

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

BÖYÜK QAFQAZIN CƏNÜB YAMACININ DURUCA ZONASININ QARA ŞİSTLƏRİNİN FİLİZLİLİYİNİN GEOKİMYƏVİ MODELİ VƏ PROQNOZ-AXTARIŞ KRİTERİLƏRİ

İxtisas: 2503.01 – Geokimya, faydalı qazıntıların
geokimyəvi axtarış üsulları

Elm sahəsi: Yer elmləri

İddiaçı: **Tellər Süleyman qızı Qədirova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2023

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

Elmi rəhbər: Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru
Kaşkay Çingiz Mirəli oğlu

Geologiya-mineralogiya elmləri namizədi
Kərimov Rauf Baləhməd oğlu

Rəsmi opponetlər: Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
Əliyev Adil Abas Əli oğlu

Yer elmləri üzrə elmlər doktoru
Abdullayeva Şəhla Faiq qızı

Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru
Vəliyev Anar Ələsgər oğlu

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri: AMEA-nın həqiqi üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
Əkpər Əkpər oğlu Feyzullayev

Dissertasiya şurasının elmi katibi: Texnika elmləri namizədi, dosent
Dilquşa Ramzey qızı Mirzəyeva

Elmi seminarın sədri: AMEA-nın müxbir üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru
Dadaş Ağa Cavad oğlu Hüseynov

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Kimyəvi elementlərin geniş spektri ilə səciyyələnən qara şistlərin nəcib, əlvan, radioaktiv metalları, həmçinin nadir və nadir torpaq elementlərini toplama potensialının araşdırılması onların yeni, qeyri-ənənəvi ehtiyatlarının aşkar edilməsində mühüm rol oynayır.

Dünyanın bir sıra regionlarında qeyd olunan elementlərin qara şistlər içərisində yerləşmiş və zəngin ehtiyatlara malik olan yataqları aşkar edilmişdir. Bu baxımdan Böyük Qafqazın cənub yamacının qara şist formasiyasının orta yura yaşlı süxurlarının geniş yayıldığı və aparılmış axtarış işləri nəticəsində qızıl, molibden və bir sıra digər metalların yüksək konsentrasiyalarının qeyd edildiyi Duruca strukturformasiya zonası diqqəti xüsusilə cəlb edir.

Tədqiqat zonasının filiz və qeyri-filiz minerallarının qatışıq elementlərinin rastgəlmə formalarının araşdırılması, filizlərin əmələgəlmə şəraitinin öyrənilməsi, filiztoplanmaya təsir edən faktorların müəyyənləşdirilməsi, zonanın sulfidlərində kükürdün izotop tərkibinin analizinə əsasən filiz mənbələrinin araşdırılması, süxurlarda baş komponentlərin anomal sahələrinin aşkar edilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqat obyektı olan Duruca struktur-formasiya zonası uzanma istiqaməti boyunca şimaldan Zaqa-tala-Qovdağ zonasından Qaynar qırılması ilə, cənubdan isə Vəndam zonasından Zəngi qırılması ilə ayrılır. Çoxsaylı müxtəlif ölçülü eninə istiqamətli qırılmalar və qırılmaların ayrı-ayrı şaxələri arasında yerləşən süxurlar intensiv şəkildə dislokasiyaya uğramış, güclü dinamometamorfizmə və şistləşməyə məruz qalmış, qrafitləşmə, xloritləşmə və limonitləşmə kimi hidrotermal dəyişilmələrə uğramışdır.

Zonanın gil qatının kəsilişində müəyyən stratigrafik mövqe tutan, qumlu-siderit, gilli-siderit, pirit-siderit və əsasən pirit tərkibli konkresiyalar və çoxsaylı belə konkresiyalar saxlayan süxur təbəqələri mühüm rol oynayır. Tədqiqatlar kimyəvi elementlərin axtarışının perspektivliliyi baxımından daha maraqlı orta yuranın alt- və üst aalen yaşlı aspid və terrigen-flişoid formasiyalarının çöküntülərindən ibarət olan filizləşmə sahələrində - Ləkit-Qum, Qızılqaya, Ağlıq-Fil-

filli və Qalacıq həyata keçirilmişdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. İşin ümumi məqsədi Duruca struktur-formasiya zonasının qara şistlərində nəcib, əlvan, radioaktiv metalların, nadir və nadir torpaq elementlərinin paylanma və toplanma xüsusiyyətlərinin, onların rastgəlmə formalarının tədqiqi və gizli filizləşmənin proqnoz-axtarış kriterilərinin işlənilməsidir.

Tədqiqat işinin əsas vəzifələri aşağıdakılardır:

1. Duruca zonasının terrigen-çökmə kompleksinin maddi tərkibinin öyrənilməsi;
2. Filizlərin tekstur-struktur xüsusiyyətlərinin və mineral tərkibinin tədqiqi;
3. Regionun filiz və süxurlarının geokimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;
4. Filiz- və süxurəmələgətirən minerallarda qatışıq elementlərin rastgəlmə formalarının araşdırılması;
5. Regionda filiztoplanmaya təsir edən amillərin müəyyənləşdirilməsi;
6. Filiz maddəsinin mənbəyinin araşdırılması;
7. Duruca zonasının qara şistlərində nəcib, əlvan metalların, nadir, radioaktiv və nadir torpaq elementlərinin paylanmasını əks etdirən riyazi-statistik və geokimyəvi modellərin tərtibi;
8. Tədqiqat obyektində geokimyəvi anomal sahələrin ayrılması və gizli filizləşmənin səmərəli geokimyəvi-mineraloji proqnoz-axtarış kriterilərinin işlənilməsi.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işində müəllif tərəfindən götürülmüş 1200-dən çox filiz, mineral və süxur nümunəsinin analizlərinin nəticələri emal edilmişdir. Filiz və süxur nümunələri rentgen-flüoressent, emission spektral, mass-spektrometrik, atom-absorbsiya, İQ-spektrometrik, lokal lazer, piroliz, termoliz, riyazi statistika kimi müxtəlif metodlarla analiz olunmuşdur. Nümunələrdə qızıl, gümüş, mis və sinkin təkrar təyin edilməsi məqsədilə "Perkin Elmer" atomik absorpsion spektrometrindən, digər elementlərin təyininə isə Agilent firmasının istehsalı olan rentgen-flüoressent mass-spektrometrindən istifadə edilmişdir.

Petrokimyəvi məlumatlar təhlil edilərkən müxtəlif petrokimyəvi modullardan, çökmə süxurların öyrənilməsi üçün nəzərdə tutulmuş

göstəricilərdən, sedimentasiya hövzəsinə gətirilən süxur materiallarının mənbə və mənşələrinin araşdırılması üçün P.B.Rosen, R.J.Korşun, M.P.Baxtinin, C.Meynardın diaqramlarından istifadə edilmişdir. Süxurların petroqrafik və filizlərin mineraloji xüsusiyyətləri 250 şlif və 200 anşlif üzərində uyğun olaraq keçən və əks olunan şüalarda “Carl Zeiss”, “MİN-9” və “MİN-8” markalı mikroskoplar vasitəsilə tədqiq edilmişdir.

MBS-1 markalı binokulyar mikroskop altında filiz və süxurlardan 50-dən çox monomineral nümunələr ayrılmış və “PICOFOX” markalı analizatorda onların element-qarışıqlarının analizi rentgen-flüoressent üsulu ilə yerinə yetirilmişdir.

“SEM” markalı elektron mikroskopunda şlif və anşliflərdə filiz və qeyri-filiz minerallarının 140 ədəd monomineral dənəsinin səthi ölçüləri müəyyən edilmiş, onların morfoloji xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. 130 nümunədə mineralların dəqiq diaqnostikası onların rentgen-difraktometrik analizlərinin nəticələri əsasında yerinə yetirilmişdir.

60 ədəd nümunənin tərkibində üzvi maddənin miqdarı termoliz və piroliz vasitəsilə öyrənilmiş, 30 ədəd nümunədən ekstraksiya olunaraq ayrılmış üzvi maddənin element tərkibi yüksək həssaslıqla arqon plazması ilə induktiv bağlanan İCP-MS (NexION 300D) mass-spektrometrində müəyyən edilmişdir. 30 ədəd nümunənin nanohissəciklərinin ölçüsü “HORİBA SZ-100” cihazında təyin edilmiş, ölçülərinə görə çeşidlənmiş nümunələrin yenidən mass-spektrometrdə analizi aparılmışdır. Sulfidlərin tərkibindəki kükürdün izotop analizi lokal lazer metodu ilə Qafqaz Mineral Xammal İnstitutunda (Gürcüstan) yerinə yetirilmişdir..

Alınmış analitik məlumatların “Statgraph-18”, “Statistica-10” kompüter proqramlarından istifadə etməklə riyazi-statistik təhlili aparılmış və nəticələr modelləşdirilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində əldə olunmuş yüksək konsentrasiyalarla səciyyələnən elementlərin “Arc GIS” kompüter proqramı vasitəsilə filizləşmə sahələri üzrə paylanma modelləri tərtib olunmuş və geokimyəvi anomal zonalar ayrılmışdır.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Duruca struktur-formasiya zonasında tekstur-struktur tiplərinin zənginliyi ilə səciyyələnən sulfid filizlərinin singenetik və epigenetik

proseslərlə əlaqədar olaraq iki minerallaşma etpında yaranması;

2. Filizlərin formalaşmasında regionun terrigen-çökmə kompleksinin mineraloji xüsusiyyətlərinin, üzvi maddənin miqdarının, ümumqafqaz və eninə istiqamətli qırılmaların mühüm rolu;

3. Kimyəvi elementlərin filizləşmə sahələrində paylanma və toplanmasını əks etdirən modellər, bu modellərə əsasən nəcib, əlvan, radioaktiv metalların, nadir və nadir torpaq elementlərinin axtarışı üçün ayrılmış anomal sahələr və gizli filizləşmənin geokimyəvi-mineraloji proqnoz-axtarış kriteriləri.

Tədqiqatın elmi yenilikləri:

1. İlk dəfə Duruca struktur-formasiya zonasının süxurlarında nadir, nadir torpaq elementlərinin paylanması öyrənilmiş, filiz və qeyri-filiz minerallarında qatışıq elementlərin rastgəlmə formaları müəyyən edilmişdir.

2. Tədqiqat zonasında aşkar olunmuş mineral-konsentratörnların və onlarda qatışıq elementlərin paylanma xüsusiyyətlərinə görə şimal-qərbdən cənub-şərqə doğru mineraloji-geokimyəvi zonallıq aşkar edilmişdir.

3. Filiz maddəsinin mənbəyini araşdırmaq üçün ilk dəfə sulfidlərin tərkibindəki kükürdün izotop analizi aparılmış, filizləşmənin biogen və mantiya mənşəli olması müəyyənləşdirilmişdir.

4. Duruca struktur-formasiya zonasında nəcib, nadir, nadir torpaq, radioaktiv elementlərin anomal zonaları ayrılmış, onların geokimyəvi, riyazi-statistik modelləri tərtib olunmuş, gizli filizləşmənin proqnoz-axtarış kriteriləri işlənib hazırlanmış, qeyd olunan elementlərin axtarışı və kəşfiyyatı üçün perspektivli sahələr təklif edilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Duruca zonasının sulfid filizlərinin və onların yerləşdiyi qara şist qatının süxurlarının mineraloji-geokimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi, filiztoplannmaya təsir edən faktorların müəyyənləşdirilməsi, filiz maddəsinin mənbələrinin araşdırılması mühüm elmi əhəmiyyət kəsb edir.

Nəcib, əlvan, radioaktiv metalların, həmçinin nadir və nadir torpaq elementlərinin axtarışı üçün perspektivli sahələrin müəyyənləşdirilməsi, gizli filizləşmənin aşkar edilməsi və proqnoz-axtarış kriterilərin təqdim olunması mühüm praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin nəticələri IX Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda (Rusiya, Kazan, 2014), III Ümumrusiya elmi konfransında (Blaqoveşensk, 2014), VIII Beynəlxalq konfransda (Rusiya, Maykop, 2016), Gənc alimlərin seminarında (AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu, Bakı, 2018), Gənc alim və tələbələrin VII Beynəlxalq konfransında (Bakı, 2018), Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Geologiya: problemlər, perspektivlər” adlı Respublika konfransında (Bakı, 2022) məruzə edilmişdir. Mövzu üzrə xarici və yerli jurnallarda dissertasiya işinin nəticələrini əks etdirən 7 məqalə (1 məqalə Web of Science bazasına, 1 məqalə GeoRef bazasına daxil olan jurnallarda) və 5 tezis nəşr olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi giriş, 6 fəsil, nəticələr və təklifdən, 115 adda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından, 80 şəkil, 22 cədvəl daxil olmaqla 185 səhifədən, ümumi həcmi 180120, o cümlədən giriş hissəsi – 12980, I fəslə – 9125, II fəslə – 14400, III fəslə – 12700, IV fəslə – 33670, V fəslə – 64355, VI fəslə – 30584, nəticə – 2306 işarədən ibarətdir.

Müəllif dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi prosesində dəyərli məsləhətlər vermiş mərhum rəhbəri geologiya-mineralogiya elmləri doktoru Ç.M.Kaşkaya, ikinci elmi rəhbəri geologiya-mineralogiya elmləri namizədi R.B.Kərimova, çöl tədqiqatlarının, müvafiq analizlərin aparılması və dissertasiyanın hazırlanması üçün yaratdıqları şəraitə görə akademik Ak.A.Əlizadəyə, icraçı direktor, AMEA-nın müxbir üzvü D.A.Hüseynova, mikroskopik tədqiqatlar zamanı verdiyi məsləhətlərə görə geologiya-mineralogiya elmləri namizədi S.F.Vəlizadəyə, analitik işlərin aparılmasında dəstək olan Ə.N.Ağayevə, M.İ.Abdullayevə, N.M.Sadıqova, N.F.Nağıyevə, S.Q.Martınovaya, A.C.İbadzadəyə, A.S.Əmirova, S.Ə.Zeynalovaya, analitik məlumatların statistik təhlilində verdiyi tövsiyələrə görə AMEA-nın müxbir üzvü Q.İ.Calalova dərin minnətdarlığını bildirir.

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

I FƏSİL. BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACININ DURUCA ZONASININ GEOLOJİ ÖYRƏNİLMƏSİNİN MÜASİR VƏZİYYƏTİ

Böyük Qafqazın cənub-şərq yamacının Azərbaycan hissəsinin geologiyasına aid olan ilkin məlumatlar (1917-ci ilə qədər olan dövrdə) V.H.Abixin, K.İ.Boqdanoviçin, S.Simonoviçin, sonralar (1917-1956-cı illər) K.N.Paffenholsun, D.V.Drobışevin, V.V.Veberin, A.N.Solovkinin, Ə.Ç.Sultanovun, M.M.Əliyevin, V.Y.Xainin tədqiqatları nəticəsində əldə edilmişdir. Bu regionda 1950-ci ilin sonlarında və 1960-cı ilin əvvəllərində bir sıra kolçedan-polimetal yataq və təzahürlərinin aşkar olunması bu regionda əlvan metalların axtarışı və kəşfiyyatı ilə əlaqədar olan geoloji işlərin aparılmasına əhəmiyyətli dərəcədə maraq oyatdı.

1956-1984-cü illərdə Ə.Ş.Şıxəlibəyli, Z.İ.İsayev, M.P.Yolçuyev, H.A.Əliyev, İ.Ş.Məmmədov, Ə.X.Baloğlanov, Ya.F.Podqornı Böyük Qafqazın cənub yamacında axtarış və xəritəalma işləri aparmış, Küngüt, Daşağıl, Ağçay, Qalacıq kimi filizə perspektivli sahələr ayırmış, axtarış işləri zamanı nəcib metalların toplanması üçün Duruca zonasının qara şistlərinin əlverişli olduğu qeyd edilmiş, göstərilən regionun statiqrafiyası, tektonikası və maqmatizmi haqqında toplanmış məlumatlar əsasında onun 1:100000 miqyaslı geoloji xəritəsi tərtib edilmişdir. Duruca zonasının mürəkkəb tektonik quruluşa malik olduğunu qeyd edən Ə.Ş.Şıxəlibəyli göstərilən regionu filiztoplanma baxımından perspektivli ola biləcək struktur vahid kimi əsaslandırmışdır.

1961-1967-ci illərdə Ye.D.Yakovenko, Ə.A.Nəbiyev, M.A.Axundov, V.V.Alekseyev, H.M.Əhmədov, M.M.Rəcəbov, V.N.Nağıyev və b. tərəfindən Böyük Qafqazın cənub yamacında müxtəlif üsullarla geofiziki tədqiqatlar, aeromaqnit çəkilişlər aparılmış, Qəbələ və Qəmərvan sahələrində müsbət anomaliyaların olması haqqında fikir irəli sürülmüşdür. C.C.Mazanov (1969) Böyük Qafqazın cənub yamacının gil şistlərini müxtəlif metodlarla (optik, termik, rentgenoqrafik) tədqiq etmiş, onların mikalı, fillit və fillitəbənzər, aspid və ləkəli süxur tiplərini ayırmışdır.

Duruca zonasının qara şistlərinin qızıla perspektivliyini öyrənmək məqsədilə V.B.Ağayev, Z.İ.Məmmədov, M.İ.Cəfərov, N.R.İlyasov, N.A.Musayev, M.P.Yolçuyev, H.Ə.Çələbi və b. tərəfindən çoxillik

geoloji-axtarış işlərinin nəticələri ümumiləşdirilərək nəcib metallar üçün çökmə süxur kompleksinin tektonik çat və pozulma zonalarının, sulfidləşmə müşahidə olunan sahələrin daha perspektivli olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Son illərdə (2020-2022) AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun bir qrup əməkdaşı (R.B.Kərimov, S.F.Vəlizadə, T.S.Qədirova və b., 2022) tərəfindən Duruca zonasının aalen yaşlı çöküntülərində nəcib, əlvan, radioaktiv metalların, nadir və nadir torpaq elementlərinin paylanma və toplanma xüsusiyyətləri tədqiq edilmiş, həmçinin bu süxurların nadir torpaq elementlərini toplama potensialının geokimyəvi qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

Beləliklə, aparılmış axtarış-kəşfiyyat və elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri Duruca struktur-formasiya zonasında aşağıdakı məsələlərin dəqiq öyrənilməsinin zəruri olduğunu göstərir: filiz və süxurlarda nəcib, əlvan, radioaktiv metalların, nadir və nadir torpaq elementlərinin rastgəlmə formalarının və paylanma qanunauyğunluqlarının, filiztoplanmaya təsir edən faktorların öyrənilməsi, Duruca zonasının sulfidlərdə kükürdün izotop tərkibinin analizinə əsasən filiz mənbələrinin araşdırılması, geokimyəvi anomal sahələrin və gizli filizləşmənin aşkar edilməsi.

II FƏSİL. DURUCA STRUKTUR-FORMASIYA ZONASININ GEOLOJİ QURULUŞU

2.1. Model filizləşmə sahələrinin geoloji səciyyəsi

Böyük Qafqazın cənub yamacının Azərbaycan kəsimi mürəkkəb geoloji inkişaf dövrü keçmiş, müxtəlif tektonik proseslərə məruz qalmış, mozaik geoloji-tektonik quruluşa malik olan meqaantiklinoriumdur. Məhz bu səbəbdən Böyük Qafqazın cənub yamacının struktur elementləri litoloji, stratigrafik, tektonik xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən kəskin şəkildə fərqlənir.¹ Tədqiqat apardığımız Duruca struktur-formasiya zonası uzanma istiqaməti boyunca şimaldan Zaqatala-Qovdağ sinklinoriumundan Qaynar qırılması ilə, cənubdan isə Vəndam

¹ Шихалибейли, Э.Ш. Геологическое строение и развитие Азербайджанской части южного склона Большого Кавказа / Э.Ш. Шихалибейли. – Баку: АН Аз.ССР, – 1956. – 228 с.

antiklinoriumundan Zəngi qırılması ilə sərhədlənir.² Regionun alt- və orta aalen yaşlı aspid, terrigen-flişoid formasiyaları çöküntüləri Ümumqafqaz istiqamətində Ləkitçay-Sulutçay arası ərazidə 200 km-ə qədər məsafədə 0,3-4,5 km qalınlığında izlənilir.

Aspid formasiyası qrafitləşmiş qara gil şistlərindən, terrigen flişoid formasiyası isə singenetik piritin linzavari laycıqları ilə polimikt qumdaşlarının, alevrolitlərin, alevrolit-qumdaşlarının və şistlərin ritmik növbələşməsindən ibarətdir. Qeyd olunan formasiyaların çöküntülərinin təmasında müəyyən stratigrafik mövqe tutan, uzanma istiqamətində kifayət qədər ardıcıl davam etməklə 12 m-ə qədər qalınlığa malik horizont əmələ gətirən qumlu-siderit, gilli-siderit, pirit-siderit və əsasən pirit tərkibli konkresiyalar və konkresiyalı təbəqələr də mühüm rol oynayır.

Qaynar qırılması regional dərinlik mənşəli olub Ümumqafqaz istiqamətində tədqiq olunan sahə boyu fasiləsiz izlənilir.

Meridional istiqamətli qırılmaların Qaynar qırılması ilə kəsişmə zonalarında müxtəlif amplitudlu sürüşmələr, eninə atılmalar, budinaj kimi dəyişilmələr müşahidə olunur ki, bu da qırılma zonasında intensiv metamorfizmin təzahür etdiyini göstərir.

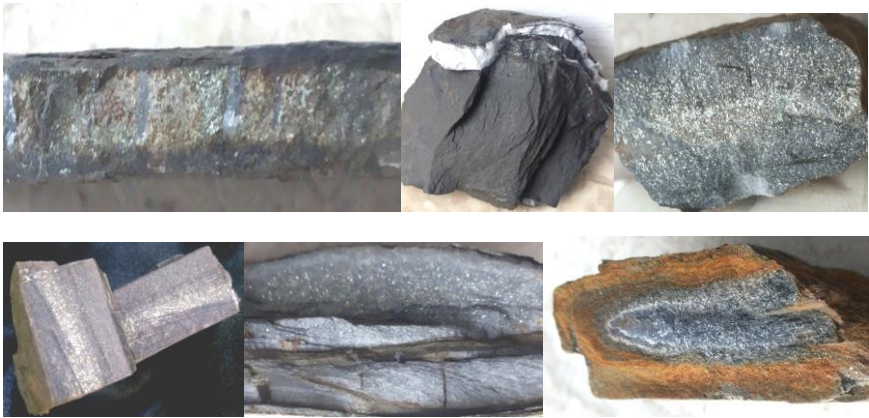
Regionun cənubunda yerləşən və çoxsaylı atılıb-üstəgəlmələrdən ibarət olan Zəngi qırılmasının yatımı sabit deyil, qırılma boyu şistləşmə, budinaj, əzilmə müşahidə olunur.

Tədqiqat zonasında tektonik hərəkətlərin dəfələrlə təkrar olunması, süxurların kütləvi şəkildə doqranmasına, deformasiyalara uğramasına, həmçinin metamorfik və hidrotermal metasomatik proseslərin inkişafına səbəb olmuşdur ki, bu zonada filiz toplantılarının yaranması üçün əlverişli şərait yaratmışdır (Şəkil 1).

Aşkar edilmiş bütün filizli sahələr struktur cəhətdən qırılmalarla əlaqədar olaraq yerləşir. Onların mineral tərkiblərinin formalaşmasında ilkin sedimentasiya prosesləri ilə yanaşı Vəndam zonasının şimal hissəsi boyu intensiv inkişaf etmiş vulkanizmin də mühüm rol

² Геология Азербайджана: [в 7 томах] / Под ред. В.Е.Хаина и Ак.А.Ализаде. – Баку: Nafta-Press, – т. 4. – 2005. – 506 с.

oynadığı qeyd edilməlidir.³



Şəkil 1. Duruca zonasında epigenetik və singenetik filizləşmə müşahidə edilən nümunələr

III FƏSİL. DURUCA STRUKTUR-FORMASIYA ZONASININ FİLİZLƏRİNİN TEKSTUR-STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ MİNERAL TƏRKİBİ

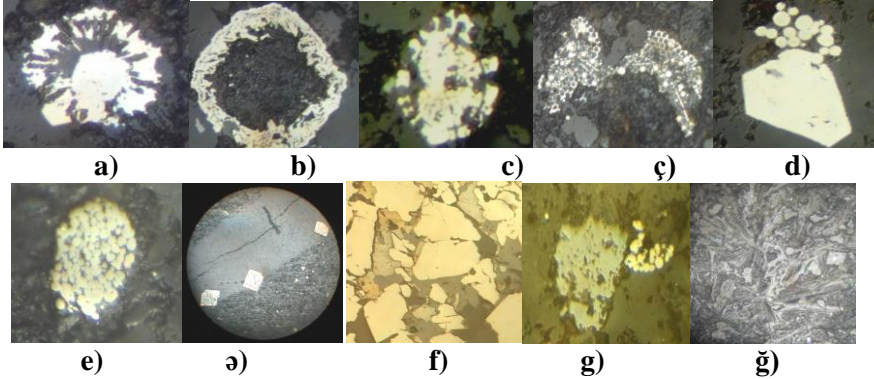
3.1. Filizlərin tekstur-struktur xüsusiyyətləri

Duruca zonasının sulfid filizləri pürüz, damarcıq, damarcıq-pürüz, zolaqlı, ləkəli, massiv, brekçiyavari və özəkvari teksturlarla səciyyələnir. Təzahüretmə intensivliyinə görə xeyli üstünlük təşkil edən pürüz tipli filizlər yan süxurlar içərisində əksər hallarda qeyri-bərabər paylanmış sulfid püruzları ilə təmsil olunur.

Damarcıq tipli filizlər epigenetik mənşəli sulfidlərin yayıldığı sahələrdə inkişaf edərək kvars və kalsitlə müşayiət olunur. Lokal miqyasda qeyd edilən zolaqlı tekstur sulfid zolaqları ilə qeyri-filiz minerallarından ibarət olan zolaqların növbələşməsi kimi təzahür edir. Tez-tez filiz və qeyri-filiz zolaqlarının növbələşməsi aydın ifadə olunmayan əmələgəlmələr də müşahidə olunur.

³ Керимов, Р.Б., Самедова, Р.А., Гадирова, Т.С. Петро-геохимические особенности и перспективы рудоносности меловых вулканогенных комплексов Вандамской зоны Южного склона Большого Кавказа // – Рига: Ежемесячный международный научный журнал «SCITECHNOLOGY», – 2018. №10. – с. 7-10.

Tədqiqat zonasının filizləri struktur tiplərinin rəngarəngliyi ilə səciyyələnir. Filizləri təşkil edən minerallar hipidiomorfdənəli, allotriomorfdənəli, konsentrik-zonal, radial-şüalı, qlöbulyar, relikt, druzə, həlqəvari, haşiyəli, kataklastik və bir sıra başqa quruluşlu aqreqlərlə təmsil olunur (Şəkil 2).



Şəkil 2. Mineral aqreqlərinin strukturları. Piritin (ağ) müxtəlif aqreqlə formaları: a) rozetka. Anşlif. X 210; b) krujeva. Anşlif. X 210; c) kürəvari. Anşlif. X 210; ç) arı şanıma bənzər. Anşlif. X 210; d) yaxşı taraşlanmış iri dənə və nöqtəvari dənələrin toplusu. Anşlif. X 90; e) qlöbulyar. Anşlif. X 210; ə) idiomorfdənəli. Anşlif. X 90; f) qeyri-düzgün formalı pirit-sfalerit-qalenit-xalkopirit bitişiyi. Anşlif. X 90; g) piritin (ağ) qeyri-düzgün formalı xırda dənələri toplusu və pulcuqvari molibdenit (açıq-boz). Anşlif. X 90; ğ) pirolüzin budaq- və tikanabənzər aqreqləri. Anşlif. X 90.

3.2. Filizlərin mineral tərkibi

Çox sadə mineral tərkibi ilə səciyyələnən filizlərin ən geniş yayılan mineralı üç generasiya ilə təmsil olunan piritdir. Pirit dənələrinin periferik hissələrində onları əhatələndirən haşiyələr şəklində dəmirin hipergen minerallarından olan hötit, hidrohötit və hidrohəmatit müşahidə edilir.

Regionun filizləşmə sahələrində sfalerit, qalenit və xalkopiritin paragenetik assosiasiya təşkil edən qeyri-düzgün formalı aqreqlərinə tez-tez rast gəlinir.

Mikroskopik tədqiqatlar zamanı bizim tərəfimizdən ilk dəfə olaraq bu zonada molibdenin məxsusi mineralının – molibdenitin

pulcuqvari formalı əmələgəlməsi aşkar olunmuşdur.

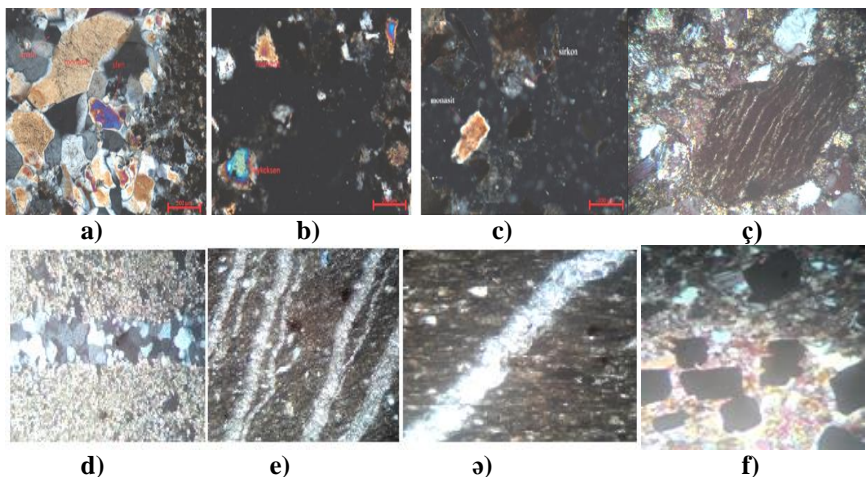
Filizlərin tərkibində markazitin xırda dənələrinə, pirolüzitin bu-
daq- və tikanabənzər aqreqatlarına, psilomelanın hisəbənzər kütlələ-
rinə, maqnetit və hematit kimi dəmir oksidlərinə, titanın rutil və il-
menit kimi minerallarına, dəmirin monosulfidinin – pirrotinin qeyri-
düzgün formalı xırda dənələrinə də rast gəlinir.

IV FƏSİL. REGIONUN FİLİZLƏŞMƏ SAHƏLƏRİNİN TERRI- GEN-ÇÖKMƏ KOMPLEKSLƏRİNİN MİNERALOJİ SƏCİYYƏSİ, PETROGEOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ƏMƏLƏGƏLMƏ ŞƏRAİTİ

4.1. Terrigen-çökmə komplekslərin mineraloji tərkibi

Tədqiqat zonasının filizləşmə sahələrindən götürülmüş süxur nümunələrinin mikroskopik tədqiqi və kimyəvi tərkiblərinin təhlili onların əksəriyyətinin serisitli-alevritli gil şistləri, serisitli qrafitləşmiş qumlu gil şistləri, serisitli qumdaşları, alevritli qumdaşları, gillisilisiumlu alevrolit, piritli qumdaşı və başqa bu kimi qarışıq mineral tərkibli tiplərlə təmsil olunduğunu göstərir. İstər qumdaşları, istərsə də gil şistləri qırılmalar boyu və axın klivajı müşahidə olunan yerlərdə bu və ya digər dərəcədə dəyişilərək intensiv qrafitləşməyə, xloritləşməyə və limonitləşməyə uğramışdır. Flişoidlərin qumdaşlarında çöl şpatı və kvars dənələri ilə yanaşı kristallik şistlərin nisbətən iri püruzları da geniş yayılmışdır. Gilli alevrolitin əsas hissəsi çöl şpatlarının xırda (0,02-0,1mm) qırıntıları və nisbətən az yayılmış kvars dənələrinin qaydasız (bəzi sahələrdə kvarsitəbənzər) yerləşdiyi silisiumlu-gilli kütlədən ibarətdir.

Silisiumlu hissə kriptokristallik kvars ilə təmsil olunur. Çöl şpatlarının çoxu pelitləşmişdir. Əhəngli-gilli alevrolitlərin əsas kütləsi çöl şpatları, kvars, kalsit dənələrindən və cüzi miqdarda əhəngli-gilli sement maddəsindən təşkil olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, filiz minerallarını müşayiət edən qeyri-filiz minerallarının içərisində ən geniş yayılanı kvarsdır. Süxurlarda xeyli miqdarda illit, kaolinit, montmorillonit kimi gil mineralları, kalsit, siderit və dolomitlə təmsil olunan karbonatlar, xlorit, hidromika, barit, gips, serisit və bir sıra digər qeyri-filiz mineralları, həmçinin monasit, apatit, sirkon və bəzi başqa aksesör minerallar da qeyd olunur (şəkil 3).



Şəkil 3. Süxurların tərkibində qeyd olunan minerallar. Qrafitləşmiş qara şistlərdə: monasit, leykoksen, apatit və sfen (a); leykoksen və monasit (b); sirkon və monasit (c) (paralel nikollar 10X5). ç) flişoid formasiyasında kristallik qara şistlərin püruzları (paralel nikollar 10X5); d) dolomiti kəsən kvarts damarı (paralel nikollar 10X5); e) və ə) qara şistlərin çatlarında epigenetik minerallaşma (paralel nikollar 10X5); f) fizli qumdaşı (paralel nikollar 10X5).

4.2. Terrigen-çökmə komplekslərin petrogeokimyəvi xüsusiyyətləri

Duruca struktur-formasiya zonasının aspid və terrigen-flişoid formasiyalarının süxurlarının petrokimyəvi xüsusiyyətlərini müəyyən etmək məqsədilə bu çöküntülərin formalaşma prosesində sedimentasiya hövzəsinə gətirilən materialların mənşə və mənbələrinin araşdırılması üçün Y.E.Yudoviç və M.P.Ketrisin metodu ilə petrokimyəvi modullardan (hidrolizat, alümosilium, titan, femik, natrium-kalium, qələvi, normallaşdırılmış qələvilik, dəmirlilik) istifadə etməklə onların litokimyəvi analizi, Modul, Baxti, Rozer, Korş, Meynard diaqramlarından istifadə etməklə isə Duruca zonasının süxurlarının kimyəvi tərkiblərinin genetik interpretasiyası aparılmışdır.⁴

⁴ Roser, B.P., Korsch, R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ kontent and K₂O/Na₂O ratio // – Journal of Geology. – 1985. №94. – p. 635-650.

Beləliklə, Duruca zonasının qumdaşları, qara şistləri və alevrolitlərinin petrokimyəvi göstəricilərinə, modellər üzərində aparılmış interpretasiyalardan alınmış nəticələrə əsasən bu regionun ana süxurlarının əsasi və orta tərkibli subqələvi tipli vulkanogen-çökmə materiallarının eyni oxşar mənbələrdən daşındığı müəyyən edilmişdir.

Digər tərəfdən hidrolizat moduluna əsasən tədqiq etdiyimiz süxurların əksəriyyətinin gilli çöküntülərə və onların siialit sinfinə aid olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Süxurlarda alümosilikat modulunun yüksək qiymətləri hidromikaların, onun aşağı qiymətləri piroklastik təbiətli çöl şpatlarının, qələvi modulunun aşağı, dəmir modulunun yüksək olması əsasi vulkanoklastların iştirakı ilə əlaqədardır. Titan modulunun aşağı qiymətləri isə litogenez prosesləri zamanı bərpəedicilərin aktiv olduğunu göstərir.

4.3. Filizləmə sahələrinin orta yura çöküntülərinin əmələgəlmə şəraiti

Duruca zonasının müxtəlif ərazilərində orta yura çöküntülərinin əmələgəlmə şəraitini (suyun duzluluğu, hövzənin dərinliyi, iqlimi və s.) öyrənmək məqsədilə bəzi kimyəvi elementlərin nisbətlərindən (Ti/Mn, Sr/Ba, Na/K, Na/Ca, Fe/Mn), kalsium, maqnezium və kükürdün konsentrasiyalarından, həmçinin alümosilikat, titan, natrium, kalium və qələvi modullarından istifadə edilmişdir.

Qumlu-alevritli və gilli-şist fasiyalarının növbələşməsi qələvi elementlərin (Na, K, Ca) miqdarlarının və nisbətlərinin təyin edilməsinin nəticələri, müxtəlif geokimyəvi modulların, kükürdün konsentrasiyasının araşdırılması, Ti/Mn və Fe/Mn nisbətlərinin orta göstəricilərində müntəzəm azalmanın qeyd olunması, regionda ΣMg -

CŞ istiqamətində Sr/Ba qiymətlərinin artması nisbətən rütubətli iqlim şəraitində çöküntütoplanmanın sahilyanı-dayaz dəniz şəraitindən nisbətən dərin dəniz şəraitinə tədricən keçidi haqqında fikir yürütməyə əsas verir. Tədqiqat apardığımız süxurların kəsilişində müxtəlif qalınlıqlı və litoloji tərkibli (qumdaşı, alevrolit, gil şisti) layların tez-tez növbələşməsinin tektonik ehtizazi hərəkətlər nəticəsində çöküntütoplanma şəraitinin dəyişməsi ilə əlaqədar olduğu müəyyən edilmişdir.

V FƏSİL. DURUCA ZONASININ FİLİZLƏRİNİN VƏ SÜXURLARININ GEOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

5.1. Riyazi-statistik analizlər

5.1.1. Duruca zonasının model filizləşmə sahələrinin filiz və süxurlarında kimyəvi elementlərin paylanması

Duruca zonasının gil şistləri, qumdaşları və alevrolitləri üçün geokimyəvi araşdırmalar aparılmış, bu süxurlardan və onların yerləşdirdikləri filizlərdən götürülən nümunələrin analizlərinin nəticələri riyazi-statistik metodlarla (baş komponentlər, korrelyasiya, klastr və faktor) işlənmiş, alınmış məlumatlara əsasən geokimyəvi modelləşdirilmə həyata keçirilmişdir.⁵ Baş komponentlər metodu ilə tədqiqat zonasının qara şistlərində Cr, Mn, Cu, As, Sb, Cd, Ba, Au, Ag, Ti, Zr, V, Mo, Se, Hf, La, Nd, Lu, Th, U, qumdaşlarında Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Sr, As, Cd, Ba, Au, Zr, La, Sm, Eu, Tb, Th, alevrolitlərində isə Cr, Mn, Cu, Pb, As, Sb, Cd, Ag, Ti, Zr, V, Mo, Se, Hf, La, Ce, Nd, U və Cs kimi elementlərin faydalı komponentlər (baş komponentlər) olduğu müəyyənləşdirilmiş, az informativ komponentlər kənar edilərək komponentlərin ümumi sayı azaldılmış və sonrakı tədqiqatlar baş komponentlər üzərində aparılmışdır.

Digər geoloji-riyazi-statistik analizlərin dəqiq aparılması üçün dəyişənlərin – elementlərin normal paylanma qanununa tabeliyini yoxlamaq məqsədilə onların miqdarlarının statistik parametrləri (minimal və maksimal miqdarlar, ədədi orta, mediana, orta kvadratik meyl, eksses, asimmetriya və s.) hesablanmış, analizlərin aparılması üçün normal paylanmanın meyarlıq prinsiplərindən istifadə edilmişdir ($A_s \approx E_s \rightarrow 0$). Baş çoxluqdan seçilmiş və normal paylanma qanununa tabe olan elementlər arasında cüt korrelyasiya analizi aparılmışdır.

Duruca zonasının süxurlarında yüksək konsentrasiya klarklarına malik olan və baş komponentlər kimi ayrılmış bu elementlərin korrelyasiya matrisindəki əlaqəsini müəyyənləşdirdikdən sonra onların geoloji və fiziki-kimyəvi əmələgəlmə şəraitinin oxşarlıq xüsusiyyətlərinə görə maksimal yaxın olanlarını ayrı-ayrı qruplara ayırmaq

⁵ Поротов, Г.С. Математические методы моделирования в геологии: Учебник / – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский Государственный Горный Институт (Технический Университет). – 2006. – 223 с.

məqsədilə klastr analizindən istifadə edilərək mərkəzi yüksək korrelyasiya qiymətləri almış elementlərdən ibarət olan qruplar müəyyən edilmişdir. Klastr analizinin köməyi ilə qara şistlər mərkəzi Cu-Mo, Ti-V və Cd-Se-dən ibarət olan I qrup (Cu, Mo, As, Ti, V, Cd, Se, Zr, Hf, Nd, U, La, Th) və Ba, Au, Ag-dən ibarət olan II qrup ayrılmışdır. Analoji üsulla qumdaşlarında 3 qrup müəyyən edilmişdir: I – Co, Ni, Cu, Zn, Pb, II – Sr, Ba, Au, III – As, Cd. Alevrolitlərdə isə elementlərin V, Mo, Cu-dən ibarət olan I qrupu və Cd, Ti, Se, Nd, Ce-la təmsil olunan II qrupu müəyyən edilmişdir.

Qeyd olunan ayrılmış qruplara daxil olan elementlərin toplanmasına təsir edən amillərin göstərilməsi və mürəkkəb geoloji obyektlərdə analoji elementlərin paylanma formalarının koordinat fəzasında təsvirini yaratmaq məqsədi ilə faktor analizindən və “Cattel” diaqramından istifadə edilmişdir. Analizlər “STATGRAPH-18” və “STATISTICA-10” proqram paketi vasitəsilə aparılmış, element sayına görə faktor yükləri təyin olunmuşdur.

Eyni zamanda elementlərin toplanmasına təsir edən faktorları daha məzmunlu araşdırmaq məqsədi ilə Varimaks metodu ilə koordinat oxunda fırlatmaqla onların daha kontrastlı birləşmələri müəyyən edilmiş, öyrənilən nümunələrdə yüksək konsentrasiya klarklarına malik və I, II, III faktorlarda yüksək yükü olan elementlərin anomal zonaları müəyyən olunmuşdur.

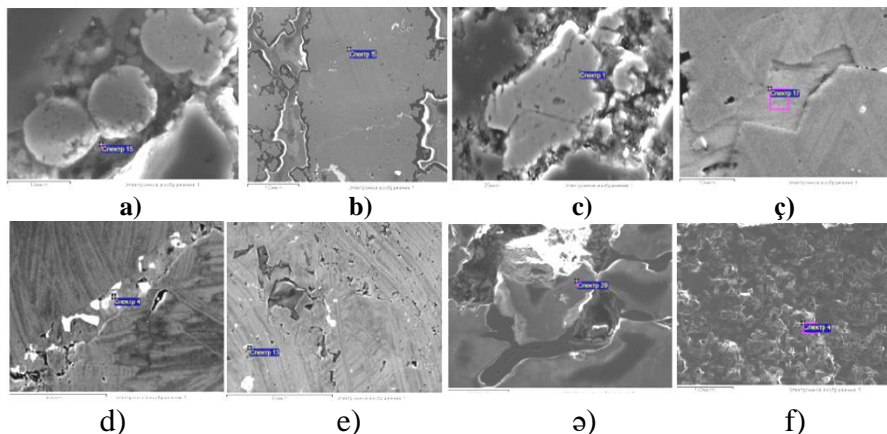
Beləliklə, riyazi-statistik metodlarla Duruca zonasının süxurlarında və onların yerləşdirdikləri filiz minerallarında I faktorun Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Sr, Au, Ba, Cd, As, II faktorun V, Se, Sb, Mo, Cd, Eu, Tb, Lu, Hf, U, III faktorun isə La, Eu, Tb, Sm, Cd, Ce, Zr, Th kimi yüksək yüklü elementləri müəyyən edilmişdir.

5.2. Filiz və qeyri-filiz minerallarının qatışıq elementləri və onların rastgəlmə formaları

Regionun filiz və qeyri-filiz minerallarında komponentlərin paylanması və onların rastgəlmə formaları müxtəlif metodlardan istifadə edilərək (Giriş) araşdırılmışdır.

Aparılmış tədqiqatların nəticəsi olaraq gil minerallarında V, Cr, Mn, Mo, Sn, Hf, Gd, Se, La, Ce, U, Au, Ag və P kimi qatışıq elementlər müəyyən olunmuşdur (Şəkil 4). Göstərilən minerallarda xrom istisna olmaqla qeyd olunan elementlərin hamısı mexaniki qatışıq

kimi iştirak edir. Singenetik mənşəli qlobulyar pirit aqreqlarının tərkibində Au, Ag və Se, epigenetik pirlərdə isə Au, Cr, Cd, Zn, Ni, Co kimi qatışıq elementlər aşkar olunmuşdur.⁶ Ni, Co və Se bu mineralın tərkibində izomorf qatışıq formasında iştirak edir.



Şəkil 4. “SEM” elektron mikroskopunda mineralların təsviri. Singenetik pirit (a), epigenetik pirit (b), rutil (c), xalkopirit (ç), sfalerit (d), qalenit (e), kvars (ə), dolomit (f).

Rutilin tərkibində V, Sn, paragenetik assosiyasiya şəklində təzahür edən sfalerit və qalenitin tərkibində Cu və Cd, qalenitdə orta-hesabi miqdarı 1,01% olan gümüşlə yanaşı Co, Cr və Se, sfaleritdə İn (1,02%), xalkopiritin tərkibində isə Au, Pb və Cr kimi elementlərin qatışıqları aşkar olunmuşdur. Göstərilən minerallarda bu elementlərin bəziləri izomorf formada (Ag, Se, Cd), digərləri isə mexaniki qatışıq kimi iştirak edir. Kvarsın tərkibində nəcib (Au, Ag) və əlvan (Zn, Pb) metallar, karbonatlarda – dolomitdə və kalsitdə La, Gd, Sn, Ce, P, Se və başqa qatışıq elementlər müəyyən edilmişdir. Kalsitdə dolomitə nisbətən nadir torpaq elementlərindən biri qodoliniumun xeyli üstün miqdarı (1,01%) aşkar olunmuşdur.

Nadir torpaq elementlərinin və toriumun Duruca zonasının süxurlarında toplanması onlarda müşahidə edilən monasit, apatit, eşinit,

⁶ Годовиков, А.А. Минералогия / А.А.Годовиков. – Москва: Недра. –1983. – 647 с.

ortit və sirkon kimi minerallarla və bu mineralların yerləşdiyi süxurların aşınma məhsulları ilə, həmçinin qara şistlərin tərkibində olan gil minerallarının sorbsiya xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Regionun qara şistlərində NTE-nin üzvi maddə ilə əlaqəsi aşkar edilməmişdir. Qara şistlərdən ekstraksiya olmuş $C_{üzvi}$ -nin İCP-M analizlərinin nəticələrində lantanoidlərin olmaması onların toplanmasının üzvi maddə ilə əlaqəsinin olmadığını göstərir.

Bununla yanaşı, aparılmış elektron-mikroskopik tədqiqatlar nəticəsində apatit, sirkon və b. mineral aqreqatlarında bir sıra radioaktiv metalların, nadir və nadir torpaq elementlərinin (U, Th, Eu, Hf, Nb və s.) izomorf formada iştirakı müəyyən olunmuşdur.

VI FƏSİL. REGIONUN QARA ŞİSTLƏRİNDƏ FİLİZTOPLANMAYA TƏSİR EDƏN FAKTORLAR, FİLİZLİLİYİN GEOKİMYƏVİ MODELİ VƏ SÜXURLARIN ELEMENTLƏRİ TOPLAMA POTENSİALININ GEOKİMYƏVİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

6.1. Filiztoplanmaya təsir edən faktorlar

Qara şistlərin filizliliyinin üzvi maddə ilə əlaqəsinin mümkünlüyünü, gil minerallarının güclü sorbsiyaetmə xüsusiyyətini, monasit, apatit, sirkon və b. mineralların nadir torpaq elementlərinin daşıyıcısı olduğunu, biogen və abiogen kükürdün oksidləşdirici-bərpaedici mühit yaratdığını nəzərə alaraq Duruca zonasının qara şistlərində elementlərin toplanma- və paylanması süxurların tərkibində olan üzvi maddənin, kükürdün, gil minerallarının, həmçinin aksesor mineralların rolunun araşdırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Duruca zonasının qara şistlərində filiztoplanmaya $C_{üzv}$ -nin təsirini öyrənmək məqsədilə model sahələrinin bu süxurlarından sınaqlar götürülmüş, onların tərkibindəki üzvi maddənin miqdarı təyin edilmiş, onun temperaturdan asılı olaraq parçalanması öyrənilmişdir. Termoqrafik və piroliz analizlərinin nəticəsinə əsasən göstərilən zonanın bu süxurlarında üzvi maddənin miqdarının əsasən 1,35-8,36% intervalında dəyişdiyi (bəzən 9-11%) müəyyən edilmişdir. Tədqiqat zonasının Şm-Q-dən C-Ş-ə doğru terrigen flişoid formasiyasının çöküntülərinin tədricən aspid formasiyasının çöküntüləri ilə əvəz olunması müşahidə edilir və süxurlarda üzvi maddənin miqdarının bu istiqamətdə artması qeyd olunur.

Süxurlarda olan üzvi maddənin növünü müəyyənləşdirmək məqsədilə ekstraksiya yolu ilə ayrılmış üzvi hissənin “Furye” IQ spektrogramı çəkilmiş, analizlərin nəticələrinə əsasən onun çoxçeşidli orqanik birləşmələrdən – bitumoid ($\bar{X}=2,3\%$), qrafit ($\bar{X}=3,6\%$), fulvo turşusu ($\bar{X}=2,1\%$) və humin ($\bar{X}=3,8\%$) turşusundan ibarət olduğu aşkar edilmişdir. Duruca zonasının qara şistlərindəki üzvi maddə ilə V, Mn, Ni, Se, Mo, Cu, Cd, Ag, Ti, Nd, Hf, Th, U və kükürdün miqdarları arasında müsbət korrelyasiya aşkar edilmişdir. Qeyd olunan elementlərin hansının üzvi maddədə toplandığını müəyyənləşdirmək üçün ekstraksiya olunmuş üzvi maddə arqon plazması ilə induktiv bağlanan İCP-MS (NexION 300D) spektrometrdə tədqiq olunmuş, onun tərkibində üstünlük təşkil edən Se, V, Mo, P, S, U, Au və Zn ilə yanaşı az miqdarda Sr, Ba, Cd, Ti və Ag kimi elementlər də aşkar edilmişdir.

Duruca zonasının gil minerallarında (əsasən montmorillonitdə) sorbsiya məhsulu olan nadir torpaq elementlərinin yüksək konsentrasiyalarda toplanması çöküntütoplanma prosesinin az sürətlə uzun müddət ərzində baş verdiyini göstərir.

Süxurlarda sorbsiya ilə yanaşı eyni zamanda müxtəlif mühitlərdə (turş, qələvi və s.) desorbsiya prosesi də baş vermişdir.

Duruca zonasının model filizləşmə sahələrindən götürülmüş nümunələr üzərində apardığımız uzunmüddətli eksperimentlər nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Cu, Zn, Co, Ni və Ag ionları qələvi və neytral mühitdə tədqiq olunan süxurlardan demək olar ki, desorbsiya olunmur. Bu proses əsasən turş ($\text{pH}=3$) mühitdə, xüsusilə piritin aşınması nəticəsində əmələ gələn sulfat turşusunun hesabına baş verir. Beləliklə, desorbsiya prosesi zamanı hərəkət edən məhlullar bir çox komponentlərlə zənginləşir və əksinə – süxurlarda bu komponentlərin konsentrasiyası azalaraq mənfi anomaliyaların yaranmasına səbəb olur.⁷ Zənginləşmiş məhlulların sonrakı miqrasiyası nəticəsində

⁷ Кашкай Ч.М., Зейналова С.А., Керимов Р.В., [и др.]. Экспериментальное исследование процессов концентрирования меди, цинка, кобальта, никеля и серебра в черных сланцах Дуруджинской зоны южного склона Большого Кавказа (Азербайджан) // Воронеж: Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: Геология. – 2017. – № 2. – с. 91-96.

başqa zonalarda sorbsiya hesabına süxurlarda elementlərin konsent-rasiyası artır və nəticədə müsbət anomaliyalar əmələ gəlir.

Minerallaşma zonalarının formalaşmasında tədqiq etdiyimiz gil şistlərində gedən sorbsiya və desorbsiyadan əlavə geosorbsiya, adsorb-siya, hemosorbsiya kimi proseslərin də mühüm rol oynadığı müəyyən edilmişdir. Tektonik proseslərə məruz qalmış süxurlarda yaranan də-rinlik qırılmaları və digər xırda qırılmalarla daşınan hidrotermlərdən biogen kükürd və kükürlü birləşmələr saxlayan gil şistlərində oksid-ləşdirici-bərpaedici mühitin yaranması ilə əlaqədar olaraq H_2S sayəsində bir sıra elementlərin çökməsi və endogen filizmələgəlmə prosesi baş verir. Duruca zonasının qara şistlərində kükürdün miqdarı ilə bəzi elementlərin (Pb, Zn, Cu, Mn, Ni, Co, As) konsentrasiyaları arasında müsbət korrelyasiya əlaqəsi aşkar edilmişdir.

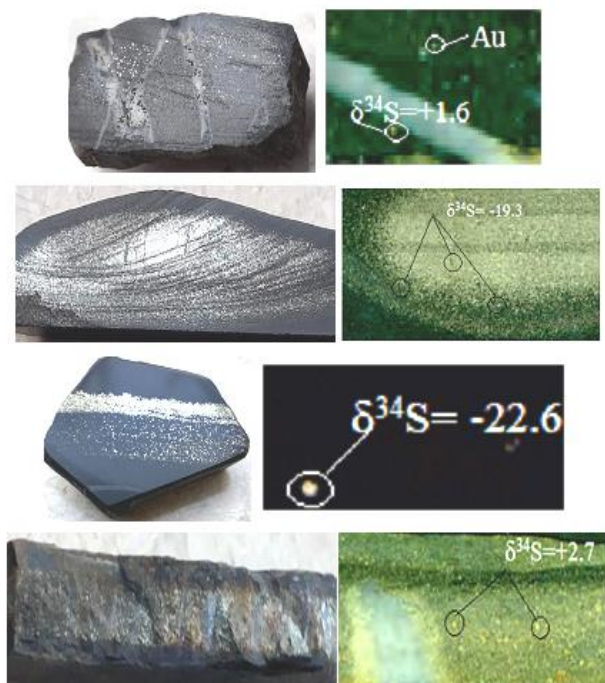
Beləliklə, Duruca zonasının qara şistlərində yuxarıda göstərilən elementlərin toplanmasında 3 faktorun – üzvi maddənin miqdarının, süxurların tərkibindəki gil minerallarının və minerallaşma mühitinin hidrotermal proseslərlə əlaqədar olan endogen mənşəli filizlərin ya-ranması üçün minerallaşma mühitinin əlverişli olan oksidləşdirici-bərpaedici potensialının yüksək olmasının mühüm rol oynadığı müəy-yənləşdirilmişdir.

Bununla yanaşı, yuxarıda göstərilən elementlərin qeyd olunan süxurlarda qeyri-bərabər toplanmasının hidrokimyəvi proseslərdən və filizyerləşdirici süxurların sorbsiya etmə dərəcəsiindən asılılığı aşkar olunmuşdur.

6.2. Duruca struktur-formasiya zonasının sulfidlərində kükürdün izotop tərkibi

Filiz maddəsinin mənbəyinin araşdırılması filizmələgəlmənin mühüm nəzəri və praktiki məsələlərindən biridir. Məlumdur ki, sul-fidlərin tərkibindəki kükürdün izotop tərkibinin analizinin nəticələrinə əsasən filiz maddəsinin mənbəyinin müəyyənləşdirilməsi axtarış-kəş-fiyyat işlərinin düzgün istiqamətləndirilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Duruca zonasının filizlərinin genezisinin araşdırılması məqsədilə filizləşmə sahələrinin filizlərindən və filizyerləşdirici süxurlarından götürülmüş müxtəlif morfoloji xüsusiyyətlərə malik olan sulfidlərdəki kükürdün izotop tərkibi analiz olunmuşdur (Şəkil 5).



Şəkil 5. Duruca zonasının filizlərində və filizyerləşdirici süxurlarında müxtəlif morfolojiyalı piritlərdəki kükürdün izotop tərkibi

Qaynar və Zəngi dərinlik qırılmaları ilə yanaşı Duruca zonasının geoloji quruluşunu mürəkkəbləşdirən müxtəlif ölçülü eninə qırılmaların ayrı-ayrı şaxələri arasında yerləşən süxur və filizlərdən götürülmüş nümunələrdən ayrılmış sulfidlərdə $\delta^{34}\text{S}$ -ün variasiya diapazonu $+3,2 \rightarrow +6,7$ ‰ aralığında, hidrotermal dəyişmələrə məruz qalmamış qara şistlərdən götürülmüş nümunələrdən ayrılmış sulfidlərdə isə $-18 \rightarrow -22,6$ ‰ arasında dəyişir.⁸

İzotop analizinin nəticələri Duruca struktur-formasiya zonasının filizləşmə sahələrinin sulfidlərinin iki mənbə ilə əlaqədar olduğunu göstərir: a) əsasən erkən diagenəzdə bakterial aktivliyin iştirakı ilə əmələ gələn biogen mənşəli filizlər; b) dərinlik qırılmaları ilə əlaqədar

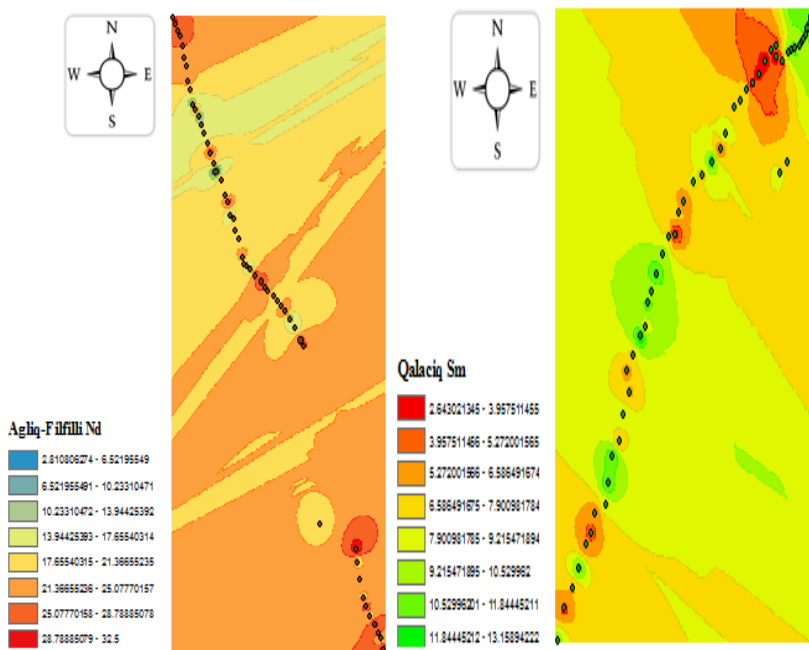
⁸ Виноградов, В.И. Роль осадочного цикла в геохимии изотопов серы / – Москва: Наука. –1980. – 192 с.

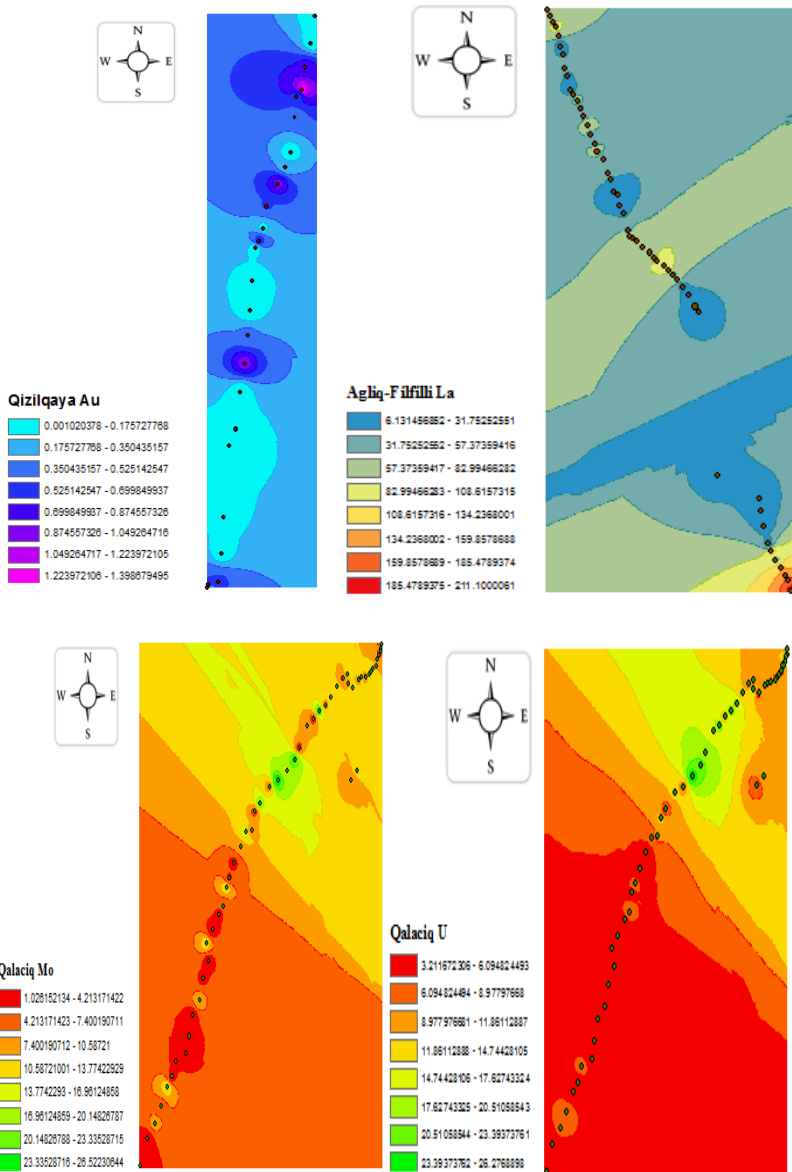
olaraq yaranan yuvenil mənşəli sulfidlər. Şəkil 5-dən görüldüyü kimi belə zonalarda endogen mənşəli sulfidlərin yaxınlığında qızılın kiçik dənələrinə rast gəlinir.

Qeyd etmək lazımdır ki, göstərilən zonanın müxtəlif mənşəli geokimyəvi anomal zonalarının süxurları element tərkiblərinə görə bir-birindən fərqlənir.

6.3. Filizliliyin geokimyəvi modeli

Apardığımız geokimyəvi tədqiqatlar nəticəsində əldə edilmiş məlumatlar (GPS koordinatları qeyd olunmaqla götürülmüş nümunələrdə kimyəvi elementlərin fiziki-kimyəvi və geoloji şəraitdən asılı olaraq toplanması) “Arc Gis” kompüter proqramı vasitəsilə təhlil olunmuş, modelləşdirilmiş, araşdırılmış kimyəvi elementlərin hər birinin filizləşmə sahələrində paylanmasını əks etdirən modellər qurulmuşdur. Bu modellərdən bəziləri şəkil 6-da öz əksini tapmışdır.



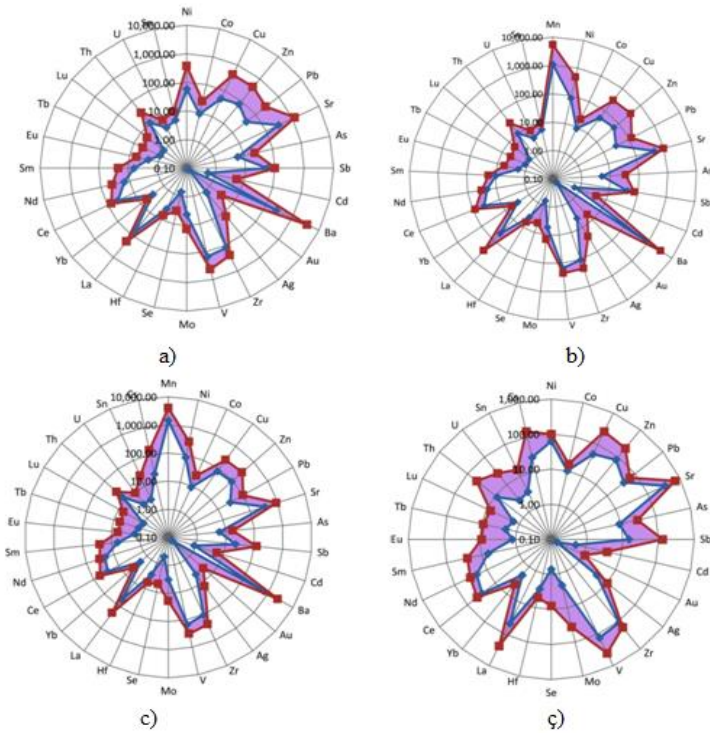


Şəkil 6. Filizlşmə sahələrində yüksək konsentrasiya ilə səciyyələnən kimyəvi elementlərin paylanma modelləri

Göstərilən modellərdən istifadə edərək filizləşmə sahələrində qeyd olunan yüksək konsentrasiya qiymətləri ilə səciyyələnən elementlərin aşkar olunduğu anomal zonalar müəyyən edilmişdir.

6.4. Model filizləşmə sahələrinin süxurlarının nəcib, əlvan, radioaktiv metalları, nadir və nadir torpaq elementlərini toplama potensialının geokimyəvi qiymətləndirilməsi

Filizləşmə sahələrinin süxurlarının nəcib, əlvan, radioaktiv metalları, nadir və nadir torpaq elementlərini toplama potensialının geokimyəvi qiymətləndirilməsi aparılmış, onlarda anomaliya əmələ gətirən elementlər müəyyən olunmuşdur (Şəkil 7).



Şəkil 7. Qum-Ləkit (a), Qızılcaya (b), Ağlıq-Filfilli (c) və Qalacıq (d) filizləşmə sahələrinin süxurlarında qatışıq elementlərin statistik paylanma diaqramı

- orta hesabi miqdarlar
- çox yüksək lokal qiymətlərin ədədi orta qiymətləri
- lokal yüksək qiymətlərə malik sahələr

Qum-Ləkit filizləşmə sahəsində şimaldakı – Qaynar və cənubdakı – Zəngi qırılmalarının qırılmayanı sahələrində Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Cd, V, Zr, La, Ce kimi elementlərə perspektivli anomal sahələr müəyyən olunmuşdur.

Qızılqaya filizləşmə sahəsi Au, Cu, As, Zn, nisbətən az La, Yb, Ni və Co üçün perspektivlidir və bu elementlərin anomal zonaları şimalda – Qaynar qırılmasının qırılmayanı sahələrində qeyd olunur.

Ağlıq-Filfilli filizləşmə sahəsi digər model sahələrdən filiz və süxurlarda kimyəvi elementlərin spektrinin müxtəlifliyi və onların yüksək konsentrasiyaları ilə fərqlənir. Süxurların əmələgəlmə şəraiti öyrənilərkən məlum olmuşdur ki, bu sahə sahil və dərin dəniz şəraitləri arasında yerləşdiyindən və ehtisazi hərəkətlərin təkrarlanmasından irəli gələn müxtəlifliyə məruz qalmışdır. Tədqiqat sahəsində şimalda Qaynar, cənubda Zəngi və bu ərazinin mərkəzində çoxsaylı eninə və uzununa qırılmaların olduğu hissədə Au, Ag, Cu, As, Se, Mo, V, Sb, La, Se və Nd kimi elementlərin axtarışı üçün perspektivli hesab edilən anomal zonalar ayrılmışdır.

Qalacıq filizləşmə sahəsinin süxurları digər model sahələrin çöküntülərindən tərkiblərində yüksək miqdarda üzvi maddə saxlayan monoton gil şistlərindən ibarət olmaları ilə səciyyələnir. Modellərdə bu filizləşmə sahələrində bəzi elementlərin (Au, Mo, U, Se) sahə boyu anomal zonalar yaratdığı müəyyən olunsada, cənubda yerləşən Zəngi qırılmasının qırılmayanı sahəsində nadir torpaq elementlərinə perspektivli anomal zonalar daha aydın görünür.

Duruca zonasının şimal-qərbindən cənub-şərqinə doğru ardıcıl yerləşmiş və model olaraq götürülmüş Qum-Ləkit, Qızılqaya, Ağlıq-Filfilli və Qalacıq filizləşmə sahələrinin süxurlarının yuxarıda qeyd olunan elementləri toplanma potensialını qiymətləndirmək məqsədilə statistik modellər tərtib olunmuşdur.

Modellər sahə üzrə süxurlarda qeyd olunan elementlərin maksimum standart kənarlaşmalarının orta qiymətləri ilə sahə üzrə elementlərin orta qiymətləri arasında olan fərqə görə tərtib edilmişdir: bu fərqin yüksəkliyi onların lokal anomal qiymətlərə malik olmasını göstərir.

Beləliklə, faktiki materialların nəticələrinə əsasən qeyd olunan modellərdən əldə olunmuş məlumatlara görə Duruca struktur-formasiya zonasının süxurları nəcib, əlvan, radioaktiv metalların, nadir və

nadir torpaq elementlərinin toplanması baxımından yüksək potensialla səciyyələnir, göstərilən zonanın özü isə bu elementlərin axtarışı üçün kifayət qədər perspektivli region hesab edilir.

NƏTİCƏLƏR VƏ TƏKLİF

1. Duruca struktur-formasiya zonasında filizəmələgəlmə prosesi iki minerallaşma etarı ilə təmsil olunur. Birinci etarı əsasən singenetik mənşəli erkən piritdən ibarət olan filizlərin, ikinci etarı isə hidrotermal məhlulların fəaliyyəti ilə əlaqədar olan epigenetik sulfidlərin formalaşması ilə xarakterizə olunur.
2. Petrokimyəvi göstəricilərə əsasən çöküntütoplanma hövzəsinə gətirilən materialların əsası və orta tərkibli subqələvi vulkanogen materiallarla genetik əlaqədar olduğu, Duruca zonasının süxurlarının əksəriyyətinin sialit sinfinə daxil olan gilli çöküntülərlə təmsil olduğu və litogenezi prosesləri zamanı bərpəedici mühitin fəallığının əhəmiyyətli rol oynadığı müəyyənləşdirilmişdir.
3. Duruca zonasında yüksək konsentrasiya ilə səciyyələnən kimyəvi elementlərin paylanma və toplanma qanunauyğunluqları müəyyənləşdirilmiş, filizlərdə Cd, Au, Co, Ni, İn, Ag, gil minerallarında V, Cr, Sn, Mo, La, Hf, Ce, Au, P, karbonatlarda La, Gd, Sn, Ce, P, Cr, V, qara şistlərdən ekstraksiya olunmuş üzvi maddədə isə Mo, V, Se, S, P, Au kimi qatışıq elementlərin toplandığı aşkar edilmiş və onların rastgəlmə formaları araşdırılmışdır.
4. Müxtəlif filizləşmə sahələrinin ayrı-ayrı zonalarında tədqiq olunan elementlərin miqdarlarında və spektrlərində aşkar edilmiş fərqli cəhətlərin süxurların litoloji tərkibindən, onların sorbsiya dərəcəsindən, xırda qırılma zonalarında baş verən hidrotermal dəyişilmələrdən, singenetik və epigenetik filizəmələgəlmə proseslərinin intensivliyindən asılılığı müəyyən edilmişdir. Qara şist formasiyasının süxurlarının metal tərkibinin onları müşayiət edən sulfid minerallaşmasının təzahür etmə intensivliyindən birbaşa asılılığı aşkar edilmişdir.
5. Qum-Ləkit, Qızılqaya, Ağlıq-Filfilli filizləşmə sahələrinin şimalında Qaynar, Qalacıq filizləşmə sahəsinin cənubunda Zəngi dərinlik qırılmalarının qırılmayanı zonalarında və onların eninə qırılmalarla kəsişmə sahələrində Cu, Zn, Pb, Ni, Co, As, Au, Ag, Ba, Sr, La,

Ce, Eu, Tb, Zr, Th-un, üzvi maddə ilə zəngin qara şistlərdə isə Cu, Mo, V, Se, S, P, Sb, Cd, Eu, Tb, Lu, U-nın yüksək konsentrasiyalarının qeyd edildiyi anomal zonalar ayrılmış, onların geokimyəvi, riyazi-statistik modelləri tərtib olunmuş, gizli filizləşmənin proqnoz-axtarış meyarları işlənib hazırlanmışdır.

6. Aparılmış tədqiqatların nəticələrinə əsasən Qaynar və Zəngi qırılmalarının eninə qırılmalarla kəsişmə sahələrində Cu, Zn, Pb, Ni, Co, As, Au, Ag, Ba, La, Ce, Eu, Nd və Tb-un, üzvi maddə ilə zəngin qara şistlərdə Cu, Mo, V, Se, Sb, Cd, Eu, Tb, U-nın anomal qiymətləri ilə müşayiət olunan zonalarında axtarış-kəşfiyyat işlərinin aparılması təklif olunur.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı elmi işlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Qədirova, T.S. Qızılqaya filiz sahəsinin (Duruca tikiş zonası) geokimyəvi xüsusiyyətlərinin riyazi modelləşdirilməsi // – Bakı: Gənc Tədqiqatçı, – 2020. VI cild, №1, – s. 63-72.
2. Qədirova, T.S. Duruca struktur-formasiya zonasının qara şistlərində Cüzvi-nin bəzi kimyəvi elementlərin toplanmasında rolu // – Bakı: Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri; Təbiət elmləri seriyası; – 2022. №4, – s. 81-91.
3. Qədirova, T.S. “Duruca struktur-formasiya zonasının filizlərinin və süxurlarının mineral tərkibi” // – Bakı: Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, – 2022. cild 23, – s. 137-145. E-ISSN: 2674-5224, DOI: 10.36962/PAHTEI, 12.
4. Qədirova T.S. “Duruca struktur-formasiya zonasının qara şistlərinin mineraloji-geokimyəvi xüsusiyyətləri”. “Geologiya: problemlər, perspektivlər” Respublika Konfransının materialları. Bakı, 05-06 may 2022-ci il. s. 123-125.
5. Гедирова, Т.С., Керимов, Р.Б. Минералого-геохимические особенности и перспективы рудоносности черносланцевых образований Дуруджинской структурно-формационной зоны восточного сегмента Большого Кавказа (Азербайджан) // – Екатеринбург: Международный научно-исследовательский журнал, – 2023. № 4 (130). – стр. 1-11. // DOI:

<https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.96> стр.

6. Керимов, Р.Б., Гадирова, Т.С., Шихова, Л.Ф. “Минералогопетрографические особенности золоторудных проявлений Друджинской антиклинали южного склона Большого Кавказа // Сборник докладов – IX Международной научно–практической конференции «Интеграционные процессы мировой науки в XXI веке» Россия: – Казань. – 2014 г. – с.100-104.
7. Керимов, Р.Б., Самедова, Р.А., Гадирова, Т.С. Петро-геохимические особенности и перспективы рудоносности меловых вулканогенных комплексов Вандамской зоны южного склона Большого Кавказа // – Рига: Ежемесячный международный научный журнал «SCITECHNOLOGY», – 2018, №10, – с. 7-10.
8. Керимов, Р.Б. Минеральный состав и геохимические особенности руд Филфиллинского рудопроявления золота Друджинской шовной зоны (Азербайджан) / Р.Б.Керимов, Р.А.Самедова, Р.С.Джафарова [и др.] // Периодический сборник научных трудов, Третья Всероссийская научная конференция 15-17 сентября 2014г., (Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии) том 1, Благовещенск. – 2014 г. – с.105-106.
9. Самедова Р.А., Джафарова Р.С., Гадирова Т.С. Вулканизм и металлогения Вандамской структурно-формационной зоны Южного склона Большого Кавказа. VIII Международная конференция “Вулканизм биосферы и экологические проблемы. Г.Майкоп, Адыгейский Гос.Университет. 2016, стр.156-157
10. Gadirova, T.S. Textural-structural characteristics and mineral types of ores of the Aghlig-Filfilli mineralization area of the Duruja zone // Journal of Geology, Geography and Geoecology 32 (1), 017-025. doi:10.15421/112302–2023. – p. 17-25.
11. Gadirova, T. S. The geochemical features of the black shales of Duruja zone of the Greater Caucasus and their perspectivity of the ore mineralization // VII international conference of young scientists & students. Information technologies in solving modern problems of geology and geophysics. – Ваку. – 2018. – p.117-118.

12. Kerimov, R.B., Gadirova, T.S. The investigation of the possibility of leaching noble metals from black shale complexes that contain gold of Duruja zone (Azerbaijan) // Ежемесячный международный научный журнал «LINGVO-SCIENCE» Болгария, – Варна, №11, – 2018. – с. 3-7.



Dissertasiyanın müdafiəsi 28 yanvar 2024-cü il tarixində saat 14:30 Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1143, Azərbaycan, Bakı ş., H.Cavid pr. 119

Faks: (+99412) 537 22 85

E-mail: gia@azdata.net

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları rəsmi saytda yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 28 dekabr 2023-cü ildə zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 27.12.2023

Kağızın formatı: 60x84^{1/16}

Həcm: 40408

Tiraj: 100 nüsxə