

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GEOLOGİYA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

MİNAXANIM YAŞAR QIZI HƏSƏNQULİYEVƏ

**KİÇİK QAFQAZIN MƏRKƏZİ HİSSƏSİNİN NEOGEN
VULKANİZMİNİN PETROGEOKİMYƏVİ MODELİ**

2503.01 – Geokimya, faydalı qazıntıların
geokimyəvi axtarış üsulları

Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2014

Dissertasiya işi AMEA Geologiya İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
professor **N.Ə.İmamverdiyev**

Rəsmi opponentlər: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
professor **C.Ə.Azadəliyev**

geologiya-mineralogiya üzrə fəlsəfə doktoru
Q.S.Hüseynov

Aparıcı müəssisə: Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının
“Mineralogiya, petroqrafiya və litologiya”
kafedrası

Dissertasiya işinin müdafiəsi «_____» aprel 2014-cü il saat _____
AMEA Geologiya İnstitutunun nəzdindəki B/D 01.081 Dissertasiya şurası-
nın iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az-1143, Bakı şəh., H.Cavid, 119.

Faks (+99412) 537 22 85

E-mail gja@azdata.net

Dissertasiya ilə AMEA Geologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış
olmaq olar.

Avtoreferat «_____» mart 2014-cü ildə göndərilmişdir.

B/D 01.081 Dissertasiya
şurasının elmi katibi, t.f.d.

D.R.Mirzəyeva

DİSSERTASIYA İŞİNİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Andezit və riolitlərin əmələ gəlməsi maqmatik petrologiyada qismən həll edilən məsələlərdəndir və bu məsələyə dair kifayət qədər elmi işlər mövcuddur. 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 horizont süxurlarının qismən əriməsi; 3) subduksiya olunmuş okean qabığının və mantiya süxurlarının qismən əriməsi; 4) bazalt ərintisinin Yer qabığı materialı ilə assimilyasiyası; 5) 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 Neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasıya 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 nisbətləri mantiya mənbəyinin xarakterini və fraksionlaşma prosesinin tipini müəyyən etməyə imkan verir. Formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində kristallaşma diferensiasiyası, maqmaların qarışma, assimilyasiya prosesinin rolunun qiymətləndirməsinin kompüter vasitəsilə modelləşdirilməsi qeyd edilən problemlərin həlli üçün ən real mexanizmdir. Dissertasiya işində formasiya süxurlarının müxtəlifliyini izah etmək üçün ümumiləşdirilmiş assimilyasiya və fraksion kristallaşma (AFC) modeli irəli sürülmüşdür.

İşin məqsəd və vəzifələri. Tədqiqatın əsas məqsədi geokimyəvi materiallar əsasında Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen vulkanizminin petrogeokimyəvi modelinin qurulmasıdır. Tədqiqat prosesində aşağıdakı əsas məsələlər yerinə yetirilmişdir: 1. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen yaşlı vulkanitlərinin müasir diaqramlar və kompüter proqramlarının köməyi ilə petrogeokimyəvi tiplərinin müəyyən edilməsi; 2. Formasiya süxurlarında petrogen elementlərin davranışını tənzimləyən süxurəmələgətirən mineralların fraksionlaşmasının aşkar edilməsi; 3. Maqmanın fraksionlaşması zamanı mikroelementlərin davranışının xarakterinin müəyyənəndirilməsi və elementlərin paylanması səbəblərinin araşdırılması; 4. Kristallokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə yaxın, lakin paylanma əmsalına görə fərqli və əksinə yaxın olan və «uyuşmazlıq» sırasında qonşu yerləri tutan elementlərin nisbətlərinə əsasən mantiya mənbəyinin xarakterinin, fraksionlaşma prosesinin tipinin müəyyən edilməsi; 5. Eksperimental işlərin ekspertizasının və konkret petrogeokimyəvi və mineraloji materiallar əsasında formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində amfibolun rolunun qiymətləndirilməsi; 6. Formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində fraksion kris-

tallaşma, Yer qabığının kontaminasiyası, assimilyasiya və hibridizm proseslərinin müxtəlif kompüter proqramlarının köməylə miqdarı qiymətləndirilməsi; 7. Formasiya süxurları üçün ana maqmanın müəyyən edilməsi; 8. Neogen vulkanizminin petrogeokimyəvi modelinin qurulması.

Faktiki material və tədqiqat üsulları. Dissertasiya işi «Şərqi Qafqazın müxtəlif geodinamik rejimlərdə formalaşmış alp-maqmatik və metasomatik komplekslərinin petrogeokimyəvi meyarları» (2011-2013) ETİ üzrə AMEA Geologiya İnstitutunun «Petrologiya və metallogeniya» seksiyasının tematik planına uyğun olaraq yerinə yetirilmişdir. Dissertasiya işinin əsasını formasiya süxurlarının petrogeokimyəvi və mineraloji analizləri təşkil etmişdir. İşdə həmçinin fond və nəşr olunmuş materiallardan istifadə edilmişdir. Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsində 100 şlif təsvirindən, 90 rentgen-spektral, 75 mikroelement, 20 süxurəmələgətirən mineral nümunələrinin mikrozon analizinin nəticələrindən istifadə edilmişdir. Bütün analizlər AMEA Geologiya İnstitutunun, Rusiya Federasiyasının elmi-tədqiqat institutlarının və ABŞ Kaliforniya Universitetinin laboratoriyalarında müasir üsullarla yerinə yetirilmişdir.

Bütün analitik material kompüterdə korrelyasiya, faktor və statistik analizlərinin köməylə emal edilmişdir. Fraksion kristallaşma modeli «FC modeller» proqramının (M.A. Keskin, 1997), assimilyasiya və fraksion kristallaşma modeli (AFC) «IGPET» və «MINPET» proqramlarının köməylə qurulmuşdur. Formasiya süxurlarının baş minerallarının kristallaşma temperaturu və təzyiqi, fiktivlik «Petroloq-3» proqramı ilə hesablanmışdır.

İşin elmi yenilikləri: 1) Petrogen elementlərin əsasında faktor analizinin köməylə formasiya süxurlarının petrogeokimyəvi tipləri müəyyən edilmişdir; 2) Makro və mikroelementlərin diferensiasiya indeksindən asılılıq diaqramlarına əsasən süxurəmələgətirən və aksesor mineralların fraksionlaşması müəyyən edilmiş, formasiya süxurlarının əsası maqma ilə genetik əlaqəsi isbat olunmuşdur; 3) Nadir və nadir torpaq elementlərin geokimyəvi xüsusiyyətlərinin, onların nisbətlərinin dəyişməsi əsasında mantiya mənbəyinin xarakteri və fraksionlaşma prosesinin tipi aşkar edilmişdir; 4) Müəyyən edilmişdir ki, formasiya süxurlarının kristallaşmasının erkən və orta mərhələlərində amfibolun fraksionlaşması növbəti diferensiatların əmələ gəlməsi üçün əhəmiyyətli rol oynamışdır; 5) Kompüter modelləşməsinin əsasında müəyyən edilmişdir ki, ilkin andezit və Yer qabığı kontaminantı kimi götürülmüş riolit maqmalarının qarışması nəticəsində dasit tərkibli hibrid süxur almaq mümkündür; 6) Formasiya süxurlarının yüngül nadir torpaq elementləri ilə, bir çox qeyri-kogerent elementlərlə zəngin olması zənginləşmiş mantiya maddəsinin təkamülü ilə əlaqədardır; 7) Yüksək su təzyiqi şəraitində ilkin yüksək maqneziumlu olivin-klinopiroksen fraksionlaşması nəticəsində əmələ gəlmiş yüksək alüminiumlu bazaltlar formasiya süxurları üçün ana maqma hesab edilir.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Aparılan petroloji-geokimyəvi tədqiqatlar kolli-ziya şəraitində əmələ gəlmiş maqmatik süxurların genezisini və təkamülünü aydınlaşdırmaq üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Tərtib olunmuş petrogeokim-yəvi modellər (fraksion kristallaşma-FC, assimilyasiya və fraksion kristallaşma-AFC) müxtəlif geodinamik şəraitlərdə əmələ gəlmiş vulkanik seriyaların genezi-sini müəyyən etdikdə müvəffəqiyyətlə istifadə oluna bilinər. Kiçik Qafqazın neogen yaşlı vulkanik məhsulları ilə qızıl filizi, civə yataq və təzahürləri əlaqə-dardır. Formasiyanın dəyişmiş turş süxurlarında Cu, Pb, Zn, Mo kimi element-lərin yüksək miqdarı müəyyən edilmiş və tədqiqat rayonunu yeni Au, Ag, Hg, As, Sb, Cu-Mo-Au, Au-Pb-Zn, Cu-Pb-Zn yataq və təzahürlərinə perspektivli hesab etmək olar. Tədqiqat rayonu qeyri filiz xammalı ilə (tuflar, şlaklar, pemza-lar və s.) çox zəngindir.

Müdafiə olunan əsas müddəalar:

1. Andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində süxur əmələgətirən və aksesör mineralların fraksionlaşması ilə tənzimlənən ko-gerent və qeyri-kogerent elementlərin davranışı.

2. Yüksək kaliumlu əhəngli-qələvili seriyaların formalaşmasında hornblen-din fraksionlaşmasının aparıcı rolu və onun geokimyəvi əsaslandırılması.

3. Yüksək alüminiumlu bazalt maqmasının aralıq ocaqlarda təkamülü; formasiya süxurlarının formalaşmasında vahid kristallaşma və assimil-yasiya prosesinin (AFC) başlıca rol oynaması.

İşin aprobasiyası və nəşrlər. Dissertasiyanın əsas müddəaları akade-miklər Ş.Ə.Əzizbəyov, M.Ə.Qaşqayın yubileylərinə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi sessiyalarda (Bakı, 2006, 2007); gənc alim və tələbələrin II və III Bey-nəlxalq elmi konfranslarında (Bakı, 2007, 2009); BDU-da keçirilən Respublika və Beynəlxalq elmi konfranslarda (Bakı, 2007, 2009, 2013); 33-cü Beynəlxalq Geoloji Konqresdə (Oslo, 2008); Türkiyənin 62-ci Geoloji Qurultayında (An-kara, 2009); I Beynəlxalq Tətbiqi Geoloji Konqresdə (Məşhəd, 2010); Şərqi Ara-lıq dənizinin geologiyasına həsr olunmuş 7-ci Beynəlxalq simpoziumda (Adana, 2010); Beynəlxalq Ümumrusiya konfransında (Vladivostok, 2011), Beynəlxalq konfranslarda (Minsk, 2011; Tbilisi, 2013), 45-ci tektonik müşavirədə (Moskva, 2013) məruzə edilmişdir. Dissertasiya mövzusu üzrə respublika və xarici jurnal-larda və konfrans materiallarında 11 məqalə, 11 tezis çap olunmuşdur.

İşin həcmi və strukturu. Dissertasiya işi giriş, 4 fəsil, nəticələr, 216 adda ədəbiyyat siyahısı, 32 şəkil və 9 cədvəldən ibarət olub, ümumi həcmi 155 səhifədən ibarətdir. Dissertasiya işi AMEA Geologiya İnstitutunun «Mineralogiya və geokimya» kabinetində prof. N.Ə.İmamverdiyevin rəh-bərliyi altında yerinə yetirilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

I fəsil. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen vulkanizmi

1.1.Rayonun geoloji öyrənilmə tarixi. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin geologiyası XIX əsrin sonu, XX əsrin əvvəlindən başlayaraq geoloqların diqqətini cəlb etmişdir. Rayonun geoloji quruluşu haqqında ilkin məlumatlara G.V.Abixin (1873, 1902), A.S.Ginzburqun (1913), K.F.Osvaldın (1916), K.N.Paffenholtsun (1923), M.Ə.Qaşqayın (1923,1933, 1961), Ə.Ş.Şıxəlibəylinin (1964, 1966, 1967, 1980, 1981, 1982, 1994, 1996), Q.İ.Allahverdiyevin (1967), A.İ.Məmmədovun (1971), H.T.Haqqverdiyevin (1970), H.P.Aslanovun (1973), T.N.Nəsibovun (1973), V.M.Babazadənin (1975), V.G.Ramazanovun (1981) və b. işlərində rast gəlinir.

XX əsrin 80-ci illərindən sonra rayon ərazisində petroloji-geokimyəvi işlərə diqqət artmışdır (Гейдаров, 1979; Гейдаров, Исмаил-заде, 1995; Гейдаров и др., 1983; Исмаил-заде, 2001; Махмудов, 1991, 1992; Имамвердиев, 1988-2013). Bu alimlər tərəfindən Kiçik Qafqazın Kainozoy bazit vulkanizminin təkamülü araşdırılmış, Mezokainozoy yaşlı vulkanik şüşələr öyrənilmiş, Gec Kainozoy vulkanizminin formasiya mənsubiyyəti, fiziki-kimyəvi əmələgəlmə şəraiti müəyyən olunmuş, vulkanitlərin geokimyəvi xüsusiyyətləri daha dəqiqliklə öyrənilmişdir.

Azərbaycan ərazisinin digər bölgəsində – Naxçıvan qırıqlıq zonasında inkişaf tapmış Neogen maqmatizmi Ş.Ə.Əzizbəyovun (1947), xüsusilə də M.İ.Rüstəmovun (1960, 1966, 1987, 2004) işlərində öz əksini tapmışdır. M.İ.Rüstəмова görə (1981, 1987) Kiçik Qafqazın Naxçıvan zonasında Erkən Miosendə kvarsdiorit, Orta Miosendə traxiandezit-təşenit (Qasırdag və Sədərək kompleksləri) və Erkən Pliosendə andezit formasiyaları ayrılır.

Ədəbiyyat məlumatlarının təhlili göstərir ki, Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen vulkanizmi kifayət qədər geniş öyrənilməsinə baxmayaraq müasir baxımdan bir çox məsələlər hələ də öz əksini tapmamışdır.

1.Kiçik Qafqazın gec kolliziya dövründə formalaşmış neogen vulkanizminin başqa geodinamik şəraitdə əmələ gəlmiş vulkanizmdən fərqli indikator xüsusiyyətləri.

2.Neogen vulkanizminin əmələgəlmə səbəbi, xüsusilə onların formalaşmasında kristallaşma diferensiasiyasının və kontaminasiyanın yeri və rolu.

3.Neogen vulkanizminin müasir səviyyədə petrogeokimyəvi modeli.

1.2.Kiçik Qafqazın Neogen vulkanizmi. Qafqazın Gec Kainozoy kolliziya maqmatizmi Transqafqaz eninə qalxımını, Böyük Qafqazı, Cənubi Qafqaz dağ aralığı zonasını əhatə etmişdir. Struktur zonaların müxtəlifliyi və geodinamik şərait orogen maqmatizmin rayonda paylanması, təzahür formasını və maqmatizmin məhsullarının rəngarəngliyini təyin etmişdir.

Miopliosen yaşlı vulkanik assosiasiyaların ən geniş yayılmış süxurları ağcaqız, basarkeçər lay dəstələrinin tərkibində müşahidə edilir. Tərkibindən və mineral möhtəvilərin nisbətindən asılı olaraq onlar arasında bazalt, bazaltik andezit, andezit, andezidasit, dasit, riodasit, riolitlər və az miqdarda onların mülayim qələvili növləri ayrılır.

1.3. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin (Azərbaycan) Neogen vulkanizminin tektonik-maqmatik əmələgəlmə şəraiti. Kiçik Qafqazın Azərbaycan hissəsində Neogen vulkanizmi Laçın antiklinoriumunda, Kəlbəcər törəmə çökəkliyində, Qoçaz və Sarıbəbə 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.

1.4. Tədqiqat sahəsinin vulkanizmi. N.Ə.İmamverdiyev (2002) əvvəllər aparılmış bütün işləri təftiş edərək Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində Üst Miosen-Alt Pliosen yaşlı andezit-dasit-riolit vulkanik formasıyasını ayırmışdır. Formasiyanın tərkibində 2 kompleks ayrılır: a) dasit-riolit (Üst Sarmat - Ağcaqız lay dəstəsi); b) andezit-dasit (Meotis-Pont - Alt Pliosen - Basarkeçər lay dəstəsi).

Dasit-riolit kompleksinin məhsulları Kəlbəcər vulkanik-tektonik depressiyasının şimal-qərb və şərq hissələrində qeyd edilir və 350 m-dən çox qalınlıqla vulkanogen qat əmələ gətirməklə, çoxlu miqdarda subvulkanik cisimləri və ekstruziv gümbəzləri təşkil edir.

Andezit-dasit kompleksinin süxurları bucaq və azimutal uyğunsuzluqla intensiv dislokasiyaya uğramış Ağcaqız lay dəstəsinin, bəzi yerlərdə isə Eosen və Təbaşir yaşlı çöküntülərin üzərində yatır və 1100 m qalınlığa malikdir. Öz növbəsində lay dəstəsi qeyri-uyğunsuzluqla Üst Pliosen və Dördüncü dövr yaşlı vulkanik süxurlarla örtülür.

Beləliklə, Kiçik Qafqazın Üst Miosen-Alt Pliosen yaşlı vulkanitlərinin səciyyəvi xüsusiyyəti onların əsasən orta və turş tərkibli piroklastik və effuziv əmələgəlmələrdən ibarət olmasıdır.

II fəsil. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen vulkanizminin petroloji xüsusiyyətləri

2.1. Petroqrafik səciyyə. Dasit-riolit kompleksinin əsas süxurları dasit, riodasit və riolitdir. **Dasitlər** əsasən möhtəvili (porfir) süxurlar olub, möhtəviləri plagioklazdan, adi hornblenddən, bəzən kvars və biotitdən ibarətdir. Əsas kütlənin strukturu gyalopilit, pilotaksit, gyalindir. Əsas kütlə dəyişmiş turş plagioklazın mikrolitlərindən, kvarsdan, bəzən kalium çöl şpatından ibarətdir və şüşə ilə sementləşmişdir. **Riodasitlər** dasitlərdən kvarsın (5-8%) və biotitin

(3-5%) çox olması, ilə və əsas kütlədə kalium çöl şpatının iştirak etməsi ilə fərqlənir. Əsas kütlə turş plagioklazdan, kalium çöl şpatından və kvarsdan ibarət olub, şüşə ilə sementləşmişdir. Əsas kütlənin strukturu sferolit, şüşəvari, mikrofelfizitdir. Flüidal tekstura malikdir. **Riolitlər və traxiriolitlər** ağcaqız lay dəstəsinin kəsilişinin yuxarı hissəsini təşkil edir və kompleksin tərkibində üstünlük təşkil edir. Kəsilişin aşağı hissəsində onlar riodasitlərə, yuxarı hissədə isə traxiriodasitə keçir və müstəqil axınlar əmələ gətirirlər. Möhtəviləri turş plagioklazdan, kvarsdan, biotitdən və kaliumlu çöl şpatından ibarətdir. Traxiriolitlərdə sanidinin miqdarı artır (8-10%), kvarsın miqdarı isə azalır (4-5%). Əsas kütlə çöl şpatlarından, kvarsdan və şüşədən ibarət olub, şüşəvari, felfizit, mikrofelfizit strukturlarla səciyyələnir.

Mineral möhtəvilərin kristallaşması müxtəlifdir. Lakin adətən birinci maqnetit, sonra isə bəzən bir yerdə biotit və hornblend, bundan sonra isə plagioklaz, kvars, ortoklaz kristallaşır. Bəzən başqa şəkil müşahidə etmək olur. Maqnetit, biotit və piroksendən sonra plagioklaz+kvars+hornblend təzahür edir, nəhayət az miqdarda K-Na çöl şpatı ayrılır. Effuziv mərhələdə süxurlarda plagioklazın, kvarsın, bəzən isə kalium-natrium çöl şpatının kristallaşması davam edir, qalıq ərintinin soyuması baş verir. Turş süxurların möhtəvilərinin kristallaşması iki mərhələdə baş verir: 1) intratellurik, su ilə doyma hesabına ərintidən tünd rəngli minerallar, sonra isə plagioklaz ayrılır; 2) möhtəvilər birbaşa səthə yaxın sahədə əmələ gəlirlər (xüsusilə də kvars, turş plagioklaz, K-Na çöl şpatı və s.).

Andezit-dasit kompleksinin lava fəsiyasının süxurları dasit-traxidasit, andezit-traxiandezit və kvarsli latitlərlə təmsil olunmuşlar. **Dasit və traxidasitlər** ölçüsü 3-5 mm uzunluqda olan parçalanmış, pelitləşmiş çöl şpatı fenokristallarından, nadir hallarda isə kvarsın xırda möhtəvilərindən ibarətdir. Çox hallarda kvars iştirak etmir. Rəngli minerallar isə biotit və hornblend olub, nadir hallarda mikromöhtəvilər kimi qeyd olunur. Əsas kütlə mikrofelfizit, vitrofir, mikrolit, sferolit strukturuna malikdir. Teksturu flüidaldır. Bu süxurlar üçün narın dənəli kvars aqreqatı ilə dolmuş qeyri-düzgün formalı boşluqlar səciyyəvidir. **Andezit, traxiandezit, kvarsli latitlər** ən geniş yayılan süxurlar olub çox iri porfir süxurlardır və makroskopik olaraq plagioklaz, kalium-natrium çöl şpatı və amfibol, bəzən isə biotit möhtəviləri aydın seçilir. Kvarsli latitlər andezit və traxiandezitlərdən tərkibində kalium-natrium çöl şpatının iştirak etməsilə fərqlənir. Süxurların strukturu porfirdir, əsas kütlə isə andezit, vitrofir, pilotaksit quruluşa malikdir. Mineral paragenезislərdən asılı olaraq piroksenli, piroksen-hornblendli növlər ayrılır. Əsas kütlə çöl şpatları, hornblend, klinopiroksen, vulkanik şüşə və filiz mineralından ibarətdir.

Beləliklə, maqnetit, hornblend və biotitin erkən kristallaşması, klinopiroksenin likvidusda meydana çıxması, çöl şpatlarının struktur vəziyyəti belə nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, maqmatik ərintinin kristallaşması və təkamülü su

buxarının yüksək təzyiqi şəraitində aralıq ocaqlarda baş vermişdir. Formasiya süxurlarının nisbətən turş üzvləri (dasit-riolit) isə ətraf süxurlarla qarşılıqlı münasibətdə formalaşmışdır.

Kiçik Qafqazın Neogen yaşlı vulkanik süxurlarındakı kristallik daxilolmalar barəsində məlumatlar azdır. Onların tərkibi və yayılması haqqında qısa məlumatlar A.C.İsmayılzadənin (1986, 1989, 2001), Y.S.Genşaftın (1983, 1986), V.Q.Molyavkonun (1990), N.Ə.İmamverdiyevin (1988, 2002) və başqalarının işlərində rast gəlinir.

N.Ə.İmamverdiyev (2002) andezit-dasit-riolit formasiyasının kristallik daxilolmalarını iki tipə bölmüşdür: 1) ana süxurların kumulatı olan daxilolmalar, yəni homeogen daxilolmalar, 2) qabıq təbiətli daxilolmalar, yəni ərintinin yer qabığı süxurlarından tutduğu daxilolmalar. **Homeogen daxilolmalar** piroksenitlər, mülayim qələvili qabbroidlər, hornblenditlər, amfibollu qabbrolar və dioritlərlə təmsil olunmuşdur. Bu süxurlar qismən ərimişdir, forması dairəvi qeyri-düzgündür. Makroskopik olaraq tam kristallıqdır, xırda- və ortadənəli olub, ətraf süxurlarla əlaqədar olan reaksiya haşiyəsinə malik deyillər. Bu tip daxilolmalar əsasən əsasi plagioklazdan, diopsid-avgitdən və ya diopsiddən, hornblenddən ibarətdir. Bir çox daxilolmalar intensiv kataklaza və növbəti qismən amfibollaşmaya məruz qalmışlar. Onların mineraloji tərkibi müəyyən dərəcədə onları saxlayan süxurların möhtəviləri ilə korrelyasiyadadır. Belə ki, ən geniş yayılan amfibol saxlayan daxilolmalar orta süxurların hornblendli növlərində daha geniş yayılmışdır. Ola bilsin ki, bu həm möhtəvilərin, həm də kristallik daxilolmaların piroksenlərinin daha gec reaksiya əvəzedilməsi ilə əlaqədardır. **İkinci tip daxilolmalar** ərintinin yer səthinə hərəkəti zamanı onun ətraf Mezokaynozoy çöküntülərindən tutub gətirdiyi süxurlar olub, əsasən orta və turş tərkibli eksploziv süxurlar içərisində geniş yayılmışlar. Onlardan kvars-çöl şpatlı süxurları, kvarslı dioritləri, amfibolitləri, şistləri qeyd etmək olar.

2.2. Petrogen elementlərin paylanması. Formasiya süxurlarının ümumi təsnifatını vermək üçün maqmatik süxurların təsnifatı üzrə Beynəlxalq Terminologiya Komissiyasının (Le Bas et al., 1986) təklif etdiyi ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)- SiO_2 (TAS), A.Pekerillo, S.R.Teylorun (1976) və J.B.Cilin (1981) təklif etdikləri K_2O - SiO_2 diaqramlarından da istifadə edilmişdir.

TAS təsnifat diaqramına əsasən formasiya süxurlarının tərkibində andezit, dasit, riodasit, riolit və az miqdarda onların mülayim qələvili növləri olan traxiandezit, kvarslı latit, traxidasit ayrılır. K_2O - SiO_2 diaqramında vulkanitlər yüksək kaliumlu əhəngli-qələvili seriyaya uyğun gəlirlər və tipik normal qələvili əhəngli-qələvili seriyadan fərqlənilirlər. FeO^*/MgO - SiO_2 və AFM diaqramlarında normal qələvili vulkanitlərin tərkibi əhəngli-qələvili sahədə yerləşir. Vulkanitlər üçün qələvilərin miqdarı kifayət qədər yüksəkdir (4-8%), $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ nisbəti vahidə yaxınlaşır və onların mülayim qələvili seriyaya meyilli olduğuna dəlalət

edir. Bu isə süxurların tərkibində K-Na çöl şpatının kristallaşması ilə izah olunur.

Formasiya süxurlarının kimyəvi tərkibinin sistemləşdirilməsi nəticəsində formasiya süxurlarının əsas petrokimyəvi tipləri faktor analizinin köməyi ilə ayrılmışdır. 9 petrogen elementin əsasında qurulmuş F_1 - F_2 faktor diaqramında (şək.1) andezit-traxiandezit-kvarslı latitlər, dasit-traxidasitlər və riodasit-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% təşkil edir və aşağıdakı element assosiasiyalarına təsir göstərir: MgO (0,63), CaO (0,78) və K_2O (-0,86). Bu onunla izah olunur ki, SiO_2 və K_2O digər petrogen elementlərlə mənfi korrelyasiya yaradır və diferensiasiya prosesində süxurəmələgətirən mineralların, habelə, maqnetitin və apatitin fraksionlaşmasına dəlalət edir. Həqiqətən də aşağıda göstərəcəyimiz kimi formasiya süxurlarının tərkibində SiO_2 -nin miqdarı artdıqda titan, alüminium, dəmir, maqnezium, kalsium və fosforun miqdarı azalır, qələvilərin (Na və K) miqdarı isə artır. Bu qanunauyğunluq xüsusilə SiO_2 -nin miqdarının 60-68% arasında dəyişməsində daha aydın hiss olunur. Başqa sözlə desək, dasitlərin əmələ gəlməsi üçün yuxarıda qeyd etdiyimiz mineralların fraksionlaşması da aparıcı rol oynaya bilər. Belə qanunauyğunluğun səbəbi qeyd etdiyimiz mineralların fraksionlaşması və daha turş süxurlarda kalium çöl şpatının kristallaşmasıdır.

Formasiya süxurlarında makroelementlərin SiO_2 -dən asılılıq diaqramlarında dərinlik daxilolmaları yüksək TiO_2 , FeO^* , MgO , CaO , P_2O_5 , aşağı K_2O , Na_2O ilə səciyyələnir, orta süxurların başlanğıcında yerləşərək vahid trend əmələ gətirir və formasiya süxurlarının əsasi maqmadan törədiyinə dəlalət edir. Əsasi tərkibli daxilolmalarda MgO , Ni, Cr-un konsentrasiyası ilkin maqmadakı miqdarına yaxındır.

Beləliklə, Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində intişar tapmış andezit-dasit-riolit formasiyası üçün yüksək kaliumlu əhəngli-qələvili seriyanın əmələ gəlməsi səciyyəvi olub, özünəməxsus petrokimyəvi tərkiblə tipik normal qələvili əhəngli-qələvili seriyadan fərqlənir və onların əmələ gəlməsində maqnetitin, plagioklazın, klinopiroksenin, amfibolun, apatitin fraksionlaşması kifayət qədər böyük rol oynamışdır.

III fəsil. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen vulkanizminin geokimyəvi xüsusiyyətləri

Formasiya vulkanitlərində andezitlərdən riolitlərə doğru SiO_2 -nin miqdarı artdıqda, MgO -nun miqdarı azaldıqda kogerent elementlər makroelementlərdə olduğu kimi xətti, bəzən isə sinan trendlərlə ifadə olunmuş asılılıq əmələ gətirir. Bu asılılıq trendlərinin əvvəlində isə dərinlik daxilolmalarının fiqurativ nöqtələri

dayanır. Belə ki, əsasi plagioklazla, olivin, klinopiroksen, maqnetitlə zəngin olan əsasən əsasi və orta tərkibli dərinlik daxilolmalarında dəmir qrupu elementlərinin, Sr-un yüksək miqdarı qeyd olunur. Formasiya süxurlarında isə bu elementlərin paylanması süxurəmələgətirən mineralların fraksionlaşması ilə nəzarət olunur. Göstərilən mineralların fraksionlaşması hesabına bu elementlərin miqdarı azalır. Dərinlik daxilolmalarında bu elementlərin azalması daha aydın hiss olunur və bu süxurları saxlayan andezitlərə keçdikdə geokimyəvi trendlər qırılır. Dərinlik daxilolmalarında elementlərin belə paylanması onların bir çoxlarının vulkanik süxurlarla komaqmatik olmasına dəlalət edir.

Yüksək uyuşmayan elementlərin (Rb, U, Th, Nb, Zr, Nb, Hf, LREE) miqdarı dərinlik daxilolmalarında minimaldır və andezit-dasit-riolit sırasında öz geokimyəvi irsini nümayiş etdirir və artmağa başlayır. Orta süxurlardan turşa doğru qeyri-kogerent elementlərin miqdarı təqribən 2,5-3 dəfə artır. Qalıq ərintidə toplanmasına baxmayaraq, onların nisbəti maqmatik ərintinin təkamülü zamanı demək olar ki, dəyişmir. Bu elementlərin nisbəti diferensiasiya indeksi kimi götürdüyümüz SiO_2 , MgO-dan asılılıq diaqramlarında az miqdarda dəyişir və süxurların əmələ gəlməsində kristallaşma diferensiasiyası ilə yanaşı kontaminasiyanın rolunun da olduğuna dəlalət edir. Buna əks olaraq, La/Yb, K/Rb nisbətləri formasiya süxurlarında SiO_2 -nin miqdarından asılı olaraq artmağa və azalmağa başlayır. K/Rb nisbətinin azalması, La/Yb nisbətinin artması K və Yb üçün mineral-ərinti arasında yüksək paylanma əmsalinin olması ilə izah edilə bilər. Belə mineralın isə hornblend olduğu güman edilir. Hornblendin fraksionlaşması diferensiasiya prosesində K/Rb nisbətinin azalmasına, La/Yb nisbətinin isə artmasına səbəb olmuşdur.

Formasiya süxurlarında nadir torpaq elementlər (NTE) çox da böyük olmayan intervalda dəyişir və yüngül lantanoidlər (ΣCe) ağır lantanoidlərə (ΣY) nisbətən üstünlük təşkil edir. Bu isə La/Yb nisbətinin yüksək qiyməti ilə (25-40) ifadə olunur və bu səbəbdən xondritə görə normallaşdırma diaqramında NTE-nin paylanmasında əyimlik müşahidə edilir. Orta süxurlarda yevropium nisbəti vahidə yaxınlaşdığı halda ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,94-1,05$) daha turş süxurlarda zəif Eu-minimumu ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,58-0,63$) qeyd olunur və daha turş süxurların əmələ gəlməsində plagioklazın fraksionlaşmasına dəlalət edir (Балашов, 1976; Имамвердиев, 2003). Dərinlik daxilolmalarında NTE-nin paylanması analoji şəkil alır. Melanokrat daxilolmalarda yüngül lantanoidlərin miqdarı daha yüksəkdir və qrafikin forması daha diki, bəzi süxurlarda az da olsa Eu-minimumu nəzərə çarpır.

Formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində mantiya mənbəyi flüidlərinin və ərimə payının rolunu qiymətləndirmək məqsədilə geokimyəvi xüsusiyyətləri yaxın olan nadir elementlərin nisbətlərindən istifadə edilmişdir. Müəyyən olmuşdur ki, formasiya süxurlarında Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb nisbətləri daha yüksək

templə artır. Müəyyən dərəcədə Nb/Y, Nb/Yb nisbətinin 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 sonuncu nisbətənin də artması subduksiya materialından ayrılmış flüidlərin hesabına zənginləşmiş mantiyanın daha böyük rol oynadığı aydın görünür. Beləliklə, müxtəlif elementlərin nisbətlərinin 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.Koronovskiye (2008) görə, bu flüidlərin mənbəyi kolliziya şəraitində dehidratasiya prosesi də ola bilər. Bu məsələni daha dəqiq aydınlaşdırmaq üçün uyuşan və uyuşmayan elementlərin primitiv mantiyaya görə (Sun, McDonough, 1989) normallaşdırılmış spayder diaqramından istifadə edilmişdir. Spayder diaqramı yüksək yüklü elementlərin (Ta, Nb, Hf, Y, Yb) aşağı, iri radiuslu litofil elementlərin (K, Sr, Rb, Ba, La, Ce) isə yüksək miqdarını göstərir. Belə ki, primitiv mantiyaya nisbətən Rb, Ba, Th, La, Ce-un müsbət, Ta-Nb, P-Ti mənfəi anomaliaları müşahidə edilir. Bu xüsusiyyət formasiya süxurlarını subduksiyaüstü vulkanik süxurlarla yaxınlaşdırır və yuxarıda qeyd etdiyimiz faktorlarla izah edilə bilər. Andezit, dasit və riodasitlərdə uyuşmayan və uyuşan elementlərin paylanması bir-birinə bənzərdir və onların genezisinin ümumi olmasına dəlalat edə bilər. Dərinlik daxilolmalarında ümumi şəkil saxlanılsa da, ətraf süxurlardan fərqlidir. Ümumiyyətlə, E-MORB və OIB-ə nisbətən formasiya süxurları iri kationlu litofil elementlərlə daha zəngindir. Belə ki, OIB-ə nisbətən formasiya süxurları daha uyuşmayan elementlərlə 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 əhəngli-qələvili vulkanizmi üçün spesifik olub, onların əmələ gəlməsində zənginləşmiş mantiya mənbəyinin iştirak etməsinə dəlalat edir.

IV fəsil. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen vulkanizminin petrogeokimyəvi modeli

4.1. Kiçik Qafqazın Neogen yaşlı orta və turş süxurlarının əmələ gəlməsi hipotezləri. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində Neogen dövründə təşəkkül tapmış andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əmələ gəlməsini bir çox alimlər Yer qabığı və mantiya təbiətli maqmalaların qarışması nəticəsində hibrid süxurlar kimi təsvir etmişlər (Попов и др., 1987; Исмаил-заде, 1990; Гущин и др., 1991). N.Ə.İmamverdiyevə görə (2002) andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurları ilkin bazalt maqmasının fraksion kristallaşması nəticəsində əmələ gəlmişdir.

Bu modelləri analiz edərək, dissertasiya işində Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində təşəkkül tapmış andezit-dasit-riolit formasiyasının təmsalında orta və turş tərkibli süxurların əmələ gəlməsi haqqında yeni assimilyasiya-kristallaşma diferensiasiyası modeli (AFC) (De Paolo, 1981) irəli sürülmüşdür. Bu model nəşr olunmuş məqalələrdə (Гасангулиева и др., 2010; Həsənquliyeva, 2011, 2013, 2014) öz əksini qismən tapmışdır.

4.2. Fraksiyon kristallaşma. Formasiya süxurlarının tərkibində düzünə zonallığa malik olan plagioklaz, klinopiroksen, amfibol və maqnetitin iştirak etməsi bu vulkanitlərin əmələ gəlməsində kristallaşma diferensiasiyasının əhəmiyyətli rol oynadığını göstərir.

Formasiya süxurlarının petrogenезində fraksiyon kristallaşma prosesinin rolunu qiymətləndirmək üçün M.A.Kəskinin (1997) «FC-modeler» programından istifadə edilmişdir. Alınan nəticələr formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində amfibol+plagioklaz+klinopiroksen+maqnetit mineral paragenезlərin fraksiyonlaşmasını əks etdirir. Bu, T.Qrin (1982) və J.Cilin (1981) məlumatları ilə təsdiq olunur. Həmin alimlərə görə sulu şəraitdə amfibol likvidus fazası ola bilər. Yer qabığının qalın olduğu bir şəraitdə amfibol klinopiroksen, plagioklaz, maqnetit mineralları ilə birgə fraksiyonlaşır və yüksək silisiumlu süxurların əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər. Modelləşdirmənin nəticəsindən aydın olur ki, andezit-dasit-riolit sırasının əmələ gəlməsi üçün hornblendin də fraksiyonlaşması tələb olunur.

Hesablamalar göstərmişdir ki, formasiya süxurlarında maqnetitin miqdarı 1%-ə, klinopiroksen-plagioklaz-hornblend assosiasiyasının payı isə 18-25%-ə çatır. Beləliklə, maqnetitin miqdarı bu süxurlarda kifayət qədər azdır və ona görə də, fikrimizcə, maqnetitin fraksiyonlaşması ancaq dəmir və titanın azalmasına səbəb ola bilər, digər komponentlərin paylanmasına isə (məsələn, SiO_2 , Al_2O_3 , CaO) maqnetitin fraksiyonlaşması cavabdeh ola bilməz. Bütün bunlar onu göstərir ki, andezit-dasit-riolit seriyasının əhəngli-qələvili trendi yalnız maqnetitin fraksiyonlaşması ilə deyil, həm də yüksək Fe/Mg nisbətinə malik olan və SiO_2 ilə doymayan hornblendin kristallaşması ilə nəzarət olunur. Formasiya süxurlarının amfibolları çermakit və parqasit hornblendlərinə aid olduğu üçün belə nəticəyə gəlmək olar ki, Ca-amfibolun fraksiyonlaşması qalıq ərintini SiO_2 ilə zənginləşdirərək, eyni zamanda onu dəmir, titan və kalsiumla kasıblaşdıracaqdır. Bu fikir, hornblendin erkən kristallaşması ilə, bir çox regionlar üçün aparılmış eksperimental işlərlə təsdiqlənir.

Deyilənləri yekunlaşdıraraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, andezit-dasit-riolit formasiyası süxurlarının əmələ gəlməsində amfibolun fraksiyonlaşması başlıca rol oynamışdır. Eksperimental işlərin əsasında müəyyən olunmuşdur ki, amfibol – ərinti üçün NTE-nin paylanma 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, Peason, 1985; Hilyard et al., 2000). Bazalt ərintilərinə amfibolun fraksionlaşması La/Yb nisbətinin qalıq ərintilərdə artmasına səbəb olsa da, NTE-nin yayılma spektri eyni qalır. Əgər maqma dasit-riodasitə qədər təkamül edirsə, NTE-nin amfibol – ərinti arasındakı paylanma əmsalını artırır və orta NTE – ağır NTE üçün vahiddən böyük olur. Bu isə nadir torpaq elementlərin fraksionlaşmasına səbəb olaraq NTE spektrində qalıq ərintilərdə orta NTE-nin spektrində aşağıya əyilmə hiss olunur. Məhz diferensiallaşmış andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında bu şəkli müşahidə edirik.

Amfibolun fraksionlaşmasının digər göstəricisi kimi Rb/K nisbətindən istifadə edilə bilər. Bu onunla izah olunur ki, 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 qalıq materialı ilə assimilyasiya proseslərinin (nisbətin artması) (Defant et al., 2001) göstəriciləri kimi genetik məqsədlər üçün istifadə edilir. Maqmatik sistemin təkamülü zamanı Rb/K nisbətinin artmasını amfibol saxlayan mineral assosiasiyasının fraksionlaşması ilə izah etmək olar. Şəkillərdən (şək. 2, 3) göründüyü kimi, diferensiasiya indeksi qismində götürülmüş La və Th-a nisbətən La/Yb, Rb/K mikroelement nisbətlərinin sabit qiyməti amfibolsuz paragenezislərin fraksion 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 fraksionlaşmasından fərqli trend əmələ gətirməsi formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində hornblendin aparıcı rol oynamasına dəlalət edir.

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

4.3. Yer qabığının kontaminasiyasının rolu. Göstəriləndiyi kimi kristallaşma diferensiasiyası SiO₂-nin 64%-ə qədər qiymətində andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarında petrogen və bir çox mikroelementlərin davranışını kifayət qədər izah edir. Formasiya süxurlarında fraksionlaşmanın erkən mərhələsində maqnetit, klinopiroksen, amfibol kristallaşır və qalıq maqmada SiO₂-nin intensiv toplanmasına şərait yaranır. Bu mineralların erkən ayrılması süxurların yüksək su buxarı şəraitində kristalllaşması ilə uzlaşır.

Kiçik Qafqazın Neogen yaşlı vulkanitləri üçün hibridizmin mineraloji əlamətləri kifayət qədər təzahür etmişdir və bir çox tədqiqatçılar tərəfindən qeyd

edilmişdir (Исмаил-заде, 1990; Попов и др., 1987). Bu nişanalərə plagioklazın əks zonallığı, erkən kristallaşan mineralların yeyilməsi, əriməsinin izləri, orta və turş süxurlarda qabbroid, qranodiorit və s. tərkibli, Yer qabığı təbiətli mikroda-xilolmaların iştirak etməsi aid ola bilər.

Formasiya süxurlarının əmələ gəlməsində Yer qabığının kontamina-siyasının rolunu qiymətləndirmək üçün «IGPET» proqramının köməyi ilə bu proses modelləşdirilmişdir. İlkən üzv kimi formasiya süxurlarında ən az SiO_2 -yə malik olan andezit, Yer qabığı kontaminantı kimi isə riolit götürül-müşdür və bir neçə variantda bu hesablama yerinə yetirilmişdir. Modelləş-mənin nəticəsi göstərmişdir ki, ilkin tərkibin dəyişməsi yüksək fraksionlaş-ma dərəcəsində ($F=0,7-0,9$) turş maqma ilə müxtəlif miqdarda qarışması nəticəsində baş verir. Müəyyən olunmuşdur ki, dasit tərkibli süxurun alın-ması üçün 62,5% klinopiroksen, 18,3% plagioklaz, 19,2% maqnetitin kris-tallaşması tələb olunur. Maqnetitin belə yüksək miqdarda kristallaşmasının səbəbini modeldə digər mineralların – biotit və hornblendin nəzərə alınma-ması ilə izah etmək olar. İlkən tərkibin yüksək fraksionlaşması nəticəsində ($F=0,96$) 32,4% andezitin 63,4% riodasitlə qarışması ilə dasiti almaq müm-kündür (cədv.1). Əksər mikroelementlərdə də real və hesablama nəticəsində alınan elementlər arasında böyük fərq müşahidə edilmir. Ən böyük fərq Cr, Sr və Ba-da müəyyən olunmuşdur ki, bunu da elementlərin paylanma əmsalının ədəbiyyatdan götürülməsi ilə izah etmək olar.

4.4.Mantiya və subduksiya komponentlərinin rolu. N-MORB-a görə normallaşdırılmış spayder diaqramından göründüyü kimi, formasiyanın orta sü-xurlarında «konservativ» elementlərin (Nb, Ta, Hf, Zr) minimumu qeyd edilir (şək.4). Əksinə, süxurlar «subduksiya» elementləri olan Rb, Ba, Th, La-la zən-gin, Ti, P, Yb, Y-la isə kasıbdır. Qeyri-kogerent elementlərlə zənginləşmə göstərir ki, ilkin ərintidən alınan maqma kaliumla, digər uyuşmayan elementlərlə zəngin olan metasomatitləşmiş litosfer mantiyasından əmələ gəlmişdir (Dilek et al., 2010). Formasiya süxurlarının yüngül nadir torpaq elementlərlə, bir çox qey-ri-kogerent elementlərlə zəngin olması onların əmələ gəlməsində zənginləşmiş mantiya maddəsinin kifayət qədər böyük rol oynamasına dəlalət edir.

4.5.Petrogeokimyəvi model. Süxurların tərkibində əsasi tərkibli kumul-yativ daxilolmaların olması, regionda qonşu olan formasiyalarda (Naxçıvan, Ge-qam, Ayodzor vulkanik yaylaları) bazaltların, olivinli bazaltların, iştirak etməsi göstərir ki, formasiya süxurları üçün ilkin maqma bazalt tərkibli olmuşdur (cədv.2). Onların əmələ gəlməsi yüksək su təzyiqi şəraitində ilkin yüksək maq-neziumlu ərintidən olivin-klinopiroksen assosiasiyasının fraksionlaşması ilə əlaqədardır (Гасангулиева, 2013).

Bu model formasiya süxurlarının tərkibində yüksək maqneziumlu qabbro tərkibli daxilolmaların ($\text{MgO}=8,13; 12,47$) iştirak etməsi ilə təsdiq

oluna bilər. Belə hesab etmək olar ki, əsasi və orta tərkibli diferensiallaşmış ərinti aralıq ocaqlara metasomatizmə uğramış üst mantiyadan ayrılan bazalt maqmasından kanallar vasitəsilə daxil olmuşdur.

K.Xirose və İ.Kuşironun (1993), Falloon və b. (1999) eksperimental məlumatların əsasında diferensiallaşmış seriyalar üçün ilkin ərintinin əmələgəlmə dərinliyini (təzyiqi) təyin etmək üçün verdikləri tənliyə görə öyrənilən seriya üçün ilkin ərintinin əmələgəlmə təzyiqi $P=15,5$ kb (~ 46 km) təşkil edir. Bu kəmiyyət M.İ.Rüstəmovun (2001) modeli ilə uzlaşır. Bizim fikrimizcə, olivin-klinopiroksen assosiasiyasının erkən kristallaşma modelinə görə ilkin maqmanın periferik ocaqlarda uzun müddət saxlanılması təmin edilir. Bu, andezitdən riolitə kimi vulkanitlərin əmələ gəlməsi ilə və son diferensiatlara qabıq kontaminasiyasının geokimyəvi və mineraloji nişanələrin təsiri ilə təsdiq olunur.

Alınan məlumatlar əsasında Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin Neogen vulkanizminin təkamülünü aşağıdakı modellə izah etmək olar.

Üst Miosen zamanı dekompressiyanın hesabına metasomatitləşmiş üst mantiyada və bazalt qatının aşağı hissələrində ərimə baş verir və bu ərintinin qələvi, qələvi-torpaq, yüngül nadir torpaq elementlərlə zənginləşməsi labüd olur. Bu proses nəticəsində qələvilərlə nisbətən zəngin olan bazalt ərintisi əmələ gəlir. Yer qabığının altında yerləşən dərinlik ocaqlarda ilkin maqmanın təkamülü olivin-klinopiroksen mineral assosiasiyasının fraksionlaşmasına və yüksək alüminiumlu qalıq ərintilərin meydana çıxmasına səbəb olmuşdur. Sonuncu qalıq ərintilərin səthə qalxması, aralıq ocaqlarda dayanması, plagioklaz və amfibolun, piroksenin fraksionlaşması, ətraf süxurların əriməsi ilə və qabıq materialı ilə kontaminasiya olunmuş hibrid maqmasının formalaşması ilə müşayiət olunmuşdur.

Beləliklə, andezit-dasit-riolit formasiyası süxurlarının əmələ gəlməsi aralıq ocaqlarda süxurəmələgətirən mineralların fraksionlaşması, daha sonra isə diferensiallaşmış bazalt ərintisinin ətraf süxurlarla kontaminasiyası hesabına baş verir və dasit tərkibli süxurlar əmələ gəlir. Vahid kristallaşma və assimilyasiya prosesi formasiya süxurlarının əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur.

4.6.Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen vulkanizminin filizliliyinin geoloji-geokimyəvi nişanələri. Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində neogen yaşlı vulkanizmlə qızıl, civə, vulkanik tuf və bir sıra filiz və qeyri-filiz yataq və təzahürləri əlaqədardır. Qızıl filizi yataqları vulkanogen hidrotermal damar qızıl kvars formasiyasına aid edilir və əsasən Ağduzdağ filiz sahəsində geniş yayılmışdır. Yatağın yerləşdiyi filiz sahəsi neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasiyasının effuziv-piroklastik süxurlarından ibarət olan vulkano-tektonik struktura ilə nəzarət olunur və meridionala yaxın Ağduzdağ-Zod dərinlik qırılmasının təsir zonasında yerləşmişdir. Morfoloji olaraq filizləşmə kvars damarları, zəif sulfidləşmiş hidrotermal-dəyişmiş süxur zonaları və törəmə kvarsitlərdə ştokverk

cisimləri ilə təmsil olunmuşlar. Filizləşmə riolitlərin subvulkanik cisimlərində (dayka və linzalarda) və meridionala yaxın çatlarda lokallaşmışdır. Bu zonalarda ətraf süxurlar və riolitlər intensiv kvarslaşmaya və kaolinləşməyə məruz qalmışlar. Qızıl filizləşməsi miopliosen yaşlı subvulkanik əmələgəlmələrin postmaqmatik fəaliyyəti ilə əlaqədardır. Bu onunla izah edilir ki, onlar eyni yaşlıdır, hidrotermal-dəyişmiş zonalar və subvulkanik əmələgəlmələr sahəyə sıx bağlıdır və hər ikisində qızılın yüksək miqdarı (1,3-10,0 mq/t) müşahidə edilir.

Beləliklə, miopliosen yaşlı subvulkanik əmələgəlmələrlə əlaqədar olan hidrotermal-dəyişmiş süxurların inkişaf etdiyi sahələrdə şimal-qərb və meridionala yaxın istiqamətlərdə olan dərinlik qırılmaları boyu qızıl filizi zonaları müşahidə olunur. Qızıl filizləşməsinin lokallaşmasında və yerləşməsində əsas rol maqma-daşıyan kanallara, dərinlik qırılmalarına və lokal qırılma-pozulmalara aiddir.

Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində təşəkkül tapmış civə yataqlarından tədqiq olunan rayon sahəsinə və birbaşa miopliosen yaşlı vulkanizmlə paragenetik əlaqəsi hesab edilən Ağyataq filiz sahəsi hesab edilir. Əksər tədqiqatçılar hesab edirlər ki, Ağyataq filiz sahəsi, xüsusilə də eyniadlı yataq miopliosen yaşlı vulkanizmin məhsullarının inkişaf etdiyi sahələrə aiddir. Filiz sahəsində civə filizləşməsi ultrabazitlərlə struktur olaraq, miopliosen yaşlı süxurlarla isə paragenetik əlaqədardır. Qırılmalar boyu intensiv doqranma, süxurların intensiv hidrotermal-metasomatik dəyişməsi, andezit-dasit tərkibli subvulkanik cisimlərin əmələ gəlməsi səciyyəvidir. Civənin yüksək miqdarı bu zonalarda müşahidə edilir. Formasiyanın süxurlarında bizim tərəfimizdən civə ilə yanaşı qurğuşunun, sinkin, misin, arsenin kəskin yuxarı miqdarı (Pb-263-680 q/t; Zn -204-557 q/t; Cu-105-116 q/t; As -11-13 q/t) təyin edilmişdir və bu elementlərin klarkı orta və turş süxurlardakına nisbətən uyğun olaraq 16-30; 3-7; 2-3; və 2-6 dəfə çoxdur.

Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, andezit-dasit-riolit formasiyasının orta və turş süxurlarının lava, tuf, xüsusilə də subvulkanik əmələgəlmələrinin hidrotermal-dəyişmə zonalarda Au, Ag, Hg kimi elementlərlə yanaşı Pb, Zn, Cu, As, Sb elementlərinin yataq və təzahürlərini (xüsusilə Moz sahəsi diqqəti cəlb etməlidir) proqnoz etmək olar. Civə-sürmə-arsen tipli Darrıdağ yatağının Araz zonasında təzahür etməsi aldığımız nəticənin şübhə doğurmamasına əsas verir.

Beləliklə, Kiçik Qafqazda aşağı temperaturlu qızıl-gümüş, civə, çox güman ki, civə-arsen-sürmə, mis-qurğuşun-sink yataq və təzahürləri vaxta görə neogen yaşlı yüksək kaliumlu əhəngli-qələvili maqmatizmin məhsulları olan orta və turş süxurlarla paragenetik əlaqədardır. Bu yataqlar kaynozoy yaşlı vulkanogen və vulkanogen-çökmə süxurlarla dolmuş qraben və törəmə çökəkliklərin yaranması zamanı dərinlik qırılmaları boyu intensiv blok hərəkətinin hesabına baş vermişdir.

Tədqiq edilən rayonda qeyd etdiyimiz filiz yataq və təzahürləri ilə yanaşı formasiya süxurları ilə əlaqədar olan müxtəlif **tuf**lar da maraq doğurur. Moz,

Şaplar, Milli, Qoçdağ, Konqur kimi kəndlərin yaxınlığında olan andezit-dasit-riolit formasiyasının riolit, riodasit tərkibli tufları tikinti materialı kimi istifadə oluna bilər.

NƏTİCƏ

1. Üst Miosen-Alt Pliosen zamanı vulkanizm Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində attik tektonik fəallaşması ilə əlaqədar olaraq ən böyük miqyasda çatmışdır. Bu dövrdə Mezozoya qədərki özülün qalxması baş verir və vulkanizm əsasən antiklinal zonaların mərkəzi hissələrində özünü büruzə vermişdir. Vulkanizm məhsullarının tərkibində vulkanik fazanın əvvəlində turş piroklastları olan andezitlər və andezidasitlər və sonra andezit lavaları üstünlük təşkil etmişdir. Antiklinal zonaların kənar hissələrində qələviliyi yüksək olan lokal zonalarda əsasi tərkibli maqmatizm təzahür etmişdir.

2. Formasiyanın subvulkanik əmələgəlmələri vulkanogen qatın (basarkeçər lay dəstəsi) əmələ gəlməsindən sonra qalxmış və daha turş tərkibə malikdir. Meotisi Pont-Alt Pliosen vulkanlarının fəal effuziv-eksploziv fəaliyyətindən sonra dərinədə soyuyan daha turş və özlülü maqma çatlar boyu qalxmış və yer səthindən az dərinlikdə dayka və başqa subvulkanik cisimlər şəklində soyumuşdur.

3. Andezit-dasit-riolit formasiyası üçün 9 petrogen elementin əsasında (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) faktor diqramının köməyi ilə andezit-traxiandezit-kvarslı latitlər, dasit-traxidasitlər və riodasit-riolitlər kimi müstəqil qruplar ayrılır.

4. Süxurların tərkibində SiO_2 -nin miqdarı artdıqda TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , P_2O_5 miqdarı titanlı maqnetit, klinopiroksen, plagioklaz, amfibol və apatitin fraksionlaşması hesabına azalır. Andezit-dasit-riolit seriyasının əhəngli-qələvili trendi tək maqnetitin fraksionlaşması ilə deyil, həm də yüksək Fe/Mg nisbətində malik olan və SiO_2 ilə doymayan hornblendin kristallaşması ilə nəzarət olunur. Bu qanunauyğunluq xüsusilə SiO_2 -nin miqdarının 60-68% arasında dəyişməsində daha aydın hiss olunur. Formasiya süxurlarında zəif templə K_2O və Na_2O -nun miqdarının artması turş süxurlarda kalium çöl şpatının kristallaşması ilə izah edilir.

5. Andezit-dasit-riolit formasiyasının vulkanitlərində andezitlərdən riolitlərə doğru SiO_2 -nin miqdarı artdıqda və MgO -nun miqdarı azaldıqda kogerent elementlər xətti, bəzən isə sinan trendlərlə ifadə olunmuş asılılıq əmələ gətirir. Bu asılılıq trendlərinin əvvəlində isə dərinlik əlavələrinin fiqurativ nöqtələri dayanır. Formasiya süxurlarında bu elementlərin paylanması süxurəmələgətirən mineralların fraksionlaşması və akkumulyativ (homeogen) daxilolmaların kristallaşması ilə nəzarət olunur. Yüksək uyuşmayan qeyri-kogerent elementlərin miqdarı dərinlik daxilolmalarında minimaldır və andezit-dasit-riolit sırasında öz geokimyəvi irsini nümayiş etdirir və artmağa başlayır.

6. 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 əmələ gəlməsində plagioklazın fraksionlaşmasına 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.

7. Modelləşmə nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, ilkin tərkibin yüksək fraksionlaşması nəticəsində (F=0,96) 32,4% andezitin 63,4% riodasitlə qarışması ilə hibrid mənşəli dasiti almaq mümkündür.

8. Formasiya süxurlarının yüngül nadir torpaq elementləri və bir çox qeyri-kogerent elementlərlə zəngin olması onların əmələ gəlməsində zənginləşmiş mantiya maddəsinin kifayət qədər böyük rol oynamasına dəlalət edir. Yüksək alüminiumlu bazaltlar formasiya süxurları üçün ana maqma hesab edilir. Onların əmələ gəlməsi yüksək su təzyiqi şəraitində ilkin yüksək maqneziumlu ərintidən olivin-klinopiroksen assosiasiyasının fraksionlaşması ilə əlaqədardır.

9. Tədqiqat rayonunu yeni Au, Ag, Hg, As, Sb, Cu-Mo-Au, Au-Pb-Zn, Cu-Pb-Zn yataq və təzahürlərinə meatallogenik olaraq perspektivli hesab etmək olar.

Beləliklə, Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində intişar tapmış andezit-dasit-riolit formasiyası üçün yüksək kaliumlu əhəngli-qələvili seriyanın əmələ gəlməsi səciyyəvi olub, özünəməxsus petrogeokimyəvi tərkiblə tipik normal qələvili əhəngli-qələvili seriyadan fərqlənir. Andezit-dasit-riolit formasiya süxurlarının əmələ gəlməsi aralıq ocaqlarda süxurəmələgətirən mineralların fraksionlaşması, daha sonra isə diferensiaslanmış bazalt ərintisinin ətraf süxurlarla kontaminasiyası hesabına baş verir və dasit tərkibli süxurlar formalaşır. Vahid kristallaşma və assimilyasiya prosesi formasiya süxurlarının əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur.

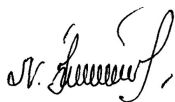
Dissertasiya mövzusu üzrə çap olunmuş əsərlərin siyahısı

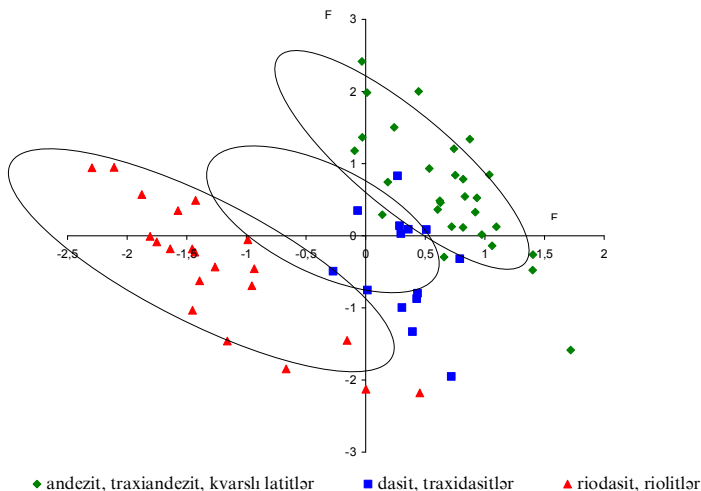
- 1.Имамвердиев Н.А., **Гасангулиева М.Я.**, Аскеров Р.Г. Петрогеохимические аспекты генезиса позднекайнозойского коллизийного вулканизма Малого Кавказа / Проблемные вопросы геодинамики, петрологии и металлогении Кавказа. Баку: 2007, с.104-113.
- 2.Имамвердиев Н.А., Велиев А.А., **Гасангулиева М.Я.** Геохимические особенности неоген-четвертичного вулканизма Малого Кавказа / «Azərbaycanın geologiyası və hidrotermal ehtiyatları» mövzusunda elmi konfransın materialları. BDU, 2007, с. 32-34.
- 3.Məmmədov S., **Həsənquliyeva M.Y.**, Vəliyev A.Ə. Kiçik Qafqazın neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasiyasının orta süxurlarının əmələ gəlməsi haqqında / «Yer elmləri sahəsində tədqiqatların yeni istiqamətləri» mövzusunda Gənc alim və tələbələrin II Beynəlxalq elmi konfransının materialları. Bakı: 2007, s.54
- 4.Имамвердиев Н.А., **Гасангулиева М.Я.**, Велиев А.А. Геохимия верхнеплиоцен-четвертичного вулканизма Малого Кавказа: петрогенезис, характеристика мантийного источника / Научное наследие академика М.А.Кашкая. Взгляд из XXI века. Баку: Nafta-Press. 2007, с.153-165.
- 5.Имамвердиев Н.А., **Гасангулиева М.Я.**, Велиев А.А. Петрогеохимические особенности индикаторных позднекайнозойских вулканических формаций Кавказа. Сообщение I. Форма проявления и геологическое положение // Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук, 2007, №2, с.119-128
- 6.Имамвердиев Н.А., **Гасангулиева М.Я.**, Велиев А.А. Петрогеохимические особенности индикаторных позднекайнозойских вулканических формаций Кавказа. Сообщение II. Петрогеохимические особенности // Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук, 2007, №3, с.75-83.
- 7.Imamverdiyev N.A., **Gasanguliyeva M.Y.**, Veliyev A.A. The Late Cenozoic collision volcanism in the Lesser Caucasus (geochemistry, geodynamics) / The Nordic Countries invite you to the 33rd IGC International Geological Congress. Oslo, 2008. www.cprm.gov.br/33IGC/Ga-Gi.html.
- 8.Imamverdiyev N.A., **Gasanguliyeva M.Y.**, Veliyev A.A. The Late Collision-related Late Cenozoic Volcanism of the Lesser Caucasus (Geochemical Aspects) / 62nd Geological Kurultai of Turkey. 13-17 April 2009. MTA-Ankara: Türkiye. 2009. www.jmo.org.tr/resimler/ekler/0b2c99d6e66d1ea_ek.doc.
- 9.Vəliyev A.Ə., **Həsənquliyeva M.Y.** Kiçik Qafqazın üst pliosen yaşlı turş vulkanitlərinin mənbəyi və kristallaşma şəraiti / «Yer elmləri sahəsində

- tədqiqatların yeni istiqamətləri» mövzusunda Gənc alim və tələbələrin III Beynəlxalq elmi konfransının materialları. Bakı, 2009, s.52-53
10. İmamverdiyev N.Ə., **Həsənquliyeva M.Y.**, Vəliyev A.Ə. və b. Kiçik Qafqazın gec karnoyoz kolliziya vulkanizminin tektonik fazalarla əlaqəsi / BDU-nun 90 illik yubieyinə həsr olunmuş «Azərbaycanın faydalı qazıntıları» mövzusunda elmi konfransın materialları. Bakı, BDU, 2009, s.14-17.
 11. İmamverdiyev N.Ə., Vəliyev A.Ə., **Həsənquliyeva M.Y.**, Dadaşeva K.A. Kiçik Qafqazın gec karnoyoz kolliziya vulkanizmi. // Bakı Universitetinin xəbərləri. Təbiət elmləri seriyası, 2009, №2, s.116-121.
 12. Vəliyev A.A., **Gəsənguliyeva M.Y.**, İmamverdiyev N.A., Babayeva G.C. Petrogenetic evolution Late Cenozoic volcanism of the Lesser Caucasus. Proceeding the First International Applied Geological Congress (Vol.2). Mashad, Iran, 2010, p.2159-2167.
 13. İmamverdiyev N.A., Yıldırım Dilek, Vəliyev A.A., **Gəsənguliyeva M.Y.** Late Cenozoic volcanism of the Lesser Caucasus: the role of lithosphere mantle and continental crust. 7th International Symposium on Eastern Mediterranean geology. Adana-Turkey, 2010, p.28
geology.cu.edu.tr/isemg2010/sites/...cu.../ISEMG2010_abstract_book.pdf.
 14. **Гасангулиева М.Я.**, Велиев А.А., Имамвердиев Н.А., Мамедов М.Н., Бабаева Г.Дж. Вопросы петрогенезиса позднекайнозойского коллизийного вулканизма Малого Кавказа // Отечественная геология 2010, № 4, с.33-42.
 15. **Həsənquliyeva M.Y.** Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen yaşlı andezit-dazit-riolit forma siya süxurlarının əmələ gəlməsi haqqında // Gənc alimlərin əsərləri, 2011, №4, s.90-99.
 16. Имамвердиев Н.А., Мамедов М.Н., Бабаева Г.Д., Велиев А.А., **Гасангулиева М.Я.** Петрогеохимические и геодинамические аспекты коллизийного вулканизма Малого Кавказа / Материалы Всероссийской конференции с международным участием: «Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит» Владивосток, 2011, с.223-225. <http://conf2011.fegi.ru/ru/abstracts>.
 17. Имамвердиев Н.А., Велиев А.А., **Гасангулиева М.Я.** Петрогеохимические аспекты позднеколлизийного субщелочного и высококалийного известково-щелочного вулканизма Малого Кавказа / Тезисы международной конференции “Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма” http://alkaline.web.ru/2011/Abstracts/Imamverdyyev_rus.htm. С.89-90
 18. Имамвердиев Н.А., Романько А.Е., Велиев А.А., **Гасангулиева М.Я.** Позднекайнозойский постколлизийный вулканизм Альпийско-Гималайского пояса: новые данные, проблемы, обсуждение / Материалы 45-

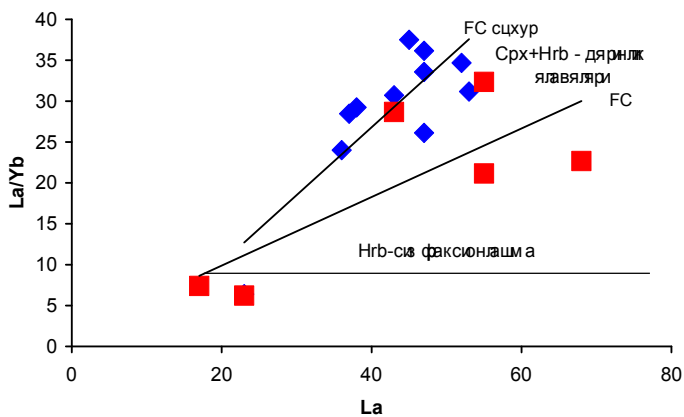
го тектонического совещания «Геологическая история, возможные механизмы и проблемы формирования впадин с субокеанической и аномально тонкой корой и провинциях с континентальной корой» Москва, 2013, с.83-85.

19. İmamverdiyev N.A., Veliyev A.A., **Gasanguliyeva M.Y.** Late collision volcanism in the Lesser Caucasus: New data, the problems, discussion / Conferens on recent research activities and new results about the regional geology, the geodynamics and the metallogeny of the Lesser Caucasus. A SCOPES meeting, Tbilisi: 2013, p.19-20.
20. **Həsənquliyeva M.Y.** Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen vulkanizminin geokimyəvi xüsusiyyətləri haqqında / Azərbaycan xalqının ümummilli lideri HEYDƏR ƏLİYEVİN anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları, BDU, 2013, s.102-106.
21. İmamverdiyev N.Ə., **Həsənquliyeva M.Y.** Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsinin neogen yaşlı andezit-dasit-riolit formasiyasının formalaşmasında amfibolun rolu haqqında // AMEA, Xəbərlər, Yer elmləri, №3, 2013, 16-22.
22. **Гасангулиева М.Я.** Петрогеохимические особенности неогенового вулканизма центральной части Малого Кавказа // Отечественная геология, №2, 2014.

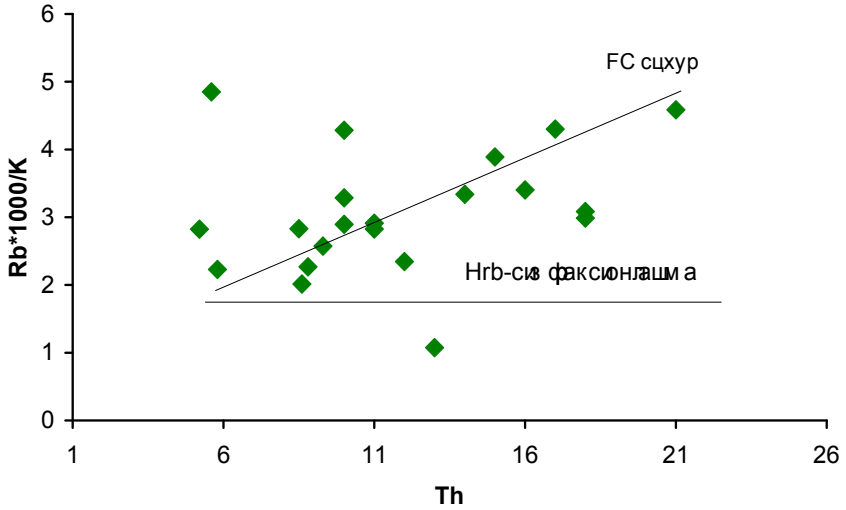




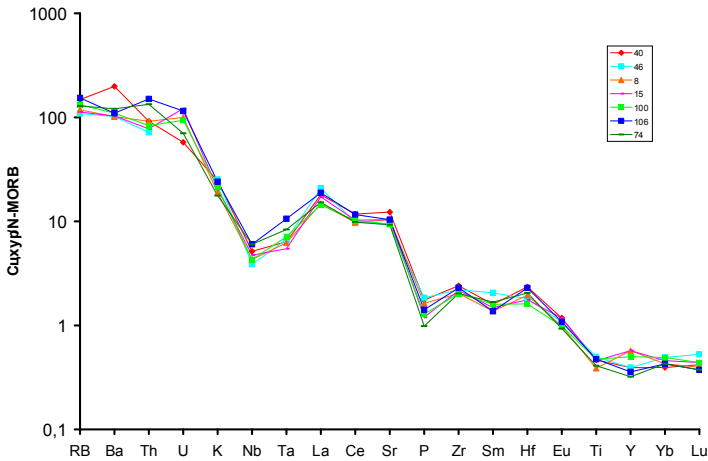
Şəkil 1. Makroelementlər üzrə alınmış F_1 və F_2 faktorlarının asılılıq diaqramı



Şəkil 2. Andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurlarında La/Yb nisbətini La diferensiasiya indeksinə görə münasibəti



Şәkil 3. Andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurlarında Rb/K nisbәtinin Th diferensiasiya indeksinә görә münasibәti



Şәkil 4. Andezit-dasit-riolit formasiyasının süxurlarında kogerent və qeyri-kogerent elementlärin N-MORB-a görә (Sun, McDonoign, 1989) normallaşdırılmış spayder diaqramı

Cədvəl 1

**Andezit-dasit-riodasit üçün AFC modelləşdirilməsinin nəticələri
(petrogen elementlər 100%-ə hesablanmışdır)**

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Klinopiroksen	55.67	0	3.15	7.56	14.71	18.91	0	0
Plagioklaz	63.92	0	23.71	0	0	4.12	8.25	0
Maqnetit	0	6.47	5.18	87.06	1.29	0	0	0
Andezit	66.88	0	17.26	3.99	1.08	4.32	4.32	2.16
Riodasit	67.92	0	17.76	2.82	1.04	3.13	4.18	3.13
Hibrid dasit	66.17	0	17.08	3.95	1.07	4.27	4.27	3.20
Mütləq hesablanmış	66.68	0.05	17.16	3.97	1.40	3.91	4.11	2.69

$$\Sigma R^2 = 0.579$$

	Rb	Ba	Sr	V	Cr	Ni	Zr	La	Ce	Sm	Eu	Yb	Y
Hibrid dasit	79	736	907	64	192	33	160	38	81	4	1	1	15
Mütləq hesablanmış	79.1	684.8	949.5	57.6	258	36.3	169.8	46.3	84.9	3.1	1.02	1.02	12
D	0.02	0.01	0.08	4.52	8.17	3.15	0.16	0.06	0.09	0.16	0.17	0.22	0.21
D – ümumi paylanma əmsalı (Rollinson, 1993) (nadir elementlərin miqdarı q/t-la verilmişdir)													

Cədvəl 2

Andezit-dasit-riolit formasiyası süxurları üçün ana maqma hesab edilən yüksək alüminiumlu bazaltın tərkibi

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
49.64	0.84	18.66	5.15	3.02	0.21	2.64	10.64	3.2	0.5	0.5
Rb	Sr	Ba	U	Th	Cr	V	Ni	Co	Zr	Nb
20	420	180	2.7	7.2	130	175	75	25	42	4.2

МИНАХАНЫМ ЯШАР ГЫЗЫ ГАСАНГУЛИЕВА

ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕОГЕНОВОГО ВУЛКАНИЗМА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА

РЕЗЮМЕ

Диссертация посвящена петрогеохимическим особенностям неогенового вулканизма центральной части Малого Кавказа, которая выражалась высококалийными известково-щелочными, субщелочными образованиями. Отличительная особенность изученных позднемiocен-раннеплиоценовых пород Малого Кавказа состоит в том, что они, в основном, средние и кислые. Состав вулканитов отвечает преимущественно андезитам и трахиандезитам, дацитам и трахидацитам, а также риолитам. В связи с аттической тектонической активностью позднего миоцена-раннего плиоцена вулканизм был очень мощным. В этот период происходит поднятие домезозойского основания и вулканизм, в основном, проявляется в центральных частях антиклинальных зон Малого Кавказа. В составе продуктов в начале вулканической фазы преобладали андезиты и андезидациты с кислыми пирокластами, а в конце ее – андезитовые лавы. В крайних частях антиклинальных зон локально проявился магматизм основного состава повышенной щелочности. Субвулканические образования формации внедрились после образования вулканогенной толщи (басаркечарская свита) и имеют более кислый состав. После активной эффузивно-эксплозивной деятельности меотис-понт – раннеплиоценовых вулканов остывающая на глубине более кислая и вязкая магма поднимаясь по трещинам на небольшой глубине и застывала в виде даек и других субвулканических тел.

На основании оксидов 9 петрогенных элементов (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) для андезит-дацит-риолитовой формации с помощью факторной диаграммы выделены такие самостоятельные группы как андезит-трахиандезит-кварцевые латиты, дацит-трахидациты и риодацит-риолиты.

Показано, что с увеличением содержания SiO_2 в составе породы, содержание TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , P_2O_5 уменьшается за счет фракционирования титаномagnetита, клинопироксена, плагиоклаза, амфибола, апатита. Известково-щелочной тренд андезит-дацит-риолитовой серии контролируется не только фракционированием magnetита, но и кристаллизацией роговой обманки, обладающей высоким Fe/Mg отношением и недосыщенностью SiO_2 . Первые доказано, что ранняя кристаллизация роговой обманки в эволюции неогенового магматизма

является принципиальным фактором в формировании известково-щелочной серии. Эта закономерность особенно отчетливо видна при изменении содержания SiO_2 между 60 и 64%. Медленное увеличение содержания K_2O и Na_2O в породах формации объясняется кристаллизацией калиевого полевого шпата.

В вулканитах формации при увеличении содержания SiO_2 от андезитов к риолитам и уменьшении количества MgO когерентные (совместимые) элементы, как и макроэлементы, дают линейную, а иногда и выраженную ломанную зависимость. В начале этих трендов зависимости стоят фигуративные точки гомеогенных включений. Распределение этих элементов в породах формации контролируется фракционированием пороодообразующих минералов и аккумулятивной (гомеогенной) кристаллизацией включений. Содержание несовместимых элементов (Rb, Th, Nb, Zr, Hf, LREE и др.) в глубинных включениях минимально.

В породах формации легкие лантаноиды преобладают по отношению к тяжелым, и по этой причине отношения La/Sm , La/Yb высокие. В средних породах (кварцевых латитах, андезитах) при приближении отношения Eu/Eu^* к единице ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,94-1,05$), а в более кислых породах отмечается Eu-минимум ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,58-0,63$), что указывает на фракционирование плагиоклаза. Установлено, что в породах формации содержание Ba и Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb отношений быстро увеличиваются. Обогащения пород формации литофильными и редкоземельными элементами обусловлено относительно высокой степенью плавления расплава, обогащенного флюидами.

На основе моделирования, было установлено, что в результате высокого фракционирования первичного расплава ($F=0,96$) при смешивании 32,4% андезита и 63,4% риодацита возможно получение дацита гибридного происхождения. Ведущая роль единого процесса фракционной кристаллизации и ассимиляции (AFC) ответственна за формирование магматических пород формации.

Показано, что обогащение пород формации легкими редкоземельными, многими некогерентными элементами указывает на достаточно большую роль обогащенного мантийного вещества в их образовании. Для пород формации высокоглиноземистые базальты можно считать материнской магмой. Их образование связано с фракционированием в обстановке высокого водного давления из начального высокомагнезильного расплава оливин-клинопироксеновой ассоциации.

И так, образование неогеновых вулканических серий Малого Кавказа можно представить следующим образом.

В начале позднего кайнозоя в результате регионального сжатия

в поднимающемся диапире происходит мантийный метасоматоз. В позднем миоцене - раннем плиоцене благодаря декомпрессии, происходит анатексис метасоматизированной мантии и низов базальтового слоя на достаточно большей глубине, что определяет обогащение этих расплавов щелочными, щелочноземельными, легкими редкоземельными элементами. В результате этого процесса образуются базальтовые расплавы, обогащенные щелочами. Дальнейшая эволюция этих расплавов происходит в условиях континентальной земной коры, где за счет дифференциации расплавов образуются средне-кислые породы в виде крутопадающих даек и вулканических сооружений центрального, центрально-трещинного типа.

В глубинных очагах эволюция первичной магмы сопровождался фракционированием оливин-клинопироксеновой минеральных ассоциаций и появлением высокоглиноземистой остаточной магмы. Выход на поверхность последних сопровождается остановкой в промежуточных очагах, фракционированием плагиоклаза, клинопироксена, амфибола, плавлением окружающих пород, контаминацией коровым материалом и формированием гибридной магмы.

Район работ можно считать металлогенически перспективным в отношении новых Au, Ag, Hg, As, Sb, Cu-Mo с Au, Pb-Zn, Cu-Pb-Zn месторождений и рудопроявлений. Изученный район также богат нерудным сырьем – туфами, шлаками, пемзами и др.

Таким образом, для андезит-дацит-риолитовой формации, развитой в центральной части Малого Кавказа, образование пород высококалиевой известково-щелочной серии является специфичным в отличие от пород известково-щелочной серии нормальной щелочности. Образование пород андезит-дацит-риолитовой формации происходит за счет фракционирования породообразующих минералов в промежуточных очагах, а позже за счет контаминации дифференцированного базальтового расплава окружающими породами. Единый процесс кристаллизации и ассимиляции явился причиной образования пород формации.

MINAKHANYM YASHAR GYZY HASANGULIYEVA
PETROGEOCHEMICAL MODEL OF NEOGENE VOLCANISM
OF THE LESSER CAUCASUS CENTRAL PART

SUMMARY

The dissertation has been devoted to petrochemical peculiarities of Neogene volcanism of the Lesser Caucasus central part that has been expressed by high-potassium calc-alkaline, subalkaline formations. A distinctive feature of the investigated Late Miocene- Early Pliocene rocks of the Lesser Caucasus is that they are generally medium and acid. Volcanites composition meets mainly andesites and trachyandesites, dacites and trachydacites and also rhyolites. The volcanism was very powerful in relation to the tectonic activity of Late Miocene-Early Pliocene. During this period there occurs Pre-Mesozoic base uplift and volcanism is mainly manifested in the central parts of the anticlinal zones of the Lesser Caucasus. The andesites and andesitic dacites with acid pyroclasts dominate in the products' composition at the beginning of the volcanic phase and at its end - andesite lavas. Magmatism of the main composition of high alkalinity has locally been manifested in the extreme parts of the anticlinal zones. Subvolcanic appearances of formation invaded after volcanogenic strata (Basarkechar suite) formation and have more acid composition. After active effusive-explosive activity of Meotian-Pontian-Early Pliocene volcanoes, more acid and viscous magma, cooling at a depth, rising along fractures at shallow depths hardened in the form of dikes and other subvolcanic bodies.

On the basis of 9 petrogenic elements oxides (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) such independent groups as andesite-trachyandesite-quartz latites, dacite-trachydacites and rhyodacite-rhyolites have been defined for andesite-dacite-rhyolite formation using factorial diagram.

It has been shown that with increasing SiO_2 content in the rocks composition, the content of TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , CaO , P_2O_5 decreases due to fractionation of titanomagnetite, clinopyroxene, plagioclase, amphibole and apatite. The calc-alkaline trend of andesite-dacite-rhyolite series is controlled not only by magnetite fractionation but also by the hornblende crystallization, having a high Fe/Mg ratio and by SiO_2 undersaturation. First it has been proved that the early hornblende crystallization in the Neogene magmatism evolution is the principal factor in the calc-alkaline series formation. This regularity is especially obvious during change of SiO_2 content between 60 and 64 %. The slow increase of K_2O and Na_2O content in the rocks formation is explained by potassium feldspar crystallization.

In formation's volcanites with increasing SiO_2 content from andesites to rhyolites and with decreasing MgO quantity the coherent (compatible)

elements as macroelements give a linear and sometimes expressed broken dependence. The figurative points of the homeogenous inclusions are at the beginning of these dependence trends. These elements distribution in the rocks of formation is controlled by fractionation of rock-forming minerals and accumulative (homeogenous) crystallization of the inclusions. The incompatible elements content (Rb, Th, Nb, Zr, Hf, LREE, etc.) is minimal in the deep-seated inclusions.

In rocks of formation the light lanthanoids prevail in relation to heavy and therefore La/Sm, La/Yb relations are high. In medium rocks (quartz latites, andesites) it is defined approaching Eu/Eu* relation to unit ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,94-1,05$) and in more acid rocks - Eu-minimum ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,58-0,63$) that indicates on plagioclase fractionation. It has been established that the content of Ba and Ba/Y, Rb/Y, Th/Yb relations are rapidly increased in the formation's rocks. The formation's rocks enrichment with lithophylous and rare-earth elements caused by relatively high degree of fusion melting that enriched by fluids.

Based on the modeling, it was determined that as a result of high fractionation of the initial melt ($F=0,96$) during mixing of 32.4% andesite and 63.4% rhyodacite it is possible to obtain dacite of hybrid origin. The leading role of single process of Assimilation and Fractional Crystallization (AFC) is responsible for forming the igneous rocks of formation.

It has been shown that the enrichment of formation's rock with light rare-earth elements and many incompatible elements indicates on sufficiently important role of the enriched mantle matter in their formation. The high-alumina basalts can be considered as the parental magma for formation's rocks. Their formation is connected with fractionation in the environment of high water pressure from the initial high-magnesian melt of the olivine-clinopyroxene association.

So, the Neogene volcanic series formation of the Lesser Caucasus can be represented as follows.

At the beginning of the Late Cenozoic the mantle metasomatism occurred as a result of regional compression in the lifting diapir. In the Late Miocene-Early Pliocene anatexis of the metasomatized mantle and lower parts of the basalt layer occurs due to decompression at sufficiently great depth that determines these melts enrichment with alkali, alkaline-earth, light rare-earth elements. As a result of this process there is formed basalt melts enriched by alkalines. Further evolution of these melts occurs in conditions of continental Earth crust where medium-acidic rocks as steeply dipping dikes and volcanic edifices of the central, central-fractured type are formed due to melts differentiation.

The primary magma evolution was accompanied by fractionation of olivine-clinopyroxenic mineral associations and the appearance of high-alumina residual magma in the deep-seated foci. The last ones outcropping are accompanied by a stop at the intermediate foci, fractionation of plagioclase, clinopyroxene, amphibole, surrounding rock melting, crustal material contamination and by hybrid magma formation.

The works area can be considered metallogenetically perspective in relation to new Au, Ag, Hg, As, Sb, Cu-Mo with Au, Pb-Zn, Cu-Pb-Zn fields and ore occurrences. The investigated area is also rich by non-metallic raw materials - tuffs, scorias, pumices, etc.

Therefore, for andesite-dacite-rhyolite formation, developed in the central part of Lesser Caucasus, rocks formation of high-potassium calc-alkaline series is specific unlike the rocks of calc-alkaline series of normal alkalinity. Rocks formation of andesite-dacite-rhyolite formation is caused by fractionation of the rock-forming minerals in the intermediate foci and later due to contamination of the differentiated basaltic melt by the surrounding rocks. Single process of crystallization and assimilation caused the rocks buildup of the formation.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ**

На правах рукописи

МИНАХАНЫМ ЯШАР ГЫЗЫ ГАСАНГУЛИЕВА

**ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕОГЕНОВОГО
ВУЛКАНИЗМА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА**

2503.01 – Геохимия, геохимические методы
поисков полезных ископаемых

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации, представленной на соискание ученой степени
доктора философии по наукам о Земле

БАКУ – 2014