AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

AZƏRBAYCANIN YANAR ŞİSTLƏRİ: ƏMƏLƏGƏLMƏ ŞƏRAİTİ, YAYILMA QANUNAUYĞUNLUQLARI, GEOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ PROQNOZ RESURSLARININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

İxtisas: 2521.01 – "Neft və qaz yataqlarının geologiyası, axtarışı və kəşfiyyatı"

Elm sahəsi: Yer elmləri

İddiaçı: **Orxan Rəfael oğlu Abbasov**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKI – 2023

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

Elmi məsləhətçi: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
professor **Adil Abas Əli oğlu Əliyev**

Rəsmi opponentlər: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
akademik, professor
İbrahim Səid oğlu Quliyev

geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
akademik, professor
Vasif Məmməd Ağa oğlu Babazadə

geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
AMEA-nın müxbir üzvü
Elmira Hacı Murad qızı Əliyeva

geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
professor **Vaqif Yunus oğlu Kərimov**

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: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
akademik, professor
__________________ **Əkpər Əkpər oğlu Feyzullayev**

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

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

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi: Uzun illərdir ki, dünyaya neft və qaz ixrac edən Azərbaycanda hasilat dinamikasının göstəriciləri və yeni yataqların aşkarlanması ilə bağlı hazırkı durum, həmçinin qlobal miqyasda karbohidrogen resurslarına olan davamlı tələbat respublikada qeyri-ənənəvi yanacaq-enerji mənbələrinin müəyyənləşdirilməsini, onların tədqiqini və istismar perspektivliklərinin qiymətləndirilməsini labüd edir. Bu baxımdan, ölkəmizdə hələ XX əsrin 30-cu illərində mövcudluğu məlum olan yanar şistlər xüsusi əhəmiyyətlidir. Sintetik neft və qazla yanaşı, istilik-elektrik enerjisinin, tibbi məmulatların, tikinti materiallarının, üzvi gübrənin və digər məhsulların alınmasında dünyada (ABŞ-da, Çində, Almaniyada, Rusiyada və s.) xammal kimi geniş istifadə olunan bu resurslardan indiyədək Azərbaycanda heç bir sahədə yararlanmırlar.

Azərbaycanın yanar şistlərinin tədqiqinə dair çap olunmuş əsərlərin təhlilləri, daha əvvəllər aşkarlanan şistli açılışlardan başqa yeni sahələrin müəyyənləşdirilməsi kimi məsələnin tamamilə diqqətdən kənarda qaldığını göstərir. Yanar şistlərin əmələgəlmə şəraitlərinin öyrənilməsi dünya üzrə yerinə yetirilən müasir mineraloji, geokimyəvi və s. tədqiqatların metodoloji prinsipləri əsasında deyil, ən yaxşı halda litostratiqrafik dəyişkənliklərin təhlillərindən irəli gələn mülahizələrə əsaslanmışdır. Mövcud tədqiqat işlərində yanar şistli çöküntülərin neft-qazlılıq xüsusiyyətlərinin araşdırılması məsələsi də öz əksini tapmır. Lakin xarici tədqiqatçıların yerli alimlərlə birgə çap etdirdikləri bir neçə əsərdə məhdud sayda yanar şistsaxlayan kəsilişlərin məqsədəmüvafiq tədqiqatları aparılmışdır. Həmin araşdırmalarda kəsilişlər üzrə tədqiq olunan yanar şistlər ya gilli (vərəqli gil), ya da argillitli süxur adı altında öyrənilmişdir.

Tədqiqatın obyekti və predmeti: Spesifik geodinamik-tektonik, geoloji, mineraloji və geokimyəvi xüsusiyyətlər Azərbaycanın şərqində palçıq vulkanları, neft çıxışları (həmçinin neftli süxurlar) və zəngin neft-qaz yataqları ilə bərabər, həm də yanar şistlərin genişmiqyaslı təkamülü üçün səciyyəvi olmuşdur. Yanar şistli çöküntülərin məkanca palçıq vulkanları və neft çıxışları təzahür edən tektonik zonalarda paylanma nümayiş etdirmələri, onların birgə vəhdətini şərtləndirən

geoloji və struktur-tektonik amillərlə yanaşı, həm də fərqli geoloji dövrlərlə əlaqəli belə süxurların mineraloji variasiyalarının, üzvi maddə ilə təmininin və neftqazlılıqla əlaqəli generasiya istiqamətlərinin öyrənilməsini labüd edir ki, bunlar hazırkı tədqiqatın obyektini və predmetini ehtiva edir. Tədqiqatın predmetini, həmçinin Azərbaycan üzrə yanar şistlərin yeni istifadə sahələrinin müəyyənləşdirilməsi və proqnoz resurslarının qiymətləndirilməsi təşkil edir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Azərbaycanda məlum və yeni aşkarlanmış yanar şistli sahələrin tektonik zonalar üzrə məkan və zamanca paylanma qanunauyğunluqlarının, yerüstü və palçıq vulkanı tullantılarına aid şistli süxurların mineraloji, geokimyəvi və petroqrafik səciyyələrinin araşdırılması, onların əmələgəlmə və neftqazlılıq xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi, həmçinin proqnoz resurslarının qiymətləndirilməsi işin ümumi məqsədini təşkil edir. Bununla bağlı müəyyənləşdirilən vəzifələr aşağıdakılardır:

1. Azərbaycanda yanar şistlərin tədqiqinə dair araşdırmaların təhlilləri və hazırkı durumun qiymətləndirilməsi;
2. Yeni yanar şistli sahələrin axtarışı və şistli fasiyanın ölkə ərazisində yayılmasının xəritələşdirilməsi;
3. Yanar şistlərin palçıq vulkanları və neft təzahürləri qeydə alınan tektonik zonalarda paylanmasına nəzarət edən geodinamik, struktur-tektonik, geoloji amillərin öyrənilməsi və zaman-məkan baxımından yayılma ilə əlaqəli qanunauyğunluqların aşkarlanması;
4. Şistli süxurların mineraloji və kimyəvi xüsusiyyətlərinin digər ölkələrin eyniadlı süxurları ilə müqayisəli şəkildə tədqiqi və Azərbaycanın yanar şistlərinin mineraloji və geokimyəvi təsnifatda yerlərinin müəyyənləşdirilməsi;
5. Mineraloji və geokimyəvi göstəricilər əsasında yanar şistlərin sedimentoloji yetkinlik, aşınma, protolit, paleogeodinamik-paleotektonik, paleohövzə, diagenetik və paleoiqlim xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;
6. Yanar şistlərin üzvi maddə ilə zənginliyində paleohövzənin ilkin bioməhsuldarlığı ilə yanaşı, üzvi maddə-mineral assosiasiyalarının rolunun qiymətləndirilməsi;
7. Ekstraksiya, spektroskopik analizlər, termoqravimetrik, pirolitik və petroqrafik tədqiqatlar əsasında kerogenin tipinin və termal

yetkinliyinin müəyyənləşdirilməsi, həmçinin Eosen-Miosen diapazonuna aid şistli süxurların neft və yaxud qaz karbohidrogenləri törətmə imkanlarının qiymətləndirilməsi;

8. Geoloji, mineraloji və üzvi-geokimyəvi tədqiqat işlərinin nəticələrinə istinadən Azərbaycanda yanar şistlərdən sintetik karbohidrogenlərin (şist qazı və neftinin) alınma perspektivliklərinin tədqiqi;

9. Azərbaycan yanar şistlərinin texnoloji xüsusiyyətlərilə yanaşı, bəzi yeni istifadə sahələrinin müəyyənləşdirilməsi və proqnoz resurslarının qiymətləndirilməsi.

Tədqiqat metodları. Həyata keçirilən araşdırmalar çoxsaylı ədəbiyyat materiallarının təhlillərini, həmçinin qarşıya qoyulan vəzifələrin müasir yanaşma və metodologiyalara, eləcə də müqayisəli analizlərə əsaslanan həll üsullarının tətbiqini özündə əks etdirir. "MiniFlex 600" XRD, "S8 TIGER Series 2 WDXRF", "Agilent 7700 Series ICP-MS", "Carl Zeiss Microscopy GmbH", "Luminoscope Filin", "Bruker TOP SPIN", ALPHA FT-IR", "Jenway 6850 UV/visible", "Cary Eclipse", FTIR "Lumos", "STA449F3 Yupiter", "Rock-Eval 6" və s. kimi müasir analitik cihazlarda aparılan mineraloji, geokimyəvi, petroqrafik, bituminoloji, spektroskopik, termoqravimetrik və pirolitik tədqiqatların nəticələrinin interpretasiyası üçün dünya üzrə geoloji ədəbiyyatlarda yanar şistlərin öyrənilməsində ən geniş istifadə olunan mütərəqqi yanaşmalardan, o cümlədən statistik korrelyasiyaların, indekslərin, düsturların, diskriminant funksiya diaqramlarının və s. tətbiqindən geniş istifadə olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Şərqi Azərbaycanda Eosen-Miosen yaşlı yanar şistlərin zaman-məkan paylanma qanunauyğunluqları;

2. Kompleks mineraloji-geokimyəvi tədqiqatlar əsasında yanar şistlərin əmələgəlmə şəraitləri;

3. Tektonik zonalar üzrə şist qazı və neftinin alınması perspektivləri və yanar şistlərin proqnoz resursları.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

1. Uzunmüddətli çöl-tədqiqat və axtarış işləri nəticəsində çoxsaylı yeni yanar şistli sahələr aşkarlanmış və Azərbaycanda şistli fasiyaların yayılma əraziləri xəritələşdirilmişdir;

2. Palçıq vulkanları və neftli süxurlar qeydə alınan tektonik zonalarda yanar şistli çöküntülərin paylanma xüsusiyyətləri öyrənilmiş, onların sahələr, strukturlar və kəsilişlər üzrə yayılma qanunauyğunluqları stratiqrafik nöqteyi-nəzərindən qiymətləndirilmişdir;

3. Çoxsaylı nümunələrin tədqiqatları əsasında fərqli neftli-qazlı rayonlara və Eosen-Miosen diapazonuna aid yanar şistlərin mineralogiyası və geokimyası ətraflı araşdırılmış, onların mineraloji və geokimyəvi təsnifatları verilmişdir. Bundan başqa, həmin şistlərin yetkinlikləri, kimyəvi aşınmaları, ana tərkiblərinin gətirilmə mənbələri, o cümlədən şistli süxurların formalaşmasında püskürmə maqmatik məhsulların, vulkan küllərinin və hidrotermal mənbələrin rolları da öyrənilmişdir;

4. Geokimyəvi və mineraloji göstəricilər əsasında şistli süxurların paleogeodinamik, paleotektonik, paleohövzə, paleoiqlim əmələgəlmə şəraitləri rekonstruksiya olunmuş, nəticə etibarı ilə genezislə əlaqəli məkan və zaman üzrə qanunauyğunluqlar müəyyənləşdirilmişdir;

5. Yanar şistlərin təkamülü üçün səciyyəvi hesab olunan ilkin ana tərkiblərlə yanaşı, paleogeodinamik və paleotektonik şəraitin bərpası ilə əlaqəli əldə olunan yeniliklər, öyrənilən regionun müəyyən geoloji dövrlərə aid geodinamik və geotektonik xüsusiyyətləri, o cümlədən baş vermiş vulkanizmlərə dair çap olunmuş ədəbiyyat materiallarının nəticələri ilə uzlaşdırılmış və onlar arasında assosiativ əlaqələr qiymətləndirilmişdir;

6. Şistli süxurların üzvi maddə ilə zənginləşməsində və kerogen tiplərinin formalaşmasında mineraloji müxtəlifliyin, kimyəvi aşınma tempinin, vulkan külünün, həmçinin paleohövzənin trofik tipinin, dərinliyinin, duzluluğunun və qida maddəsi ilə tomininin, o cümlədən biogen sedimentasiyanın, xüsusilə paleohövzədə çöküntütoplanma sahəsinin yerləşmə mövqeyinin və redoks şəraitinin mümkün təsirləri araşdırılmış, yanar şistlərin aid olduğu hər bir stratiqrafik vahid üçün spesifik xüsusiyyətlər müəyyənləşdirilmişdir;

7. Üzvi maddənin bitum və kerogen tərkiblərinin müasir tədqiqat üsulları ilə araşdırılması, ana süxur kimi şistlərin potensiallarının və termal yetkinliklərinin öyrənilməsinə, eyni zamanda tektonik zonalar və geoloji dövrlərlə əlaqəli müəyyən qanunauyğunluqların aşkarlanmasına imkan vermişdir;

8. Eosen-Miosen yaşlı yanar şistlərin geoloji və mineraloji tədqiqat nəticələri ilə yanaşı, həmçinin onların neft və yaxud qaz karbohidrogenlərinə generasiya istiqamətləri diqqətə alınmaqla, tektonik zonalar üzrə şist qazı və neftinə görə perspektivlər qiymətləndirilmişdir;

9. Stratiqrafik vahidlər üzrə yanar şistlərin texnoloji xüsusiyyətləri təhlil olunmuş, onların bir neçə yeni istiqamətdə mümkün istifadələrinə dair təkliflər irəli sürülmüş və proqnoz resursları hesablanmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti: İşdə istifadə olunan qeyri-ənənəvi yanaşma və metodologiyalar, həmçinin tədqiqat mövzusunun yerinə yetirilməsi üçün müəyyənləşdirilən məqsəd və vəzifələr, ümumilikdə Azərbaycanda çökmə süxurların mineraloji və geokimyəvi xüsusiyyətlərinin, genezisinin və neftqazlılıq perspektivliklərinin öyrənilməsi üçün istifadə oluna bilər. Fərqli geoloji rayonlara və yaşa aid şistlərin tədqiqat nəticələrindən Azərbaycanda Eosen-Miosen yaşlı digər çökmə mənşəli litotiplərin öyrənilməsi üçün istinad və müqayisə məqsədi ilə istifadə edilə bilər. İndiyədək Azərbaycanda istifadə olunmayan yanar şistlərin yeni çoxsaylı sahələrinin aşkarlanması, şistli fasiyaların yayılma zonalarının xəritələşdirilməsi, onların zəngin üzvi və mineral tərkiblərinin texnoloji istiqamətlər və neftqazlılıq başda olmaqla, xüsusən üzvi lüminoferlərin və üzvi gübrənin alınması məqsədilə perspektivliklərinin elmi əsaslandırılması, respublikada neft-qaz sənayesinin və digər sahələrin inkişafına gələcəkdə geniş töhfə verməklə yanaşı, şist sənayesinin təşkilini stimullaşdıracaqdır.

Aprobasiyası və tətbiqi: Dissertasiyada, ümumilikdə müəllifin yerüstü və palçıq vulkanı tullantı şistlərinin geologiyasının, mineralogiyasının və geokimyasının, onların zaman-məkan paylanma xüsusiyyətlərinin, genezisinin, neft-qazlılıq və istifadə perspektivlərinin öyrənilməsini ehtiva edən 53 əsərinə istinad olunur ki, onlardan 33-ü, o cümlədən 1 patent, 1 xəritə, 19 məqalə (6-sı "WOS" və 5-i "Scopus"da indeksləşib) və 12 tezis (7-si xaricdə) bilavasitə işdə əldə olunmuş elmi nəticələrdə öz əksini tapır. Müəllifin işə dair bir mühüm elmi nəticəsi (İlk dəfə olaraq Azərbaycanın Eosen yaşlı yanar şistlərinin kompleks mineraloji və geokimyəvi tədqiqatları əsasında onların əmələgəlmə şəraiti, şist neftinin yüksək potensiallığı və perspektivli sahələr

(Mərkəzi Qobustanda) müəyyənləşdirilmişdir) Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunda fəaliyyət göstərən Mütəxəssislər şurasında (Kollokviumda) və Elmi Şurada müzakirə olunmuş və 2023-cü ildə təsdiqlənmişdir. İşin nəticələri, həmçinin bir sıra nüfuzlu beynəlxalq elmi platformalarda, habelə "6^{th} International Conference of Young Scientists and Students – 2015" Azərbaycanda, "XIV международная конференция «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр – 2015" Qırğızıstanda, "Ideas and Innovations in Geosciences – 2017" Ukraynada, "The 36^{th} National and the 3^{rd} International Geosciences Congress – 2018" Tehranda, "European Geosciences Union General Assembly – 2019" Avstriyada və s. müzakirə olunmuşdur. Palçıq vulkanının brekçiyası və şistli tullantıları əsasında üzvi-mineral kompleksin alınması, laboratoriya və əkin sahəsində pambıq bitkisinin becərilməsində çoxillik tətbiqi nəticəsində əldə olunan nəticələr patentləşdirilmişdir.

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

Dissertasiyanın ümumi həcmi: Əsərin ümumi həcmi 429492, o cümlədən onun girişi - 12298, I fəsili – 8700, II fəsili – 86938, III fəsili – 12571, IV fəsili – 7919, V fəsili – 143801, VI fəsili – 131682, VII fəsili – 20282 və nəticəsi – 5302 işarədən ibarətdir. Bundan əlavə, dissertasiya işində 402 istinaddan, 93 şəkildən və 25 cədvəldən istifadə edilmişdir.

Müəllif, işinin ərsəyə gətirilməsində dəyərli məsləhətlər vermiş elmi məsləhətçisinə, g-m.e.d., prof. Ad.A. Əliyevə, çoxillik sahə tədqiqatlarının, müvafiq analizlərin aparılması və dissertasiyanın hazırlanması üçün yaratdıqları şəraitə görə Geologiya və Geofizika İnstitutunun baş direktoru, akademik Ak.A.Əlizadəyə, icraçı direktoru, AMEA-nın müxbir üzvü D.A.Hüseynova, çöl işlərində birgə tədqiqatlar apardığı "Palçıq vulkanizmi" şöbəsinin əməkdaşları E.E.Baloğlanova və R.V.Axundova, mineraloji, geokimyəvi və s. analizlərin həyata keçirilməsində lazımi dəstəyi verən "Analitik cihaz və avadanlıqlardan kollektiv istifadə mərkəzi"nin bütün əməkdaşlarına və şəxsən

rəhbəri N.M.Sadıqova, “Palçıq vulkanizmi” şöbəsinin əməkdaşları k.e.n. A.C.İbadzadəyə və E.S.Səmədova, eyni zamanda Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun rəhbərliyinə, xüsusən “Fiziki və fiziki-kimyəvi tədqiqatlar” şöbəsinin rəhbəri, k.e.d., professor R.Ə.Cəfərovaya və “Spektroskopik analiz” laboratoriyasının rəhbəri, k.f.d., dosent Ü.C.Yolçuyevaya, eləcə də araşdırmalara qrant layihəsi çərçivəsində maddi dəstək verən “Azərbaycan Elm Fondu”na və “SOCAR-ın Elm Fondu”na dərin minnətdarlığını bildirir.

I FƏSİL. YANAR ŞİSTLƏR

Bu fəsildə yanar şistlərin qiymətli yanacaq-enerji və xammal kimi əsas xüsusiyyətlərindən, həmçinin coğrafi yayılma arealları və resurslarından bəhs edən paraqraflar təqdim olunur.

Yanar şistlər BMT Baş Assambleyasının 33/148 saylı Qətnaməsində yeni perspektivli enerji mənbələri sırasına daxil edilib. Zəngin üzvi-mineral assosiasiyaları onlardan sintetik neft-qaz və istilik-elektik enerjisi daxil olmaqla, həm də 50-dən artıq məhsulun (ixtiol, fenol, elektrod koksu, mineral yun, U, V, Mo, Ni, Zn və s.) almasına imkan verir [8, s. 44]. 2000-ci illərin məlumatlarına görə, dünya üzrə istifadə olunan yanar şistlərin təxminən 69%-i istilik və elektrik enerjisi, 25%-i şist nefti və qazı, 6%-i isə digər məhsulların hazırlanması üçün istifadə olunub.

Bir sıra mötəbər mənbələrdə, məsələn, “Dünya Enerji Şurası”nin 2016-cı ildə nəşr olunan “Dünyanın enerji resursları” hesabatında[1] bütün qitələrdə, o cümlədən 33 ölkədə və 600 yataqda yanar şistlərin aşkarlandığı haqqında məlumat qeyd olunur. Belə informasiyalar həqiqəti əks etdirmədiyindən, şistlərin ehtiyatı ilə əlaqəli formalaşdırılan fikirlər də təzad doğurur. Çünki araşdırmalarımıza görə, dünyanın ən azı 50-dən çox ölkəsində yanar şistli çöküntülər müəyyənləşir. Xüsusən ölkəmizdə yanar şistlərin mövcudluğu haqqında hələ ötən əsrin əvvəllərində məlumatların olmasına baxmayaraq, lakin dünyanın yanar şistlərinə həsr olunan və çox istinad edilən əsərlərin heç birində

[1] World Energy Council. World energy resources: [Electronic resource] / London, UK. 2016. URL: https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf.

Azərbaycanda yanar şistlərin olması haqqında informasiya verilmir.

II FƏSİL. AZƏRBAYCANIN YANAR ŞİSTLƏRİ

Azərbaycanda yanar şistlərin tədqiqinin qısa tarixi icmalı və müasir vəziyyəti, yanar şistsaxlayan çöküntülərin stratiqrafik çöküntü komplekslərində yayılma xüsusiyyətləri, palçıq vulkanları tullantılarında yanar şistlər, həmçinin tektonik zonalar, sahələr, strukturlar və kəsilişlər üzrə şistli fasiyanın paylanma qanunauyğunluqları kimi məsələlərə bu fəsildə geniş baxılır.

İndiyədək, Azərbaycan yanar şistlərinin fərqli istiqamətlərdə öyrənilməsi ilə əlaqəli çap olunmuş ədəbiyyat materiallarının təhlilləri, ümumilikdə tarix baxımından bir neçə mərhələdə görülən işlərin əhəmiyyətini xüsusi vurğulamağa imkan verir.

I mərhələ 1930-cu illərə qədər yerinə-yetirilmiş tədqiqatları (əsasən İ.M.Qubkin, V.V.Veber və başqaları tərəfindən), II mərhələ 1960-cı illərin əvvəlinə kimi aparılan araşdırmaları (xüsusən Ə.C. Sultanov, R.H.Sultanov və Ə.A.Əli-zadə tərəfindən), 1989-cu ildə S.H. Salayev və başqalarına aid kitabçanı istisna etsək, növbəti mərhələ isə 1960-cı ilin əvvəllərindən başlayaraq, uzunmüddətli fasilədən sonra, məhz 2000-ci ildən bəri, Azərbaycanda yanar şistlərin daha müasir yanaşma və üsullarla öyrənilməsini əhatə edir. Bu baxımdan, AMEA Geologiya İnstitutunun (indiki ARETN Geologiya və Geofizika İnstitutunun) "Palçıq vulkanizmi" şöbəsinin rəhbəri, prof. Ad.A.Əliyevin rəhbərliyi altında şöbənin bəzi əməkdaşlarının tədqiqat işlərini qeyd etmək olar. Belə tədqiqatlar Azərbaycan yanar şistlərinin əhəmiyyəti haqqında daha aydın təsəvvürlər formalaşdırmış, sonrakı dövrlərdə onların daha geniş ərazilər və istiqamətlər aspektindən öyrənilməsinin vacibliyini şərtləndirmişdir.

Təhlillərimizə görə, əksər tədqiqatlarda əsas diqqət, məlum yanar şistsaxlayan kəsilişlərin lito-stratiqrafik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə, onların bəzi fiziki və geokimyəvi parametrlərinin (sıxlıqlarının, nəmliyinin, üzvi maddənin miqdarının və s.) qiymətləndirilməsinə və ehtiyatla bağlı ilkin hesablamalara yetirilmişdir. Xüsusən adları çəkilən tədqiqatçılar tərəfindən müəyyənləşdirilən şistli təzahürlərdən savayı, yeni sahələrin axtarılması məsələsinə fikir verilməmişdir.

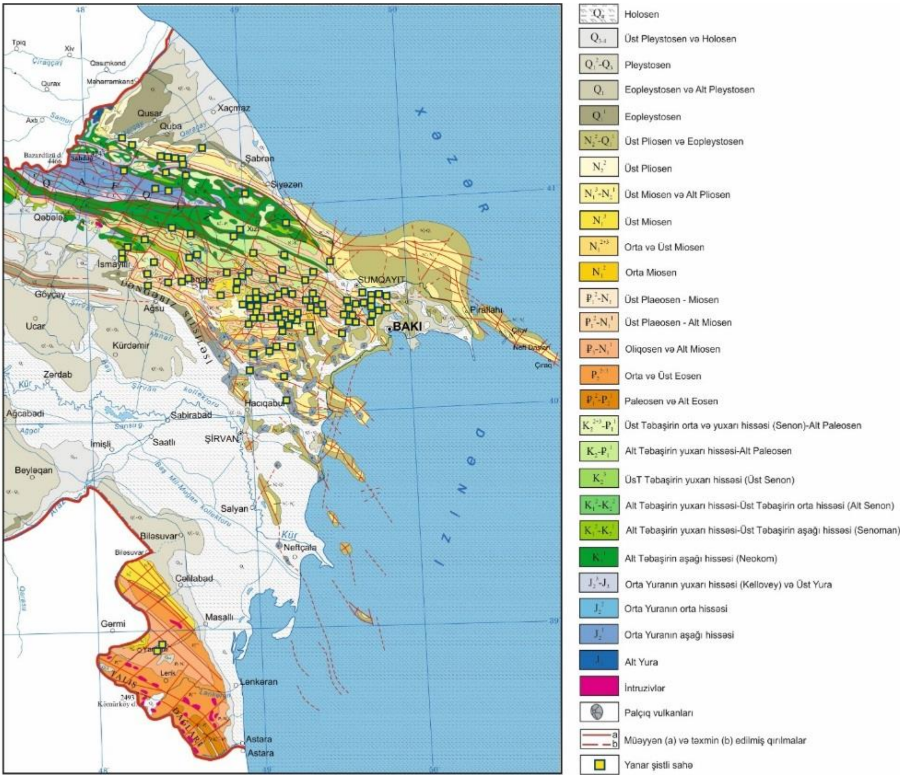
Yanar şistlərin genezisi ilə bağlı formalaşdırılan ümumi mülahizələr, qlobal miqyasda yerinə yetirilən tədqiqatların metodoloji prinsipləri əsasında deyil, süxurların litostratiqrafiyası ilə bağlı irəli sürülən fərziyyələrə əsaslanmışdır. Azərbaycanda yanar şistlərin yayılmasında geotektonik və stratiqrafik nəzarətin, həmçinin üzvi maddə ilə zənginləşmədə paleobioməhsuldarlığın, mineraloji və digər amillərin rolları öyrənilməmişdir. Şistlərin neft-qaz törədə bilən ana süxurlar kimi potensialları, ələxsus sintetik karbohidrogenlərin əldə olunması baxımından real imkanları qiymətləndirilməmişdir. Şistli fasiyanın dərinliklər üzrə paylanması və regionun neft-qazlılıq perspektivliyi qiymətləndirilərkən palçıq vulkanlarının tullantı məhsullarında aşkarlanan yanar şistlərə ayrıca diqqət yetirilməmişdir.

Uzunmüddətli çöl-tədqiqat işlərininin nəticələri əsasında əvvəllər məlum olan (70-80 [9, s. 33]) yerüstü yanar şist çıxışının sayı əhəmiyyətli dərəcədə artırılmışdır (şəkil 1). Ölkə üzrə yalnız Şərqi Azərbaycanda, Xəzəryanı-Quba, Şamaxı-Qobustan, Abşeron və Talışqarşısı (Cəlilabad) neftli-qazlı rayonlarında aşkarlanan şistli fasiyalar Təbaşir, Orta Eosen, Maykop və Diatom çöküntüləri ilə əlaqələndirilmişdir [9, s. 33; 25, s. 43].

Azsaylı lokal çıxışlar üzrə qeydə alınan kəsilişlərdə çox vaxt kiçik qalınlıqlı laylar şəklində aşkarlandıqlarından və əksərən üzvi hissələri bitumlarla əlaqəli olduqlarından, Təbaşir yaşlı şistli sahələrin iqtisadi əhəmiyyət daşımadığı məlum olmuşdur [22, s. 31; 25, s. 53].

Eosen şistlərinin əhəmiyyətli paçkaları, Abşeron yarımadasının Göytəpə sahəsindən başlamış [25, s. 43] İsmayıllının Diyallı kəndinədək 120 km-lik, cənub-şərq – şimal-qərb istiqamətli zolağı əhatə edən açılışlarda özlərini biruzə verirlər. Çöl tədqiqatları zamanı Eosenə aid bəzi yeni yanar şistli sahələrdən (məsələn, Böyük Siyəki və Çaylı) başqa, ilk dəfə olaraq Azərbaycanda Alt Maykop yaşlı çöküntülərlə əlaqəli şistli açılışlar da aşkarlanmışdır. Baxmayaraq ki, geoloji ədəbiyyatlarda Azərbaycan üçün Alt Maykop yaşlı şistlər xarakterik hesab olunmur, lakin apardığımız çöl-tədqiqat işlərinin nəticələri, əsasən şistli, müəyyən dərəcədə qumlu və gilli-konqlomeratlı süxurlardan təşkil olunan eyniyaşlı çöküntülərlə əlaqəli yanar şistlərin Xəzəryanı-Qubada (Babaçayın və Ağçayın kənarlarında), Şamaxı-Qobustanda

(Girdimançayın Lahıc axarları sahələrində və Mərkəzi Qobustanda (Qaiblər dağı ətrafında) və Yardımlıda (Viləşçayın axarları həndəvərində) geniş sahələrdə təzahür etdiyini aşkarlamışdır.



Şəkil 1. Azərbaycanda aşkarlanan yerüstü yanar şistli sahələrin yerləşmə xəritəsi[2] [9, s. 33].

Ağçaladan başlayaraq və Girdimançayın yuxarı axarları zonasında yerləşən İsmayıllının kəndlərinədək izlənilən təxminən 128 km-lik zolaq Üst Maykopa aid yanar şistli fasiyanın yayılması üçün səciyyəvidir. Şimal-qərbdən cənub-şərqə uzanan həmin zolaqdan cənubda

[2] Kəngərli, T.N., Əhmədbəyli, F.S., İsmayılzadə, A.C. [və b.], Azərbaycan Respublikasının geoloji xəritəsi / 1:750000 / – 2013.

və cənub-şərqdə də olduqca önəmli hesab etdiyimiz yanar şistli strukturlar (Şıxzərli, Qaiblər, Şaiblər və s.) qeydə alınır. Çöl işləri zamanı Mərkəzi və Cənubi Qobustanın bir neçə palçıq vulkanı sahələri (məsələn, Kiçik Mərəzə, Çeyildağ və s.) ilə yanaşı, həm də Qərbi Abşeronda Üçtəpə vulkanından cənubda və s. yerlərdə Üst Maykopa aid yeni şistli sahələr tapılmışdır.

Diatomlu şistsaxlayan fasiyaların məkan baxımından təhlilləri, Xəzəryanı-Qubada Üst Sarmat yaşlı çöküntülərə xüsusi diqqəti şərtləndirir [19, s. 33; 25, s. 43]. Burada Rostov horizontu ilə əlaqəli şistli fasiyanın yayıldığı uzun zolağın cənub-şərqdə Gilgilçaydan başlayaraq, şimal-qərbə Qudyalçaya (hətta Qusarçay-Tahircalçay suayırıcılarına) qədər davam etməsinə baxmayaraq (şəkil 2), müqayisədə yüksək əhəmiyyətli açılışlar nisbətən daha kiçikölçülü zolaqda, təxminən 30 km-ə çatan Vəlvələçay və Qudyalçay aralığında qeydə alınır [7, s. 21; 11, s. 24; 25, s. 43]. Rostovun analoquna (Ahudağ lay dəstəsi) Qobustanın mərkəz hissələrində rast gəlinsə də, şistli layların qənaətbəxş hesab olunmayan qalınlıqları onlara diqqəti azaltmışdır.

Konk (Bayquşqaya lay dəstəsi) və Meotis (Birqut lay dəstəsi) çöküntüləri ilə əlaqəli yanar şistlər Qobustanın şimal-qərbindən başlayaraq Qərbi Abşeronadək davam edən təxminən 82 km-lik zolaqda izlənilir (əksərən eyni kəsilişdə). Şimal-qərbdə onlar azsaylı lokal strukturlarda (məsələn Cəyirli və Nabur) qeydə alınırlar. Yaşma sahəsindən başqa, şimalda onların təzahürləri diqqəti çox cəlb etmir [11, s. 24; 8, s. 45; 25, s. 43]. Diatoma aid vərəqvari yanar şistli litofasiyalar həm də Qobustanın cənubunda qeydə alınırlar.

Azərbaycanda yanar şistlər yerüstü çıxışlardan savayı, həm də palçıq vulkanlarının tullantılarında qeydə alınırlar [10, s. 342; 16, s. 48]. Onlara ilk dəfə olaraq Ad.A. Əliyev diqqət yetirmiş, həmçinin neftli-qazlı ana süxurlar kimi tədqiq olunmasını vacib hesab etmişdir. Bununla yanaşı, yer səthində izlənilən yanar şistli layların analoqlarının dərində mövcudluğunun tədqiqi və neft-qazlılıq məsələsi, palçıq vulkanlarının tullantılarında rast gəlinən eyniadlı süxurlara xüsusi diqqətin artırılmasını zəruri edir [10, s 342; 16, s. 48; 17, s. 17; 18, s. 28; 21, s. 4; 23, s. 32; 26, s. 310].

Azərbaycan palçıq vulkanlarının paroksizmlərdən sonra və paroksizmlərarası uzun illəri əhatə edən struktur analiz, dron və s. kompleks tədqiqat nəticələri vulkanın krater sahəsində ümumilikdə, üç – mərkəzi, dairəvi və distal zonaların ayrılmasına imkan vermişdir. Püskürmələr zamanı yanar şistli süxur parçalarının tullantıları üçün xarakterik hesab etdiyimiz zona, məhz loqarifmik spiralşəkilli morfologiyadan ibarət “dairəvi zona”dır [25, s. 45; 33, s. 10]. Vulkan püskürmələri üçün ümumilikdə əsasən 2-6 km diapazonuna uyğun gələn dərinlik intervallarını səciyyəvi hesab edirik ki, bu da Eosen-Diatom yaşlı yanar şistlərin yer səthinə xaric edilməsinə gətirib çıxarır [2, s. 53].

Şərqi Azərbaycanda yanar şistlərin yayılması üçün Böyük Qafqazın akkresiya prizmasına müvafiq gələn yamac əyilməsi və Ceyrankeçməz-Cənubi Xəzər meqaçökəkliyi hüdudlarında ayrılan Mərkəzi Qobustan xüsusi önəm kəsb edir [1, s. 13; 14, s. 16; 25, s. 53]. Zəngi-Qaracüzlü qırılmasından şimalda akkresiya prizmasına uyğun gələn ərazilər xüsusən Eosen yaşlı yerüstü yanar şistlərin paylanması üçün əlverişli olmuşdur [25, s. 44]. Təbaşirə aid bitumlu şistli fasiyanın intişarı üçün Böyük Qafqazın cənub yamacında müəyyənləşdirilən antiklinallar (məsələn Sarıdaşçay, Altıağac, Kürkəçidağ və s.) xarakterikdir.

Bəzi kiçik istisnaları diqqətə almasaq [7, s. 21], Şərqi Azərbaycanın şimalında Eosen yaşlı yanar şistlərin paylanması üçün əsasən Baş Qafqaz üstəgəlməsindək davam edən zonaları əlverişli hesab etmək olar [25, s. 42]. Qobustanın şimal hissələrində aşkarlanan Kouna aid şistlər üçün çox vaxt muldaların (Çarqışlaq, Kiçik Siyəki və s.) nüvələri xarakterikdir [11, s. 28; 14, s. 16; 25, s. 45]. Orta Kounun şistli kəsilişində alt horizontun üstdəkinə nəzərən daha qalın və bütöv yanar şistli laylar saxlaması həm sahə və həm də struktur baxımından Eosen şistləri üçün səciyyəvidir. Xüsusən, şimala aid muldalarda üst horizontlar üçün şistli layların daha çox say baxımından nümayiş etdirdikləri üstün tendensiya, layların daha qalınlaşması ilə cənubun alt horizontunda özünü göstərir. Çoxsaylı muldalarla müqayisədə, çox az sayda antiklinal strukturlar (Cəngiçay, Diyallı və s.) Orta Eosen yaşlı yanar şistlər baxımından daha böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edirlər [7, s. 19; 25, s. 45]. Cənubi Qobustanın Qılınc və Rəhim sahələrinə aid

Eosen fasiyasında müəyyənləşdirilən bitumluluq əlamətləri alloxton neftinin şistli (gilli) süxura hopmasından irəli gəlmişdir. Mərkəzi və Cənubi Qobustanla (xüsusən Şıxzərli, Daşmərdan və s.) yanaşı, Abşeronda palçıq vulkanı sahəsində müəyyənləşdirilən Eosenə aid şistli süxur parçaları daha dərində Eosenin qalın kəsilişində qalın yanar şistli layların olduğunun əlavə indikatorudur.

Tədqiqatlarımızda Üst Maykop yaşlı şistli fasiyanın sərhədi qərbdən Girdimançayın Gürcüvan və Yuxarı Cülyan aralıqlı axarları boyunca uzanan sahələrlə hüdudlanır. Qobustanın cənub istiqamətində, Rikiyə aid çıxışlar özlərini Çeyildağ və Qılınc strukturları yayılan zonalaradək biruzə verirlər. Kiçik Siyəki və Böyük Siyəki muldaları ilə yanaşı, Qiblədağın cənubunda və şərqində aşkarlanan şistli litofasiyalar, Mərkəzi Qobustanda antiklinallarla bərabər qismən sinklinalların da önəmini əks etdirir [25, s. 47].

Diatom yaşlı yanar şistlərə gəldikdə, qərb istiqamətində onlar Ləngəbiz silsiləsinədək izlənilir. Şərqi Azərbaycanda belə şistli fasiyanın cənub zonaları üzrə davamiyyəti Daşmərdan-Qoturdağ antiklinal xətti ilə məhdudlaşır. Rostovu çıxmaq şərti ilə, Diatomun digər lay dəstələri ilə əlaqəli şistli fasiyanın Qobustanın şimal zonaları üzrə yayılması üçün Aladaş-İlxıdağ strukturlarından cənubu səciyyəvi hesab edirik. Mərkəzi Abşeronda yanar şistli açılışların qeydə alınmaması, Diatoma aid şistlərin şərq hüdudları üçün yalnız Qərbi Abşeronun sərhədləri daxilində olan sahələri xarakterik hesab etməyə əsas verir [11, s. 24]. Qobustanın şimal-qərbində müəyyənləşdirilən antiklinallarla (Görədil, Nabur, Bəklə və Cəyirli) müqayisədə, bu rayon üçün ən mühüm əhəmiyyət kəsb edən Diatom şistləri, onun mərkəzində müəyyənləşdirilən muldalarla (Böyük Siyəki, Kiçik Siyəki və s.) əlaqədardır [25, s. 47]. Ümumiyyətlə, Qobustan və onun şərq sahələrində Diatomun kəsilişində Meotis yaşlı şistlər istisnasız dominantlıq təşkil etsələr də, lakin muldalarda aşkarlanan Konk yaşlı yanar şistlərin də qalınlıqları bəzən bir neçə on metrə çatır. Qərbi Abşeron üçün daha xarakterik əhəmiyyət kəsb edən Diatom yaşlı şistlər iri antiklinal strukturların quruluşlarında qeydə alınırlar. Onun cənub və cənub-şərqində inkişaf tapmış palçıq vulkanları strukturlarında demək olar ki, yerüstü yanar şistli çıxışlar müəyyən edilməsə də, ancaq burada püskürən

vulkanlar üçün Eosen-Miosen yaşlı yanar şistli tullantılar olduqca xarakterikdir. Qərbi Abşeronun mərkəz və şimal zonalarında, tektonik xətlərin çarpazlaşdığı sahələrdə, o cümlədən əsasən antiklinal qırışıqların periklinal və bəzi tağyanı hissələrində inkişaf tapan palçıq vulkanları strukturları ilə əlaqəli Saray, Binəqədi, Fatmayı və s. sahələrdə yanar şistlərin qeydə alınan açılışlarının [11, s. 24] çox vaxt linzaşəkilli olması, həmçinin onların neftli çıxışlar aşkarlanan eyniadlı sahələrlə assosiasiya təşkil etmələri [6, s. 101; 31, s. 1], belə şistlərin yüksək miqdarlı üzvi tərkiblərinin alloxton neft hesabına zənginləşdiyini göstərir [25, s. 47]. Analoji mənzərə Cənubi Qobustanda Ləngəbiz-Ələt tektonik zonasına aid neft təzahürləri ilə zəngin antiklinallarda müəyyənləşdirilən bəzi Diatom yaşlı şistlərə də aid olunur. Digər tərəfdən, Qərbi Abşeronun mərkəz və şimalında müəyyənləşdirilən bitumlu şistli sahələr hazırda müxtəlif təyinatlı obyektlər kimi istifadə olunduqlarından, onların gələcəkdə istismar perspektivləri heç də əlverişli hesab olunmur [25, s. 48].

Uzunmüddətli çöl-tədqiqat işlərinin nəticələri, o cümlədən yeni yanar şistli sahələrlə əlaqəli məlumatlar nəzərə alınmaqla ölkə üzrə şistli fasiyanın yayılma arealları müəyyənləşdirilmiş və xəritələşdirilmişdir [25, s. 44].

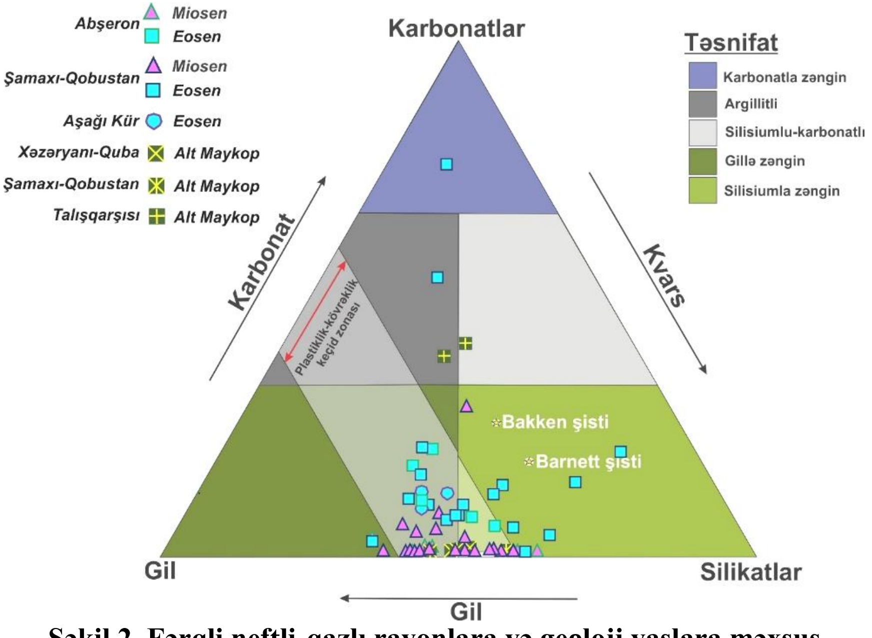
III FƏSİL. AZƏRBAYCAN YANAR ŞİSTLƏRİNİN MİNERALOGİYASI

Hazırkı fəsildə, Azərbaycana aid daha əvvəllər məlum olan və tərəfimizdən yeni aşkarlanan sahələrdən, həmçinin palçıq vulkanlarının tullantılarından götürülən yanar şistli nümunələrin mineral təbiəti ilk dəfə olaraq müqayisəli (həmçinin digər ölkələrin şistləri ilə) şəkildə təfsilatlı araşdırılmaqla onların mineraloji təsnifatı verilmişdir.

Tədqiq olunan yanar şistlərdə 6 sinifi təmsil edən 21 mineral müəyyənləşdirilmişdir. Mineralların əksəriyyəti silikatlara aiddir. Nümunələrdə gil minerallarından montmorillonit, illit, xlorit, kaolinit və klinoxlor aşkar edilmişdir. Azərbaycan yanar şistlərində həmçinin karbonatlara, sulfidlərə, sulfatlara, hallogenlərə və oksidlərə də rast gəlinir.

Kəmiyyətcə paylanmaya görə, Üst Maykopa aid yanar şistlər Eosenlə nisbətdə daha çox kvars və pirit saxlayırlar. Vulkan sahələrinin nümunələri xlorit baxımından daha zəngindirlər. Abşeronun vulkanlara aid Miosen şistlərində montmorillonit (~27%), lakin Eosen yaşlı nümunələrində xlorit (>12%) yüksək konsentrasiyada qeydə alınır. Maykopla müqayisədə, Eosen və Diatom şistlərinin nəzərəçarpacaq dərəcədə kalsitlə zənginləşməsi (>10%) özünü açıq biruzə verir. Abşeronun yerüstü və palçıq vulkanı şistləri daha yarozitlidir.

Mineraloji təsnifatın nəticələri, digər ölkələrlə müqayisədə, Azərbaycan yanar şistlərində kövrək mineralların azlıq, lakin gil minerallarının çoxluq təşkil etdiyini, ümumilikdə, onların gilli-silisiumlu təsnifata uyğun gəldiyini aşkarlamışdır. Şəkil 2-nin təhlilləri, ümumən Qobustanı fərqləndirməklə, Eosenə aid nümunələrin karbonatlı kateqoriyaya meyilliliyini vurğulamağa imkan verir. Xüsusən onların sırasında bəziləri, şist neftinin alınması məqsədi ilə istismar olunan Barnett şistləri kimi daha çox kövrək minerallar saxlayırlar.



Şəkil 2. Fərqli neftli-qazlı rayonlara və geoloji yaşlara məxsus nümunələrin üçölçülü mineraloji təsnifat diaqramında paylanması.

IV FƏSİL. AZƏRBAYCANIN YANAR ŞİSTLƏRİNİN MAKRO VƏ MİKROELEMENT TƏRKİBLƏRİ

Hazırkı fəsildə fərqli sahələrə və yaşa aid yanar şistlərin makro və mikroelement tərkibləri müqayisəli (həmçinin dünya üzrə bəzi şistlərlə bağlı) şəkildə araşdırılır. Eyni zamanda, kimyəvi tərkiblə əlaqəli təsnifat həyata keçrilir.

Miosenlə əlaqəli Şamaxı-Qobustan şistlərində daha çox Si və Al qeydə alındığı halda, Eosen şistləri üçün bu üstünlük Abşerona məxsus nümunələrdə özünü biruzə verir. Şamaxı-Qobustanın Eosenlə yanaşı, xüsusən Talışın isə Alt Maykop şistləri Ca-la zəngindirlər. Xəzəryanı-Quba, Şamaxı-Qobustan və Talış üzrə Alt Maykopun qara şistlərində Si, Al və Fe-un paylanması tendensiyası şimaldan cənuba artma trendi nümayiş etdirir. Ən zəngin S ehtiva edən yanar şistlər Maykop yaşlı nümunələrdə özünü biruzə verir. Mineraloji tədqiqatlarda da onların piritlə nisbi zənginləşmə göstərmələri diqqətdən qaçmır.

Təhlillər göstərir ki, geoloji yaş artdıqca, süxurların tərkiblərində Zr, Sr, Ni və As kimi mikroelementlərin konsentrasiyaları nəzərəçarpacaq dərəcədə yüksəlir. Eosenlə müqayisədə, Miosen şistləri üçün əsasən Ba, V, Mo, həmçinin müəyyən dərəcədə Br, Se, Ga, U daha xarakterikdir. Alt Maykop yaşlı şistlərdə V, Cu, Zn, Mo və Nb-un daha yüksək, lakin Ba, Rb, Cr, Ga və Pb-un az olduğu məlum olur.

Azərbaycanın və dünya üzrə yanar şistlərin ən çox mövcud olduğu 11 ölkənin eyniadlı süxurlarının tərkibindəki makroelementlərin müqayisəsi, Al, Fe, Na, Mg və Ti baxımından öyrənilən nümunələrdə zənginlik, lakin Si, Ca və P-a görə aşağı konsentrasiyalar nümayiş etdirir.

Geokimyəvi təsnifatın nəticələri, öyrənilən nümunələrin birmənalı şəkildə şistlərə aid olduğunu aşkarlayır [15, s. 32].

V FƏSİL. MİNERALOJİ VƏ GEOKİMYƏVİ GÖSTƏRİCİLƏR ƏSASINDA AZƏRBAYCAN YANAR ŞİSTLƏRİNİN TƏKAMÜL XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN TƏDQİQİ

Azərbaycan yanar şislərinin mineraloji yetkinliyi, paleoaşınma xüsusiyyətləri, çöküntülərin gətirilmə mənbələri, həmçinin şistlərin təkamülü ilə əlaqədar paleogeodinamik, paleotektonik, paleohövzə, paleoiqlim şəraitləri və mineralların diagenetik səciyyələri kimi məsələlər bu fəsildə araşdırılır.

SEM görünüşlərində detrital mineral dənəciklərinin bucaqlı kənarlara malik olması zəif çeşidlənmədən xəbər verir.

Fe_2O_3/K_2O göstəriciləri, şistlərin qeyri-sabit mineraloji xüsusiyyət daşıdığını, lakin müqayisədə, Üst Maykopa aid nümunələrin təkamülü üçün terrigen materialların daha uzunməsafəli nəqlinin xarakterik olduğu məlum olur.

Nümunələr üçün hesablanmış $Al_2O_3/(CaO + MgO + Na_2O + K_2O)$ indeksinin kiçik qiymətləri Azərbaycan yanar şistlərinin tərkibindəki əsas elementlərin sabit mobil xüsusiyyətli olduğunu nümayiş etdirir. Üst Maykopun nümunələrinin həmin indeks üzrə göstəriciləri orta qiymətdən xeyli yüksəkdir. Bu da yarozitli Maykop şistlərinin ilkin mineraləmələgəlmədən sonra formalaşan tərkibinin daha çox hərəkətsiz elementləri qəbul etməsi deməkdir. Onların nisbətən az Mg və zəngin Zr saxlamaları da bu qənaətimizi dəstəkləyir.

Terrigen kvarsın iştirakına görə, bir qrup Abşerona aid Miosen yaşlı nümunələr boz vakka, əsasən Şamaxı-Qobustana bağlı Üst Maykop yaşlı nümunələr isə akrozlarla olduqca yaxın əlaqə nümayiş etdirirlər. Alt Maykopun yalnız Viləşçaya aid nümunələri vakkalara daha yaxınlıq göstərirlər. Bu, onların yaxın məsafədən gətirilmiş ana süxurlarla əlaqədar olmalarının indikatorudur. Eosen şistləri daha çox vakka və arkoz aralıqlı sahədə qruplaşırlar. Hətta bir neçə nümunə (Çaylı, Üçtəpə və Pirəkəşkül) literanitlərə meyillilik göstərir. Bəzi Eosen nümunələri arkozla əlaqəli protolit nümayiş etdirməsi də diqqəti cəlb edir. Eosenin Böyük Siyəki nümunəsi bütün nümunələrdən təcrid olunaraq subarkozla, Xilmilli nümunəsi isə K-la zəngin arkozla assosiasiya göstərir. Hər üç təsnifat sahəsinə aid litotiplər ümumilikdə qeyriyetkin xüsusiyyət daşıyırlar. Lakin subarkoz yetkinliyə daha meyilli hesab olunduğundan, Eosenin Böyük Siyəki nümunəsinin kəskin fərqləndirici genetik səciyyəsi maraq doğurur.

Araşdırılan nümunələrin "Index of Compositional Variability" adlandırılan "ICV" qiymətləri "Post-Archean Australian Shales (PAAS)"dan xeyli, lakin "Upper Continental Crust (UCC)"dan nəzərəçarpacaq dərəcədə yüksəkdir. Sözügedən indekslə əlaqəli alınan nəticə, Azərbaycan şistlərinin tipik süxurəmələgətirən minerallarla bağlı olduğunu və geokimyəvi cəhətdən qənaətbəxş yetkinliyə çatmadığını

təsdiqləyir. Lakin arkozla əlaqə göstərən Üst Maykop yaşlı yarozitli və nisbətən zəngin kvars saxlayan nümunələr “ICV”-nin 1 ətrafında qiymətlərinə malik olmaqla, fərqlilik nümayiş etdirirlər. Ümumilikdə bir qrup Üst Maykop nümunələri başda olmaqla, Maykop seriyasına aid şistlərin (Talışın şistləri istisna olmaqla) bu indeksin daha kiçik göstəricilərinə meyilli olmaları, onların mineraloji yetkinliyə daha çox məruz qaldıqlarının indikatorudur. Diatom və Eosen şistlərinin (Xil-milli, Nardaranaxtarma, Böyük Siyəki və s.) yüksək “ICV” ilə əlaqə göstərmələri, karbonatlı mineralların üstün miqdarlarından irəli gəlir.

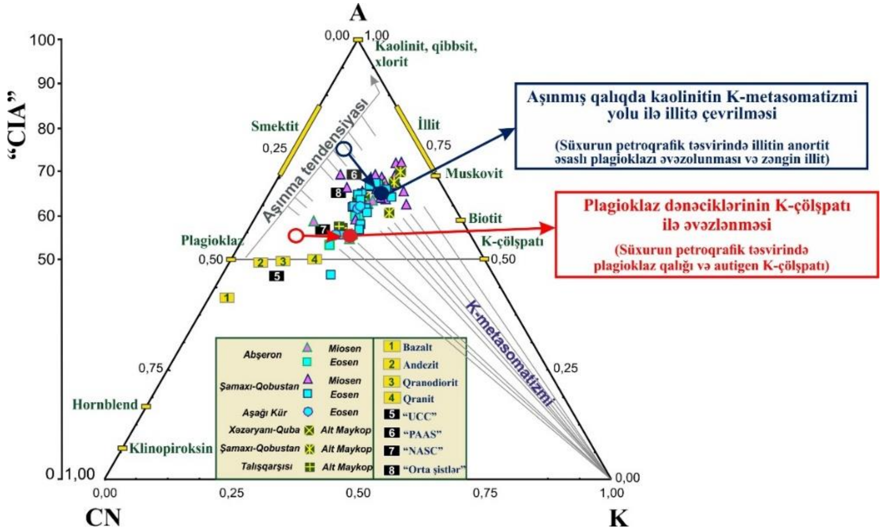
Analiz olunmuş yanar şistlər üçün böyük ionlu litofil elementlərə görə aşınmanın qiymətləndirilməsi, ümunən ortadərəcəli aşınmaya dəlalət edir [29, s. 20]. Miosendən başlamış Eosenə kimi nümunələrin Rb/Sr göstəricisində azalma tendensiyası qeydə alınır. Bu, Eosenin Miosenə nəzərən daha zəif kimyəvi aşınmaya məruz qalması deməkdir. “Plagioclase Index of Alteration (PIA)” və “Chemical Index of Alteration (CIA)” ilə bağlı qiymətləndirmələrimiz də bu fikiri dəstəkləyir. Üst Maykop yaşlı kvarslı şistlərin ən yüksək Rb/Sr göstəriciləri ilə əlaqə göstərmələri, onların nisbətən yüksək aşınmaları ilə yanaşı, həm də əsasən kvars və xloritdən (mineraloji tərkiblə doğrulanır) ibarət metamorfik şistli mənbələrdən gətirilə bilmələrinə işarə edir. Bununla belə, xüsusən bir qrup Eosen şistləri, müqayisədə aşağı “CIA”, “PIA” və Rb/Sr konsentrasiyaları baxımından xüsusi fərqlənirlər. Ümumilikdə, belə səciyyə daşıyan Eosenə və bəzi Miosenə (Diatoma) aid şistlərin genezisində küləyin fəaliyyəti ilə əlaqəli hesab olunan və çox vaxt karbonatlı sementlə az preslənmiş löslü əmələgəlmələrin (həmçinin vulkan külü istisna olunmur) həlledici rolları mümkün hesab olunur. Beləliklə, mineralogiya baxımından Abşeronun, Şamaxı-Qobustanın və Cənub-Şərqi Şirvanın Eosen yaşlı şistlərinin orta hesabla >10% kalsit saxlamaları (şəkil 2) bəzi eyniyaşlı nümunələrin ana tərkiblərinin hövzəyə gətirilməsində küləyin rolunun olduğuna dair ilkin informasiyanı təmin edir.

“PAAS”, “North American Shale Composite (NASC)”, “Average shale” və “UCC” ilə əlaqəli normallaşdırma əyrilərinin təhlilləri, öyrənilən şistlərin “Average shale”lə daha yaxşı korrelyasiya olunduqlarını ehtiva edir. Bu gil minerallarının süxurda dominantlığı deməkdir ki,

bunu "PAAS"a yaxınlıq da göstərir. "UCC"dən kəskin, lakin "CIA", "PIA" və K/Rb indeksinin göstəricilərinə görə başlanğıcdərəcəli aşınma ilə səciyyələnən "NASC"dan müəyyən dərəcədə fərqlilik, yerli şistlərin ortadərəcəli aşınmaya məruz qaldığını təsdiqləyir.

Müasir tədqiqatlarda şistlərin aşınma tendensiyalarını qiymətləndirmək məqsədi ilə "A – CN – K" kimi sistemlərdən ibarət üçölçülü diaqramlardan istifadə olunur. Hazırkı tədqiqatda da belə yanaşmaya müraciət olunmuşdur. "A – CN – K" ilə bağlı tədqiqatlarımızda (şəkil 3) əksər Eosənə aid şistlər ikili qruplaşma nümayiş etdirirlər. Belə ki, onlardan bir neçəsi digərlərilə müqayisədə nisbətən yüksək aşınma ehtiva edirlər. Həmin diaqramda yalnız Böyük Siyəkiyə aid şistin "UCC"yə yaxın zonada qruplaşması, zəif kimyəvi aşınma səciyyəsini xarakterizə edir. Şamaxı-Qobustanın bəzi Üst Maykop şistlərinin "PAAS" və "NASC" analoqları ilə müqayisədə daha çox aşınmaya məruz qaldıqları müəyyənləşir. Diaqramın "A" zirvəsinə daha çox istiqamətlənən belə nümunələr həmin zirvəni xarakterizə edən gil mineralının (kaolinitin) dominantlığı ilə fərqlənməklə, həm də çeşidlənməyə meyilli olurlar. "A – CN – K"da yanar şistlərin protoliti üçün bazalt-qranit aralıqlı zonalar xarakterik görünür. Nümunələrin ikincidərəcəli çevrilmələri illitləşməni sabitlik mərhələsi kimi qiymətləndirməyə imkan verir [24, s. 1; 29, s. 20]. Bəzi azsaylı Miosenə və xüsusən Paleogenə aid nümunələrin müqayisə olunan etalon şistlərə nəzərən "A – K" xəttinə daha meyillilik göstərmələri, onların əmələ gəlməsində K ionlarının daha zəngin töhfəsindən xəbər verir. Diagenez mərhələsində sistemə K-un əlavə edilməsi, kaolinitin illitə və yaxud plagioklazın K-çölşpatına çevrilməsi ilə nəticələnir (şəkil 3). K-metasomatizmi kimi xarakterizə olunan bu proses bəzən "CIA" göstəricilərinin süni şəkildə aşağı olmasına səbəb olur. Yanar şistlər üçün hesablanmış "PIA" ilə "CIA" göstəricilərinin fərqliliyi diagenetik K-la zənginləşmənin baş verməsinə işarə edir. Digər tərəfdən, "$CIA_{corr.}$"lə hesablamalarımız da "CIA" göstəricilərindən fərqli olaraq, nisbətən yüksək göstəriciləri nümayiş etdirir. Şəkil 3-ün nəticələri və "$CIA_{corr.}$" ilə əlaqəli ümumi qiymətləndirmələrimiz Eosen şistləri üçün autigen K-lu çölşpatının nisbi proqressiv əhəmiyyət daşıdığını [15, s. 30; 29, s. 20], lakin Miosen üçün isə kaolinitin illitləşməsi kimi metasomatizm

prosesinin daha səciyyəvi olduğunu aşkarlayır. Bunu, K_2O-nun Na_2O-ya nəzərən Al_2O_3-lə daha güclü pozitiv korrelyasiyası da sübut edir [15, s. 31]. Belə bir assosiasiya, K-daşıyan mineralların Al_2O_3-ün paylanmasına nəzarəti, məhz ümumilikdə K-çölşpatının şistəmələgəlmədə rolunun daha yüksək olduğunun indikatorudur.

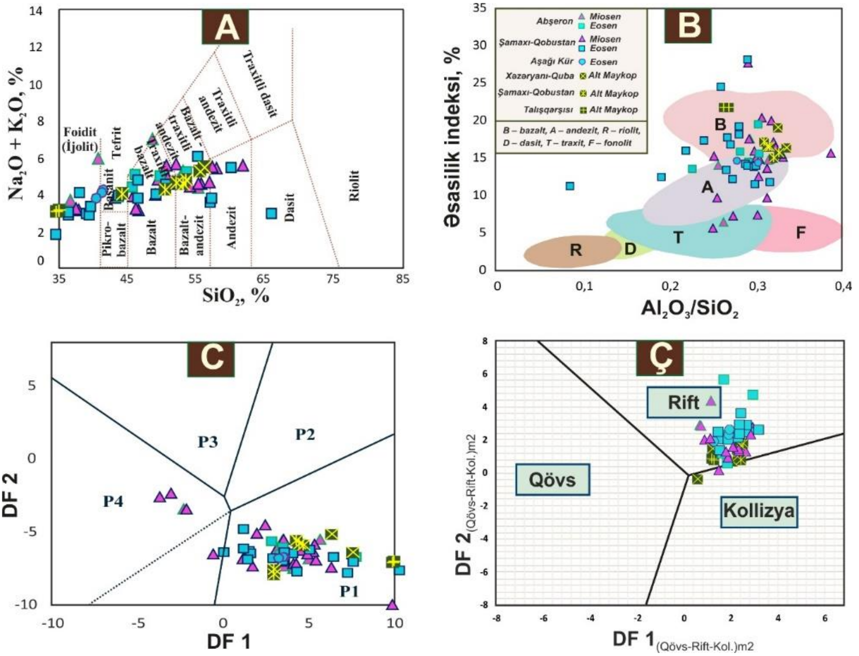


Şəkil 3. Yanar şistlərin paleoaşınma tendensiyasını əks etdirən "A – CN – K" diaqram[3].

Şəkil 4A-nın nəticəsi Azərbaycanın yanar şistlərinin əmələ gəlməsində ultraəsasi minerallar daxil olmaqla, əsasən bazaltların və müəyyən dərəcədə andezitlərin, şəkil 4B-nin nəticəsi əsasən Eosenə aid olmaqla, Talışın Alt Maykop yaşlı şistlərinin əmələ gəlməsində əsasilərin, şəkil 4C-nin nəticəsi isə daha çox bazalt və az andezit kimi qarışıq assosiasiyaların töhfəsini ehtiva edir. Sonuncu, həm də Üst Maykopa aid yarozitli şistlərin plutonik mənşəli mənbələrlə əlaqəsini göstərir. Həmin şistlərin gətirilmə mənbələri dərin aşınmış qranitli-qneysli və daha əvvəllər mövcud olmuş çökmə mənşəli süxurlarla əlaqəli

[3] Fedo, Christopher M. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance / Christopher M. Fedo, H. Wayne Nesbitt, Grant M. Young // Geology, – 1995. 23 (10), – p. 921-924.

ola bilər. Belə süxurların kimyəvi tərkibləri $K_2O > Na_2O$, $CaO < 1,5$ % və $Rb \geq Sr$ qanunauyğunluğuna tabe olur. Təhlillərimiz göstərir ki, Üst Maykopun sözügedən nümunələri üçün məhz həmin qanunauyğunluq xarakterikdir. İndiyədək Üst Maykopa əlaqəli bəzi nümunələrin nümayiş etdirdikləri mineraloji və geokimyəvi xarakteristikalara istinadən, onların ilkin tərkiblərinin formalaşmasında yüksək relyefli ərazilərə məxsus qranitli və yaxud kvarsitli mənbələrdən gətirilmiş və çox güman ki, təkrar çökməyə məruz qalmış ən ilkin tərkiblərin rolunu şübhəsiz qəbul edirik. Digər tərəfdən, şəkil 3-ün nəticələri (nümunələrin üçölçülü diaqramın K bucağına doğru sürüşməsi) ilə şəkil 4A, B və C-də nümunələrin yerləşmə xüsusiyyətini müqayisə etdikdə bir daha aydın olur ki, ümunən Azərbaycan yanar şistləri üçün əsasən bazaltlı mənbələrdən gətirilən çöküntülərin rolu birmənalı xüsusiyyət daşısa da, lakin sonradan paleohövzədə K ionları hesabına zənginləşmə tendensiyası mineraloji dəyişkənliklərə, o cümlədən plagioklazın K-çölşpatına çevrilməsinə səbəb olmuşdur.



Şəkil 4. Şistli nümunələrin protolitlərini əks etdirən diaqramlar.

Araşdırılan şistlərin maqmatik seriyalarla əlaqəli tədqiqatları, onların yüksək Fe-lu toleitli bazaltlarla yanaşı, həm də andezitli toleitlərə meyilliliyini göstərir. “A – FT – M” diaqramında andezitlərlə bağlılıq göstərən əsasən Eosenə aid nümunələr (Otmanbozdağ, Qoturdağ, Böyük Siyəki, Şəkixan və s.) üçün analoji nəticələr “Əsasilik indeksi” göstəriciləri (şəkil 4B) ilə xeyli yaxşı uzlaşır. Fərqli kimyəvi tərkiblərinə görə digər nümunələrlə nisbətdə daha turş maqmatik süxurlarla assosiasiya olunan (şəkil 4B) Üst Maykopa aid nümunələr “A – FT – M”də də eyni xüsusiyyəti nümayiş etdirirlər. Talışdan başqa, Qubaya aid şistlər başda olmaqla, Alt Maykop çöküntüləri bazaltdan-andezitə keçid zonasında qruplaşma göstərirlər.

Zr/TiO_2 indeksinə görə, geodinamik zonalar baxımından əksər nümunələr plitədaxili zonalarla əlaqəli protolitləri ehtiva edirlər. Böyük Siyəki, Şıxzərli və Nardaranaxtarma kimi bəzi Eosen nümunələri ilə yanaşı, Miosenə (Diatoma) aid bir sıra nümunələr qövs vulkanizmləri, o cümlədən qələvi maqmatizmlərə yaxınlıq nümayiş etdirirlər.

Azərbaycan yanar şistlərində terrigen materialın qiymətləndirilmiş miqdarı (nümunələrdə olan Cr və $Cr_{\text{"PAAS"}}$-a əsasən) bəzi Diatom və xüsusən Eosen nümunələrində (Çapılmışda, Otmanbozdağda, Şəkixanda və Ağtirmədə və s.) müəyyən dərəcədə aşağı olmuşdur. Bu, kalsitsaxlayan (şəkil 2) həmin nümunələrin genezisində vulkan küllərinin mümkün roluna işarə edir. Cr, V və Ni kimi keçid metalları ilə yanaşı, yüksək göstəriciləri turş maqmatik törəmələrin indikatoru hesab olunan Zr/TiO_2 indeksi və s. yanaşmalar əsasında təhlillərimiz də terrigen materialların həcmi ilə əlaqədar aparılmış hesablamaların etibarlılığını ayrı-ayrılıqda təsdiqləyirlər. Digər tərəfdən, şəkil 4A-da turş maqmatik süxurlarla, Zr/TiO_2 indikatoruna görə isə qövs vulkanizmi ilə bağlılıq göstərən, eyni zamanda mineraloji tərkibində seolitlərə aid mineral saxlayan və qeyri-qənaətbəxş paleoaşınma göstərən (şəkil 3) Böyük Siyəki nümunəsi heç bir qrafiki yanaşmada piroklastlarla əlaqə göstərmir. Həmin nümunə Azərbaycan şistləri üzrə ən yüksək K_2O/Al_2O_3 göstəricisinə malik iki nümunədən biridir (digəri Süleymanaxtarmadır). Belə yüksək K_2O/Al_2O_3 konsentrasiyası, diagenezdə K-un qəbulu hesabına klinoptilolitlə zəngin çöküntülərdən başqa, həm də diagenetik dəyişikliyə uğramış epivulkanoklastik (əvvəllər

çökmüş vulkanoklastiklərin yenidən sedimentasiyası) turbiditlərin indikatorudur.

Hidrotermal mənbələrlə əlaqəli çöküntülər üçün yüksək Fe-la və Mn (həmçinin Cr, B, V, Ca və s.) və azmiqdarlı Al, Ti və Si xarakterik olduğundan, belə qanunauyğunluq yerli şistlərin hidrotermal dəyişkənliklərlə xarakterizə olunan çöküntülərlə əlaqəsini birmənalı inkar edir.

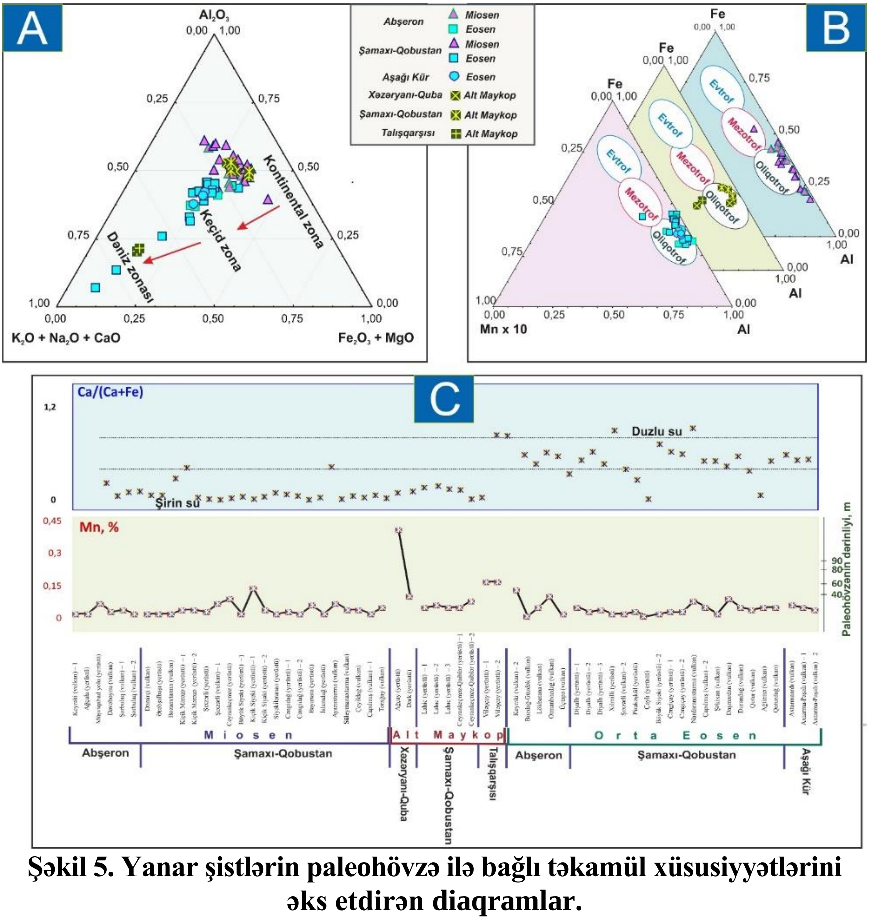
Ümumilikdə, protolitik və paleotektonik rekonstruksiyalar yanar şistli çöküntülərin təkamülü üçün toleitli bazaltlarla, riftogendən kolliziyaya keçidlə (şəkil 4Ç), aktiv kontinental kənarla və eyni zamanda kontinental kənarın qövs vulkanizmlərindən törənmiş klastların yerdəyişmə qırılmaları ilə əlaqəli "pull-apart" tipli hövzədə çökməsi ilə genetik bağlılıq göstərirlər [28, s. 53]. Bu, öyrənilən yanar şistlərin məkanca yayılma nümayiş etdirdikləri akkresiya prizmasına müvafiq tektonik zonada (Mərkəzi Qobustanda) baş vermiş geodinamik proseslərlə yaxşı uzlaşır. Sözügedən proseslər[4] Avroasiya kontinentinin Skif-Turan plitəsinin ön aktiv hissələrinə aid Şimali Qafqaz və Cənubi Qafqaz (Qafqazarxası) mikroplitələri arasında yerləşən riftlə əlaqədardır. J_1- P_2 dövrlərinədək fəaliyyət göstərən həmin qraben, Şimali Krım-Böyük Qafqaz-Kopetdağ troqundan ibarət subokean hövzə adlandırılır[4]. Yurada Tufan hövzəsinin Skif plitəsinin altına və Təbaşirdə isə Dübrar troqunun Kaxetiya-Vəndam zonasının altına subduksiyası, regionda Yuraya və Təbaşirə aid ada və and tipli riftogen vulkanizmlərin vüsətinə səbəb olmuşdur. Üst Eosendə həmin hövzənin bağlanması regionda kolliziyanın başlanmasına şərait yaranmışdır[4] ki, bu da bizim paleotektonik rekonstruksiyamızda (şəkil 4Ç) öz əksini tapır [28, s. 43]. Əksər öyrənilən nümunələr üçün toleitli bazaltlarla və yüksək relyeflə əlaqəli nəqli xüsusiyyətinin xarakterizə olunması, onların əmələ gəlməsində Tufanda baş vermiş toleitli vulkanizmlərin xüsusi əhəmiyyətini aşkarlayır. Yanar şistlərin protolitlərinin həm də andezitli tərkiblə əlaqə göstərmələri (şəkil 4A), filişli hövzəsinin (Yuranın Leyas-Aalen dövrlərində aspidli-şistli olub) cənub bortunda kontinental kənarın və plitələrdaxili meridional qırılmaların aktivləşməsi ilə müşayiət

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

olunan Vəndamla əlaqəli Təbaşir vulkanizmlərinin töhfəsinə işarədir. Təbaşirdən sonra akkresiya prizması zonasında püskürmə vulkanizməri qeydə alınmır. Lakin Eosen şistlərinin əlaqədar olduqları Lütes və Barton mərtəbələrində Talışda, Naxçıvanda və Kiçik Qafqazda baş verdiyi məlum olan güclü eksploziv vulkanizmlərə aid piroklastiklərin külək vasitəsi ilə Şərqi Azərbaycanın Orta Eosenə aid yanar şistli sahələrinin inkişaf tapdıqları hövzəyə gətirilməsi mümkün hesab olunur ki, bizim tədqiqatlarımızda bu fikir ehtimal kimi deyil, mineraloji və geokimyəvi analiz nəticələrinin inteqrativ interpretasiyası əsasında öz doğruluğunu tapır. Bununla belə, Qubada aşkarlanan zəngin Sarmat yaşlı şistlərin ilkin mineraloji tərkiblərinin formalaşmasında Qusar-Dəvəçi Meqazonasının cənub-qərbində yerləşən, Böyük Qafqazın Yan sırt adlandırılan meqazonasının qalxmış zonalarının rolunun olması istisna olunmur. Digər tərəfdən Eosendən savayı bəzi Diatoma aid nümunələrin vulkan külləri ilə əlaqə göstərmələri, diqqətimizi Kiçik Qafqazda Üst Sarmat və Meotisdə baş vermiş son kolliziya vulkanizmlərinə yönəldir. Viləşçay şistləri üçün yüksək Fe_2O/K_2O və "ICV" göstəricilərinin qeydə alınması, vulkanik ocaqlar qeydə alınmayan Lerik-Yardımlı əyiminə Alt Maykopda gətirilmiş zəngin litik qırıntılarından ibarət çöküntülərin olduqca yaxın ərazilərindən nəqlini sübut edir. Bu nöqteyi-nəzərdən, Paleosen-Eosen riftinin Ərdəbil-Salavat adlandırılan ox zonasında əhəngli-qələvili və qələvi maqmatik seriyalarla yanaşı, həmçinin toleitli vulkanizmlərin geniş yayılması tutarlı faktdır.

Çöküntütoplanma hövzəsinin rekonstruksiyası ilə əlaqəli mineraloji tədqiqatlarımız, Üst Maykopa aid nümunələrin bir çoxunda sahillə yaxşı korrelyasiya olunan kvarsın üstünlüyünə diqqətimizi artırır. Alt Maykopla bərabər, xüsusən Eosenə və Diatoma aid şistlərdə kalsitin nisbi yüksək konsentrasiyası (şəkil 2), belə şistlərin bağlı olduqları palehövzə şəraitinin müəyyən dərəcədə duzlusu mühiti ilə xarakterizə etməyə əsas verir. Necə ki, "A – K – F" diaqramında (şəkil 5A) ümumən kontinental-dəniz aralıqlı keçid zonada yerləşən nümunələrdən [14, s. 16; 30, s. 157] Eosen şistlərinin təkamülü dəniz mühitinin təsiri ilə daha yaxın əlaqə göstərir [30, s. 163]. Xüsusən Paleogenə aid Nardaranaxtarma, Xilmilli və Viləşçayın şistləri daha çox dəniz zonasına meyillilik nümayiş etdirirlər. Belə nümunələr Skandinaviya sahilləri

boyunca qeydə alınan gil əsaslı çöküntülərlə çox yaxşı uzlaşır. Onlar sürətli nəql prosesinə məruz qaldıqları üçün olduqca qısa paleoaşınma dövrünə düçar qalmışlar. Mineral tərkiblərində kaolinit ya olmur, ya da 10%-dən aşağı olur ki, Nardaranaxtarma və Xilmilli nümunələrində kaolinitin ümumiyyətlə qeydə alınmaması oxşarlıqla əlaqəli qənaətimizi gücləndirir.



Şəkil 5. Yanar şistlərin paleohövzə ilə bağlı təkamül xüsusiyyətlərini əks etdirən diaqramlar.

Ümumilikdə, Mn/Al və Fe/Mn indeksləri Paleogen və Miosen hövzələri arasında dərinlik baxımından ciddi fərqlərin olduğunu aşkarlayır. Mineraloji və geokimyəvi göstəricilər öyrənilən yanar şistlərin

digər trofik analoqlarından aşağı bioloji məhsuldarlıqla səciyyələnən oliqotrof hövzələrlə əlaqələrinə istinad edir. Eosendən fərqli olaraq, Üst Maykop yaşlı nümunələrin hövzənin daha kənar zonalarında təkamül tapmaları mineraloji amillərlə yanaşı, həm də geokimyəvi göstəricilərdə öz əksini tapır (şəkil 5B).

Ümumilikdə, Azərbaycanda yanar şistlərin daha sıx yayıldığı Mərkəzi Qobustana aid zəif hidrodinamik aktivliklə səciyyələnən Eosen şistli hövzəsinin orta dərinlikli (>20 m), lakin Miosen hövzəsinin isə dayaz (<20 m) olması şəkil 5C-nin nəticələrindən məlum olur. Ayazaxtarma, Bayanata və Siyəki sahələrinə aid Diatom şistləri Miosen nümunələri arasında fərqlilik göstərir ki, bu da onların daha dərin mühitdə əmələ gəldiyinin indikatorudur. Bununla yanaşı, Aşağı Kürdən Talışa doğru Paleogenə aid hövzənin dərinləşdiyi təxmin edilir. Xəzər dənizinə yaxın yerləşən şistli sahələr daha dərin paleöhövzə şəraiti ilə assosiasiya olunurlar [12, s. 254]. Ümumilikdə, Azərbaycan üzrə ən dərin mühitdə əmələ gələn yanar şistlər Alt Maykopa aiddir ki, bu baxımdan Ağçayın və Viləşçayın nümunələri (< 60 m) aydın fərqlilik nümayiş etdirirlər (şəkil 5C).

Karbonatlı minerallardan kalsitin təxminən >5% konsentrasiyası şirin və dəniz suların qarışığını ifadə edən azduzlu su mühitinin, yüksək konsentrasiyaları isə dəniz sularının güclü təsirinin təzahürüdür. Mineraloji göstəricilərlə yanaşı (şəkil 2), "A – K – F" və Ca/(Ca +Fe) ilə əlaqəli diaqramların (şəkil 5A və 5Ç) nəticələrinə görə, Üst Maykopa nəzərən kalsitlə müəyyən dərəcədə yaxşı təmin olunmuş Eosen (həmçinin Diatom) çöküntülərinin dənizə aid azduzlusulu paleohövzə şəraitində qalandıqlarını təxmin edirik. Vulkan külü ilə əlaqə göstərən belə nümunələrin azduzlusulu paleohövzə şəraitini ehtiva etmələri, vulkanik küldən ibarət çöküntülərin hövzəyə nisbətən az miqdarda daşınması ilə bərabər, Eosenə aid çöküntütoplanma hövzəsinin məhz dəniz suyundan təsir hesabına müəyyən dərəcədə duzlaşdığının əlavə indikatorudur.

Öyrənilən şistlərin təkamülündə rolu görünən oliqotrof göllərin (şəkil 5B) hidroloji sistem baxımından nisbətən açıq tipli olması, yeni axınlar hesabına nisbətən oksigenlə bol mühitin formalaşmasını labüd edir. Paleoredoksla əlaqəli araşdırmamız bunun doğruluğunu təsdiq edir. Ümumilikdə tədqiq olunan nümunələrin genezisi üçün oksigenli

minerallaşmanı, reoksidləşməni, Mn, Fe oksidlərinin reduksiyaları ilə yanaşı, denitrifikasiyanı xarakterik hesab edirik. Lakin bəzi azsaylı nümunələr sulfatın reduksiyası baş verən dərinliklərlə, habelə oksigen iştirak etməyən mühitlərlə korrelyasiya olunurlar ki, onlar Üst Maykopa aiddir [25, s. 50].

Vulkan küllərinin fəaliyyəti ilə əlaqəli alınan pozitiv nəticələr, Azərbaycan yanar şistlərinin montmorillonit tərkibinin əmələ gəlməsində məhz piroklastiklərin aşınmasının müəyyən rola malik olmasını istisnasız sübut edir. Bunun petroqrafik təhlillərdə onların kiçik ölçülü (<1 μm), həmçinin pulcuqlu və pərdəşəkilli olmaları göstərir. Tərkibində yüksək miqdarda montmorillonitin, kalsitin, xüsusən tridimitin və ortoklazın aşkarlanması ilə digər nümunələrdən fərqlənən Eosenə aid Böyük Siyəki nümunəsinin genezisi üçün, həm də tərkibdə ən çox Si ehtiva etmək, mənbə sahəsində baş verən kimyəvi aşınma prosesində qeyri-qənaətbəxş iştiraketmə (şəkil 3), yüksək qələvi tərkibi (dasitlə) ilə genetik əlaqə (şəkil 4A), ada qövsü vulkanizmi ilə korrelyasiya, epivulkanoklastik mənşəli çöküntülərlə bağlılıq, diagenetik proseslərdə K^+ ilə zəngiləşmə tendensiyası (şəkil 3) və biogen çöküntütoplanmanın intensiv təsiri xarakterik hesab olunmuşdur. Suda çökmüş riolitli və yaxud dasitli küldən dominant gil mineralı timsalında montmorillonitin, həmçinin Si-la zəngin klinoptilolitin və tridimitin əmələ gəlməsi, aşağı temperatur və təzyiqdə külün qələvi tərkibindən başqa, həm də məhlulda olan bol SiO_2-ni təmin etmək qabiliyyətindən asılıdır ki, sadalanan qanunauyğunluqlara xas təbiətin tərəfimizdən məhz Böyük Siyəki nümunəsi üçün əldə olunması mineraloji və geokimyəvi göstəricilərə əsaslanan interpertasiyalarımızın dəqiqliyindən xəbər verir. Bundan başqa, autigen mənşəli hesab olunan klinoptilolitin avtomorf formalı kristallar şəklində təzahür etməsi və həmin kristalın boşluqlarında çox vaxt üzvi qalıqların (foraminiferlərin və s.) rast gəlinməsi, xüsusilə biogen opalın klinoptilolit mineralı saxlayan süxurun dominant tərkibini formalaşdırması, məhz Böyük Siyəkinin timsalında Azərbaycan yanar şistlərinin biogen sedimentasiyaya məruzqalmasını təsdiqləyir. Bunu çöküntüdə "normal" detritli fondan yüksək Si-un mövcudluğu və digər yanaşmalar da dəstəkləyir ki, bu baxımdan Eosen və Diatom bu prosesə daha intensiv məruz qalmışdır.

Ümumilikdə tətbiq edilən bütün proqressiv yanaşmalar Azərbaycan yanar şistlərinin təkamülü dövrlərində arid iqlim şəraitinin dominantlığı ilə bərabər [30, s. 170; 24, s. 1], həm də Miosen və Eosen arasında paleoiqlim cəhətdən diqqətəalınacaq fərqliliklərin olduğunu göstərir. Paleoiqlimlə əlaqəli rekonstruksiyamıza görə, Maykopla müqayisədə xüsusən Eosendə və qismən Diatomda daha yüksək temperatur variasiyaları olmuşdur. Belə bir qanunauyğunluq paleoiqlim təkamül şəraitinin Kaynozoyla əlaqəli dənizdibi foraminiferlərin izotop tədqiqatları əsasında müəyyənləşdirilmiş qlobal iqlim dəyişikənliklərini əks etdirən paleotemperatur trendi ilə yüksək səviyyədə uzlaşır.

VI FƏSİL. YANAR ŞİSTLİ ÇÖKÜNTÜLƏRİN ÜZVİ-GEOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ NEFTQAZLILIQ POTENSİALI

Yanar şistlərin üzvi maddə ilə zənginliyində paleohövzənin ilkin bioməhsuldarlığının və üzvi maddə-mineral assosiasiyasının rolu, həmçinin ekstraksiya, spektroskopik, termoqravimetrik və pirolitik analizlər əsasında kerogenin tipi, termal yetkinliyi, karbohidrogen potensialı, eləcə də Azərbaycan yanar şistlərindən şist qazının və neftinin alınması perspektivləri kimi məsələlər hazırkı fəsildə öz əksini tapır.

Üst Maykopla müqayisədə, Eosen şistlərinin oksigenli şəraitdə təkamül xüsusiyyəti göstərməsi, çox güman ki, ilkin məhsuldarlıqla, o cümlədən canlı orqanizmlərin fotosintez hesabına paleohövzəni oksigenlə zənginləşdirməsi ilə izah oluna bilər. Digər tərəfdən, Eosen çöküntülərinin hövzənin nisbətən orta dərin hissəsi, Üst Maykopun isə kənarları ilə bağlılıq nümayiş etdirməsi (şəkil 5B və C) birincinin daha böyük, ikincinin isə zəif sürətlə çökməsini xarakterizə edir. Həmçinin Eosen və Diatom yaşlı nümunələrin biogen sedimentasiyaya daha çox məruz qalması, məhz həmin geoloji dövrlərə aid paleohövzənin bioməhsuldarlığından xəbər verir.

Petroqrafik tədqiqatlarımız Miosen yaşlı nümunənin məsamə boşluqlarında yerləşən üzvi maddələrin diskret yığım şəklində, lakin Eosendə isə fillosilikatlı mineralların birləşmələri boyunca struktursuz formada yayıldığını aşkarlamışdır. Eosen yaşlı yanar şistlər Azərbaycanda ana süxur kimi potensialı yüksək qiymətləndirilən Maykop çöküntüləri ilə müqayisədə xeyli yüksək (orta = 19%) üzvi maddə saxlayırlar [12,

s. 254]. Ümumilikdə, ən az (orta = 5%) üzvi maddə tərkibinə Alt Maykopun sərt nümunələri malikdirlər. Miosen şistlərində üzvi maddənin orta miqdarı 11% təşkil etsə də, lakin Üst Maykopdan fərqli olaraq, Diatoma aid nümunələr xeyli yüksək (20%-ə yaxın) üzvi hissə mühafizə edirlər.

Öyrənilən şistli çöküntülərdə təxminən 6-8% ətrafında Al konsentrasiyasının təmini, süxurun üzvi maddə ilə izafi zənginləşməsinə gətirib çıxarmışdır [25, s. 50]. Paleohövzədə terrigen daxilolmalarının artması hesabına Al-un təxminən 8-10%-ə çatması, çöküntülərdə üzvi maddələrin zəif konsentrasiyasına səbəb olmuşdur ki, bu da ümumilikdə Üst Maykop şistləri üçün səciyyəvidir. Deməli, Maykopa nəzərən daha az terrigen daxilolmalara məruz qalan Eosenə və Diatoma aid şistəmələgəlmə hövzəsində çöküntülərin üzvi maddə ilə yüksək dərəcədə təminində ilkin paleobioməhsuldarlıq həlledici rol oynamışdır. Digər tərəfdən, bəzi üzvi maddə ilə zəngin şistli kəsilişlərdə (məsələn, Diatoma aid olanlarda) tufagen çöküntülərin qeydə alınması [25, s. 50], vulkan külü ilə üzvi maddənin zənginləşməsi arasında müəyyən pozitiv əlaqəyə işarədir. Çünki, qida elementləri ilə zəngin həmin turş tərkibli maqmatik assosiasiyalar suda yosunların artmasına təsir göstərir. "CIA" göstəriciləri yönündən üzvi maddə ilə zənginləşməni təhlil etsək, kimyəvi aşınmanın yüksək intensivliyi və bol üzvi maddə tədarükü arasında heç də yüksək korrelyasiya qeydə alınmır. Bu, piroklastik çöküntülər hesabına hövzəyə gətirilmiş küldən əmələ gəlmiş süxurlar üçün mənbə sahəsində aşınmanın xarakterik olmaması ilə izah oluna bilər.

Tədqiqatlarımız, minerallarla üzvi molekullar arasındakı əlaqədə paleohövzəyə aid suyun duzluluq dərəcəsinin, mineralın növünün, habelə onların səth sahələrinin spesifik xüsusiyyətlərinin və üzvi maddənin komponent tərkibinin rolunun həlledici əhəmiyyətini göstərir. Yanar şistlərdə ən çox aşkarlanan montmorillonitin timsalında Eosenə aid həmin mineralın üzvi maddə ilə pozitiv, lakin Üst Maykopa aid olanın neqativ korrelyasiyasının səbəbini izah edək. Hövzədə duzluluğun artması hesabına mineral səthinin elektrostatik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, van der Vaals qüvvələrinin təsiri nəticəsində montmorillonitin aqreqasiya dərəcəsi yüksəlir. Sözügedən mineral alloxton mənşəli üzvi

maddədən törənən lignin, humin turşusu və xitin kimi daha iri molekullarla assosiasiya təşkil etdikdə, onun aqreqasiyası sterik itələmənin dominant xüsusiyyət daşıması səbəbindən azalır. Montorillonitin daha kiçik molekullardan ibarət alifatik strukturlu üzvi hissələrlə yanaşı, terrigen mənşəli üzvi maddələri də sorbsiya etməsi, bu mineralın Na əsaslı olmasını, ilk növbədə alloxton mənşəli üzvi maddələrdən əmələ gələn fulvin turşusunu udmasını və ondan sonra planktonlardan törənən üzvi tərkibi daha güclü qəbul edə bilməsini şərtləndirir. Bu, Eosen şistlərinin əmələ gəlməsində avtoxton üzvi maddə ilə assosiasiya olunan planktonlu orqanizmlərlə yanaşı, həm də terrigen axınlarla hövzəyə gətirilmiş alloxton mənbələrin də rolunun indikatorudur. Sadalananların ümumi nəticəsi, Üst Maykopla müqayisədə, dənizlə daha yaxın əlaqə göstərməsindən (şəkil 5 A) və biogen sedimentasiyaya daha çox məruz qalmasından irəli gələrək üzvi maddə ilə daha çox təmin olunan Eosen (Diatom da istisna olunmur) şistlərinin montmorillonit baxımından üzvi maddəni yaxşı sorbsiya etməsi, onların nisbətən yüksək duzluluq (şəkil 5 C) və avtoxton üzvi maddə ehtiva edən su mühitində təkamül tapmalarından və xüsusən Na əsaslı montmorillonit saxlamalarından (alloxton və avtoxton mənşəli üzvi tərkibləri birgə sorbsiya etmək üçün) [25, s. 50] qaynaqlanmışdır.

Ekstraksiya nəticələrinə görə, tədqiqata cəlb edilmiş nümunələrin tərkibində orta hesabla 1,77 % xloroform və 1,36 % sprit-benzol bitumu aşkarlanmışdır. Belə bir göstərici, Estoniyanın məhşur kukersitində müəyyənləşdirilən ekstraksiya bitumu ilə oxşarlıq təşkil edir. Analizlərimiz, Maykop şistlərində spirt-benzol bitumlarının xloroform bitumlarını kəmiyyətcə üstələdiyini göstərir. Lakin, Eosenə və Diatoma aid şistlər üçün isə əks tendensiya aşkarlanır. Maykopla əlaqəli belə bir fərqlilik, onların oxşar olmayan paleohövzə şəraitində əmələgəlmələri, həmçinin ehtimal ki, fərqli üzvi molekulları və funksional qrupları ehtiva etmələri ilə bağlıdır.

Benzol və spirt-benzol bitumlarının ^{1}H NMR spektrlərinin parametrlərinin (cədvəl 1) təhlilləri, Diatom və Eosen nümunələrinə məxsus bitumlarda aromatiklik dərəcəsinin əhəmiyyətli dərəcədə aşağı olduğunu göstərir. Bunun əksinə, parafinli birləşmələr üçün hər iki fraksiyada yüksək göstəricilər qeydə alınır.

Cədvəl 1

Diatom və Eosenə aid nümunələrdən alınan bitumların ^{1}H NMR spektrlərinə görə hesablanmış struktur qruplarının orta parametrik göstəricilərinin müqayisəsi

Nümunələr	Bitum	H_{ar}	H_{α}	H_{naften}	$H_{parafin}$	H_{γ}	Aromatiklik dərəcəsi (fa)
Bayanata (yerüstü)	Benzol	İzi	10	9,9	61,4	17,6	Zəif aromatikləşmə
	Spirt-benzol	3,0	8,4	15,4	45,2	28,0	0,115
Keyrəki (vulkan)	Benzol	2,0	7,9	13,1	13,1	23,9	0,07
	Spirt-benzol	2,0	22,7	23	23	16,5	0,07

Qeyd: ***H_{ar}*** *– aromatik nüvələrə məxsus hidrogen atomları,* ***H_{α}*** *– aromatik nüvələrə nəzərən α vəziyyətində qərarlaşan CH_3 və CH_2 qrupları,* ***H_{naften}*** *– naften strukturlarına məxsus protonlar,* ***$H_{parafin}$*** *– alkil zəncirinə məxsus CH_2 qrupları,* ***H_{γ}*** *– terminal metil (CH_3) qrupları.*

Eosen və Diatom yaşlı şistlərin yosun və bakteriya əsaslı zəngin alifatik birləşmələri saxlamaları və onların nisbətən uzun zəncirli rabitələri ehtiva etmələri ^{1}H NMR-lə yanaşı, həm də FTIR-in üst-üstə düşən nəticələri ilə təsdiqlənir. FTIR spektrləri həmçinin bitum və kerogen tərkiblərinin alifatik karbohidrogenlərlə bərabər, həm də aromatiklər, alken və oksigenli funksional qruplarından ibarət olduğunu göstərir. Alifatik karbohidrogen strukturunda, əsasən uzun zəncirli metil və metilenin, həmçinin müəyyən dərəcədə tsikloalkanların nisbi tərkibinin yüksək olması diqqətdən qaçmır. Belə tərkiblərin zənginliyi, kerogenin neft generasiya potensialını qiymətləndirməyə imkan verir.

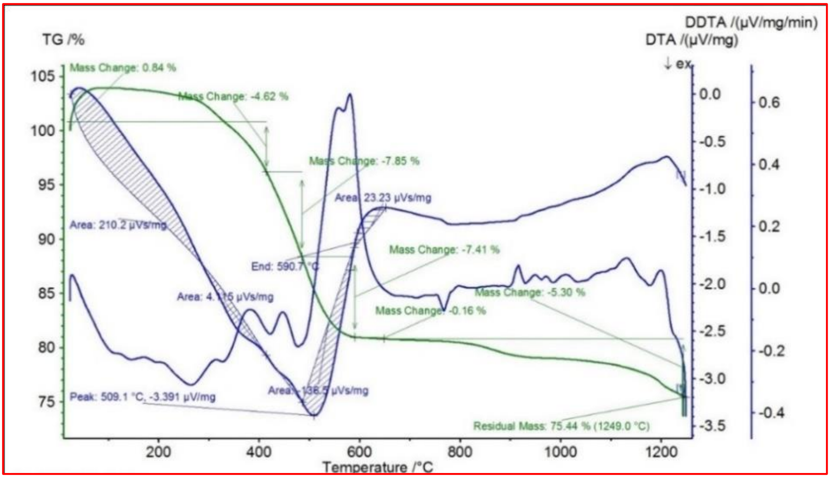
Eosen şistlərinə aid ekstraksiya məhsullarının UB işıq filtirində “PRK 4 lampası” ilə tədqiqi, fərqli vizual lüminessensiyaların alınmasına imkan vermişdir. Belə ki, benzolun ekstraksiyası ayrılan bitumun sarı, spirt-benzolun – açıq sarı, heksanın – yaşılımtıl rəng verdiyi aşkarlanmışdır. Sonuncunun tərkibi nisbətən yüngül fraksiyalarla zəngin olduğundan, onları qamma Al oksidi ilə həmin hissələrdən təmizlədikdən sonra vizual lüminessensiyanın rəngi göyə dəyişmişdir. Sadalanan

bitum fraksiyalarından müxtəlif rəngli vizual lüminessensiyanın alınması, öyrənilən yanar şistlərin lüminoferlərin əldə olunması baxımından istifadəsi üçün yüksək perspektivlər açır ki, əldə olunan nəticənin indiyədək analoqu rast gəlinmir.

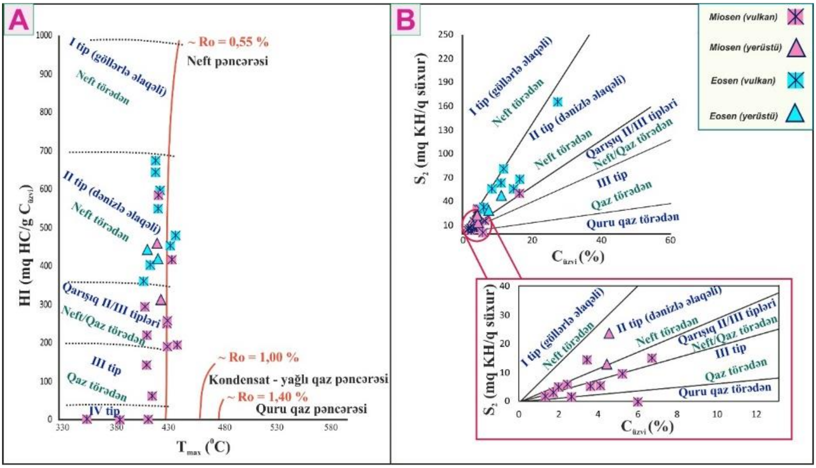
Termoqravimetrik tədqiqatlar Eosen və Diatom nümunələrinin şist nefti məhsuldarlığının Üst Maykopdan nəzərəçapacaq dərəcədə yüksək olduğunu göstərir. Belə ki, daha çox ekstraksiya bitumu ehtiva edən sözügedən hər iki nümənəyə aid şistlər maksimal üzvi maddə itkisinə 400 °C-yədək olan temperatur intervalında məruz qalırlar [5, s. 4]. Eyni istilik mühitində Maykopa aid şistlərin dəfələrlə az itki nümayiş etdirməsi, həmçinin onların əhəmiyyətlidərəcəli üzvi maddə itkisinin məhz temperaturun 600 °C-yədək yüksəldilməsi hesabına baş verdiyi aşkarlanmışdır. 400 °C-yədək temperatur intervallarına uyğun nisbətən zəif C – N, C – S və C – O rabitəsi ehtiva edən üzvi hissənin parçalanmasından sonra, daha yuxarı istilik tempi yüksək aktivləşmə enerjisi tələbatına müvafiq olaraq, güclü C – C bağına malik üzvi komponentlərin parçalanmasını mümkün edir.

Termoqravimetrik tədqiqatlarda üzvi maddənin yanması hesabına kütlə itkisinə müvafiq qeydə alınan DTA əyrisi (şəkil 6) üzrə apardığımız kinetik hesablamalarımıza görə, Üst Maykop yaşlı yanar şistin aktivləşmə enerjisi 76,408 kC/mol, reaksiyanın sürət sabiti 0,049 və Arrhenius ədədi isə 3,21 təyin olunmuşdur. Digər ölkələrin müxtəlif kerogen tiplərinə malik yanar şistlərlə müqayisə etdikdə, daha çox aromatik birləşmələrlə, həmçinin oksigenli funksional qruplarla zəngin yanar şistlərin aşağı aktivləşmə dərəcəsinə malik olması qənaəti formalaşmışdır. Bu baxımdan, Eosen və Diatom şistlərinin timsalında, kerogenlərin yüksək parafinli struktura malik birləşmələrlə zənginliyi (cədvəl 1), daha böyük aktivləşmə enerjisini tələb edir.

Pirolitik parametrlər baxımından interpretasiya etdikdə, vulkan sahəsindən və yerüstü çıxışdan götürülmüş Eosen və Diatom şistləri birmənalı şəkildə kerogenin neft-generasiya potensialına meyilli II tipinə uyğunluq göstərir. Üst Maykop şistləri isə II-III qarışıq və III tiplərlə uzlaşır (şəkil 7).



Şəkil 6. Üst Maykopa aid nümunənin TG/DTA/DDTA spektrlərinin qrafiki təsviri.

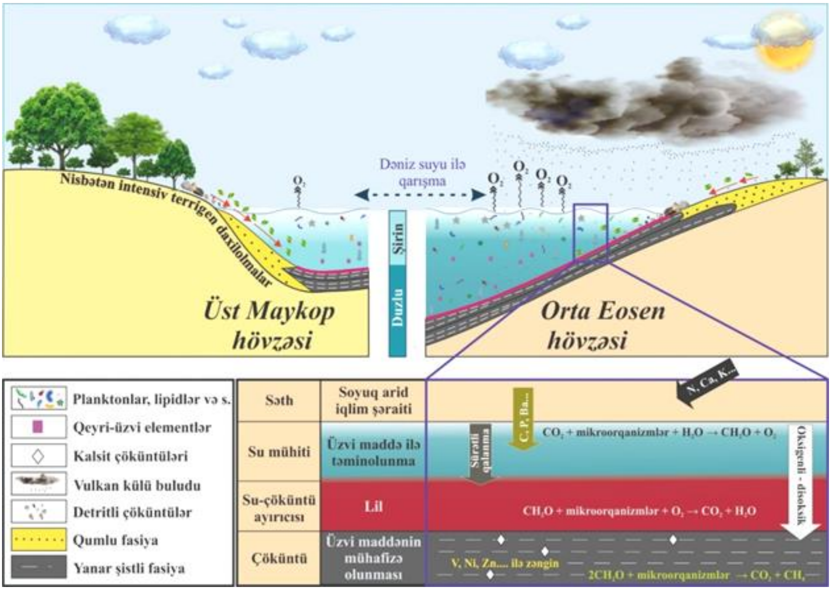


Şəkil 7. Eosen-Miosen nümunələrinin kerogen tiplərini və neft-qaz əmələgəlmə xüsusiyyətlərini göstərən diaqramlar [25, s. 51].

Yanar şistlərin üzvi tərkibləri üçün müəyyənləşdirilən kerogen tipləri üzvi-petroqrafik tədqiqatların nəticələri ilə təsdiqlənir. Belə ki, Eosen və Diatom yaşlı çöküntülərin 60-80%-nin alqinit, telalqinit və lamalginit, qalan hissəsinin isə vitrinit və inertinit maserallarından

təşkil olunduğu aşkarlanmışdır. Üst Maykopa aid şistlərdə əsas maseral qrupları arasında vitrinit üstünlük təşkil edir. Digər tərəfdən, müqayisədə, Qubaya aid Maykop nümunələrinin daha aşağı Rb/K nümayiş etdirmələri, çöküntütoplanma hövzəsində polen əsaslı üzvi maddənin artmasından irəli gəlir.

Öyrənilən nümunələrin mineraloji, kimyəvi, petroqrafik, üzvi-geokimyəvi, habelə spektral analizlərinə aid kompleks nəticələrin inteqrativ təhlilləri əsasında, Azərbaycanda karbohidrogen ehtiyatlarının əmələ gəlməsində rolu qeyd-şərtsiz qəbul edilən Üst Maykopla yanaşı, Orta Eosenə aid çöküntütoplanma hövzəsində müxtəlif kerogen tipinə malik yanar şistlərin əmələgəlmə mühitini şəkil 8-də ümumiləşdirilmiş təsvirdə göstərilən fərqli çökmə şəraitləri ilə əlaqələndiririk.



Şəkil 8. Üst Maykop və Eosen yaşlı şistlərin fərqli paleohövzə şəraitində təkamül xüsusiyyətlərini göstərən sxematik təsvir [25, s. 52].

Mineralların diagenezi ilə əlaqəli müzakirələrdə əldə olunan nəticələri, eyni zamanda smektitin illitləşməsi üçün tələb olunan temperatur intervallarını (50-200 ^{0}C) və xüsusən mineraloji tərkibdə illitin göstəricisini nəzərə alsaq (orta =14,69%), onda öyrənilən şistlərin qeyri-

yetkin termal xüsusiyyətə malik olduğu aydınlaşır. Bunu ^1H NMR və FTIR-in üst-üstə düşən nəticələri, o cümlədən şistlərin bitum tərkiblərində alifatik karbohidrogen strukturunun uzun zəncirli metil və metilendən ibarət olması (yetkinliyin ilk dövrləri üçün uzun zəncirlər səciyyəvidir) da təsdiqləyir. Üzvi tərkibin oksigenli birləşmələri ilə üzvi maddənin qeyri-yetkinliyinin müsbət korrelyasiyasını nəzərə alsaq, onda FTIR tədqiqatlarında C – O və C = O rabitələri ehtiva edən funksional qrupların müəyyən konsentrasiyaları da şistlərin yetkinliyi üçün hələ lazımi dərəcədə istiliyin təmin olunmamasının indikatorudur. Digər tərəfdən, müqayisədə, xüsusən bəzi Eosen yaşlı nümunələrin nəzərəçarpacaq dərəcədə xloroform bitumu saxlamasını, neftəmələgəlmə fazasına daha yaxınlıq kimi interpretasiya etmək olar. Bu baxımdan, orta-yüksək göstəriciləri ilə fərqlənən Torağaya və Otmanbozdağa aid nümunələrin yetkinlik dərəcəsini qənaətbəxş hesab edirik. Adıçəkilən vulkanların Xəzər dənizinin sərhədlərinə yaxın yerləşməsi, həmçinin həmin ərazilərdə Eosen çöküntülərinin şimal zonalara nəzərən daha dərinə gömülməsi, lazımi temperaturun təmini ilə varılan qənaətin doğruluğu baxımından geoloji meyar kimi diqqətə alına bilər. Qobustanın mərkəzində, nisbətən kiçik dərinlikli vulkan tullantısına aid Eosen yaşlı şistlərə örnək kimi Şıxzərli (vulkan) nümunəsi üzrə EPR parametrləri, habelə sərbəst radikalların sıxlığı onların qeyri-yetkinliyindən xəbər verir. Ümumilikdə nümunələr üçün təyin olunmuş T_{max} (şəkil 7) və vitrinit göstəriciləri də Azərbaycan yanar şistlərinin qeyri-yetkinliyinə dəlalət edir.

Maraq doğuran məsələ, məhz ən yüksək termal yetkinlik göstərən nümunələrin bəzilərinin Şamaxı ətrafında yerləşən səthidüz vulkan sahələri ilə əlaqədardır ki, onların geoloji quruluşlarında dənizətrafı vulkanlara xas qalın Kaynozoy qatı iştirak etmir. Bizə görə, çökmə qatın nisbətən kiçik qalınlıqla xarakterizə olunduğu sözügedən zonanın yüksək daxili istilik mənbəyi intruzivlərlə və iri tektonik strukturların mövcudiyyəti (həmçinin kəsişməsi) ilə əlaqədardır. Bəzi mənbələrdə həmin zona üçün xeyli yüksək termik qradiyentin müəyyənləşdirilməsi də bu fikrimizi dəstəkləyir.

Süxurlarda qazların təzahürü sərbəst, adsorbsiya və həll olunmuş faza kimi özünü göstərir. Bunların sırasında əsasən sərbəst və adsorbsiya

qazları, məhz sintetik şist qazının əmələ gəlməsi üçün xarakterikdir. Belə qazların şistli süxurlarda ümumi payı təxminən 85%-ə çata bilər. Süxurda üzvi maddənin miqdarı 3% təşkil etdikdə, onlarda şist qazının adsorbsiyasının qənaətbəxş səviyyəyə çatdığı güman edilir. Adsorbsiya olunmuş qazın süxurda mövcudiyyəti, minerallarla yanaşı, həm də üzvi maddələrin səthləri ilə əlaqədardır. Bu baxımdan, hazırkı tədqiqatda piroliz qazları ilə yanaşı [17, II cild, s. 136], Azərbaycan şistlərinin tərkibindəki adsorbsiya qazları da araşdırılmışdır. Yerli şistlər üçün adsorbsiya mənşəli qazlar sırasında metan dominantlıq təşkil edir. Şıxzərlidən, Böyük Siyəkidən və Dərkdən götürülən Maykop yaşlı nümunələrdə metanın digər analoqlarının nisbətən yüksək konsentrasiyaları diqqət çəkir.

Mineraloji müxtəliflik və zəngin üzvi maddə ilə yanaşı, montmorillonitin hidrofil təbiətinin metan adsorbsiyasına təsiri kimi məsələlər də geniş araşdırılmış, bu baxımdan üzvi maddə ilə zəngin Azərbaycan yanar şistlərinin yüksək məsaməliyə və qənaətbəxş qaz sorbsiyaetmə qabiliyyətinə malik olması qənaətinə varılmışdır.

II tip kerogenin III tipdən daha aşağı sorbsiya qabiliyyətinə malik olması, kerogenin artan aromatikliyi ilə əlaqələndirilmişdir.

Eosen və Miosenin gilli-silisiumlu şistlərinin (şəkil 2) mineraloji tərkiblərini, şist karbohidrogenləri nöqteyi-nəzərindən kommersiya əhəmiyyəti təsdiqlənən ABŞ-ın və Çinin şistləri ilə müqayisəsi həyata keçirilmiş, məlum olmuşdur ki, yerli şistlərin kvars + çölşpatı və gil mineralı tərkibləri dünya şist qazı sistemi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən Barnett şistləri ilə nisbətən daha yaxşı korrelyasiya olunur. Xüsusən kövrək minerallar baxımından bir qrup Eosen şistləri daha çox diqqəti cəlb edir (şəkil 2) ki, bu da onların gələcək istismarları üçün əlverişli mineraloji amil kimi qiymətləndirilir.

İqtisadi səmərəliliyi təsdiq olunan ABŞ-ın bir neçə tanınmış şist formasiyasının bəzi parametrlərini (geoloji-geokimyəvi və s.) diqqətə alsaq, onda xüsusən kvars mineralına və zəngin üzvi maddə tərkiblərinə görə adsorbsiya olunmuş qazla yanaşı, sərbəst qazlar saxlamaq imkanına malik, "Çox yaxşı - əla" kateqoriyalı ana süxurla əlaqə göstərən, yüksək generasiya potensialı ehtiva edən və əsasən III kerogen tipinə malik Maykop yaşlı şistlərin dərinliklər üzrə yerləşmə intervalları,

şistli paçkaların və layların qalınlıqları [18, s. 28] onların şist qazı potensiallarının yüksək perspektivliklərinə dəlalət edir [8, s. 47].

Yanar şistli çöküntülərin şist nefti perspektivliyi, onların lipidlərlə daha yaxşı təchiz olunmalarından irəli gəlir. I tip kerogenlə müqayisədə, II tip kerogenin daha yüksəkmiqdarlı şist nefti generasiya etməsi, üzvi maddənin tərkibi ilə bağlıdır. Bu, hər bir üzvi karbonun karbohidrogenin kerogendən xaric edilməsində aktiv iştirakından və üzvi hissədə yüksəkmiqdarlı xaric olunan neft hesabına qalığın az qalması ilə yanaşı, həm də nisbətən yüksək oksigen saxlayan II tip kerogenlərdə üzvi turşuların meydana gələ bilməsi ilə izah olunur. Məhz buna görə, II tip kerogenlə və karbonatlı minerallarla müəyyən mənada assosiasiya göstərən (şəkil 2) Eosen və Diatom şistlərindən neft almaq məqsədilə laya termik təsir etdikdə (şistlərin qeyri-yetkinliyindən irəli gələrək), müəyyən dərəcədə üzvi turşular və CO_2-nin çıxımına nail olmaqla, hidrogenin zənginləşdirilməsi ilə bərabər, həm də miqrasiyanın intensivləşdirilməsinə səbəb olan təzyiq artımı mümkündür. Digər tərəfdən, analiz edilmiş yanar şistlərdə Fe və V kimi keçid elementlərinin bolluğu, üzvi tərkiblərdən karbohidrogenlərin əmələ gəlməsi prosesində katalitik təsir kimi əlverişli amildir. Həmçinin yanar şistlərin vərəqvari teksturası da şistli neftlərin saxlanılması və istismar müddətində hərəkətinin təmin olunması üçün olduqca diqqətəalınası faktdır [16, s. 48].

Termoqravimetrik tədqiqat nəticələrimizə istinad etsək, Paleogen-Miosen yaşlı şistlərdən lay mühitində (4 km dərinliyə kimi mümkün hesab olunur) karbohidrogenin alınması üçün aşağı temperaturlu (<600 °C) retortlaşmadan istifadə etmək məqsədəuyğun hesab oluna bilər. Ekstraksiya, spektroskopik tədqiqatların nəticələri və pirolizin S_1 pikinin göstəriciləri, 400 °C ətrafında Eosen və Diatom şistlərinin neftgenerasiya imkanlarının Üst Maykopla müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə yaxşı olduğunu nümayiş etdirir.

Mineraloji və üzvi-geokimyəvi analiz nəticələrinin geoloji məlumatlarla birgə inteqrativ təhlil etdikdə məlum olur ki, şist neftinin alınması baxımından birincidərəcəli obyektlər kimi tektonik pozulmalarla xeyli mürəkkəbləşmiş (hidravlik çatlılıq formalaşdırmaq üçün əlverişli amil) Mərkəzi Qobustanın nisbətən dayaz dərinlikli intervallarda

(təxminən 4,5 km-dək) yatan Diatomla yanaşı, xüsusən Eosen yaşlı yanar şistli çöküntülərini qeyd etmək olar [8, s. 47; 11, s. 28; 12, s. 254, 255; 20, s. 119; 22, s. 40; 32, s. 1]. Həmçinin qənaətbəxş üzvi maddə saxlayan və yanar şistlərlə eyni kəsilişdə növbələşən qalın gilli şistli layların da yanar şistlərlə birgə istismarı əlavə üstünlükdür. Az xərc tələb etmək nöqteyi-nəzərindən, dərinlik-yatım xüsusiyyətlərinə, eyni zamanda nisbətən yüksək termal yetkinliklərinə və karbohidrogen qazlarını saxlama imkanlarına görə, xüsusən Qobustanın şimal zonalarının, həmçinin Talışın (yüksəkmiqdarlı kalsit saxlamaları əlavə üstünlükdür) və Qubanın Maykopa aid şistli sahələrinin qənaətbəxş şist qazı perspektivliyinə malik olması məlum olur.

VII FƏSİL. AZƏRBAYCAN YANAR ŞİSTLƏRİNİN TEXNOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ PROQNOZ RESURSLARI

Sonuncu fəsildə Azərbaycan yanar şistlərinin texnoloji xüsusiyyətləri ilə yanaşı, həm də proqnoz resursları qiymətləndirilir.

Həyata keçirdiyimiz uzunmüddətli tədqiqatlar [1, s. 15; 7, s. 24; 8, s. 46; 11, s. 26] nəticəsində fərqli geoloji rayonlara aid müxtəlif yaşlı yanar şistlərin əsas texnoloji xüsusiyyətləri müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir. Nəticə etibarı ilə məlum olmuşdur ki, Maykopla müqayisədə, Eosen və Diatom şistlərinin texnoloji xüsusiyyətləri daha yaxşıdır (cədvəl 2).

Cədvəl 2

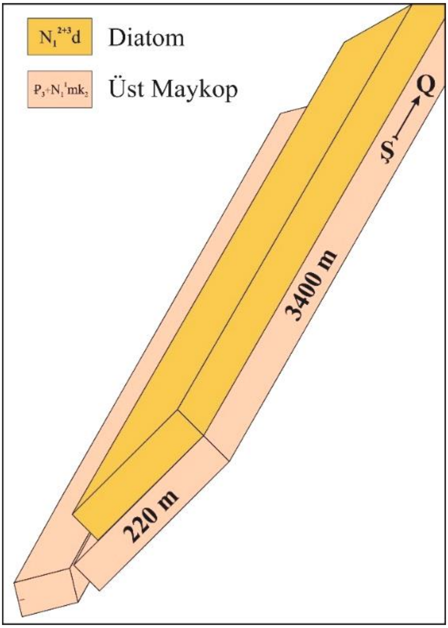
Azərbaycanın Təbaşir-Miosen yaşlı şistlərinin bəzi texnoloji göstəriciləri [8, s. 46; 9, s. 33, 35; 13, s. 15; 19, s. 34]

Sahə	Geoloji yaş	Sıxlıq, q/sm^3	Nəmlik, %	Kül, %	İstiliktörətmə qabiliyyəti, MJ/kq
Giləzi	Üst Təbaşir	2,13-2,31	5,7-7,1	74,5-79,2	5,2-5,7
Diyallı	Orta Eosen	2,0-2,12	2,9-5,1	69,42-76,85	9,8-14,1
Cəngiçay	Orta Eosen	1,94-2,26	2,4-3,9	66,94-73,8	8,2-10,6
Ağçala	Üst Maykop	1,83-2,01	4,8-5,7	76-83,2	2,82-4,36
Masazır	Konk	1,68-1,94	2,4-6,8	70,89-83,06	4,1-6,92
Kamalçay	Sarmat	1,71-1,84	2,2-3,9	67,21-78,5	4,09-9,89
Bayanata	Meotis	1,69-1,79	3,8-7,0	68,42-82,37	3,88-6,64

Yerli şistlərdə külün miqdarı (cədvəl 2 (>65%)) sementin alınmasında geniş istifadə edilən Fuşunun yanar şistləri ilə oxşarlıq göstərir. Stratiqrafik yaş baxımından təhlil etsək, Azərbaycanda Maykop yaşlı yanar şistlər daha çox kül ehtiva edirlər. Sementin və mikroelementlərin əldə olunmasından əlavə, şistdən törənən külün ən populyar tətbiq sahəsi gübrənin istehsalı ilə əlaqədardır. İlk dəfə olaraq, tərəfimizdən kimyaçı, texnoloq, botanik və aqroşünas alimlərlə birgə, təbii xammallar və tullantılar qismində, Maykopun yandırılmış yanar şisti (üzvi hissəsini xaric etmək məqsədi ilə) ilə yanaşı, vulkan palçığı, pambıq çöpünün və izafi tullantıların mineraloji və kimyəvi xüsusiyyətləri araşdırılaraq, onların müxtəlif nisbətlərindən yeni üzvi-mineral komplekslərin əldə edilməsinə nail olunmuşdur. Bir neçə illik təkrar laborator və çöl şəraitində sınaq tədqiqatları aparılmaqla, əsas tərkib hissəsi yanar şist olan təkmilləşdirilmiş həmin gübrənin pambıq bitkisinə ardıcıl üç il ərzində tətbiqi həyata keçirilmiş və hər növbəti ildə bitkinin inkişafı ilə yanaşı, yüksək məhsuldarlığın əldə olunması aşkarlanmışdır [3; 4, s. 63, 64].

Hazırkı tədqiqatda, vizual, aerokosmik, geoloji və kiçikdərinlikli qazıma və həmçinin kəsiliş məlumatlarından istifadə edərək, şistli çöküntü strukturlarında layların parametrlərini qiymətləndirməklə, məlum və yeni aşkarladığımız sahələrin proqnoz resurslarını P_1 kateqoriyasına görə hesablamışıq. Əvvəlki tədqiqatçılardan fərqli olaraq, hesablamalarımızı şistli layların dərinlik üzrə davamiyyətini standart olaraq 200 m qəbul etməklə deyil, məhz öyrənilən regionun geoloji xüsusiyyətləri diqqətə alınaraq, şistsaxlayan fasiyanın qalınlıqları ilə əlaqəli qiymətləndirmələr əsasında aparmışıq. Fərqli stratiqrafik vahidlər üzrə yanar şist saxlayan strukturlarla əlaqəli qiymətləndirmələrimizə örnək kimi, Üçtəpə və Damlamaca antiklinalları arasında müəyyənləşdirdiyimiz sinklinalın qanadı ilə əlaqəli yanar şistli sahələrin (Üçtəpə və Ağçala) qiymətləndirilmiş parametrləri (şəkil 9) əsasında proqnoz resurslarının hesablanması həyata keçirilmişdir.

Qiymətləndirmələrimizə görə, Üst Maykopun şistli fasiyasının təxminən yalnız 60%-i yanar şist saxlayır. Şistli süxurun orta sıxlığı 1920 kq/m^3 təyin olunmuşdur. Sadalanan göstəricilər daxilində Üçtəpə və Damlamaca antiklinalları arasında sinklinalın bir qanadı üçün həm səthdə və həm də 220 m dərinlikdə hesablanan proqnoz resurs 47,4 mln ton təşkil etmişdir.



Şəkil 9. Üçtəpə və Damlamaca antiklinalları arasında müəyyənləşən sinklinalın şimal qanadı ilə əlaqəli yanar şistsaxlayan qatın qiymətləndirilmiş parametrləri.

Şistlərin böyük ehtiyat baxımından diqqəti cəlb edən sahələri Xəzəryanı-Qubada qeydə alınır. Qiymətləndirmələrimizə görə, Rostovun şistli horizontunda yanar şistin payı 10%-dən bir qədər artıqdır. Neftli-qazlı rayonda, həm də Alt Maykop yaşlı yanar şistlər də müəyyənləşir ki, onların da diqqətimizi cəlb edən açılışları məhz Vəlvələçay və Qudyalçay arasındakı daha məhsuldar zolaqdan 10-15 km aşağıda (cənubda) yerləşir. Həmin zolağın Sarmat yaşlı şistləri ilə Alt Maykop yaşlı şistli açılışlar aşkarlanan Yerfi sahəsinin proqnoz resursu ümumilikdə 300 mln tondan artıqdır.

Şamaxı-Qobustanın şimal-qərbində ən önəmli struktur kimi Diyallıda şistsaxlayan fasiyadan ibarət zolağı, ayrı-ayrı tədqiqatçılar şimal-qərbdən başlayaraq 1,5, 2,5 və hətta 6 km məsafəyə qədər izləsələr də, yeni axtarışlarımız Gürcüvan-Xasıdərəarası sahələrdə də bəzi yanar şistli çıxışların olduğunu göstərir. Bu da şistli fasiyadan ibarət

zolağın ən azı təxminən 20 km cənub-qərbə doğru davam etdiyini nümayiş etdirir. Kəsilişlər və qazılan dayaz quyular üzrə məlumatlar, yanar şistlərin kəsilişlərdə ümumi payının orta hesabla 8-9% olduğunu aşkarlamışdır. Bu zonada şistli fasiyanın ümumi qalınlığı 200-250 m arasındadır. Yanar şistlərin orta sıxlığını 2300 kq/m^3 qəbul etməklə apardığımız hesablamalarımız Diyallıda təxminən 193,2 mln ton proqnoz resursun olduğunu aşkarlamışdır. Bununla belə, Qobustanın mərkəzinə doğru irəlilədikcə şistli fasiyada şistin payı artır (Cəngiçayda orta hesabla >25%, lakin ümumilikdə Şərqi Azərbaycanda 15%).

Mərkəzi Qobustanda və Qərbi Abşerona aid sahələrin Meotisə aid yanar şist saxlayan kəsilişləri üzrə apardığımız qiymətləndirmələr şistli fasiyada yanar şistin payının 20% ətrafında olduğunu göstərir. Şimali Qobustanda 250 m-ə çatan Meotis, mərkəzə doğru qalınlığını iki dəfə artırır ki, bu baxımdan burada km-lə uzanan şistli fasiyaların proqnoz resursları diqqət çəkir. Şamaxı-Qobustanın şimal-qərbində, Nabur və Cəyirli sahələri zonasında Meotisin qalınlığı heç 200 m-ə çatmır. Məhz bu zonada şistli layların qalınlıqları da <2 m-dir. Buna görə də, burada öyrənilən yanar şistli sahələrin proqnoz resursları da Mərkəzi və Şərqi Qobustanla müqayisədə xeyli azdır. Əksər kəsilişlərdə Meotislə birgə iştirak edən Konkun ən böyük proqnoz resursu sinklinallarla əlaqəlidir ki, bu nöqteyinəzərdən Böyük Siyəki-Dostubozu, həmçinin Pirəkəşkül və Qara-İslam arası sahələr xüsusi əhəmiyyətlidir.

Azərbaycanda müəyyənləşdirilən 100-dən artıq yanar şist sahəsinin yalnız 50%-nin proqnoz resursları hesablanmışdır. Bu, çox vaxt tədqiq olunan sahədə kifayət qədər açılışların izlənilə bilməməsi ilə əlaqədardır. Proqnozlarımıza görə, ehtiyatı hesabladığımız sahələrdə cəmlənən resurs 4-5 milyard ton arasındadır. Lakin gələcəkdə həyata keçiriləcək məqsədəmüvafiq tədqiqatlar ümumi ehtiyatla bağlı göstəricinin dəfələrlə çox olmasına gətirib çıxaracaqdır.

NƏTİCƏ

1. Böyük Qafqazın akkresiya prizmasına müvafiq gələn yamac əyilməsi və Ceyrankeçməz-Cənubi Xəzər meqaçökəkliyi hüdudlarında ayrılan Mərkəzi Qobustan Azərbaycanda Orta Eosen-Üst Miosen yaşlı yerüstü yanar şistlərinin ən əhəmiyyətli paylanmasına malikdir.

2. Qərbi Abşeronun və Ləngəbiz-Ələt tektonik zonasının qırılmalarla mürəkkəbləşmiş palçıq vulkanı strukturlarında aşkarlanan vərəqvari şistlərin yüksəkmiqdarlı üzvi tərkibləri alloxton karbohidrogenlər hesabına formalaşmışdır.
3. Vulkanın brekçiya sahəsində ayırdığımız mərkəzi eruptiv kanala simmetrik yerləşən və loqarifmik spiralşəkilli morfologiyadan ibarət olan "dairəvi zona" püskürmələr zamanı yanar şistli süxurların tullantıları üçün xüsusi səciyyəvilik daşıyır.
4. Geokimyəvi təsnifatda şistlə əlaqə göstərən nümunələrin zəngin gil, kvars və çölşpatı tərkibinə malik olmaları, mineraloji təsnifatda onların gilli-silisiumlu şistlərlə korrelyasiyasını şərtləndirmişdir.
5. Boz vakka-litarenit aralıqlı terrigen kvarsla bağlılıq göstərən çoxsaylı Eosen şistləri ilə müqayisədə, arkozlu tərkibi və sabit mineraloji təbiəti ilə digər qeyri-yetkin nümunələrdən fərqlənən, nisbətən yüksək kvarssaxlayan bir qrup Miosenə (Üst Maykopa) aid şistlər daha yetkin sedimentoloji səciyyə nümayiş etdirirlər.
6. Zəif-orta dərəcəli kimyəvi aşınma və illitləşmə kimi ümumi sabit mineraloji xüsusiyyət ehtiva edən yanar şistlərin təkamülü üçün həm də K-metasomatizmi ilə əlaqəli autigen proseslər qismən xarakterik olmuşdur.
7. Zəif kimyəvi aşınma və ən aşağı Rb/Sr ehtiva edən yalnız Eosenə və Diatoma aid bəzi andezitli protolitlərə malik şistlərin əmələ gəlməsində paleohövzəyə külək vasitəsilə gətirilmiş vulkan külünün rolu olmuşdur. Akkresiya prizması zonasına aid yanar şistlərin protolitləri Tufanın Yura və Vəndamın Təbaşir vulkanizmləri ilə çox yaxşı korrelyasiya olunur. Qubanın Sarmata aid zəngin şistli çöküntülərinin formalaşmasında Yan sırt meqazonasının qalxmış zonalarının rolu istisna olunmur. Vulkanik ocaqlar müəyyənləşdirilməyən Lerik-Yardımlı əyiminə olduqca yaxın ərazilərindən gətirildiyi məlum olan şistli çöküntülərin protolitləri Ərdəbil-Salavat ox zonasının toleitli maqmatik seriyaları ilə əlaqələndirilir. Yetkin passiv kənarlar ilə genetik əlaqə göstərən Üst Maykopa aid bir qrup nümunələrin protolitləri qranitli mənbələrdən gətirilmiş və təkrar intensiv qalanmaya məruz qalmış çöküntülərlə uzlaşır.
8. Maykopla müqayisədə, əsasən Eosen və həmçinin Diatoma aid

yanar şistlərin paleoiqlim genezis şəraitləri daha yüksək temperaturla assosiasiya olunur ki, bu da Kaynozoy ilə əlaqəli qlobal iqlim dəyişkənlikləri üçün müəyyənləşdirilmiş paleotemperatur trendi ilə yaxşı uzlaşır.

9. İntensiv terrigen axınlara məruz qalan Üst Maykopdan fərqli olaraq, oxşar təkamülə malik Diatom və Eosen yaşlı şistlərin üzvi maddə ilə nəzərəçarpacaq zənginliyi – dənizlə daha sıx əlaqədə olan nisbətən dərin və duzlusulu hövzənin paleobiomәhsuldarlığı ilə yanaşı, həmçinin bəzi mineralların kiçikölçülü üzvi tərkibləri geridönməz sorbsiya etmələri ilə əlaqələndirilir.
10. Ekstraksiya, NMR, İQ, EPR və petroqrafik analizlərin kompleks təhlilləri, Maykopla müqayisədə, Diatom və Eosen şistlərinə məxsus bitumlarda aromatikliyin əhəmiyyətli dərəcədə aşağı, lakin parafinli birləşmələrin yüksək olduğunu göstərir ki, bu da sonuncuların avtoxton mənşəli üzvi maddələrdən əhəmiyyətli dərəcədə bəhrələndiklərinin əlavə indikatorudur.
11. Termoqravimetrik tədqiqatlar Üst Maykopla müqayisədə, daha aşağı temperaturlarda (400 °C-yədək) üzvi tərkibinin çox hissəsini itirən Eosen və Diatom şistlərində neft məhsuldarlığının yüksək olduğunu göstərmişdir. Belə şistlərdə güclü rabitələri qırmaq, qeyri-aktiv molekulların effektiv aktivliyini artırmaq üçün yüksək aktivləşmə enerjisinə tələb yarandığı halda, daha çox aromatik birləşmələrlə və oksigenli funksional qruplarla zəngin yanar şistlərin aşağı aktivləşmə dərəcəsinə malik olması, məhz Üst Maykopa aid şistlər üçün hesablanmış aktivləşmə enerjisinin göstəricisi ilə təsbit olunmuşdur.
12. Ümumən qeyri-yetkin termal xüsusiyyət göstərən Eosen və Diatom şistləri qənaətbəxş nefttörədən, lakin Maykopa aid şistlər isə daha yüksək generasiya potensialı daşıyan və xüsusən qaztörədən ana süxur kimi özünü biruzə verir.
13. Dənizətrafı və Şamaxı-Qobustanın şimal zonalarının əsasən Orta Eosenə və həmçinin Üst Maykopa aid şistləri mineraloji və üzvi-geokimyəvi meyarlarla yanaşı, həmçinin yerləşdikləri dərinliklər və geotermik qradiyent baxımından karbohidrogenlərin generasiyası üçün müəyyən əlverişli xüsusiyyət ehtiva edirlər.

14. Şistli fasiyanın gömülmə dərinliyi, şistli layların effektiv qalınlığı, onların mineraloji və üzvi-geokimyəvi xarakteristikaları baxımından Azərbaycanda sintetik şist qazı və neftinin istismar potensialı olduqca qənaətbəxş hesab olunur. Əsasən III tip kerogen saxlayan Maykop yaşlı şistlər şist qazı, daha çox karbonatlı minerallarla və II tip kerogenlə təmin olunmuş Eosenə və Diatoma aid şistlər isə şist nefti potensialına malikdir. Fe və V kimi keçid elementlərlə zənginlik, şistlərin üzvi tərkiblərinin karbohidrogenlərə çevrilməsi prosesində katalitik təsir baxımından əlavə üstünlük kimi qiymətləndirilir.
15. Azərbaycan şistləri dünyanın 70% şist ehtiyatını ehtiva edən və orta kalorili hesab olunan şistlərindən daha üstündür ki, zəif istiliktörətmə qabiliyyətinə malik şistlərin toz halına gətirilməklə yandırılması eksperimentlərinin uğurlu nəticələri, texnoloji baxımından Azərbaycanda Eosen və Diatomdan daha böyük proqnoz resursa malik Maykop şistlərinin də istifadəsinin əlverişli olduğunu göstərir.
16. Ekstraksiya bitumlarının vizual lüminessensiyalarının tədqiqi, ilk dəfə olaraq Azərbaycan yanar şistlərinin yeni istiqamət üzrə – üzvi lüminoferlərin əldə olunması məqsədilə istifadəsinin əhəmiyyətini aşkarlamışdır.
17. İlk dəfə olaraq yanar şistlər əsasında hazırlanmış və sınaqdan keçirilmiş üzvi-mineral kompleks, yandırıldıqdan sonra Azərbaycan yanar şistlərinin üzvi gübrə kimi yüksək istifadə perspektivliyini göstərmişdir.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Abbasov, O.R. Azərbaycanda yanar şistlərə dair təsəvvürlərin təkamül dövrləri və onların mənimsənilməsinin praktiki əhəmiyyəti / O.R.Abbasov, A.N.Məmmədova // AMEA-nın Xəbərləri. Yer Elmləri seriyası, – Bakı: – 2012. №3, – s. 12-16.
2. Abbasov, O.R. Azərbaycan palçıq vulkanlarının süxur tullantılarının dərinlik-stratiqrafik xüsusiyyətləri (analitik-informasiya icmalı) / O.R. Abbasov, E.E. Baloğlanov, R.V. Axundov [və b.] // Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri, – Bakı: – 2022. №1-2, – s. 48-59.
3. Alosmanov, M.S., – Təbii faydalı qazıntılar və istehsal tullantıları əsasında kompleks gübrə alınması üsulu, İxtira i2022 0006,

Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi / Hüseynov D.A., Əliyev Ad.A., Abbasov O.R. [və b.].
4. Alosmanov, M.S. Ekoloji təmiz kənd təsərrüfatı məhsullarının alınmasında yeni üzvi-mineral komplekslərin əhəmiyyəti və onların kimyəvi, mineraloji xüsusiyyətləri / M.S.Alosmanov, Əliyev Ad.A., Məmmədov M.İ. [və b.] // AMEA Gəncə Bölməsi "Xəbərlər Məcmuəsi" "Təbiət və texnika elmləri" seriyası, – 2022. – №1 (84), – s. 58-66.
5. Əliyev, Ad.A. Yanar şistlərdə üzvi maddələrin əmələgəlmə dinamikası / Ad.A.Əliyev, A.C.İbadzadə, O.R.Abbasov [və b.] // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, – 2014. №7-8, – s. 3-7.
6. Əliyev, Ad.A., Bayramov, A.A., Abbasov, O.R. [və b.], Azərbaycanın yanar şist və təbii bitum ehtiyatları, Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası [Xəritə] / 1:1 000 000 / – Bakı: Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsi, – 2014. – s. 101.
7. Əliyev, Ad.A. Azərbaycanın qeyri-ənənəvi yanacaq-enerji resursları (yanar şist və təbii bitumlar) / Ad.A.Əliyev, O.R.Abbasov, A.C.İbadzadə [və b.] // Azərbaycan Geoloqu, Azərbaycan Neftçi Geoloqları Cəmiyyətinin bülleteni, – 2013. №17, – s. 15-29.
8. Əliyev, Ad.A. Azərbaycanda yanar şistlərin istifadə perspektivləri / Ad.A.Əliyev, O.R.Abbasov, A.C.İbadzadə [və b.] // AMEA Xəbərlər Məcmuəsi, – 2015. Cild 2, №1, – s. 43-47.
9. Аббасов, О.Р. Некоторые новые данные геохимических исследований горючих сланцев Азербайджана / О.Р.Аббасов, А.Н.Мамедова, А.Р.Гусейнов [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, – 2013. №2, – с. 32-35.
10. Аббасов, О.Р., Ибадзаде, А.Д., Хасаева [и др.]. Углеводородный потенциал глубокопогруженных отложений Гобустана (Азербайджан) (на основе горючих сланцев и нефтеносных пород, выбросов грязевых вулканов) // XIV международная конференция «Ресурсовоспро-изводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», – Кыргызстан: – 14-20 сентября, – 2015, – с. 342-343.
11. Аббасов, О.Р. Закономерности распределения и геохимия горючих сланцев Азербайджана // Минеральные ресурсы Украины,

– 2017. №2, – с. 22-30.
12. Аббасов, О.Р., Ахундов, Р.В. Оценка потенциала нефтегенерации материнских пород среднего эоцена в Восточном Азербайджана // «Технологии разработки месторождений и моделирование процессов в нефтегазодобыче». Международная научно-практическая конференция посвященной памяти академика А.Х.Мирзаджанзаде, – Уфа: – 24-27 августа, – 2023, – с. 254-255.
13. Алиев, Ад.А. Органико-геохимические исследования горючих сланцев Прикаспийско-Губинского района (Азербайджан) / Ад.А.Алиев, О.Р.Аббасов, А.Д.Ибадзаде, А.Н.Мамедова // Минеральные ресурсы Украины, – 2018, №3, – с. 13-18.
14. Алиев, Ад.А. Закономерности распределения, органическая геохимия и минералогия горючих сланцев Азербайджана / Ад.А.Алиев, О.Р.Аббасов // Горный журнал, – 2020. №8, – с. 13-17.
15. Алиев, Ад.А. Минералогия, геохимия и особенности палеовыветривания горючих сланцев палеоген-миоценовых отложений Азербайджана / Ад.А.Алиев, О.Р.Аббасов, А.М.Агаев [и др.] // SOCAR Proceedings, – 2022. №1, – с. 24-36.
16. Abbasov, O.R., Ibadzadeh A.J., Mammadova A.N. Hydrocarbon generation potential of the deeper sediments of Azerbaijan (According to the mud volcanoes data) // International Geological and Geophysical Conference “Integrated Approach for Unlocking Hydrocarbon Resources”. Baku, – 3-5 October, – 2012, – p. 48.
17. Abbasov, O.R. Akhundov, R.V. The comparative analysis of mud volcanoes of Azerbaijan and Ukraine (an example of Gobustan region and the Kerch Peninsula) // The 5th International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Fundamental and applied geological science: achievements, prospects, problems and ways of their solutions”. Baku, – 14-16 November, – 2013, – p. 16-18.
18. Abbasov, O.R. Akhundov, R.V. Petroleum potential of Paleogene and Miocene deposits in Gobustan based on oil shale products of mud volcanoes // Baku World Forum of Young Scientists. Baku, – 26-31 May, – 2014, – p. 27-28.
19. Abbasov, O.R. Oil shale of Azerbaijan: Geology, geochemistry and probable reserves // – India: International Journal of Research

Studies in Science, Engineering and Technology, – 2015. 2 (9), – p. 31-37.

20. Abbasov, O.R., Baloglanov, E.E., Akhundov, R.V. Geochemical analysis of oil shale and oil-bearing rocks of Gobustan mud volcanoes // 6th International conference of young scientists and students "Multidisciplinary approach to solving problems of geology and geophysics". Baku, – 12-15 October, – 2015, – p. 118-119.
21. Abbasov, O.R., Baloglanov, E.E., Akhundov, R.V. Huseynov, A.R. Organic compounds in ejected rocks of mud volcanoes as geological and geochemical indicators: a study from Shamakhi-Gobustan region (Azerbaijan) // International multidisciplinary forum "Academic Science Week -2015" dedicated to the 70th anniversary of ANAS. Baku, – 02-04 November, – 2015, – p. 3-4.
22. Abbasov, O.R. Geological and geochemical properties of oil shale in Azerbaijan and petroleum potential of deep-seated Eocene-Miocene deposits // European Journal of Natural History, – 2016. 2, – p. 31-40.
23. Abbasov, O.R. Genesis and organic geochemistry of oil shale in Eastern Azerbaijan // Ideas and Innovations in Geosciences, Proceedings of the VII Youth Scientific Conference. Kyiv, Ukraine, – 25-27 October, – 2017, – p. 32-33.
24. Abbasov, Orhan, Aliyev, Adil. Mineralogy, major and trace element geochemistry of oil shale (Middle Eocene), Shamakhi Gobustan and Absheron regions, South Caspian Basin, Azerbaijan: implications for provenance, palaeoenvironment and tectonic setting // 21st EGU General Assembly. Vienna, Austria, – 7-12 April, – 2019, – p. 1.
25. Abbasov, O.R. Eocene-Miocene oil shales in Azerbaijan: Stratigraphic controls on formation, distribution and hydrocarbon generation // Stratigraphy and sedimentology of oil-gas basins, – 2022. 1, – p. 39-55.
26. Aliyev, Ad.A., Abbasov, O.R. Organic geochemical characterristics of oil shale in Azerbaijan // The 36th National and the 3rd International Geosciences Congress. Tehran, Iran, – 25-27 February, – 2018, – p. 310.
27. Aliyev, Ad.A. Genesis and organic geochemical characteristics of oil shale in Eastern Azerbaijan / Ad.A.Aliyev, O.R.Abbasov,

A.J.Ibadzade [et al.] // SOCAR Proceedings, – 2018. 3, – p. 4-15.
28. Aliyev, Adil A. Nature of the provenance and tectonic setting of oil shale (Middle Eocene) in the Greater Caucasus southeastern plunge / Adil A.Aliyev, Orhan R.Abbasov // Geodynamics, – 2019. 1 (26), – p. 43-59.
29. Aliyev, A. Mineralogy and geochemistry of oil shale in Azerbaijan: classification, palaeoweathering and maturity features / A.Aliyev, O.Abbasov, A.Agayev // Visnyk of V.N.Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology", – 2019. 50, – p. 11-26.
30. Aliyev, A.A. Mineralogical and geochemical proxies for the Middle Eocene oil shales from the foothills of the Greater Caucasus, Azerbaijan: Implications for depositional environments and paleoclimate / A.A.Aliyev, O.R.Abbasov // Mineralia Slovaca, – 2019. 51 (2), – p. 157-174.
31. Imbert, P., Odonne, F., Dupuis, M., Abbasov, O. What mud volcanoes tell us about hydrocarbon seepage: case studies from onshore Azerbaijan // AAPG Hedberg Conference "Hydrocarbon Microseepage: Recent Advances, New Applications, and Remaining Challenges". Houston, Texas, United States, – 18-20 June, – 2019, – p.1.
32. Nabiyev, F.E. Abbasov, O.R. Geochemical study of ejected rocks (oil shale and oil-bearing rocks) of mud volcanoes in Shamakhi-Gobustan region (Azerbaijan) as indicators of hydrocarbon generation and accumulation // 20th EGU General Assembly. Vienna, Austria, – 8-13 April, – 2018, – p. 1.
33. Odonne, F. Mud volcano growth by radial expansion: Examples from onshore Azerbaijan / Francis Odonne, Patrice Imbert, Matthieu Dupuis [et al.] // Marine and Petroleum Geology, – 2020. 112, – p. 1-22.

Dissertasiyanın müdafiəsi ____ _____________ 2023-cü il tarixində saat ______ Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1143, Bakı ş., H.Cavid pr., 119
Tel.: (+99412) 5100141
Faks: (+99412) 5372285
E-mail: gia@gia.science.az

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

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat ____ ______________ 2023-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 24.11.2023

Kağızın formatı: 60x84 1/16

Həcm: 77312

Tiraj: 100 nüsxə