	78	110	85	190	70
Nb	14	14	17	-	-	10	19	13	10
Ta	1,1	-	-	0,67	-	0,4	0,68	0,86	0,29
Hf	4,2	-	-	3	-	2,8	3,1	4,1	1,5
Th	16	-	-	3,2	-	4	5,1	7,7	2
U	3,3	-	14	4	-	2	5,3	4	4
La	38	53	47	55	43	23	68	55	17
Ce	74	79	78	120	74	46	140	110	37
Sm	4,4	6,3	5	12	6,7	7,9	14	6,8	5,5
Eu	0,95	1,2	0,79	2,8	1,8	2	3,2	1,7	1,6
Tb	0,42	0,99	0,57	1,4	0,81	1,6	1,5	0,73	1,2
Yb	1,3	1,7	1,4	2,6	1,5	3,7	3	1,7	2,3
Lu	0,17	0,21	0,18	0,39	0,25	0,64	0,52	0,27	0,38
Y	9	46	16	-	-	-	-	19	19

40 – kvarşlı latit; 46, 8, 15 – traxiandezit; 100, 190, 194 – andezit; 106, 74 – dasit; 200 – traxidasit; 96 – riodasit; 3-v – qabbro-amfibolit; 194-b – amfibollu qabbro; 190-q – piroksenit; 194-a, 191-a – amfibol; 186-v – kvarşlı diorit

Aparılan petrogeokimyəvi tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasıyaşının müxtəlifliyi amfibol+plagioklaz+klinopiroksen+maqnetit kimi mineralların fraksiyalaşması hesabına baş verə bilər. Bu, T.Green (Green, Pearson, 1985) və J.Gillin (1981) məlumatları ilə təsdiq olunur. Bu alimlərə görə, sulu şəraitdə amfibol likvidus faza-

sı ola bilər. Yer qabığının qalın olduğu bir şəraitdə amfibol başqa klinopiroksen, plagioklaz, maqnetit mineralları ilə birgə fraksiyalaşır və yüksək silisiumlu süxurların əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər. Beləliklə, andezit-dasit-riolit sırasının əmələ gəlməsi üçün hornblendin də fraksiyalaşması tələb olunur.



1-ci şəkil. Makroelementlər üzrə alınmış F_1 və F_2 faktorlarının asılılıq diaqramı

Bizim hesablamalarımız göstərmişdir ki, formasiya süxurlarında maqnetitin miqdarı 1%-ə yaxındır. Klinopiroksen-plagioklaz-hornblend assosiasiyasının payı isə 18-25%-ə çatır. Bu fikir onu təsdiq etməyə imkan verir ki, məhz maqnetitin erkən kristallaşması yalnız titan və dəmirin ərintidən uzaqlaşmasına cavabdehdir.

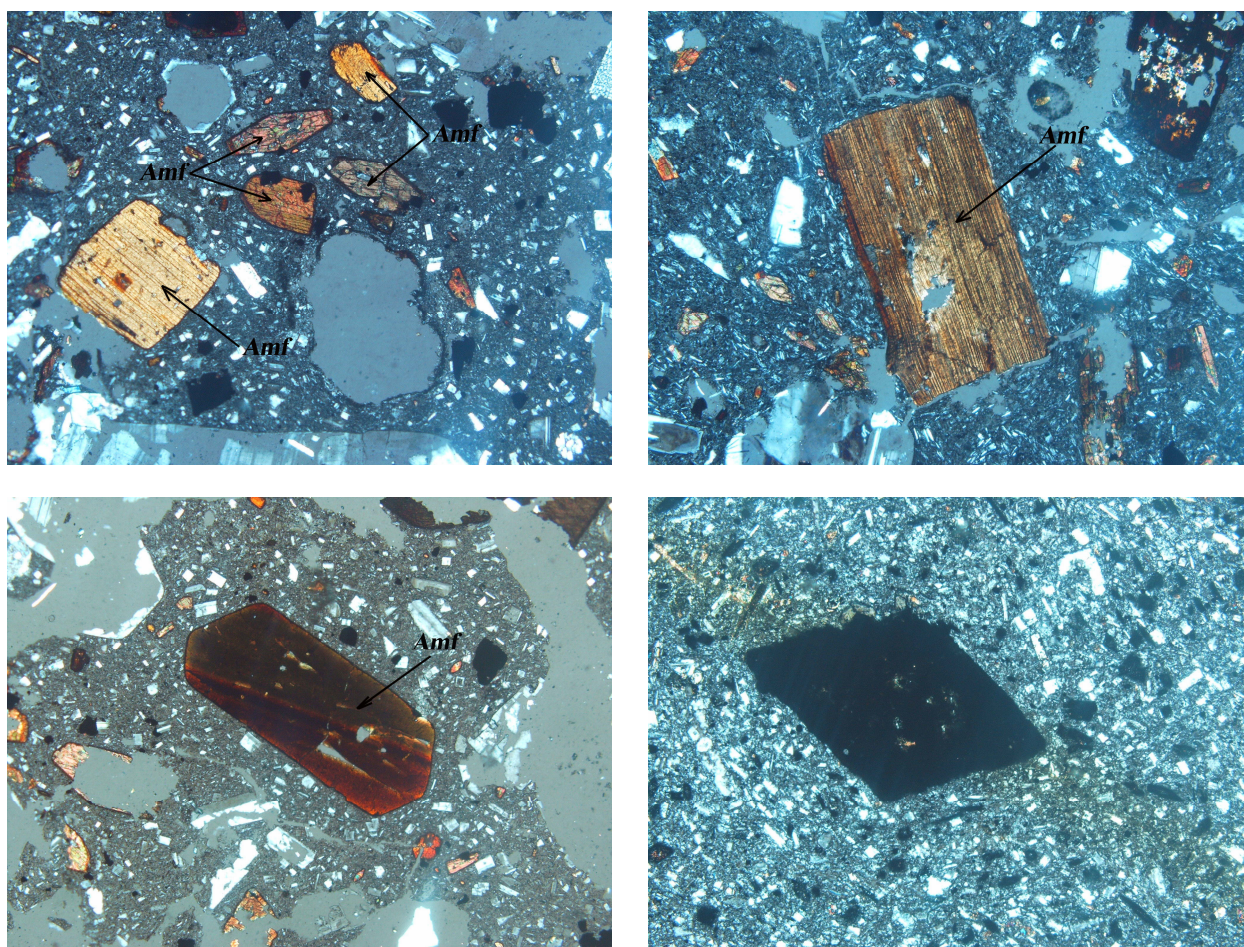
Beləliklə, maqnetitin miqdarı bu süxurlarda kifayət qədər azdır və ona görə də, bizim fikrimizcə, maqnetitin fraksiyalaşması yalnız dəmir və titanın azalmasına səbəb ola bilər, digər komponentlərin paylanması isə (məsələn, SiO_2 , Al_2O_3 , CaO) bu fraksiyalaşma rol oynamır. Bütün bunlar onu göstərir ki, öyrəndiyimiz andezit-dasit-riolit seriyasının əhəngli-qələvili trendinə tək maqnetitin fraksiyalaşması ilə deyil, həm də yüksək Fe/Mg nisbətində malik olan və SiO_2 ilə doymayan hornblendin kristallaşması ilə nəzarət olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, amfibol formasiya süxurlarında baş süxur əmələgətirən minerallardan olub müxtəlif ölçüdə idiomorf kristallar əmələ gətirir. Ən böyük kristallar prizmatik lövhəvari formaya malikdir. Xırda kristallar üçün isə uzun prizmatik iynəvari formalar səciyyəvidir. Bəzi kristallar üçün opasitləşmə (2-ci şəkil), həmçinin plagioklaz, piroksen və apatit dənələrinin aqre-

qatları ilə əvəz olunma səciyyəvidir. Amfibollarda opasitləşmə prosesinin olması ərintidə kifayət qədər uçucu komponentlərin iştirak etməsinə və kristallaşmanın nisbətən oksidləşmə şəraitində baş verməsinə dəlalət edir.

Formasiya süxurlarında amfibol əsasən piroksenlə, çöl şpatları və biotitlə assosiasiya təşkil edir. Amfibolların kimyəvi analizlərinin nəticəsi (2-ci cədvəl) göstərmişdir ki, onlar əsasən çermakit, parqasit və maqneziumlu hornblendlərə aiddir (Имамвердиев, 2000). Onlar az maqneziumlu, alüminiumlu, yüksək silisiumluluğu ilə səciyyələnərək, tərkibində Al^{IV} payı az miqdarda müşahidə edilir. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, Ca-amfibolun fraksiyalaşması qalıq ərintini SiO_2 ilə zənginləşdirərək, eyni zamanda, onu dəmir və titanla kasıblaşdıracaqdır. Bu fikir hornblendin erkən kristallaşması və bir çox regionlar üçün aparılmış eksperimental işlərlə təsdiqlənir.

Eksperimental işlərin əsasında müəyyən olunmuşdur ki, amfibol – ərinti üçün NTE paylanması əmsalı tərkibdən, temperaturdan, təzyiqdən və həmçinin bu mineralın kristallokimyəvi xüsusiyyətindən asılıdır. Bu asılılıq temperatur aşağı düşdükdə və sabit təzyiqdə ərintinin silisiumluluğu artdıqda daha aydın hiss olunur (Green,



2-ci şəkil. Hornblend möhtəviləri olan andezit və traxiandezitlər.
Nüm. 15, 100, 8 və 194; 40x, analizatorla

Pearson, 1985; Hilyard et al., 2000). Lakin T.Green və N.Pirsona görə, hornblendin fraksiyalaşmasının əsas xüsusiyyəti yüngül NTE nisbətən orta və ağır NTE ayrılması və bazalt ərintilərdən dasitlərə doğru daha da artmasıdır. Bazalt ərintilərdə amfibolun fraksiyalaşması La/Yb nisbətinin qalığı ərintilərdə artmasına səbəb olsa da, NTE yayılma spektri eyni qalır. Əgər maqma dasit-riodasitə qədər təkamül edirsə, NTE amfibol – ərinti arasındakı paylanma əmsalını artırır və orta NTE ağır NTE üçün vahiddən böyük olur. Bu isə nadir torpaq elementlərinin fraksiyalaşmasına səbəb olur və NTE spektrində qalığı ərintilərdə orta NTE spektrində aşağıya əyilmə özünü göstərir. Məhz diferensiallaşmış andezit-dasit-riolit formasiyası süxurlarında biz bu şəkli müşahidə edirik.

Amfibolun fraksiyalaşmasının digər göstəricisi kimi Rb/K nisbəti xidmət edə bilər. Bu

onunla izah olunur ki, T.Sissonun fikrinə görə (Sisson, 1991), bu elementlərin amfibol-ərinti arasındakı paylanma əmsalı bir neçə dəfə fərqli ola bilər. Bütövlükdə götürsək, amfibolsuz assosiasiyada kristallaşma diferensiasiyası prosesinin gedişində və bazalt sisteminin qismən əriməsində bu elementlər ayrılır və onların nisbəti çox zaman fraksion kristallaşma (sabit nisbət) və qalığı materialı ilə assimilyasiya proseslərinin (nisbət artması) (Defant et al., 2001) göstəriciləri kimi genetik məqsədlər üçün istifadə edilir. Əvvəllər göstərdiyimiz kimi (Гасангулиева и др., 2010), andezitlərin əmələ gəlməsində başqa nişanələrə görə vahid assimilyasiya və kristallaşma diferensiasiyası prosesləri aparıcı rol oynadığını nəzərə alsaq, qeyd etdiyimiz halda maqmatik sistemin təkamülü zamanı Rb/K nisbətinin artmasını həm də amfibol saxlayan mineral assosiasiyasının fraksiyalaşması ilə izah etmək olar.

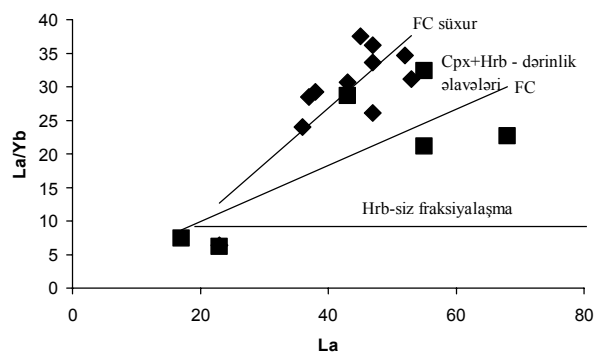
2-ci cədvəl

Andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında amfibolların kimyəvi tərkibləri
(İmamverdiyev, 2002)

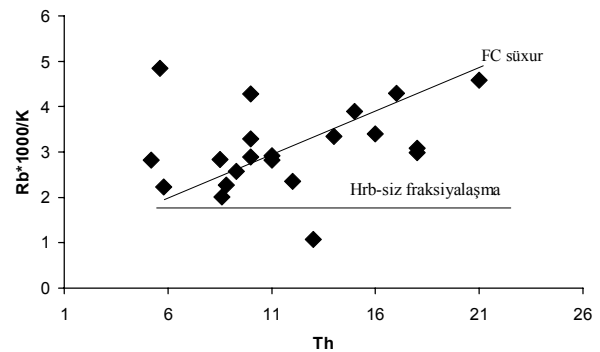
Komponentlər	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	42,97	49,92	43,46	43,14	43,47	42,81	43,11	42,86
TiO ₂	2,94	0,87	1,16	1,26	1,19	1,77	1,08	1,08
Al ₂ O ₃	11,56	5,96	8,40	8,57	8,27	9,85	7,64	8,68
FeO*	12,08	13,26	17,42	16,98	16,79	16,5	17,71	16,49
MnO	0,14	0,53	0,58	0,56	0,58	0,60	0,54	0,51
MgO	13,11	13,89	12,08	11,86	12,41	11,15	11,57	12,11
CaO	9,94	11,43	10,50	10,33	10,29	10,40	10,04	10,42
Na ₂ O	2,48	1,70	1,65	2,08	1,67	2,13	2,36	2,60
K ₂ O	0,92	0,70	1,06	1,10	0,87	1,14	1,00	0,87
Σ	96,14	98,26	96,31	95,88	95,51	96,36	95,06	95,64
23 oksigen atomuna hesablanmış kristallokimyəvi tərkibləri								
Si	6,338	7,233	6,529	6,530	6,550	6,458	6,611	6,512
Al ^{IV}	1,662	0,767	1,471	1,470	1,450	1,542	1,380	1,488
Al ^{VI}	0,348	0,252	0,017	0,060	0,018	0,209	-	0,066
Ti	0,326	0,095	0,131	0,144	0,135	0,201	0,124	0,123
Fe ³⁺	0,633	0,167	1,025	0,944	1,186	0,723	0,949	0,864
Mg	2,882	3,00	2,705	2,676	2,787	2,507	2,645	2,742
Fe ²⁺	0,789	1,42	1,048	1,100	0,798	1,277	1,215	1,136
Mn	0,018	0,065	0,074	0,072	0,074	0,077	0,070	0,066
Na	0,709	0,477	0,480	0,611	0,487	0,624	0,702	0,765
Ca	1,571	1,774	1,690	1,675	1,661	1,681	1,649	1,696
K	0,174	0,129	0,307	0,213	0,167	0,219	0,195	0,168

Şəkillərdən (3-cü və 4-cü şəkl.) görüldüyü kimi, diferensiasiya indeksi kimi götürülmüş La və Th-a nisbətən La/Yb, Rb/K mikroelement nisbətlərinin sabit qiyməti amfibolsuz paragenezislərin fraksiyon kristallaşma prosesinə cavab verir və bu nisbətlərin diferensiasiya prosesində artmasını izah edə bilmir. Diferensiasiya indeksinin (Th) artması ilə Rb/K nisbəti formasiya

süxurlarında 1,5-2 dəfə artır. Əsasən klinopiroksen və hornblenddən ibarət olan kumulyativ daxilolmalarda Th-un minimal qiymətində Rb/K nisbətinin daha yüksək olması və La/Yb-La qrafikində hornblendsiz paragenezislərin ideal Reley fraksiyalaşmasından fərqli trend əmələ gətirməsi formasiya süxurlarının formalaşmasında hornblendin aparıcı rol oynamasına dəlalət edir.



3-cü şəkil. Andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurlarında La/Yb nisbətinin La diferensiasiya indeksinə görə münasibəti



4-cü şəkil. Andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurlarında Rb/K nisbətinin Th diferensiasiya indeksinə görə münasibəti

Beləliklə, hornblendin erkən kristallaşması neogen maqmatizminin təkamülü zamanı əhəngli-qələvili seriyanın formalaşması üçün prinsipial faktordur.

Deyilənləri yekunlaşdıraraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, andezit-dasit-riolit formasiyası süxurlarının əmələ gəlməsində amfibolun da fraksiyalaşması başlıca rol oynamışdır.

ƏDƏBİYYAT

- ГАСАНГУЛИЕВА, М.Я. и др. 2010. Вопросы петрогенезиса позднекайнозойского коллизионного вулканизма Малого Кавказа. *Отечественная геология*, 4, 33-42.
- ИМАМВЕРДИЕВ, Н.А. 2000. Геохимия позднекайнозойских вулканических комплексов Малого Кавказа. Nafta-Press. Баку. 192с.
- ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 1990. Эволюция кайнозойского

- базитового вулканизма Малого Кавказа. Автореф. дисс... . докт. геол.-мин. наук. Тбилиси, 50с.
- DEFANT, M.L. et al. 2001. The geology, petrology, and petrogenesis of Saba Island, Lesser Antilles. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 107(1-3), 87-111.
- GILL, J.B. 1981. Orogenic andesites and plate tectonics. Springer-Verlag. N.Y.-L. Berlin. 396p.
- GREEN, T.H., PEARSON, N.J. 1985. Experimental determination of REE partition coefficients between amphibole and basaltic to andesitic liquids at high pressure. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49, 1465-1468.
- HILYARD, M. et al. 2000. Experimental determination of the partitioning behavior of rare earth and high field strength elements between peraluminous amphibole and natural silicate melts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64 (6), 1103-1120.
- SISSON, T.W. 1991. Pyroxene-high silica rhyolite trace element partition coefficients measured by ion microprobe. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55, 1575-1585.

Məqaləyə akademik A.C.İsmayilzadə rəy vermişdir