AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

GƏDƏBƏY İNTRUZİYASININ QABBROİD VƏ QRANİTOİD FAZALARININ ƏMƏLƏ GƏLMƏSİNİN PETROLOJİ-GEOKİMYƏVİ ASPEKTLƏRİ (YENİ MƏLUMATLAR ƏSASINDA)

İxtisas: 2515.01 – Petrologiya, vulkanologiya

Elmi sahə: Yer elmləri

İddiaçı: **Kənan Fərrux oğlu Abbasov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyinin Geologiya İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər: Geologiya-minerologiya elmləri doktoru, professor **Musa Nəsib oğlu Məmmədov**

geologiya-minerologiya elmləri doktoru, professor **Nazim Əjdər oğlu İmamverdiyev**

Rəsmi opponentlər: Geologiya-minerologiya elmləri doktoru **Muxtar İbrahim oğlu Rüstəmov**

Geologiya-minerologiya elmləri namizədi, dosent **Mamoy İbrahim oğlu Mansurov**

Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru **Anar Ələsgər oğlu Vəliyev**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Elm və Təhsil Nazirliyi Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.21 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:
AMEA-nın həqiqi üzvü, Əməkdar elm xadimi, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
Vasif Məmməd Ağa oğlu Babazadə

Dissertasiya şurasının elmi katibi:
Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru,dosent
Ülkər İbrahim qızı Kərimli

Elmi seminarın sədri:
Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
Vaqif Şıxı oğlu Qurbanov

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Çoxfazalı Gədəbəy intruziv kompleksi süxur növlərinin çeşidliyi və intruzivin formalaşmasına səbəb olan maqmatik proselərin mürəkkəbliyi baxımından tətdqiqatçı geoloqların diqqətini daim çəlb etmişdir. İntruziv kompleks ətrafında qızıl-kolçedan, mis-qızıl kolçedan, mis-polimetal-qızıl filizləşməsinin mövcudluğu da intruzivə olan marağı artırmışdır. Uzun illər ərzində bir çox görkəmli azərbaycanlı və xarici tədqiqatçılar bu intruziv kompleksini araşdırmışlar. Bu araşdırmalar daha çox intruzivi təşkil edən süxurların petroqrafik təsvirinə və ərazidə yayılmış filiz kütlələrinin araşdırılmasına həsr olunmuşdur. Indiyə qədər aparılmış tədqiqatlarda Gədəbəy filiz rayonunun geoloji-geomorfoloji xüsusyyətləri dərin araşdırılsa da intruzivin əmələ gəlməsinin petrogenetik izahı dəqiqliklə cavablandırılmamışdır. Həmçinin Gədəbəy intruzivinin geoloji inkişafı mineraloji və geokimyəvi cəhətdən tam araşdırılmamışdır. Digər tərəfdən ədəbiyyatda mövcud olan müxtəlif geobarotermometrlərin tətbiqi ilə intruzivin hər bir süxur kompleksinin kristallaşma temperaturu və təzyiqləri, həmçinin bu proseslərə nəzarət edən uçucuların parsial təzyiqlərinin hesablanması müasir petroloji tədqiqatlarda böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan, Gədəbəy intruzivinin formalaşmasının fiziki-kimyəvi şəraitlərinin təyininə, süxurları əmələ gətirən mineralların əmələgəlmə şəraitlərinə görə paragenezislərə ayrılmasına ehtiyac duyulur. Həmçinin Gədəbəy intruzivin ilkin ərintisinin tərkibi və bu ərintinin hansı tip mantiya süxurunun hansı miqdarda qismən əriməsi nəticəsində əmələ gəlməsi, bu intruzivin yerləşdiyi Lök-Qarabağ struktur-formasiya zonasının hansı geodinamik rejimdə formalaşması həll olunmalı məsələlər arasındadır.

Təqdim olunan dissertasiya işi qeyd olunan məsələlərin həlli üçün yerinə yetirilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Təqdim olunan dissertasiya işinin məqsədi yeni analitik məlumatlar əsasında Gədəbəy intruziv kompleksinin əmələ gəlməsinin fiziki-kimyəvi şəraitlərinin təyin edilməsi, mineral paragenezislərin ayrılması, intruzivi əmələ gətirən ilkin ərintinin tərkibinin hesablanması, eləcə də həmin ərintinin hansı mantiya substratının nə miqdarda qismən əriməsi nəticəsində əmələ gəldiyinin təyin edilməsidir. Bu məqsədlə aşağıdakı məsələlərin

yerinə yetirilməsi nəzərdə tutulmuşdur:

– İntruziv kompleksinin petrogeokimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi.

– İntruziv kompleksinin təkamülündə mikroelementlərin davranışının genetik məsələlərin həllində rolunun qiymətləndirilməsi.

– Mineralların kimyəvi analizlərinin nəticəsi əsasında onların fiziki-kimyəvi əmələgəlmə şəraitlərinin (P, T, $\log f_{O_2}$) hesablanması.

– Süxurların və mineralların tərkibinin tədqiqi əsasında intruzivin ilkin ərintisinin tərkibinin hesablanması.

Faktiki material və tədqiqat üsulları. Dissertasiya işinin hazırlanmasında Gədəbəy intruzivini təşkil edən süxurların 30 silikat analizlərinin, eləcə də süxurları təşkil edən minerallarından 8 ortopiroksen, 14 klinopiroksen, 33 plagioklaz, 10 ortoklaz, 11 amfibol, 25 maqnetit, 16 ilmenit nümunələrinin spektr analizlərinin nəticələrindən, istifadə edilmişdir. Silikat analizləri Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən laboratoriyada, spektral analizlər isə həmin institutda yerləşən "Jeol JSM 66 10LV" SEM və "Oxford X-Max 51XMX" EDS cihazlarında yerinə yetirilmişdir. Süxurların tərkibində iştirak edən nadir torpaq elementləri də daxil olmaqla mikroelementlərin analizləri Rusiya Elmlər Akademiyasının Nadir elementlərin Mineralogiyası, Geokimyası, Kristallokimyası İnstitutunda Bronitsa Geoloji və Geokimyəvi Ekspedisiyasının labaoratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Müdafiə olunan müddəalar:

1.Gədəbəy intruzuv kompleksinin fazalarının təkamülündə mineral paragenezislərin fraksionlaşması ilə nəzarət olunan kohorent və inkohorent elementlərin indikator rolunun səciyyəsi.

2. Gədəbəy intruziv kompleksinin fiziki-kimyəvi və geodinamik əmələgəlmə şəraitlərinin əsaslandırılması.

Tədqiqatın elmi yenilikləri.

1. İlk dəfə olaraq mineralların əmələgəlməsinin fiziki-kimyəvi şəraitinin təhlilinə əsasən mineral paragenezislərin tədrici keçidlər təşkil etməklə 1200-650 ^{o}C temperatur arasında, 1.2-3.7 km dərinlikdə və oksigenin parsial təzyiqinin $logf_{O_2}$-14.4-dən -14.91-ə qədər qiymətində kristallaşması müəyyən olunmuşdur.

2. Kifayət qədər diferensiasiyaya uğramış ərintidən əmələ gələn qabbro-noritin və olivinin kimyəvi tərkibi, olivinlə süxur arasında Mg-Fe paylanması əsasında Gədəbəy intruzivi üçün ilkin ərintinin nəzəri kimyəvi tərkibi və onun ilkin substratdan ərimə payı hesablanmışdır. Ərintinin kimyəvi tərkibi vebsteritə uyğun gəlir, qranatlı-amfibolitli tərkibli mantiya özülünün qismən ərimə payı isə 50-55% olmuşdur.

3. Mineralların kimyəvi tərkibinin və kristallaşmalarının fiziki-kimyəvi şəraitlərinin, eləcə də mikroelementlərin paylanmasının əsasında təyin olunmuşdur ki, Gədəbəy intruziv kompleksi yetkin adalar qövsü şəraitində Yer qabığının iştirakı və assimiliyasiyası nəticəsində kristallaşma diferensiasiyası prosesinin nəzaritində formalaşmışdır.

4. Ərazi üçün ilk dəfə olaraq qabbro-norit süxurunun anşlif nümunəsində nikelin mineralı olan millerit (NiS) aşkar olunmuşdur.

İşin praktiki əhəmiyyəti. İntruzivin əmələ gəlməsinin fiziki-kimyəvi şəraitinin təyini gələcək tədqiqatlarda intruzivin maqmatik fəaliyyəti ilə ərazidəki filizəmələgəlmə arasındakı əlaqənin araşdırılmasında tətbiq oluna bilər.

Dissertasiya işində isitifadə olunmuş hesablama üsullarından bakalavriat və magistrant pilləsi tələbələrinə maqmatik proseslərin petroloji xüsusiyyətləri ilə bağlı fənlərin tədrisində istifadə edilə bilər. Alınmış nəticələri analoji intruziv massivlərin öyrənilməsində tətbiq etmək mümkündür.

İşin aprobasiyası və nəşrləri. Dissertasiya işinin nəticələri XXXIII Beynəlxalq konfransda (Moskva, 2016), Respublika Elmi konfranslarında (Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, 2017; 2018; 2020), Gənc alimlərin Beylnəlxalq konfransında (Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, 2018), Gənc alimlərin və tələbələrin VII Beynəlxalq konfransında (Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Bakı, 2018), Magisrantların və Gənc tədqiqatçıların Beylnəlxlaq elmi konfransında (Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, 2018) məruzə edilmişdir. Mövzu üzrə yerli və xarici jurnallarda 7 məqalə (o cümlədən SCOPUS bazasında 2 məqalə [ANAS Transactions. Earth Sciences. 2021, 2023], eləcə də Georef bazasına düşən və Rusiyada elmi dərəcə və elmi adların verilməsi üçün Yer elmləri üzrə tövsiyyə olunan dövrü elmi nəşrdə 1 məqalə [Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2023]), 7 konfrans materialı və tezis dərc olunmuşdur. Eləcə də, “UNESCO/Poland Co-sponsored

Fellowship Programme" ixtisasartırma proqramı çərçivəsində hazırlanmış hesabatda müzakirə olunmuşdur.

İşin həcmi və strukturu. Dissertasiya işi 163 səhifədən və 193995 işarədən ibarət olmaqla girişdən, 5 fəsildən (hər fəsilin işarəsi), nəticədən ibarətdir. Dissertasiya işində 56 şəkil və 23 cədvəldən, 113 adda ədəbiyyat siyahısından istitfadə edilmişdir.

I FƏSİL. GƏDƏBƏY İNTRUZVİNİN GEOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

1.1. Qazfqaz qırışıqlıq zonasının qlobal tektonik inkişaf mərhələləri

Gədəbəy intruzivinin yerləşdiyi Şəmkir horst antikilinorisi qlobal geotektonik mövqedə olaraq Aralıq dənizi qırışıqlıq qurşağının mərkəzi hissələrinə uyğun gələn Qafqaz-Zaqros seqmentinin (Pont-Kiçik Qafqaz və ya Pont-Cənubi Qafqaz) Kiçik Qafqaz qırışıqlıq sisteminin şimal-şərq cinahında Lök-Ağdam struktur-formasiya zonasında yerləşir. Antiklinorinin geoloji quruluşunda Mezotetis okenının təkamülündə yetkin adalar qövsünün orta Yura - erkən Təbaşir mərhələsinə uyğun gələn maqmatik proselərin məhsulları iştirak edir[1].

Mezotetisin şimal qollarının arasındakı Cənubi Qafqaz mikrokontinenti Gec Triasda quru sahəsi olmuşdur. Erkən Sinemyurda qismən, Aalendə isə tamamilə transqressiv olaraq dayaz dənizlə örtülmüşdür. Bu transqressiv örtülmənin səbəbi isə mikrokontinentin cənubunda Kiçik Qafqaz–Əlburz, şimalinda isə Krım–Böyük Qafqaz–Kopetdağ hövzələrinin açılması olmuşdur. Serpentinit melanjındakı toleit və boninit seriyalı maqmatık süxurların mövcudluğu Aalendə maksimim genişliyə çatan Kiçik Qafqaz hövzəsinin okean qabığında əsas silsilə ilə yanaşı hövzənin kontinental yamaclarında parçalanmaların yaxud da daha güclü ehtimalla nisbi qalxmaların yəni primitiv ensimatik adalar qövsünün inkişafına dəlalət edir. Belə ki, bu zonanın iri blokları olan Qarabağ, həmçinin Muğan blokları geoloji inkişaflarını boninit

[1] Məmmədov, M.N., Həsənquliyeva, M.Y., Abbasov, K.F., Sarıyev, F.H. Gədəbəy filiz rayonunun üst Yura-alt Təbaşir yaşlı intruziv komplekslərinin formalaşmalarının geoloji-geodinamik və fiziki-kimyəvi şəraitləri // Azərbaycanın işğaldan azad edilmiş ərazilərinin faydalı qazıntılarına həsr olumuş: "Geologiya Problemlər, perspektivlər" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, – Bakı: – 2020, – s. 9-13.

vulkanizmi ilə səciyyələnən cavan adalar qövsü kimi başlamışlar. Zonanın ensialik tip adalar qövs əyaətlərindən (Qafan, Ağdam, Gəncə, Şəmkir, Allahverdi, Beyburt və s.) fərqli olaraq burada kalsiumlu-qələvili diferensiasialaşmış vulkanik-plutonik asossasiyalar erkən Bayosda deyil, daha gec olaraq Batöncəsi qırışıqlıq fazasında formalaşmış və uyğun olaraq qranitoid intruzivləri qabığa daxil olmamışdır. Bu səbəbdəndir ki, Bat maqmatizmi burada orta-turş tərkibli subvulkanik kütləllərin daxil olması ilə başa çatmışdır ki, bunlar da qızıl daşımaları ilə xarakterizə olunurlar[2].

Kiçik Qafqaz okean qabığının mürəkkəb geomorfoloji quruluşu səbəbindən hövzənin inkişafı çox mürəkkəb və rəngarəng inkişaf yolu keçmiş və bir-birinə qonşu ərazilərdə həm enensialik, həm də ensimatik adalar qövsləri formalaşmışdır. Gec kimmeriy tektogenizində aktiv kontinental kənar zonalarında çoxmərhələli diferensiasiyaya uğramış subduksiyon kalsiumlu-qələvili maqmatizm, cavan, yəni okean qabığının subduksiyası zonasında isə boninit seriyası maqmatizmi təzahür etmişdir. Bu səbəbdən bu zonalarda da artıq kalsiumlu-qələvili seriyaya aid olan bazalt-andezit-dasit riolit formasiyası əmələ gəlmişdir.

Qeyd edilməlidir ki artıq Üst Bayos-Alt Təbaşir dövründə gec kimmeriy tektogenezi kolliziya mərhələsinə çatmasa da Mezotetisin şimal qolunun bütün cəbhələrində subduksiyanın maksimal inkişafı ilə səciyyələnmiş və ensimatik adalar qövsündə də kontinental tip yer qabığnın qalınlığı kifayət həddə çatmışdır. Neokomda (alt-Təbaşir) dənizin transqressiv hərəkətindən sonra bu seqmentin geoloji inkişafı nisbətən stabil geodinamik və tektonik şəraitdə davam etmişdir.

1.2. Şəmkir horst antikilinorisinin geoloji-tektonik quruluşu

Şəmkir horst antiklinorisi Mezotetisin Kiçik Qafqaz qolunun Cənub Qafqaz mikrokontinentinin altına subduksiyası nəticəsində əmələ gələn Lök-Qarabağ adalar qövsünün enensialik seqmentində fəaliyyət göstərən maqmatizm mərhələsinin süxurlarından təşkil olunmuşdur. Burada erkən Bayos yaşlı süxurlar toleit seriyasına aiddir. İlkin mərhələ alt Bayosun bazalt-riolit bimodal maqmatizmi ilə başlamışdır. Sonra isə

---

[2] Рустамов М.И. Геодинамика и магматизм Каспийско-Кавказского сегмента Средиземноморского пояса в фанерозое / М.И. Рустамов. – Баку: Nafta-Press, 2019. – 544 с.

alt Bayosun andezitləri fomalaşmışdır. Üst Bayos maqmatizmi isə əsasən turş tərkibli subvulkanlardan ibarət olmuşdur.

Maqmatizmin Üst Yura mərhələsi maqmatik ocaqda yüksək təzyiqin olması ilə əlaqədar öncə mərkəz tipli vulkanların eksploziv fəaliyyəti ilə başlamışdır. Bunun nəticəsində xeyli piroklastik material toplanmışdır. Maqmatik ocaqda təzyiq azaldıqca eksploziv fəaliyyət lava axınları ilə əvəz olunmuşdur. Təzyiq tamam azaldıqdan sonra vulkan boğazlarında maqma soyuyaraq tıxaclar əmələ gətirmişdir.

Maqmatik ocaqların enerjisi tam azalan zaman maqma yer səthinə çıxa bilməmiş və yer səthinə yaxın sahələrdə və ya bir qədər dərinliklərdə soyumuşdur. Bunun nəticəsində müxtəlif morfologiyalı subvulkanlar və subintruziv kütlələr əmələ gəlmişdir.

Maqmatik ocaq və kameralarda olan maqmatik kütlələr yavaş-yavaş soyuyaraq kristallaşmağa başlamışlar. Nəticədə yerin xeyli dərinliklərində Gədəbəy, Barum-Barsum, Ərtəpə, Çanaxçı və ola bilsin ki, erroziya ilə hələ açılmamış digər intruzivlər formalaşmışdır.

1.3. Gədəbəy intruzivin ümumi geoloji təsviri və fazalılığının geoloji əlamətləri

Gədəbəy filiz rayonunda əhəmiyyətli tədqiqat işləri aparmış alimlərimizdən C.Ə.Azadəliyevin, H.İ.Kərimovun, H.X.Əfəndiyevin, H.V.Mustafayevin, M.N.Məmmədovun, M.N.Rəcəbovun, S.Ə.Mahmudovun, Ş.Ə.Əzizbəyovun, V.İ.Əliyevin, V.M.Babazadənin və bir çox başqalarının qiymətli məlumatları və nəticələri vardır. Dissertasiya işinin hazırlanmasında həmin məlumatlardan da səmərəli istifadə olunmuşdur.

Gədəbəy intruzivinin mütləq yaşı U-Pb izotop məlumatlarına görə 144±1 mln. il təyin edilmişdir. Ərazidəki eyni yaşlı intrzuivlərdən Barum üçün mütləq yaş 151 ±2 mln. il, Qabağtəpə üçün 158-161 mln. il hesablanır[3].

H.V. Mustafayev və H.H. Kərimovun tədqiqatlarına əsasən görə

---

[3] Садыхов Э.А. Геохимические характеристики и изотопное U-Pb датирование пород плагиогранитового плутонического комплекса Лок-Гарабахской зоны Малого Кавказа (Азербайджан) / Э.А. Садыхов, Н.В. Шатова // Региональная геология и металлогения, – 2016. № 66, – с. 67-74.

Gədəbəy intruzivi 2 fazada formalaşmışdır[4,5]. Bizim çöl müşahidələrimiz və süxurların morfoloji qarşılıqlı əlaqələri intruzivin çoxfazalı olmasını təsdiqləyir.

Qabbroid adlanan birinci faza tərkibcə ilkin ərintiyə ən yaxın olan qabbro-norit süxurları ilə təmsil olunaraq təkamülə uğramış və kristallaşma diferensiasiyasının təsiri altında uyğun olaraq olivinli qabbro-melanokrat qabbro - leykokrat qabbro - qabbro diorit - diorit süxurlarına keçirlər.

İkinci faza isə ərazidə ən geniş yayılmış süxur növü olan kvarslı dioritlərin adı ilə adlandırılır. İkinci fazanın süxurları uyğun olaraq dioritlər - kvarslı dioritlər - tonalitlər, banatitlər - qranodioritlər - qranit peqmatitlərdir. Həmçinin intruzivin mülayim qələvi şaxəsi olan monsodiorit-monsonit-siyenitlər də qeyd olunur.

1.4. Gədəbəy intruziv kompleksi ətrafında yayılmış metasomatik süxurlar

Gədəbəy rayonunda metasomatik süxurlar geniş yayılmışdır. Onlar əsasən intruziv massivlərin oreollarında cəmləşib və genetik tipinə görə iki əsas qrupa bölünə bilər: kontakt-metasomatik və hidrotermal-metasomatik süxurlar - hansılardan ki, sonuncular ən inkişaf etmiş süxurlardır. Birinci qrupa müxtəlif skarnlar, buynuzdaşları və buynuzdaşlaşmış süxurlar, ikinci qrupa isə müxtəlif törəmə kvarsitlər və kvarslaşmış süxurlar daxildir.

II FƏSİL. GƏDƏBƏY İNTRUZİVİNİN PETROLOGİYASI

2.1. Gədəbəy intruzivinin petroqrafiyası

Qeyd edildiyi kimi, Gədəbəy intruzivi əsasən qabbroid və kvarslı diorit fazalarının süxur komplekslərindən ibarətdir. Hər bir fazanın tərkibində ardıcıl diferensiatlar şəklində süxur kompleksləri ayrılır.

Qabbroid fazasının süxur vahidlərində məkanca azalma ardıcıllığı ilə qabbro-noritləri, uralitli qabbroları, olivinli qabbroları, biotit-kvarslı qabbroları, melanokrat qabbroları, plagioklazlı piroksenitləri ayırmaq olar.

[4] Мустафаев Г.В. Мезозойские гранитоиды Азербайджана и особенности их металлогении. / Г.В. Мустафаев. – Баку: Элм, – 1977. – 234 с.

[5] Керимов Г.И. Петрология и рудоносность Кедабекского рудного узла / Г.И.Керимов. – Баку: Изд. АН Азерб. СССР, – 1963. – 178 с.

Qabbro-noritlər qabbroid kompleksi daxilində məkanca ən geniş yayılmış süxurlar olduğundan bu süxurların kompleksin ilkin diferensiatı olmasını hesab etmək olar. Tərkiblərində olivin, klino və orto piroksen, əsasi plagioklaz, aksessor minerallar olaraq əsasən apatit və titanlı maqnetit iştirak edir. Ortopiroksen tərkibcə hiperstenə yaxındırlar. Xarakterik 110 müstəvisi üzrə mükəmməl ayrılmalar müşahidə olunur. Düz sönürlər, şüasındırma əmsallarının qiymətləri Ng = 1.770 ± 0.002; Nm = 1.761 ± 0.003; Np = 1.752 ± 0.002 şəklindədir. Klinopiroksen qısa prizmatik dənələr şəklində müşahidə olunur, sönmə bucağı 38^o-dir. İki istiqamətli ayrılmaların kəsişməsi 90^o-dir. Bəzən avgit tərkibli klinopiroksen zəif yaşıl rəngə boyanmışdır, olduqca zəif pleoxroizm qabiliyyəti nümayiş etdirir. Plagioklaz əsasən labrador-bitovnit (An_{54-83}) tərkibli olub, xarakterik polisintetik ikiləşmələr əmələ gətirir. Mineraloji tərkibinə görə qabbronun adıçəkilən bir çox müxtəliflikləri ayrılır. Plagioklazlı piroksenit ərazidə məhdud yayılmışdır və akkumlyativ tip süxura bənzəyir. Mineraloji tərkibində əsasi plagioklaz və monoklinik piroksen (avgit) qeyd edilir. Plagioklaz tərkibcə labradora yaxındır (An65-70) və xarakterik polisintetik prizmatik dənələr əmələ gətirir. Klinopiroksen avgit tərkiblidir. O lövhəvari qısa prizmatik dənələr əmələ gətirir (cNg= 40-45^o). Rombik piroksen xeyli az miqdarda iştirak edir. Zəif interferensiya rənginə malik mülayim titanlı maqnetitin miqdarı xeyli artır. Törəmə minerallardan xlorit rast gəlir. Qabbro-diorit məkanca az yayılmışdır. I fazanın son süxur növlərindən sayılır. Uralitli, hornblendli, növləri ayrılır. Plagioklaz süxurun 60%-ə qədərini təşkil edir və andezin (An_{40-50}) tərkiblidir. İkiləşmələr albit, albit-karlsbad qanunları üzrədir. Təkamül nöqteyi nəzərinidən bu süxurlardan sonra gələn dioritlər I fazanın fəaliyyətini tamamlayır.

Kvarslı diorit fazasının süxurları kvarslı dioritlərdən, qranodioritlərdən, tonalit və banatit və qranitlərdən ibarətdir. Öncəki tədqiqatlara əsasən mülayim qələvi qol olan monsodioritlər və monsonitlər də bu fazanın məhsullarıdır[6,7].

---

[6] Керимов Г.И. Петрология и рудоносность Кедабекского рудного узла / Г.И.Керимов. – Баку: Изд. АН Азерб. СССР, – 1963. – 178 с.

[7] Mammadov M.N. Petrological factors of formation of central Lok-Garabakh zone intrusion complexes of upper Jurassic – early Cretaceous age / M.N. Mammadov, G.J. Babaeva, A.A. Veliyev [et al.] // ANAS Transactions, Earth Sciences, – 2021. № 2, – p. 3-15

Ümumi mineraloji tərkib kvarslı dioritlərdən qranitlərə doğru plagioklazın azalması, albit komponenti ilə zənginləşməsi, kvars, qələvi çöl şpatlarının artması ilə səciyyələnir. Biotit və amfibolun miqdarı da bəzi süxurlarda artır.

Kvarslı dioritlərdə plagioklaz süxurun 40-50 %-ni təşkil edir, tərkibcə andezinə (An_{35-37}) uyğun gəlir. İri və zonal kristalların mərkəzi hissələrində müxtəlif intensivlikdə serisitləşmə, pelitləşmə və bəzi hallarda xloritləşmə, epidotlaşma müşahidə olunur. Amfibol bir qayda olaraq qonuru-yaşımtıl rəngdə olub, xarakterik pleoxroizmlə seçilməklə, nazik uzunsov kristallar əmələ gətirir (cNg=21-30^o, Ng-Np=0.01, 2V=61^o). Avgit tərkibli klinopiroksen nadir hallarda təmiz qalmışdır. Bu piroksen adətən rəngsiz qısa prizmatik dənələr əmələ gətitrirlər. Bəzən zəif narıncı rəngə boyanmış olurlar (cNg=40-44^o, 2V=56^o).

2.2. Gədəbəy intruzivinin petrokimyası

İntruziv kompleksin süxurlarını təsnif etmək üçün TAS diaqramından istifadə edilmişdir[8]. Bunlarla yanaşı mikroelement tərkibinə əsaslanan təsnifat diaqramların nəticələri də təhlil edilmişdir. İnruzivin süxurlarının petrokimyəvi mənsubiyyətini təyin etmək və təkamülün izləmək üçün AFM, Miyaşiro, Harker, Osborn və digər oksid komponent cütlərinin qarşılıqlı paylanmalarını göstərən diaqramlardan istifadə edilmişdir[9]. Petrokimyəvi nöqteyi nəzərdən təhlil Gədəbəy intruzivi süxurlarının fazaları arasında tədrici keçidin olduğunu və süxurların kalsiumlu-qələvili seriyaya aid olduqlarını göstərir.

Bütün diaqramlarda süxurlar arasında tədrici keçid müşahidə edilir. Harker diaqramlarında aydın seçilən xətti asılılıqlar Al_2O_3, MgO, FeO, CaO ilə SiO_2 arasında müşahidə edilir. Belə ki, silisium oksidi süxurlarda artdıqca, yəni tərkib əsasidən turşa doğru dəyişdikcə qələvilərdən başqa (Na_2O, K_2O) bütün oksidlər azalır. Bunun səbəbi mineraloji tərkibin dəyişməsi və süxurlarda olivinin, piroksenin və əsasi plagioklazın kristallaşması və fraksionlaşmasıdır. FeO-nin əsasi

[8] Eric A. K. Naming Materials in the Magma/Igneous Rock System // Earth-Science Reviews, 37, –1994, –p. 215-244. doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9

[9] Rollinson H. Using geochemical data to understand geological processes / V.Pease, H.Rollinson. – United Kingdom: University Printing House, Cambridge CB2 8BS, – 2021. P. 346

süxurlarda daha kəskin azalması maqnetitin diferensiasiyanın ilkin mərhələsindən kristallaşdığını göstərir. Bu da kalsiumlu-qələvili maqmatizm üçün xarakterikdir və mühitin oksidləşmə şəraitində olduğunu göstərir. CaO-nin SiO_2 ilə münasibətdə ardıcıl və bərabər şəkilli azalması süxurlardakı plagioklaz minerallarında anortit molekulunun tədrici azalmasını göstərir. Bu da öz növbəsində bir tərəfdən plagioklazların ilkin kristallaşan mineral paragenezisinin daxilində olmasını, digər tərəfdən kristallaşma diferensiasiyasının arası kəsilmədən fəaliyyətdə olduğunu göstərir. TiO_2 üçün nümunələrin diaqramda paylanması sahəvidir və aydın seçilən qanunauyğunluq müşahidə edilmir.

Beləliklə, Gədəbəy intruzivi süxurlarının təsnifat və mikroelement diaqramlarında nümayiş etdirdyi tədrici keçid, həmçinin Harker diaqramlarında da bu qanunauyğuluğun müşahidə olunması intruzivin formalaşmasında kristallaşma diferensiasiyasının aparıcı faktor olmasını göstərir.

III FƏSİL. GƏDƏBƏY İNTRUZİVİNİN MİNERALOGİYASI

Gədəbəy intruzivinin baş süxur əmələgətirən mineralları intruzivin təkamülü ardıcıllığına uyğun olaraq olivin, plagioklaz, klinopiroksen, ortopiroksen, qələvi çöl şpatları, amfibol və mikalardan ibarətdir. Bu minerallar isə öz növbəsində olivin- əsasi plagioklaz, əsasi plagioklaz-klinopiroksen, klinopiroksen-ortopiroksen, qələvi çöl şpatı-amfibol-mika paragenezisləri yaradırlar. Aksessor minerallardan isə dəmir-titan oksidi minerallarının (maqnetit, ilmenit) kimyəvi tərkbi öyrənilmişdir. Mineralların aid olduğu süxurların adları cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1

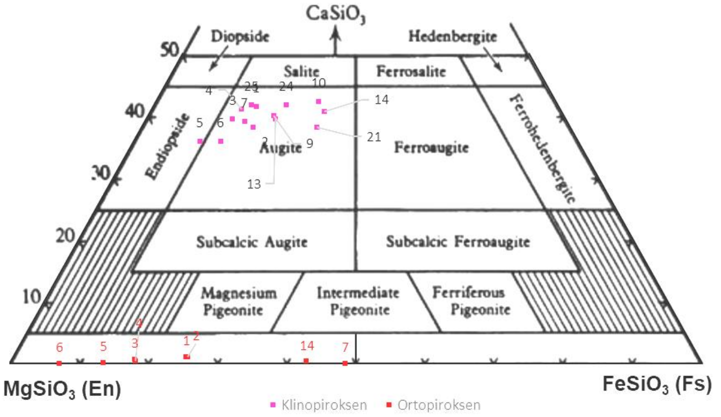
Gədəbəy intruziv kompleksinin monomineral analizi edilmiş süxur nümunələri

Nümunənin nömrəsi	Süxurun adı	Nümunənin nömrəsi	Süxurun adı
1-2	plagioklazlı piroksenit	18-19	qranodiorit
3-6	qabbro-norit	20	banatit
7-9	qabbro	21	tonalit
10	qabbro-diorit	22-25	kvarslı monsonit
11-13	diorit	29	qranit peqmatit
14-17	kvarslı diorit	30	aplit

3.1. Baş süxur əmələ gətirən minerallar

Mafik minerallar üçün Mg-un yüksək miqdarı xarakterikdir. Bu da öz növbəsində piroksenlərdə enstatit molekulasının yüksək miqdarına səbəb olur. Növbəti şəkil və cədvəllərdə göstərilmiş nümunələrin nömrələri cədvəl 1-ə uyğundur. Ümumilikdə I fazanın piroksenləri üçün minal tərkib enstatit komponentinin 51.5-92.8 %; ferrosillitin 7.1-48.4 %; vollostanitin isə 0.1-1.1 % miqdarları ilə səciyyələnirlər (şək. 1)[10]. Görsəndiyi kimi intruzivin ortopirokseni Ca-la olduqca kasıbdır. Bu da onların plagioklazdan sonra kristallaşdığını göstərir.

Klinopiroksen tərkibcə yüksək Ca-lu avgitə uyğun gəlir. Hesablanmış enstatit molekulunun miqdarı ferrosillitdən bir neçə dəfə çoxdur. Yəni bu minerallar da Mg-un konsentrasiyası yüksək olan maqmadan kristallaşmışlar[11]. Qeyd edilən qanunauyğunluq həm I fazanın, həm də II fazanın süxurları üçün doğrudur. Minal tərkibdə vollostanit 35.8-52 %; enstatit 34.2-54.6 %; ferrosillit 12.5-25.3 % olaraq hesablanmışdır (şəkil 1).



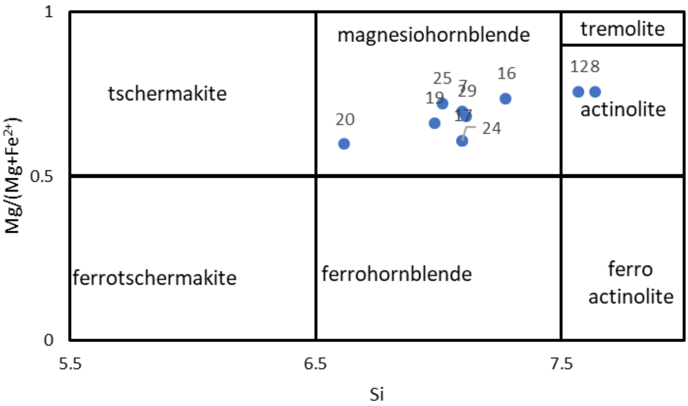
Şəkil 1. Gədəbəy intruzivinin süxurlarında piroksenlərin Xess-Poldearvard diaqramında yerləşməsi.

---

[10] Poldervaart, A., & Hess, H. H. Pyroxenes in the Crystallization of Basaltic Magma. / A.Poldervaart, H.H.Hess // The Journal of Geology. 59(5), –1951, –p. 472–489. doi:10.1086/625891

[11] Indicator role of pyroxenes in the evolution of primordial melts of multi-phase Gadabay-Soyudlu intrusion // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, –2022. №3, –p. 10-17

Amfibol da həmçinin maqneziumun yüksək miqdarı ilə xarakterizə olunan Ca-lu amfibol seriyasına aiddirlər[12]. Bu da maqmanın kalsiumlu-qələvili xarakter daşıdığını göstərir[13]. Mineralların əksəriyyəri Mg-lu hornblend sahəsinə düşür. Ancaq iki nümunə aktinolit sahəsində yerləşir (şək. 2).



Şəkil 2. Gədəbəy intruzivinin süxurlarında amfibolların təsnifat diaqramında yerləşməsi

Felzik minerallardan *plagioklaz* tərkibcə bitovnitdən andezinə qədər dəyişir. Tərkibin dəyişməsi isə tədrici baş verir (şək. 3). I fazanın süxurları üçün ortoklaz molekulunun miqdarı 2 %-dən çox deyil. II fazanın süxurlarında isə bu miqdar 9%-ə qədər qalxır. *Qələvi çöl şpatları* yalnız II fazanın süxurları üçün xarakterikdir və K-la zəngin çöl şpatları sahəsinə düşür, yəni ortoklaz tərkibli sayılırlar (şəkil 3).

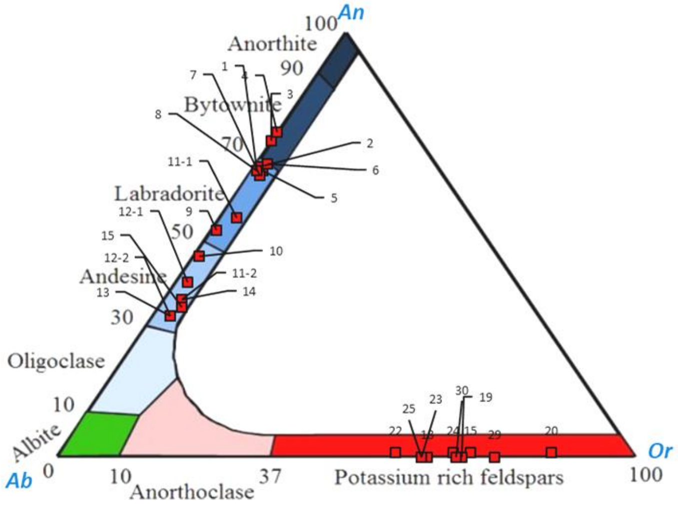
Mika əsasən II fazanın və mülayim qələvi qolun süxurları üçün xarakterikdir. Tərkibcə maqneziumlu annitə uyğun gəlir. Annit maqneziumla kasıblaşmış süxurlar üçün xarakterikdir. Bu da Gədəbəy

---

[12] Leake B.E. Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names / B. E. Leake, A. R. Woolley, C. E. S. Arps [et al.] // GeoscienceWorld, The Canadian Mineralogist, –Vol. 35, № 1, – p. 219-246

[13] Imamverdiyev N.A., Abbasov K.F. Typomorphic features of amphiboles from the Gadabay intrusion (Lesser Caucasus) // Baku State University Journal of Earth Sciences & Environment, –v 1 (1), –2024, –p.20-29.

intruzivinin təkamülündə fraksion kritallaşmanın əhəmiyyətli yer tutduğunu və qalıq ərintinin maqneziumla kasıblaşmasını göstərir. Hərçənd tərkibin maqneziumlu annit olması, ilkin ərintinin maqneziumla xeyli zəngin olması mənasına gəlir. Digər qeyd olunmalı məqam kristallokimyəvi tərkibdə K-un nisbətən az olmasıdır. Bu gösətirci mikanın ortoklazdan sonra kristallaşmasına dəlalət edə bilər.



Şəkil 3. Gədəbəy intruziv kompleksinin süxurlarının çöl şpatlarının üçlü təsnifat diaqramı

Mineralların kimyəvi tərkibi də təkamül prosesinə həssas olan elementlərin miqdarının dəyişməsinin tədrici getdiyini göstərir. Bu da kristallaşma prosesinin qapalı maqmatik kamerada tədricən, kristallşma diferensiasiyasının nəzarətində getdiyini göstərir.

3.2. Aksessor minerallar

Aksessor minerallardan maqnetit və ilmenit kimyəvi tərkiblərinə əsasən araşdırılmışdır. Tərkiblərindəki Ti-nın miqdarına görə maqnetitlər mülayim titanlı növə aiddirlər. Onların tərkibindəki ulvoşpinel molekulunun miqdarı 3.53-18.79% arasında dəyişir. Ən yüksək göstərici monsonit, ən aşağı göstərici isə kvars diorit üçün qeyd olunur. İlmenitdə isə hematit molekulu 9.44-15.79% aralığındadır. Burada isə yüksək göstərici I fazanın dioritinə, ən aşağı göstərici isə qabbro-

dioritə məxsusdur. Bu da mühitin oksidləşmə dərəcəsinə nişanədir.

Fosfat mineralları apatit və monasit (Ce,La,Nd,Th)PO_4 ilə təmsil olunurlar. Apatit mineralı akssessor sayılsa da süxurlarda kifayət qədər yüksək konsentrasiyada iştirak edir, ən çox qabbro süxurunda yayılmışdır. Monasit apatitlə müqayisədə xeyli aşağı konsentrasiyadadır. Monasitin ən yüksək konsentrasiyası qabbro-noritdə, ən aşağısı isə tonalitdə qeyd olunur.

Oksidlər. Gədəbəy intruzivinin oksid mineralları hematit (Fe_2O_3), xromit($FeCr_2O_4$), rutil (TiO_2), limonitdir ($FeO(OH){\cdot}nH_2O$). Hematit də gözlənildiyi kimi turş tərkibli süxurlarda daha çoxdur. Diferensiasiya təkamülünün daha gec məhsullları olan turş tərkibli süxurlarının oksidləşmə dərəcəsi yüksək olduğu üçün bir çox dəmir oksidi mineralları, əsasən də maqnetit oksidləşərək hematitə çevrilir. Xromit ancaq əsasi tərkibli yəni I fazanın süxurlarında iştirak edir. Belə ki, xromit olivin və ortopiroksenlə paragenezis təşkil edir. Rutil ən çox qranitdə rast gəlir. Limonit isə digər süxurlarla müqayisədə banatitdə olduqca yüksək miqdardadır.

Silikat minerallarından qranat (Mg, Fe^{2+}, Mn, Ca)(Al, Fe^{3+}, Cr) $(SiO_4)_3$, spodumen ($LiAl(SiO_3)_2$), sfen (titanit-$CaTiSiO_5$) və sirkon ($ZrSiO_4$) yayılmışdır. Həm qranat, həm də spodumen süxurlarda olduqca aşağı konsnetrasiyalarda iştirak edir. Ən yüksək konsnetrasiya qranodiroitdə, ən aşağı isə dioritdə qeyd olunur. Spodumendə isə tam əksinə qranodioritdə ən aşağı konsentrasiya mövcuddur. Ən yüksək konsentrasiya isə qabbro-noritdə rast gəlir. Sfen qranitdə xeyli yüksək miqdarda rast gəlir. Bu da sfenin daha çox Si-la zəngin hidrotermal mərhələ ilə əlaqədar olmasından irəli gələ bilər. Sirkon turş tərkibli süxurlarda kifayət qədər yüksək miqdardadır.

Hidroksilli silikatlar ortit, epidot və turmalinlə təmsil olunublar. Ortit və turmalin mineralları süxurlarda xeyli az miqdarda iştirak edirlər. Epidotun miqdarının qeyri-bərbər paylanması onun törəmə mineral olması ilə əlaqədardır. Belə ki, epidotun süxurda miqdarı həmin süxurun nə dərəcədə törəmə proseslərə məruz qalmasından asılıdır.

Sulfidlər. Gədəbəy filiz rayonunda faydalı qazıntı yataqları sulfidləşmə tipli olduğundan süxurlarda sulfid minerallarının davranışı əlahiddə əhəmiyyətə malikdir. Xüsusuən də qızıl saxlayan və

yerləşdirən mineralların davranışı. Filizləşmə rayonunuda qızıl dəmir kolçedan və mis kolçedan filizləşməsində pirit və xalkopiritin tərkibində, polimetal filizləşməsində isə qalenit və sfalerit minerallarının tərkibində yerləşmişdir[14].

Xalkopiritin ən yüksək miqdarı qabbroların tərkibində rast gəlir. Ümumiyyətlə orta və turş tərkibli süxurlarda xalkopirit xeyli az miqdardadır. Piritdə də eyni hadisə müşahidə olunur. Əsasi süxurlarda konsentrasiya daha yüksəkdir. Qalenit və sfalerit bir qədər fərqli davranış nümayiş etdirirlər. Belə ki, qalenit daha çox əsasi süxurlarda qeyd olunur. Sfalerit isə tonalit və banatitlərdə daha çoxdur. Hərçənd hər iki mineralın mütləq konsentrasiyaları süxurlarda olduqca aşağıdır.

IV FƏSİL. GƏDƏBƏY İNTRUZİVİNİN GEOKİMYASI

4.1. Dəmir fəsiləsi elementləri

Dəmir fəsiləsi elementlərindən V, Cr, Co və Ni üçün Gədəbəy intruzivinin süxurlarında paylanma balansı kristallaşma diferensiasiyasına daha həssas olan Ni və Co-ın intruziv kompleksin ilkin diferensiatlarından sonrakı diferensiatlarına doğru tədrici azalmasını göstərir. Bu fakt da kristallşma diferensiasiyasının maqmatik proseslərdə həlledici faktor olmasını göstərir. Bu elementlərin əsas konsentratoru olivin sayılır. Ancaq süxurlarda klinopiroksenin miqdarı müqayisədə xeyli çox olduğundan daşıyıcı mineral klinopiroksendir. Qeyd edilməli digər fakt – ilk dəfə olaraq qabbro-noritdə Ni-in sulfid mineralı olan milleritin aşkar olunmasıdır. Ni-in öz fazasını əmələ gətirməsinin səbəbi gələcək tədqiqatlarda araşdırılmalıdır. Cr və V-un konsentratoru isə maqnetitdir. Hərçənd qeyd edilən səbəbdən bu elementlərin də əsas daşıyıcısı klinopiroksendir. Yalnız qranodioritlərə çatdıqda mənzərə dəyişir. Belə ki, süxurlarda klinopiroksenin miqdarı xeyli azaldığına görə Ni və Co-ın daşıyıcı mineralı biotit, Cr-un maqnetit və V-un daşıyıcı mineralı isə hornblend sayılır. Bu da biotitlərin Mg-la zəngin olmasını göstərir. Ümumilikdə isə, qeyd edilən dəmir fəsiləsi elementlərindən Ni və Co süxurların tərkibindəki

---

[14] Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана / В.М.Баба-заде, [и др.]. – Баку: Изд. «Озан», –2005, –808 с.

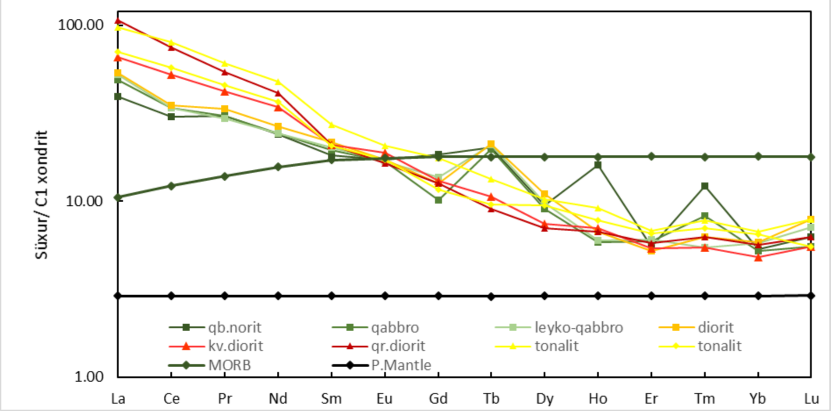
MgO-nin, Cr və V isə FeO-nin miqdarları ilə müsbət korrelyasiya göstərirlər.

4.2. Qələvi torpaq elementləri

Qələvi torpaq elementlərindən Ba və Sr-un geokimyəvi xüsusiyyətləri inkoherent elementlər sayıldığından intruzivin ilkin diferensiatlarında toplanmamışdır. Hər iki elementin daşıyıcı mineralı plagioklazdır. Kimyəvi tərkibdə müsbət korrelyasiya göstərən komponent isə SiO_2-dir. Sr-un CaO ilə korrelyasiya göstərməməsi plagioklazın ilkin paraganezisdə yüksək temperaturlarda kristallaşması ola bilər.

4.3 Nadir torpaq elementləri (NTE)

Nadir torpaq elementlərinin C1 xondritə görə normallaşdırılmış qiymətləri[15] Gədəbəy intruzivi süxurlarının yüngül NTE ilə qismən zənginləşməsi, ağır NTE ilə kasıblaşması müşahidə olunur. İntruzivin bütün süxur müxtəliflikləri istər yüngül NTE, istərsə də ağır NTE miqdarlarının primitiv mantiyaya görə daha zəngindir. İntruzivin süxurlarında yevropium anomaliyasının olmaması və ya 1-ə yaxınlaşması faza süxurlarının mantiya təbiətli olmasına dəlalət edir (şəkil 5).



Şəkil 4. Gədəbəy intruzivi süxurlarının nadir torpaq elementlərinin C1 xondritə görə normallaşdırılmış diaqramı.

---

15 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 // Geol. Soc. Spec. Publ., v. 42, p. 313-345.*

Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, intruziv metasomatik zənginləşmiş üst mantiya substratının qismən əriməsi nəticəsində formalaşmışdır. Həmçinin qismən ərimə payı da yüksək olmuşdur. MORB-a görə də normallaşdırılmış qiymətlərdə yüngül NTE ilə qismən zənginləşmə, ağır NTE ilə kasıblaşma müşahidə olunur. Bunun səbəbi isə maqmatizmin yetkin adalar qövsü şəraitində, enensialik tipli Yer qabığında formalaşmasıdır. Primitiv mantiyaya görə normallaşdırılmış spayder diaqramında K və Pb müsbət anomaliyaları Yer qabığının assimilyasiyasını, Nb, mənfi anomaliyaları isə adalar qövsünü xarakterizə edir.

4.4. Statistik məlumatların təhlili

Statistik hesablamalar əsas süxur əmələgətirən oksidlərin, eləcə də mikroelementlərin paylanmasında müəyyən qanunauyğunluqların olmasını göstərir.

Ümumi paylanma qanunauyğunluğunda Ni və Co arasında, eləcə də Cr və V arasında yüksək korrelyasiya əmsalı müşahidə olunur. Faktor yükləri və faktor qiymətləri qabbro-norit və qabbrolar, həmçinin maqnetit və olivin üçün yüksəkdir. I-ci faktora görə olivin, II faktora görə isə maqnetit seçilir. Faktor yüklərində isə I-ci faktora görə Co və Ni, II faktora görə isə Cr və V seçilir. Demək ki, Co və Ni-in toplanmasında əsas faktoru olivin, Cr və V-da isə maqnetit oynayır. Bu elementlərin əsas toplayıcı süxurları isə qabbro-norit və qabbro olmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu minerallardan olivin yalnız ən ilkin süxurlardadır və maqnetit də bütün süxurlarda iştirak etsə də çox az miqdarlarda iştirak edir. Bu səbəbdən də Fe qrupu elementlərinin əsas daşıyıcısı qeyd edilidyi kimi süxurdakı payının çox olmasına görə klinopiroksen sayılır.

Gədəbəy intruziv kompleksinin süxurlarında mikroelementlərin paylanmasında fazalar üzrə kohorent və inkohorent elementlərin ayrılması müşahidə olunur. Gözlənildiyi kimi, kohorent elementlərin əksəriyyəti I fazanın süxurlarında, inkohorent elementlərin əksəriyyətinin isə II fazanın süxurlarında toplanır.

Statisitik məlumatlar mikroelemenlərin miqdarının dəyişməsinin süxurların təkamülünə uyğun gəldiyini və Gədəbəy intruzivinin formalaşmasında kristallaşma diferensiasiyasının aparıcı faktor olduğunu göstərir.

V FƏSİL. GƏDƏBƏY İNTRUZİVİNİN GEOLOJİ-GEODİNAMİK VƏ FİZİKİ-KİMYƏVİ ƏMƏLƏGƏLMƏ ŞƏRAİTLƏRİ

5.1. İntruziv kompleksin geodinamik əmələgəlmə şəraiti

Süxurların seriya mənsubiyyətini göstərən petrokimyəvi diaqramlarda maqmatizmin kalsiumlu-qələvili xarakterli olduğunu göstərir, həmçinin süxurlar arasında keçidin tədrici olması müşahidə olunur. Mikroelement diaqramlarında da süxurlar arasındakı tədrici keçid özünü biruzə verir.

Maqmanın təkamülü zamanı onun Mg# ədədi azalır, SiO_2-nin qiyməti isə artır. Bu hal Gədəbəy intruzivi süxurlarında aydın müşahidə olunur. Bu da kristallaşma diferensiasiyasının həlledici faktorlardan olduğunu göstərir. Bundan əlavə, Fe# -SiO_2 asılılıq diaqramı və Osborn diaqramından maqmatizmin kalsiumlu-qələvili olmasını əks etdirir. Harker diaqramlarında kristallşma diferensiasiyasının nəzarətedici faktor olması, plagioklazalrın ilkin generasiyada kristallşması və bu səbəbdən Ca-un, yəni anortit molekulasının tədrici düzxəttli azalması müşahidə olunur. Fe-in də tədrici azalması maqnetitin intrzuivin formalaşmasının başlanğıcından kristallaşdığını gösətirir. Bu da kalsiumlu-qələvili maqmatizm üçün xarakterikdir. Bu diaqramların təhlili göstərir ki, intruzivin süxurlarının formalaşmasında mafik mineralların və əsasi plagioklazın fraksionlaşması başlıca rol oynamışdır.

Th/Yb və Ta/Yb asılılıq diaqramında da süxurların kalsiumlu-qələvili seriyaya aid olduğu öz təsdiqini tapır, həmçinin II fazanın süxurlarının şoşonit sahəsinə düşməsi Yer qabığının assimiliyasiyasının göstəricisi ola bilər. Həmçinin intruziv kompleksin süxurlarının zənginləşmiş üst mantiya substratından əmələ gəldiyi aydın olur. Eu/Eu* nisbəti də (> 0.8) həmçinin süxurların mantiya mənşəli olmasını göstərir.

Mikroelement cütlərinin nisbəti əsasında qurulmuş asılılıq diaqramlarında Gədəbəy intruzivi süxurlarının kalsiumlu-qələvili seriyaya aid olmaqla zənginləşmiş mantiya mənşəli olması, həmçinin ikinci fazanın süxurlarının ətraf süxurları daha çox assimilyasiya etməsi səbəbindən şoşonit sahəsinə düşməsi müşahidə olunur. Həmçinin, intruzivin süxurlarının kontinental qövs sahəsinə düşməsi yetkin

adalar qövsü üçün səciyyəvi olan qalınlaşmış kontinental qabığın göstəricisidir. Bir sıra mikroelement asılılıq diaqramlarında da süxurların formalaşmasında kontinental qabığın rolunun olması və yetgin adalar qövsü şəraitində formalaşdıqları özünü biruzə verir.

5.2. İntruzivin fiziki-kimyəvi əmələgəlmə şəraiti

Klinopiroksen mineralında Al kationunun IV və VI koordinasiya mövqelərində paylanmasına əsaslanan daiqram mühitin aşağı təzyiq sahəsinə düşdüyü görsənir. Bu da intruzivin həqiqətən Yer səthinə yaxın kristallaşdığını bir daha sübut edir.

Qabbro-norit üçün klinopiroksen geotermometrinə görə kristallaşma temperaturu 915-1160 ^{o}C arasında hesablanmışdır. Ortopiroksenin kristallaşma temperaturu isə 650-800 ^{o}C-dir. Plagioklaz geotermometrinə görə kristallaşma temperaturu 1197-1239 ^{o}C arasındadır (cədvəl 2).

Cədvəl 2

Gədəbəy-Söyüdlü intruzivi süxurlarınının kristallaşma parametrləri

Parametr	nümunələr							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Cpx / T	885	1025	1005	915	1160	1030	1005	
İlm-Tmt/ T								654
Pl/T	1100	1080	1224	1239	1203	1197	1201	1.3
Tmt / H					3.0	2.7	2.3	1178
İl-Tmt / f_{O_2}								-15.91
Parametr	nümunələr							
	16	17	18	19	20	21	22	23
Cpx / T						925		
İl-Tmt / T		721	680	745	735	674	738	704
Pl/T	944	906	868	634	832	885	1038	1112
Tmgt / H		3.7	1.8	5.0	4.4	1.5	3.6	2.6
İl-Tmt / f_{O_2}		-14.87	-15.24	-14.48	-14.57		-14.93	-14.91

Cədvəl 2-nin davamı

Parametrlər	nümunələr						
	9	10	11	12	13	14	15
Cpx / T	1000	730			925	805	
İlm-Tmt/ T			690	710		716	672
Pl/T	1130	1099	1109	975	973	975	980
Tmt / H	3.9	1.8	1.8	1.5	2.5	1.2	2.8
İl-Tmt / f_{O_2}			-15.68	-13.8		-14.4	
Parametrlər	nümunələr						
	24	25	26	27	28	29	30
Cpx / T	800	870					
İl-Tmt / T	769	746		732			
Pl/T	1093	1075	1004	1160	1142	1092	
Tmgt / H	6	5.2		5.6	5.5		
İl-Tmt / f_{O_2}	-13.97	-14.57		-15.02			

Göstərilmiş nümunələrin nömrələri cədvəl 1-ə uyğundur. Bu da süxurların petroqrafik təsvrindəki kimi plagioklazın quru şəraitdə kristallaşdıqları üçün ən ilkin mineral çeşidi olmasını bir daha təsdiqləyir. İlmenit-maqnetitlərin kristallaşma temperaturları 670-780 ^{o}C arasında dəyişir (cədvəl 2). Oksigenin parsial təzyiqi isə hematit-maqnetit buferi sahəsinə düşür, yəni kristallaşma prosesi oksidləşmə şəraitində baş vermişdir və dərinlik yer səthinə yaxın olmuşdur. Digər süxurlar üçün temperatur təkamül prosesində temperaturun itirilməsi səbəbindən getdikcə azalır (cədvəl 2).

Kvarslı dioritlər üçün plagioklazın kristallaşma temperaturu aralığı 906-980 ^{o}C-dir. İlmenit-maqnetit cütünə görə kristallaşma temperaturu 672-721 ^{o}C-dir. Kristallaşma dərinliyi isə 1.2-3.7 km-dir[16]. Oksigenin parsial təzyiqi $logf_{O_2}$-14.4-dən -14.91-ə qədərdir. Burada da temperaturun itirilməsi səbəbilə növbəti diferensiatların kristallaşma

---

[16] Аббасов К.Ф. Определение физико-химических условий образования пород Кедабекского интрузива на основе состава ильменита и титаномагнетита // Воронеж: Вестник Воронежского государственного Университета Серия: Геология, – 2023. –№ 1, –с. 29-38. DOI:https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/1/29–38

temperaturları getdikcə azalır (cədvəl 2).

Kvarslı monsodiorit mülayim qələvi qolun süxurudur. Plagioklazın süxurda kristallaşma temperaturu 1038-1112 ^{o}C-dir. Süxur üçün ilmenit-maqnetit cütündən əldə olunan məlumatlar krtistallaşma temperaturu üçün müvafiq olaraq 738 ^{o}C və 704 ^{o}C, kristallaşma dərinlikləri üçün isə 3.6 km və 2.6 km-dir. Hərçənd mülayim qələvi kvarslı monsodioritlərin dərinlikləri kvarslı dioritlərə yaxın olsa da kristallaşma temperaturları ilmenit-maqnetit üzrə onlara bərabər və bir qədər yüksəkdir. Plagioklazın kristallaşma temperaturu isə ən azı 60 ^{o}C yüksəkdir.

Bu baxımdan bu süxurları da qələvi monsonitlər kimi kvarslı dioritlərin diferensiasiya məhsulu saymaq olmaz. Burada diqqət çəkən məqam monsonitlərin kristallaşma dərinlikləri və temperaturları ilmenit-maqnetit cütünə görə monsodioritlərdən dərin və yüksək olmasıdır. Aktivləşən tektonik qırılmalarla maqmanın bu qədər dərinə daşınması ehtimalı olduqca zəifdir. Bu səbəbdən bu süxurların hamısını TAS təsnifat diaqramına uyğun olaraq monsonit tərkibli süxurlar kimi ayırmaq olar.

Mülayim qələvi süxurların kristallaşma temperaturlarına və dərinliklərinə nəzər yetirsək onların kvarslı dioritlərin qalıq ərintisindən deyil, dərin maqmatik ocaqda qalmış maqmanın son porsiyasının məhsulu olduğunu düşünə bilərik. Xüsusən də plagioklazın kristallşma temperaturları həmçinin ilmenit-maqnetit cütünə əsasən hesablanmış kristallaşma dərinlikləri bunu söyləməyə ciddi əsas verir.

İlkin ərintinin tərkibi və qismən ərimə payı

Gədəbəy intruziv kompleksini əmələ gətirən substratın tərkibini hesablamaq və bu substratın mantiya özülünün hansı miqdarda əriməsindən formalaşdığını tapmaq üçün ərazidə ən az diferensiasiyaya uğrayan süxur növü olan qabbro-norit əsas götürülmüşdür. Burada qeyd etmək lazımdır ki, Mg və Fe-in olivin və ərintidə paylanmasına əsaslanan Mg-un paylanma əmsalı ($K_D = \frac{Fe_{ol}/Mg_{ol}}{Fe_{ər}/Mg_{ər}}$) qabbro-noritlər üçün yüksək olaraq 0.59 qiymətilə səciyyələnir[17]. İlkin ərinti üçün bu

[17] Abbasov K.F. Geochemical characteristics of the Gadabay intrusion complex in the study of magma evolution and tectonic pattern of the region (Lesser Caucasus, Azerbaijan territory) // ANAS Transactions, Earth Sciences, – 2023. №1, – p. 70-80. DOI: 10.33677/ggianas20230100095

əmsal 0.31-0.36 arasında qeyd edilir. Bu tərkibli ərintini hesablamaq üçün nəzəri olaraq diferensiasiyaya uğramayan süxurların olivinin tərkbi əsas götürülür. Həmin olivində forsterit molekulu 86-92% arasında dəyişir (Fo_{86-92}). Mantiya peridotilərinin tərkibindəki olivində isə forsterit molekulu 86-88 % olur. İlkin ərintinin tərkbini hesablamaq üçün akkumulat olan olivin fazasının kristallaşıb çökərkən ərintinin SiO_2, FeO və MgO tərkbinin dəyişdiyi nəzərə alınır. Bu komponentlərin miqdarı hesablanaraq qabbro-noritin tərkibinə əlavə edilir. Hesablamaların nəticəsi Fo_{88} tərkibli olivinin 31.5 % fraksiyalanıb çökməməsindən öncə Mg əmsalı 0.33-ə bərabər olan ilkin ərintinin mövcudluğunu göstərir (cədvəl 3).

Cədvəl 3

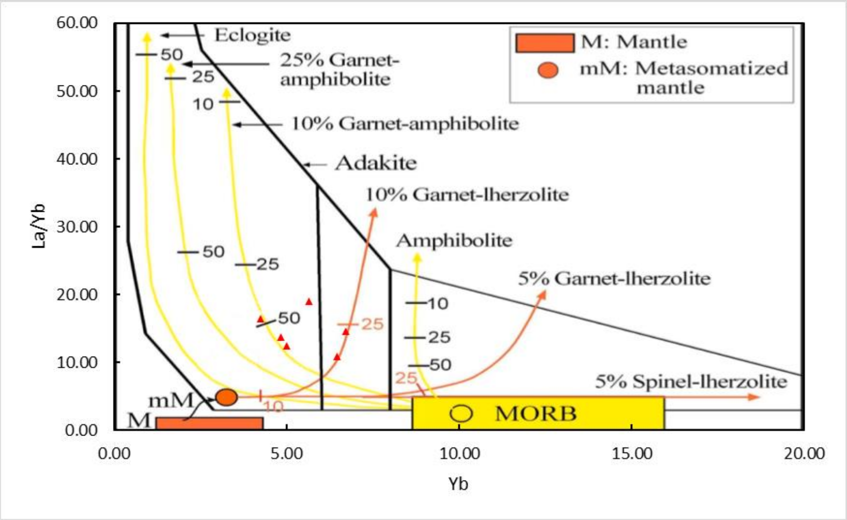
Qabbro-norit əsasında hesablanmış ilkin ərintinin kimyəvi tərkibi

	Qabbro-norit	İlkin ərinti
SiO_2	49.46	48.62
TiO_2	0.48	0.37
Al_2O_3	18.75	14.61
Fe_2O_3	3.31	0.19
FeO	5.86	8.77
MnO	0.16	0.12
MgO	6.36	17.33
CaO	9.21	7.17
Na_2O	3.42	2.66
K_2O	0.06	0.05
P_2O_5	0.14	0.11
Sum	97.21	100.00

Qabbro-noritlərdə Ni-in miqdarının aşağı olması xeyli miqdarda Mg-un, yəni olivinin sistemdən ayrılmasını göstərir. Olivin-klinopiroksen geotermometrinə əsasən temperaturun aşağı hesablanması səbəbi də nikelin əsas hissəsinin ilkin fraksiyalanma zamanı maqmadan ayrılmasıdır. Bu miqdarda olivinin kristallaşması ancaq ilkin ərintinin yüksək miqdarda qismən ərimə prosesinin məhsulu olması zamanı mümkün ola bilər. Mikroelement tərkibə görə tərtib

olunmuş diaqram da qismən ərimə payının xeyli yüksək olduğunu göstərir (şək. 5)[18].

Qabbro-noritdə Ni-in miqdarının xeyli az (123 q/t), Cr-un miqdarının isə yüksək olması (815 q/t) bu süxurun həqiqətən də güclü fraksion kristallaşmaya məruz qalmış ilkin ərintinin məhsulu olmasını gösətərir. Olivin və süxur arasında Mg-Fe paylanma əmsalı da qeyd edildiyi kimi qabbro-norit üçün xeyli yüksəkdir. Bu qədər fraksiya-lanmadan sonra əsasi qabbro-norit süxurunu əmələ gətirmək üçün ilkin ərintinin qismən ərimə payı xeyli yüksək olmalıdır. Diaqramdan görsəndiyi kimi 10%-li qranatlı ampfibolitli mantiya özülünün 50-60% (üstəgəl metasomatitləşmiş mantiya özülünün 20-25%) əriməsi intruziv kompleksin II fazasının süxurlarını yarada bilər (şəkil 5).



Şəkil 5. La/Yb –Yb asılılıq diaramına görə orta və turş tərkibli süxurlar üçün mantiya özülünün ərimə payı

Deyilənləri ümumiləşdirərək intruziv kompleksin formalaşma-sını aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar:

[18] Alireza Almasi. High degree partial melting of the metasomatized mantle: A possible source for the Eocene-Oligocene porphyry Cu-Au-Mo deposits in Lut block, Eastern Iran // Ore Geology Reviews 157, –2023. –p. 1-25.

Subduksiya edən okean qabığının yüksək ərimə payı üstdə yerləşən metasomatik dəyişmiş astonosfer pazının da yüksək dərəcəli qismən əriməsinə səbəb olmuşdur. Yüksək ərimə payı nəticəsində yaranan ilkin ərintidən olivinin intensiv akkumilyasiyasından sonra maqma daşıyan dərinlik qırılmalarının köməyi ilə həmin ərintidən ayrılan maqma I fazanın süxurlarını əmələ gətirmişdir. Növbəti dəfə aktiv qırılmalar yarandıqda ilkin maqmatik ocaqdan bu dəfə artıq orta tərkibli və bir qədər Yer qabığını assimlyasiya etmiş maqma üst horizontlara doğru daşınır ki, bu da Gədəbəy intruzivinin inkişaf mərhələsində II fazaya cavab verir. Mülayim qələvili süxurlar olan monsonitlərin minerallarının dərin kristallşma dərinlikəri və nisbətən yüksək temperaturları intruzivin qələvi qolunun əslində ikinci fazanın qalıq ərintisindən əmələ gəlmədikləri qənaətinə gətirir. Həmçinin, süxurların kimyəvi tərkibi də onların II fazanın qalıq ərintisi deyil daha əsasi tərkibli ərintidən formalaşdıqlarını gösətrir. Bu fakt həmin süxurların I fazanın ilkin ərintisinə cavab verən başqa maqma ocağının daha uzun müddət tektonik qırılmalarla boşalmadan sabit qalması və kontinental qabıq olan dayka süxurlarını assimilyasiya edərək qələvi təbiətli ərinti formalaşdırdığını göstərir. Süxurları əmələ gətirən maqmanın temperaturunun yüksək olması və maqmatik ocaqda uzun müddət qalması Yer qabığını daha çox assimilyasiya etməsinə və qələvi elementlərlə zənginləşməsinə səbəb olmuşdur. Bu fakt qızıl-polimetal filizləşməsinin mülayim qələvili qolla genetik əlaqəli olması fikrini yarada bilər. Belə ki, mülayim qələvili qolun maqmatik ərintisi Yer qabığını assimilyasiya edərkən filiz elementləri ilə də zənginləşə bilərdi.

NƏTİCƏ

1. Mineralların kimyəvi tərkibinə görə hesablanmış fiziki-kimyəvi əmələgəlmə şəraiti plagioklazın olivinlə birlikdə ilkin paragenezis təşkil etmişdir. Ortopiroksen artıq temperatur xeyli düşdükdən sonra kristallaşmışdır. Adı çəkilən bütün minerallar üçün I fazanın süxurlarında kristallaşma temperaturları II fazanın süxurlarına nisbətən daha yüksəkdir. Ortoklazlar ərinti SiO_2 və qələvi komponent-

lərlə zənginləşdikcə II fazanın süxurlarında daha aşağı temperaturlarda kristallaşmışlar. Sonda isə bütün süxurlar üçün xarakterik sayılan sulu minerallar kimi amfibol və mika kristallaşmışdır.

2. Gədəbəy intruzivinin süxurlarınının məkanca yerləşmə xüsusiyyətləri və onların əmələ gəlmələrinin fiziki-kimyəvi şəraitlərinin təhlili göstərir ki, I faza təkamül prosesinə uyğun olaraq əsasi tərkibli ərintidən əmələ gələn qabbroid tərkibli süxurlardır. II fazada isə dərin maqmatik ocaqdan ayrılan artıq diferensiasiya etmiş həmin əsasi tərkibli ərinti kvars-diorit tərkibli süxurları və bu süxurların qalıq ərintisindən formalaşan digər süxurları əmələ gətirmişdir. Mülayim qələvili süxurlar isə təkibcə əsasi maqmaya yaxın olan digər maqmatik ocaqdan ayrılan və assimilyasiya nəticəsində qələvi elementlərlə daha da zənginləşmiş maqmanın məhsuludur.
3. Maqmatik fəaliyyətə səbəb olan ilkin ərinti subduksiya edən okean qabığının yüksək miqdarda əriməsi nəticəsində əmələ gəlmişdir. Sıxlığı ətrafından daha az olan ərinti yuxarı üst mantiya pazına qalxaraq buradakı metasomatik zənginləşmiş astonosfer maddəsini bir miqdar əritmişdir.
4. Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı ilkin ərintinin hesablanmış nəzəri kimyəvi tərkibinin qonşu ərazilərdə aşkar edilmiş ultramafik süxurlarla müqayisə edilməsi gələcək tədqiqatlar üçün istifadə edilə bilər.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı elmi işlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Петрологические особенности рудоносности Мезозойского магматизма Малого Кавказа // Труды XXXIII Международной конференции "Щелочной магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов", – Москва: – 2016, с. 74-76. *(həmmüəlliflər:* Мамедов М.Н., Бабаева Г.Дж., Гасангулиева М.Я.)
2. Üst Yura-alt Təbaşir yaşlı Gədəbəy intruzivinin qızıl-mis kolçedan və qızıl-polimetal filizləşməsində petroloji rolu // Bakı: Universitetinin Xəbərləri Təbiət elmləri seriyası, –2017. №1, –s. 111-122. *(həmmüəlliflər:* Babazadə V.M., Məmmədov M.N., Mansurov M.İ., R.A. Şəmiyev).

3. Gədəbəy filiz rayonunun gec Yura-erkən Təbaşir yaşlı Söyüdlü intruzivinin formalaşmasında dəmir-titan oksidi minerallarının petrogenetik rolu // Eko Energetika elmi-texniki jurnal, – Bakı: 2017. №4, – s. 78-84. *(həmmüəllif:* Kərimov V.M.)
4. Şəmkir horst antiklinorisinin üst Yura-alt Təbaşir yaşlı vulkanoplutonik komplekslərinin qızıl-mis-molibden-sink filizləşməsində rolu // Bakı Dövlət Universiteti, Geologiya Fakültəsi, Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş "Geologiyanın aktual problemləri" mövzusunda Respublika Elmi Konfransı, – Bakı: – 2017, – s. 3-4. *(həmmüəlliflər:* Məmmədov M.N., Cəfərov S.H.)
5. Dəmir-titan oksidi minerallarının kristallaşmalarının fiziki-kimyəvi şəraitləri // Bakı Dövlət Universiteti, Geologiya Fakültəsi, Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-cü ildönümünə həsr olunmuş "Geologiyanın aktual problemləri" mövzusunda Respublika Elmi Konfransı, – Bakı: – 2018, – s. 9-12. *(həmmüəlliflər:* Məmmədov M.N., Cəfərov S.H.)
6. Chemical and physical conditions of crystallization of iron-titan oxide minerals in the instance of lower and upper Cretaceous magmatic complexes of the Lesser Caucasus // Proceedings of international conference of young scientists "Problems of physics and astronomy", Baku State University, Faculty of Physics, – Baku: – 2018, – p. 37-39. *(həmmüəlliflər:* Mammadov M.N., Babayeva G.C., Jafarov S.H.)
7. Estimation of crystallization depth of the Gadabay intrusion on the base of iron-titan oxide minerals geothermobarometry // VII international conference of young scientists & students, – Baku: – 2018, – p. 17-18.
8. Chemical and physical conditions of crystallization of iron-titan oxide minerals in the instance of Gadabay intrusion // Bakı Dövlət Universiteti Magistrantların və gənc tədqiqatçıların "Fizika və astronomiya problemləri" Beynəlxalq elmi konfransın materialları, 2018, s. 175-179. *(həmmüəlliflər:* Məmmədov M.N., Cəfərov S.H.)
9. Gədəbəy filiz rayonunun üst Yura-alt Təbaşir yaşlı intruziv komplekslərinin formalaşmalarının geoloji-geodinamik və fiziki-kimyəvi şəraitləri // Azərbaycanın işğaldan azad edilmiş ərazilərinin faydalı

qazıntılarına həsr olumuş: "Geologiya Problemlər, perspektivlər" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, – Bakı: – 2020, – s. 9-13. *(həmmüəlliflər:* M.N.Məmmədov, M.Y. Həsənquliyeva, F.H. Sarıyev)

10. Petrological factors of formation of central Lok-Garabakh zone intrusion complexes of Upper Jurassic – Early Cretaceous age // ANAS Transactions Earth Sciences, – Baku: 2021, – p. 3-15. *(həmmüəlliflər:* Mammadov M.N., Babayeva G.C., A.A. Veliyev, F.H. Sariyev, A.A. Bayramov)
11. Indicator role of pyroxenes in the evolution of primordial melts of multi-phase Gadabay-Soyudlu intrusion // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, –2022. №3, –p. 10-17.
12. Определение физико-химических условий образования пород Кедабекского интрузива на основе состава ильменита и титаномагнетита // Воронеж: Вестник Воронежского государственного Университета Серия: Геология, –2023. – № 1, – с. 29-38. DOI:https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/1/29–38
13. Geochemical characteristics of the Gadabay intrusion complex in the study of magma evolution and tectonic pattern of the region (Lesser Caucasus, Azerbaijan territory) // ANAS Transactions, Earth Sciences, – 2023. №1, – p. 70-80. DOI: 10.33677/ggianas20230100095
14. Typomorphic features of amphiboles from the Gadabay intrusion (Lesser Caucasus) // Baku State University Journal of Earth Sciences & Environment, 2024, v 1 (1), p.20-29 (*həmmüəllif*: N.Ə.İmamverdiyev)

Dissertasiyanın müdafiəsi 30 oktyabr 2025-ci il tarixində saat 12⁰⁰ Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.21 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az1148, Bakı şəh., Z.Xəlilov küç. 33, BDU, Geologiya fakultəsi.
Faks: (+994212) 598 33 76
E-mail: info@bsu.edu.az

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi Bakı Dövlət Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi Bakı Dövlət Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 26 sentyabr 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 24.09.2025

Kağızın formatı: $60x84^{1/16}$

Həcm: 38303

Tiraj: 100 nüsxə