

AZƏRBAYCAN PALÇIQ VULKANLARININ SÜXUR TULLANTILARININ DƏRİNLİK - STRATİQRAFİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ (ANALİTİK-İNFÖRMASİYA İCMALI)

O.R. Abbasov, E.E. Baloglanov, R.V. Axundov, A.Ə. Nağızadə, A.N. Məmmədova, A.E. Bayramova
AMEA, Geologiya və Geofizika İnstitutu

Xülasə

Məqalədə, Azərbaycan palçıq vulkanlarının inkişaf tapdığı sahələrin geoloji, dərinlik-stratigrafik, tektonik səciyyələri ilə bərabər, onların daxili quruluşları (xüsusən palçıq kameraları), püskürmələri haqqında seysmik stansiyaların qeydləri, həmçinin süxur tullantılarının vizual və geokimyəvi xarakteristikaları araşdırılır. Kompleks məlumatlar əsasında vulkan köklərinin maksimal dərinliyinin Təbaşir və Eosen yaşlı çöküntülər yerləşən intervallarla əlaqədar olması əsaslandırılır. Şıxəzərinin Üst Maykop yaşlı kəsilişindən götürülən yanar şistdən reper kimi istifadə etməklə, vulkan tullantılarının zəngin üzvi maddə saxlayan (>8%), lakin geoloji yaşları mübahisə doğuran şistli süxurlarının üzvi-geokimyəvi göstəriciləri, tərkiblərində adsorbsiya sularının miqdarca paylanması və paleohövzə əmələgəlmə şəraitləri müqayisəli şəkildə öyrənilmiş, nəticə etibarilə onların Üst Maykopa və Orta Eosenə bağlılıqları ilə əlaqədar geoloji qanunauyğunluq müəyyənləşdirilir.

Giriş

Palçıq vulkanları, çöküntülərin müəyyən geodinamik şəraitdə sıxılmaya məruz qaldığı ərazilərdə qeyd olunur. Onların püskürmə fəaliyyəti nəticəsində əsasən gil süxurlarından təşkil olunmuş palçıq (brekçiya) ilə yanaşı, müxtəlif ölçülü çökmə süxur parçaları da yer səthinə atılır.

Azərbaycanın palçıq vulkanları tullantılarının stratigrafik-dərinliklərinin Maykop, Eosen və Təbaşir yaşlı çöküntülər ilə əlaqəli olması haqqında fikirlər təzad yaradır. Doğrudur, tədqiqatçılar Maykopun rolunu istisna etmirlər. Lakin püskürmə məhsulları arasında Eosen və xüsusən Təbaşir yaşlı çöküntülərin rast gəlinməsi məsələsi bir qədər mübahisə yaradır. Ona görə də hazırkı tədqiqat işinin məqsədi kompleks geoloji və geokimyəvi məlumatların (palçıq vulkanlarının inkişaf tapdığı sahələrin geoloji, dərinlik-stratigrafik xüsusiyyətləri, daxili quruluşları, püskürmələri haqqında seysmik stansiyaların qeydləri, həmçinin süxur tullantılarının vizual-oxşar və geokimyəvi göstəriciləri) integrativ təhlilləri əsasında palçıq vulkanı köklərinin maksimal dərinliyi haqqında daha dəqiq fikirlər formalaşdırmaqdır. Bununla bərabər, ərazinin geoloji quruluşundan, həmçinin palçıq kameralarının dərinlik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq vulkanların ölçüləri ilə yanaşı, morfoloji, o cümlədən yaylavari və konusvari tiplərinin formalaşmasını şərtləndirən amilləri öyrənmək də araşdırmalarda nəzərdə tutulur.

Palçıq vulkanlarının inkişaf xüsusiyyətləri və fəaliyyəti haqqında ümumi məlumatlar

Qlobal miqyasda Alp-Himalay, Sakit okean və Mərkəzi Asiya qırıqlıqlı qurşaqlarında, o cümlədən dünyanın 42 ölkəsində qeydə alınan 2500-dən artıq palçıq vulkanının tədqiqat nəticələri göstərir ki, onların inkişafı üçün bəzi istisnaları nəzərə almasaq, əsasən paleogen-miosen çökəkliklərinə xas olan geodinamik və eləcə də müəyyən termodinamik şəraitin mövcudluğu əsas şərtlərdəndir [1, 12]. İndiyədək, palçıq vulkanlarının əmələgəlmə mexanizmi ilə əlaqədar müəyyən müasir elmi fikirlər [1, 9, 10, 12] formalaşdırılmışdır ki, onların əksəriyyəti demək olar ki, üst-üstə düşür.

Vulkanların yer səthinə və atmosfərə xaric etdiyi karbohidrogenli məhsullar, əsasən, ilkin tərkibləri sudan və üzvi maddələrdən ibarət çöküntülərin üzvi süxurlara çevrilməsi və dərin stratigrafik intervallarda termal yetkinliyə uğramasının nəticəsidir. Belə proseslərlə bağlı əmələ gələn qazlar vulkanın gündəlik (qrifon və salza) fəaliyyəti nəticəsində yüksək təzyiqli zonalardan nisbətən yuxarıya doğru flüid-palçıq qarışığı ilə bərabər miqrasiya edirlər [1, 12, 20, 27, 28]. Azərbaycan vulkanlarının gündəlik və püskürmə fəaliyyəti dövründə yer səthinə çıxan qazların ~ 90 %-dən çoxu metandan ibarətdir. CO₂, N₂ və digər tərkibli qazların payı, ümumilikdə təxminən 10 % təşkil edir [12]. Azərbaycanın və Saxalinin vulkanlarının qaz tərkiblərinə görə müqayisəli

təhlilləri [6], onların genezisinin və müxtəliflik baxımından konsentrasiyalarının fərqliliyinin bir çox amillərdən, o cümlədən regionun geoloji xüsusiyyətlərindən asılı olduğunu göstərmişdir. Ölkəmizlə müqayisədə, Saxalinin palçıq vulkanlarında metanın deyil, karbon qazının üstünlüyü qeydə alınmışdır. İzotop tədqiqatların nəticələrinə əsasən, hər iki regionun metan qazları üçün termogen mənşəli xüsusiyyəti başlıca meyar hesab etmək olar. Lakin istisna kimi Saxalinin vulkanlarında aşkarlanan metanın əmələ gəlməsi üçün abiogen və bakterial əmələgəlmə səciyyəvi xarakter daşıyır. Azərbaycan vulkanlarında da metanın əmələ gəlməsi üçün bakterial fəaliyyətin cüzi rolu bir sıra tədqiqatlarda [18, 21] qeyd olunur. Ümumilikdə, ölkə ərazisi üçün karbohidrogen qazəmələgətirən üzvi maddəli süxurların yetkinlik intervalları 10-16 km, akkumulyasiya dərinlikləri isə 7 km-dək qiymətləndirilir [21, 22]. CO₂ tərkibinə gəldikdə, Azərbaycanla bağlı tədqiqat nəticələri göstərir ki, karbon qazının mənşəyi qarışıq xüsusiyyətə malikdir. Belə ki, karbonatların termal parçalanması, karbohidrogenli birləşmələrin bioloji deqradasiyası (oksigenli mühitdə bakteriyaların hüceyrədə mövcud olan qida maddələrini oksidləşdirməsi nəticəsində CO₂ ilə yanaşı, H₂O və üzvi mənşəli ATF-nin əmələ gəlməsi), kerogenin dekarboksilləşməsi və mantiyanın deqazasiyası kimi fərqli proseslər bu növ qazların əmələ gəlməsində əsas rol oynayır. Cənubi-Saxalin palçıq vulkanında qeydə alınan karbon qazı isə mantiya ilə əlaqələndirilir [6].

Azərbaycan palçıq vulkanlarının fəaliyyəti nəticəsində yer səthinə neft flüidlərinin gətirilməsi də mümkündür. Onlar vulkan yerləşən ərazinin Paleogen-Miosen çöküntülərindən generasiya edilən lay neftlərinin analoqları hesab olunurlar. Qır sahələri formalaşdıran neftli vulkan çıxışları (məsələn, İyimiş, Çarani, Donquzduq, Qədridərə və s.) olduqca kiçik ölçülərə malik olurlar.

Azərbaycan vulkanlarının səthə gətirdikləri flüidlər ilə əlaqədar aparılan son tədqiqatlar [18] göstərir ki, dəniz akvatoriyasında və sahilə yerləşən vulkanların suları üçün Na-Cl (HCO₃) tərkibi daha xarakterikdir. Belə ki, ada və sahilyanı vulkanların sularının formalaşmasında qarışıq mənbələrin, o cümlədən Xəzərin evaporit dəniz suyu ilə bərabər, həm də 2-3 km dərinlikdə (32 ± 3°C və 42 ± 5°C temperatura malik intervallarda) yerləşən Pliosen çöküntülərinin az və yüksək duzlu sularının rolu olmuşdur. Ümumilikdə, palçıq vulkanlarının suları Na⁺, Cl⁻,

HCO₃⁻, B₃⁻, Br⁻, NH₄⁻-lə, həll olunmuş üzvi maddələrlə, həmçinin As, Ba, Cu, Fe, Li, Sr və s. səpələnmiş elementlərlə zəngindir [18, 19].

Vulkan kanalının kəsdiyi bütün horizontlarla asosiasiya təşkil edən palçıq, diagenetik proseslərin təsirindən qismən dəyişkənliyə məruz qalır. Bunlara smektitin illitləşməsi (120-150 °C), çölşpatının kaolinit və smektitə çevrilməsi, sulfid minerallarının aşınması, dəmir oksid və hidroksidinin əmələ gəlməsi, həmçinin üzvi maddələrin və metanın aşağı temperaturu (< 40°C) mühitlərdə (səthə yaxın) oksidləşməsi aiddir [18].

Flüid-palçıq qarışığı yeraltı və yerüstü suların, eləcə də dərin və səth çöküntülərinin kimyasına, o cümlədən geokoloji cəhətdən mürəkkəb landşaftların formalaşmasına təsir göstərir [18, 19]. Vulkanların gündəlik fəaliyyəti dövründə maye və qaz fazalı komponentlər əksəriyyəti gil minerallardan təşkil olunmuş brekçiyadan ayrılırlar. Vulkanın qrifon-salza fəaliyyəti nəticəsində yer səthinə çıxardığı brekçiya onun morfoloji strukturunu formalaşdırır [25].

Palçıq vulkanlarının digər fəaliyyəti, yəni püskürməsi nəticəsində də onun səth strukturu formalaşır. Ümumilikdə, müxtəlif səth xüsusiyyətlərinə malik palçıq vulkanlarının morfologiyası ilə bağlı son tədqiqatların nəticələri [23, 24] müəyyən qanunauyğunluq çərçivəsində baş verən proseslərin izahı baxımından olduqca maraqlıdır. Püskürmələrdən sonra və püskürmələrarası beşillik dövr ərzində həyata keçirilən çöl-tədqiqat müşahidələri ilə yanaşı, peyk təsvirlərinin istifadəsi və mikro-gravimetrik ölçmə işlərinin nəticələri iki cür morfoloji xüsusiyyət (yaylavari və konusvari) əks etdirən vulkan səthlərinin aktivliklərinin bəzi qanunauyğunluqlara tabe olduqlarını göstərmişdir. Belə ki, modelləşdirmələrdən alınan nəticələr, yaylavari (səthi yastı) və konusvari vulkanların palçıq kameralarının konturlarının, ölçülərinin və yerləşmə dərinliklərinin fərqli olduğunu nümayiş etdirmişdir. Vulkan kanalından xaric olunan böyük həcmli palçıq kütləsi hesabına əmələ gələn forma (palçıq kamerası), onun yer səthindəki brekçiyadan ibarət qurğusunun formasına konsentrikdir. Başqa cür desək, konusvari vulkanın kamerasının konturları onun kaldera bəndinin hüdudlarına təxminən uyğundur. Lakin səthi yastı vulkanın kamerasının konturları isə brekçiya axınlarının formalaşdırdığı yaylanın sərhədlərinə müvafiqdir. Sözügedən kameralar 100-

500 m-lik qalınlığa malik olurlar. Onların daxilindəki palçıq kütləsi ətraf süxurlardan (kamera ilə eyni dərinlikdə yerləşən layların süxurlarından) 500 kq/m^3 fərqlənən sıxlıqla xarakterizə olunurlar. Yaylavari morfologiyaya malik vulkanların kameraları ölçülərinə görə konusvari vulkanların kameralarından daha iridir. Qravimetrik tədqiqatlar göstərir ki, yaylavari vulkanlara məxsus kameraların palçıq kütləsi daha az sıxlığa malik olur. Püskürmələrarası və paroksizm (püskürmə) dövründə formalaşan vulkanların ümumi səth strukturları, eləcə də onların inkişafı palçıq kameralarının dərinlikləri haqqında fikir formalaşdırmağa imkan verir. Belə ki, yaylavari vulkanların palçıq kameraları metrərlə, lakin konusvari vulkanların kameraları isə bir və yaxud daha çox yüz metrərlə ölçülən dərinliklərdən aşağıda yerləşir. Yastı formalı palçıq vulkanlarının səthi müntəzəm olaraq daha az sıxlıqlı palçıqla örtüldüyündən, onlar nisbətən yüksək sıxlığa malik konusvari vulkanların palçığı kimi təbəqələşmə və hündürlük baxımından inkişaf etmə xüsusiyyətinə malik olurlar. Konusvari vulkanlara nəzərən zəif püskürmələr ehtiva edən, lakin daha aktiv gündəlik fəaliyyəti olan yastı palçıq vulkanlarının həcm artımı daim təzə palçıqla qidalanma hesabına baş verir ki, bu da onların periferiyalarında tektonik prizmaların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Konusvari palçıq vulkanlarının səthləri isə fasilələrlə, yəni püskürmələr hesabına qidalandığından, onların aktiv və sakit dövrləri qeydə alınır. Ümumiləşdirsək, püskürmə mərkəzindən radial genişlənmə, kənarlarda isə sıxılma qüvvələrinin dominantlığı yaylavari palçıq vulkan sahələrinin inkişafı üçün səciyyəvi qanunauyğunluqdur. Bunun əksinə olaraq, konusvari palçıq vulkanlarının inkişafı isə kaldera bəndinə doğru hərəkət edən axınların əmələ gətirdiyi brekçiyə yığılı ilə əlaqədardır. Həmin yığımlar nəticəsində kalderaətrafı sahələrin halqavari formada deformasiyaya uğraması baş verir. İzafe dərəcədə palçıq yığılı, bəzən kalderanın kənarlarının müəyyən hissəsinin, əsasən tektonik qırılma-
ların istiqamətinə uyğun sahəsinin dislokasiyaya məruz qalmasına və cinah dərələri boyu palçığın axmasına gətirib çıxarır [24].

Diqqəti cəlb edən digər məsələ, məhz konusvari və yaylavari vulkanların cavan və yaxud nisbətən qədim (Miosen-Eosen) çöküntülərin qeydə alındığı ərazilərdə yerləşməsi ilə əlaqədar olmasıdır. Belə ki, püskürmə mərkəzləri daha cavan Pliosen və Dördüncü dövr çöküntüləri intişar edən ərazilərdə

qeydə alınan Azərbaycan vulkanları daha çox konusvari morfologiyaya malik olmaqla yanaşı, həm də ölçülərinə görə iri olurlar.

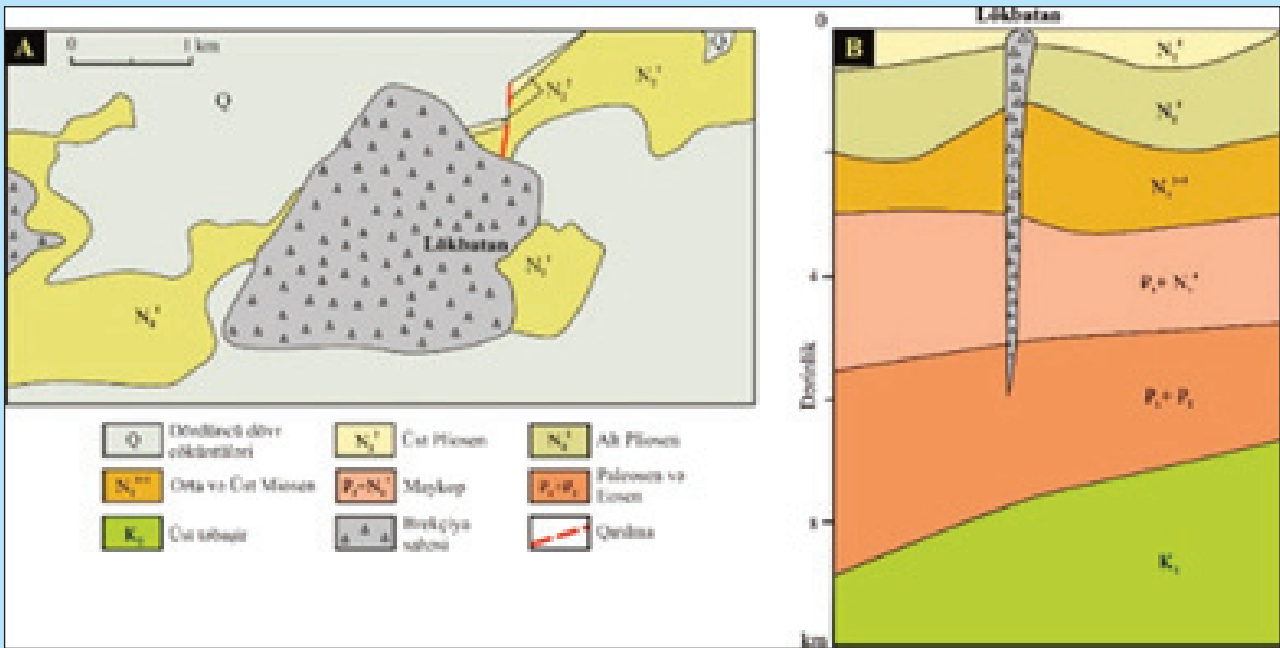
Azərbaycanda palçıq vulkanlarının tullantı məhsullarının dərinlik-stratiqrafik xüsusiyyətləri

Yuxarıda vurğulandığı kimi, Azərbaycan palçıq vulkanlarının köklərinin stratiqrafik dərinliyi uzun müddət mübahisə mövzusu olmuşdur. Bəzi tədqiqat işlərində vulkanların köklərinin istinasız olaraq Mezozoya qədər davam etməsi qeyd olunur [7, 9, 10, 11, 26, 30]. Lakin yuxarıda vurğulandığı kimi, əksər müasir tədqiqatlarda [9, 10] palçıq vulkanlarının köklərinin maksimal stratiqrafik dərinliyi yalnız Maykop çöküntülərinin yerləşdiyi intervallarla məhdudlaşdırılır. Ad.A.Əliyev və b. tədqiqatlarına görə [4, 8, 12], Şimali Qobustan alloxtonu adlandırılan örtükdə (Basqal) yerləşən vulkanlar (Dəmirçi, Qızmeşdən və s.) istisna təşkil etməklə, qalan digər Azərbaycan vulkanlarının tullantı məhsulları üçün Təbəşir çöküntüləri xarakterik deyildir. Ümumilikdə, Azərbaycan palçıq vulkanlarının köklərinin: 5-10 km [5], 7-10 km [7] və 5-15 km (qazlarla bərabər süxur tullantıları üçün [21]) aralıqlarında yerləşdikləri qeyd olunur.

Hazırkı tədqiqat işinin əsas məqsədlərindən biri də məhz Azərbaycanın palçıq vulkanı tullantılarının dərinlik-stratiqrafik xüsusiyyətləri ilə bağlı olduğundan, bu məsələ, fərqli geoloji quruluşa malik neftli-qazlı rayonlarda – Abşeron və Şamaxı-Qobustanda yerləşən və müxtəlif morfoloji tiplərlə əlaqədar olan Lökbatan (konusvari), Torağay (konusvari) və Şıx-zərlinin (yaylavari) son illərdə qeydə alınan paroksizmləri təmsalında nəzərdən keçirilir. İlk öncə, adıçəkilən aktiv vulkanların yerləşdikləri ərazilərin geoloji quruluşları ilə yanaşı, dərinlik-stratiqrafik xüsusiyyətlərinə diqqət yetirək.

Lökbatan vulkanı. Abşeron neftli-qazlı rayonunun konusvari vulkanları kimi Lökbatanın inkişaf etdiyi ərazinin geoloji quruluşunda Dördüncü dövrə və Pliosenə aid cavan çöküntülər qeydə alınır (**şəkil 1A**). Vulkan kanalının kəsdiyi sahənin 10 km-dək daxili quruluşunu, Pliosen çöküntülərilə bərabər, Miosenin, Paleogenin və Üst Təbəşirin qalın qatları təşkil edir (**şəkil 1B**). AMEA nəzdində Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin “Zəlzələlərin Tədqiqatı Bürosu”nün məlumatına əsasən, bu vulkanın 2017-ci ildə qeydə alınan son püskürməsi 4 km dərinlikdə baş vermişdir.

Torağay vulkanı. Şamaxı-Qobustanın cənubi-

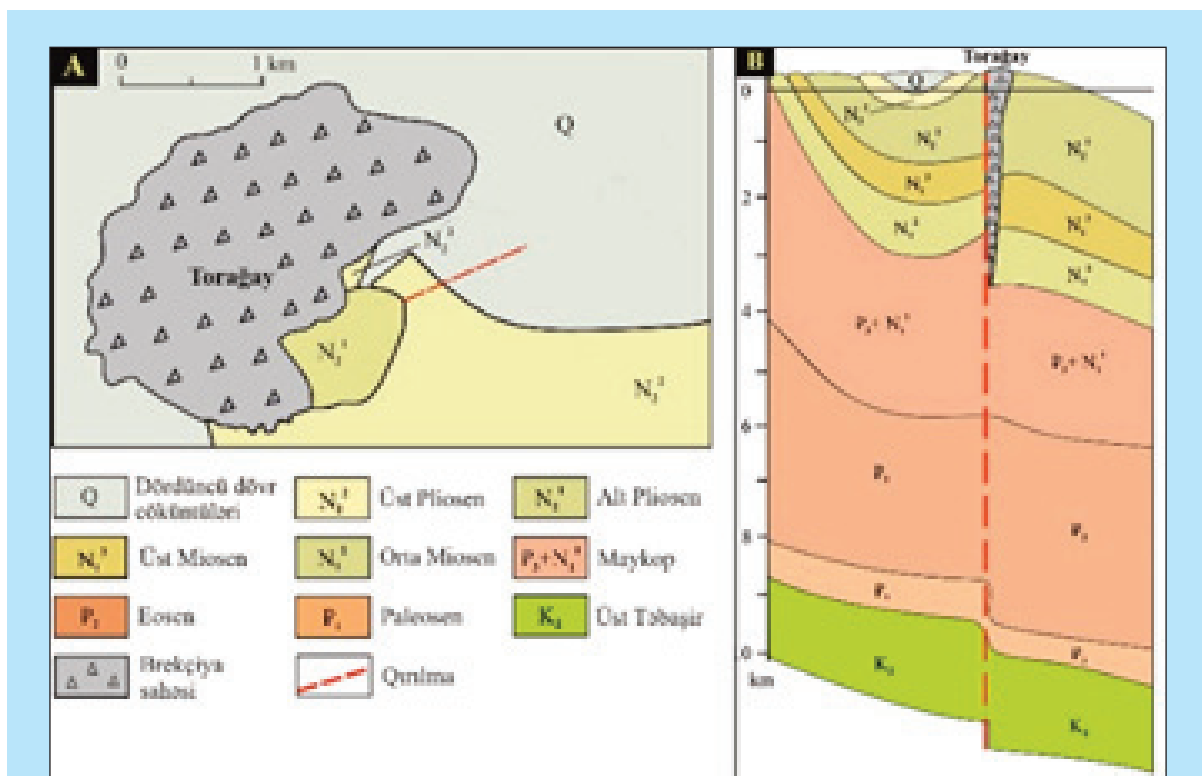


Şəkil 1. Lökbatan palçıq vulkanı sahəsinin geoloji (A) [12] və daxili (B) quruluşu (müəyyən əlavələrlə) [26]

şərqində yerləşən iri konusvari vulkanlardan olan Torağay vulkanının geoloji quruluşunun çox hissəsini cavan Dördüncü dövr çöküntüləri təşkil etsə də, cənub və cənub-qərbdə Pliosen yaşlı süxurların yayılması müşahidə olunur (*şəkil 2A*). Geoloji və daxili (*şəkil 2B*) quruluşu, habelə stratiqrafik

çöküntü komplekslərinin iştirakına görə Lökbatan vulkanından fərqlənir. Torağayın 2018-ci ildə iki püskürməsi qeydə alınmışdır [17]. Həmin ildə baş vermiş sonuncu püskürmə 4 km dərinliklə əlaqələndirilmişdir.

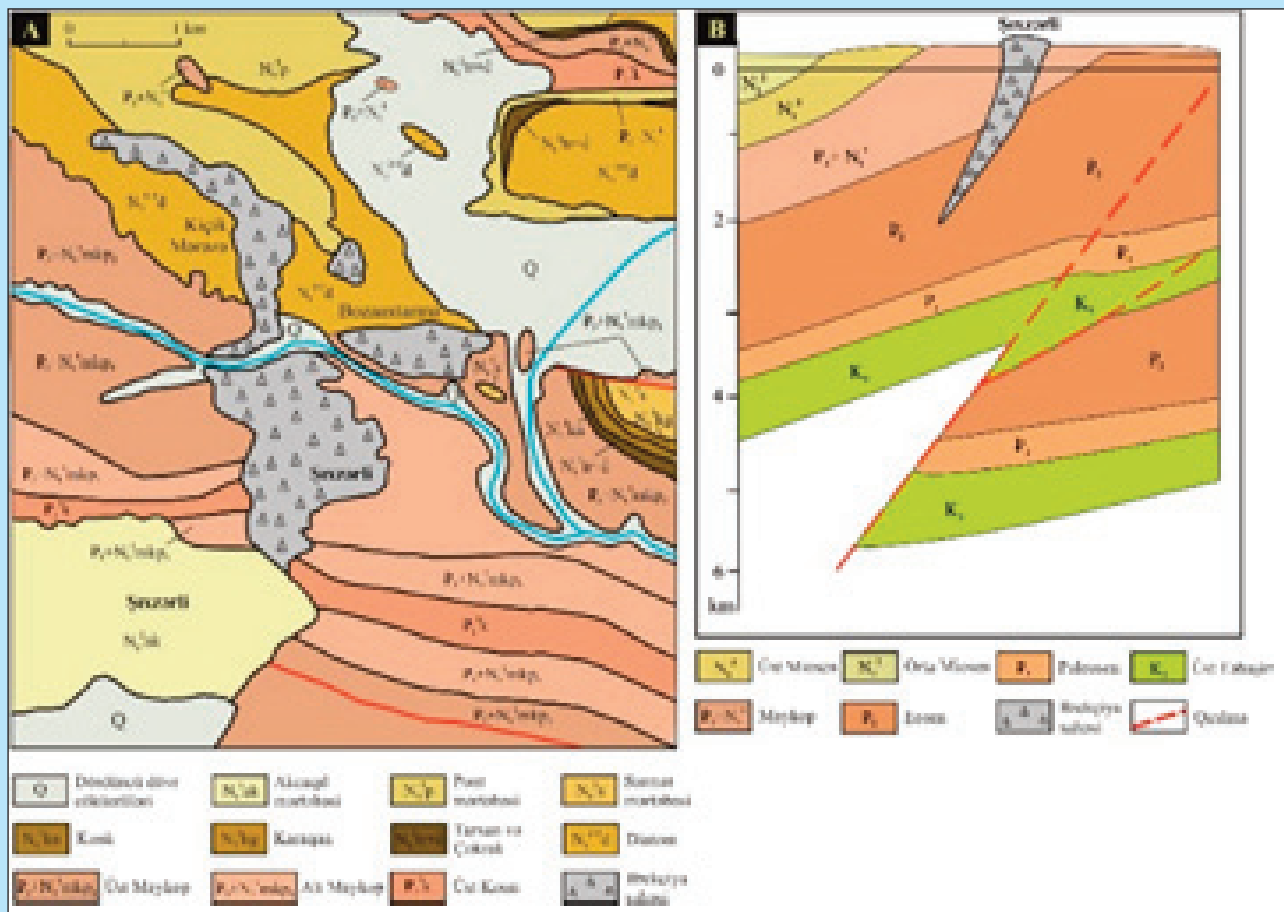
Şıxzarlı vulkanı. Şamaxı-Qobustan rayonun



Şəkil 2. Torağay palçıq vulkanı sahəsinin geoloji xəritəsi (A) və profili (B) [12]

mərkəzi hissəsində, Paleogen-Miosen çöküntülərinin yayıldığı ərazilərdə rast gəlinən yaylavari vulkanlardan biridir. Torağay və Lökbatan vulkanlarından daha kiçik ölçülərə malikdir. Palçıq vulkanının yerləşdiyi qırıqığın geoloji quruluşunda (*şəkil 3A*) Üst Maykop və Orta Eosen yaşlı çöküntülərin qalın qatları qeydə alınır (*şəkil 3B*). Digər iki vulkana nəzərən Şıxzərliyin daha kiçik ölçülərə və yaylavari morfologiyaya malik olması, onun geoloji quruluşunda nisbətən qədim çöküntülərin qeydə alınması

Maykopun rolu təsdiqlənir ki, bu məsələ tədqiqatçılar tərəfindən birmənalı şəkildə qəbul edilir. Lakin Mərkəzi Qobustanda yerləşən Şıxzərli palçıq vulkanı ərazisinin geoloji quruluşu (*şəkil 3A*), kəsilişində iştirak edən stratigrafik vahidlərin yerləşmə intervalları (*şəkil 3B*) və son püskürməsinin dərinliyi ilə bağlı seysmik stansiyanın məlumatını nəzərə alsaq, onda həmin vulkanın paroksizmləri üçün böyük qalınlığa malik Orta Eosen qatının rolu şübhə doğurmur. Digər tərəfdən, Şıxzərli vulkanının püs-



[12] və daxilindəki palçıq kamerasının səthə yaxın dərinlikdə yerləşməsi [24] ilə əlaqələndirilə bilər. Vulkanın 2021-ci ildə baş vermiş sonuncu 3 fazalı püskürməsi 2 km dərinliklə bağlı olmuşdur [4, 17].

Torağay və Lökbatanın aid olduqları ərazilərin geoloji quruluşlarını (*şəkil 1A və şəkil 2A*), kəsilişlərində iştirak edən çöküntülərin dərinlik intervalllarını (*şəkil 1B və şəkil 2B*) və eləcə də seysmik stansiyalar tərəfindən son paroksizmlərlə əlaqədar brekçiya kütləsinin gətirilmə dərinliklərini nəzərə alsaq, onda sözügedən vulkanların püskürmələrində

kürmə mərkəzinin yerləşdiyi sahədə qeydə alınan Maykop çöküntülərinin dərinliyi (dabanı) demək olar ki, 1 km-dən aşağı davam etmir (*şəkil 3B*). Bu fakt özlüyündə, sözügedən vulkanın 1 km-dən dərin intervallarla əlaqəli istənilən püskürməsinin, Maykopla bərabər, həm də Orta Eosen çöküntülərinə aid tullantıları yer səthinə xaric edə bilməsini ehtimal etməyə əsas verir.

Ümumilikdə, Azərbaycanda Eosen-Miosen çöküntüləri yayılmış sahələrdə, o cümlədən Mərkəzi Qobustanda qeydə alınan püskürmələr üçün Orta

Eosenə müvafiq gələn intervallar dərinlik nöqteyi-nəzərindən xarakterik hesab olunmalıdır. Morfoloji nöqteyi-nəzərdən yanaşdıqda, dayaz dərinlikli palçıq kameraları ilə bağlı olaraq, həmin sahələr üçün daha çox yastıvari vulkan təzahürlərinin səciyyəvi olmasını düşünmək olar. Bütövlükdə, vulkanik ərazilərin geoloji və dərinlik-stratigrafik xüsusiyyətlərini, həmçinin ölkədə qeydə alınan paroksizmlərə dair seysmik stansiyaların qeydlərini diqqətə alsaq, onda Azərbaycan palçıq vulkanlarının köklərinin Təbaşir yaşlı çöküntülərlə bağlılığı məsələsi hələ də açıq qalır. Digər tərəfdən, müasir tədqiqatlar ərazinin stratigrafik çöküntü kompleksləri ilə bağlı dərinlik xüsusiyyətlərindən və palçıq kameralarının yerləşmə intervallarından asılı olaraq, baş vermiş püskürmə üçün maksimal dərinlik baxımından kimi əsasən 2-6 km aralıqlarını assosiativ hesab etməyə imkan verir.

Neftli-qazlı rayonlar üzrə yalnız Şamaxı-Qobustanın şimal hissəsində – Təbaşir yaşlı çöküntülərdən təşkil olunmuş Basqal örtüyünün üzərində qeydə alınan palçıq vulkanlarının püskürmə məhsullarında Üst Təbaşirə aid tullantıları istisna etsək, digər ərazilərdə Mezozoya aid vulkan tullantılarının qeydə alınması şübhəli sayılır. Ümumilikdə, qeyd olunan-

üzvi-geokimyəvi xüsusiyyətləri

Tədqiqat obyektləri. Yuxarıda adları çəkilən 3 vulkan (Lökbatan, Torağay və Şıxzerli) sahəsindən və eləcə də Şıxzerli vulkanından 1,4 km cənub-şərqdə yerləşən kəsilişdən şist nümunələri götürülmüşdür (*şəkil 5, cədvəl 1*).

Palçıq vulkanlarının tullantılarında aşkarlanan yanar şistli süxurlarda rast gəlinən fauna qalıqlarının səthi pozulduğundan, cins və növ baxımından təyinatı çox vaxt mümkün olmur. Bununla yanaşı, yerüstü yanar şist çıxışlarının qeydə alındığı ərazilərin geoloji quruluşu və bəzi mikropaleontoloji tədqiqatların nəticələri onların əsasən iki stratigrafik vahidlə – Eosen və Miosenlə əlaqəli olduğunu göstərir. Buna görə də yuxarıda adları çəkilən palçıq vulkanlarından götürülən nümunələrin stratigrafik yaşlarını dəqiqləşdirilmək üçün hazırkı tədqiqatda, Üst Maykopa aid edilən Şıxzerli kəsilişinə (Şıxzerli vulkanının kanalının kəsdiyi laya (*şəkil 5*)) aid yanar şist nümunəsi müqayisə məqsədilə reper kimi istifadə edilmişdir.

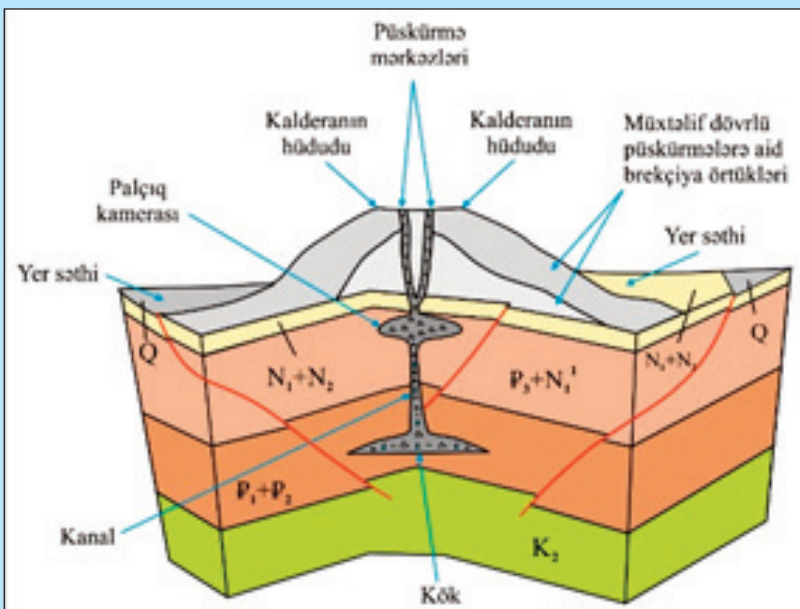
Nümunələr və onların vizual xarakteristikaları.

Təhlillər göstərir ki, eyni vulkana aid nümunələr, habelə L1 və L2 (Lökbatan), T1 və T2 (Torağay), Ş1 və Ş2 (Şıxzerli) biri-birindən sərtlik və rəng baxımından fərqlənirlər (*cədvəl 1*). Digər tərəfdən, T1, L1 və Ş1 nümunələri həm rəng və həm də bərklik xüsusiyyətlərinə görə oxşardırlar. Bu da onların eyni stratigrafik vahidlərlə əlaqəli ola bilməsi ehtimalını yaradır. Şıxzerlinin Maykop yaşlı kəsilişinin yanar şistinin (Ş3) üzəri yarozi qaysağı ilə örtülmüşdür (*cədvəl 1*).

Analizlər. Xırdalanmış nümunələr quruducu şafda 100°C temperatura məruz qoyulmaqla, adsorbsiya sularından azad edilmişdir.

Üzvi maddələrin kəmiyyət göstəriciləri. Ümumiyyətlə, tipik ana süxurlara, gillər və ya əhəngdaşları misal ola bilər. Onlar orta hesabla, 0,5-1 % üzvi karbon ehtiva edirlər.

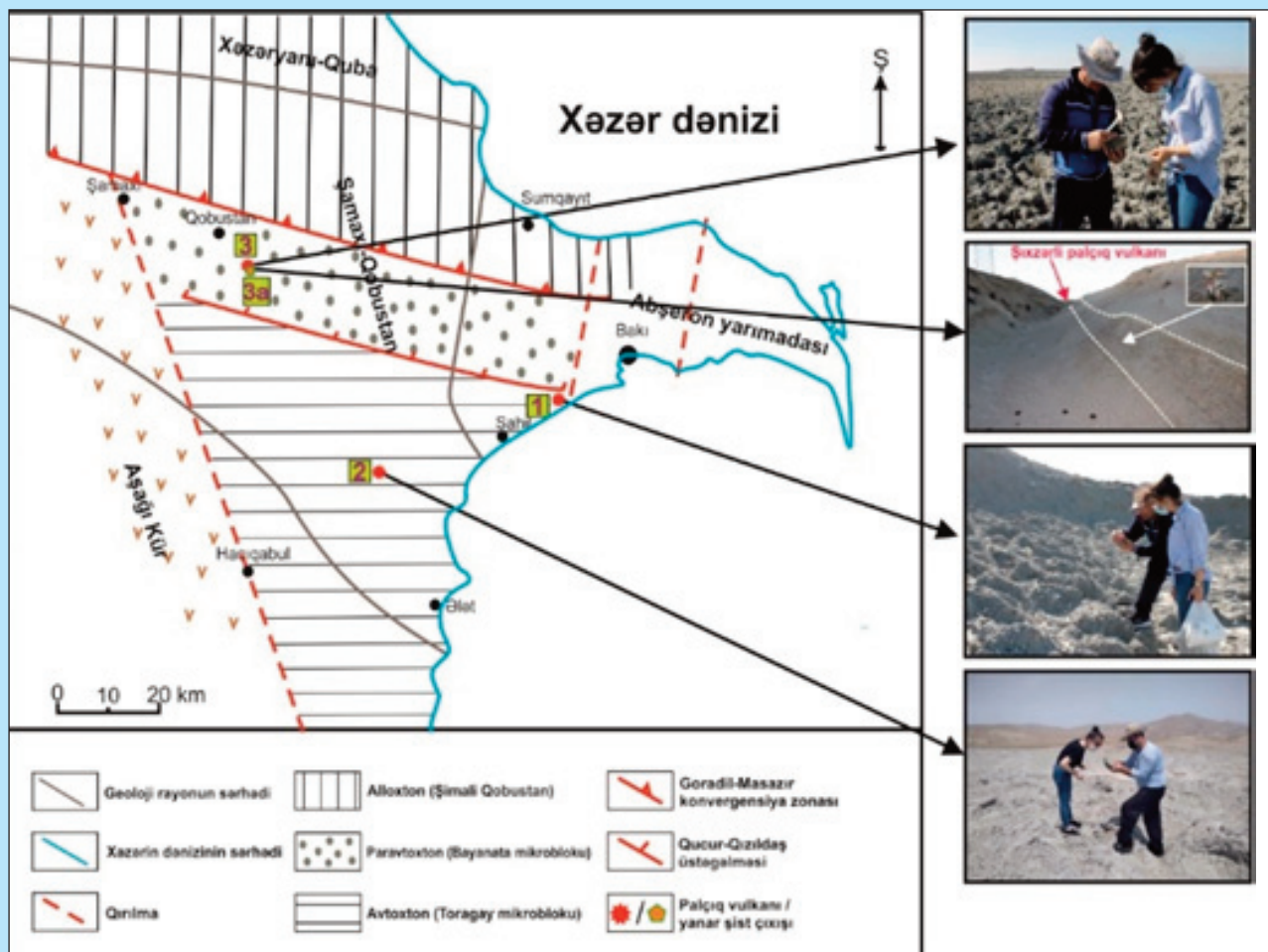
Lakin ana süxurlarda 10 %-ə qədər və ya daha çox üzvi maddə də rast gəlinə bilər. Ən zəngin üzvi maddə saxlayan ana süxur – yanar şistdir. Onun tərkibində müəyyənləşdirilən üzvi maddələrin miqdarı bəzən 70 %-i (məsələn, Estoniyanın kukersit



Şəkil 4. Azərbaycanda konusvari vulkanın səth və dərinlik-stratigrafik quruluş modeli

ları nəzərə alaraq, Azərbaycan vulkanlarının dərinlik-stratigrafik quruluşu üçün *şəkil 4-də* göstərilən ümumiləşdirilmiş sxematik modeli səciyyəvi hesab etmək olar.

Palçıq vulkanlarının yanar şist tullantılarının



Şəkil 5. Tədqiqat obyektlərinin yerləşmə sxemi [13-16]

(1 – Lökbatan vulkanı; 2 – Toragay vulkanı; 3 – Şıxəzərli vulkanı; 3a – Şıxəzərli kəsilişi)

adlandırılan yanar şistləri) keçir.

Hazırkı tədqiqatlar çərçivəsində analiz olunmuş yanar şistli süxurların tərkibindəki üzvi maddələrin kəmiyyət göstəriciləri aşağıdakı *cədvəl 2-də* təqdim

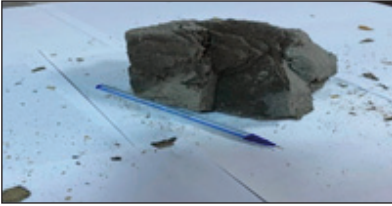
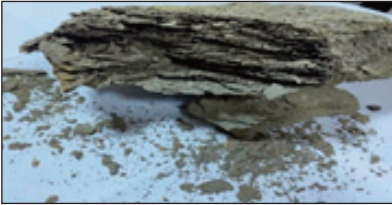
olunur.

Ümumən, nümunələrin tərkibində üzvi maddələrin miqdarı 8,57 – 21,95 arasında variasiya edir. Eyni vulkan sahəsindən götürülən yanar şistlərin

Cədvəl 1

Analiz olunmuş yanar şistli nümunələrin təsviri [2, 3]

Götürüldüyü obyekt	Nümunənin adı	Nümunənin şəkli	Nümunənin təsviri
Lökbatan (vulkan)	L1		Vərəqli, nisbətən bərk, boz rəngli, aralarına brekçiya dolmuş.
Lökbatan (vulkan)	L2		Şistli teksturalı, nisbətən kövrək, üzərində sarımtıl (çox güman ki, yarozitli) qaysaq.

Torağay (vulkan)	T1		Tünd boz, şistli teksturalı, üstündə və aralarında brekçiya qalıqları.
Torağay (vulkan)	T1		Açıq bozuntul, şistli teksturalı, kövrək.
Şıxzərli (vulkan)	Ş1		Tünd qonur rəngli, şistli teksturalı, nisbətən bərk nümunə.
Şıxzərli (vulkan)	Ş2		Laylı teksturalı , tez ovulan, aralarına brekçiya dolmuş, açıq qonur rəngli.
Şıxzərli (kəsiliş)	Ş3		Laylı, üstü sarı-şabalıdı, paslı və yarrowit qaysaqı.

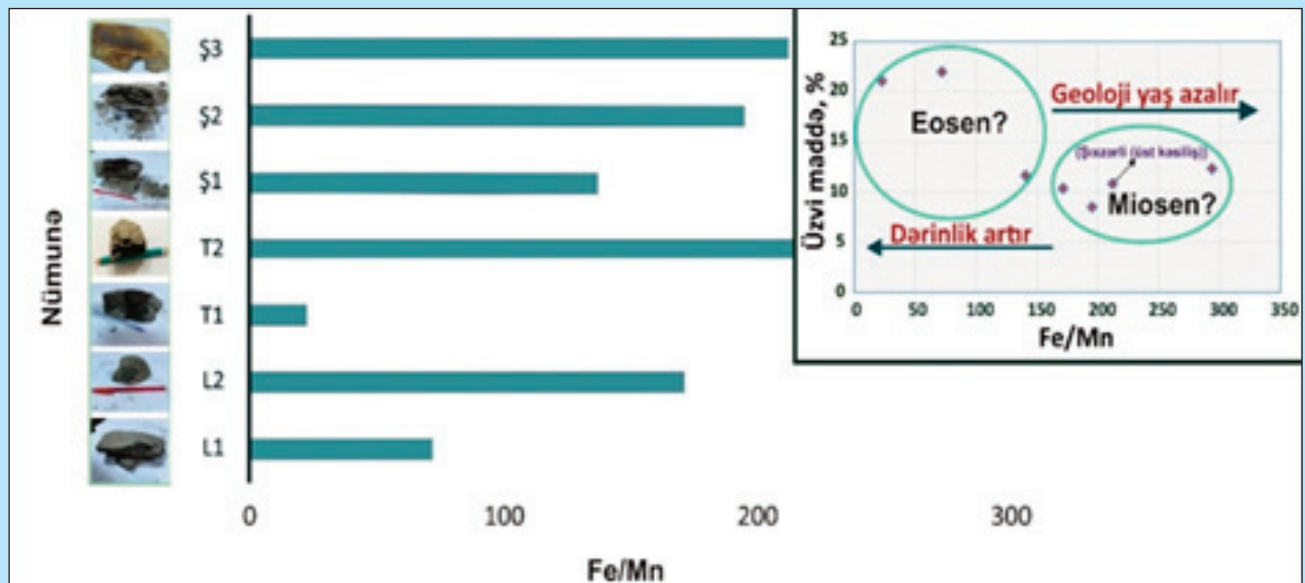
Cədvəl 2 yanaşı, daha kövrək xüsusiyyət daşıyan (cədvəl 1)

Analiz edilmiş nümunələrin tərkibində üzvi maddələrin miqdarca paylanması [2]

Nümunə	Üzvi maddə, %
L1	21,95
L2	10,46
T1	21,08
T2	12,40
Ş1	11,68
Ş2	8,57
Ş3	10,88

tərkibində üzvi maddələr kəmiyyətcə xeyli fərqlənirlər. Belə ki, L1 və T1 nümunələrində üzvi maddənin miqdarı 21 %-i keçir. Şıxzərli kəsilişdən götürülən nümunənin tərkibində isə 10,88 % üzvi maddə aşkarlanır. Ümumi təhlillərimiz, Şıxzərli Üst Maykop kəsilişindən götürülən nümunə ilə

vulkan şistlərinin (L2, T2 və Ş2) tərkiblərində üzvi maddələrin iştirakının nisbətən zəif olduğunu (üçünün orta göstəricisi = 10,47 %) göstərir (cədvəl 2). Digər tərəfdən, şəkil 6-da həmin nümunələr daha dayaz hövzəmələgəlmə səciyyəsinə malikdirlər. Bunun əksinə olaraq L1, T1 və Ş1 kimi nisbətən sərt nümunələr (cədvəl 1) isə daha dərin paleohövzə mühiti ilə əlaqə göstərilir. Üst Maykopun yerüstü nümunəsini reper kimi qəbul etsək, onda güman etmək olar ki, dərin su mühitlərilə əmələgəlmə xüsusiyyəti ehtiva edən sərt şistlər, kövrəklərə nəzərən, daha dərin stratigrafik xüsusiyyət daşıyırlar. Digər diqqəti cəlb edən nüans onunla əlaqəlidir ki, ümumilikdə, Şıxzərli sahəsinin şistləri digər vulkanlara nəzərən daha dayaz dərinlikli hövzələrlə bağlılıq göstərilir (şəkil 6). Bu da dənizə yaxın vulkan sahələrinin daha alçaq hipsometrik səviyyədə yerləşməsi ilə yanaşı, həm də onların geoloji quruluşları ilə izah



Şəkil 6. Fe/Mn göstəriciləri əsasında yanar şistli nümunələrin paleodərinlik ilə əlaqədar əmələgəlmə şəraitini əks etdirən diaqramlar [2, 15]

oluna bilər.

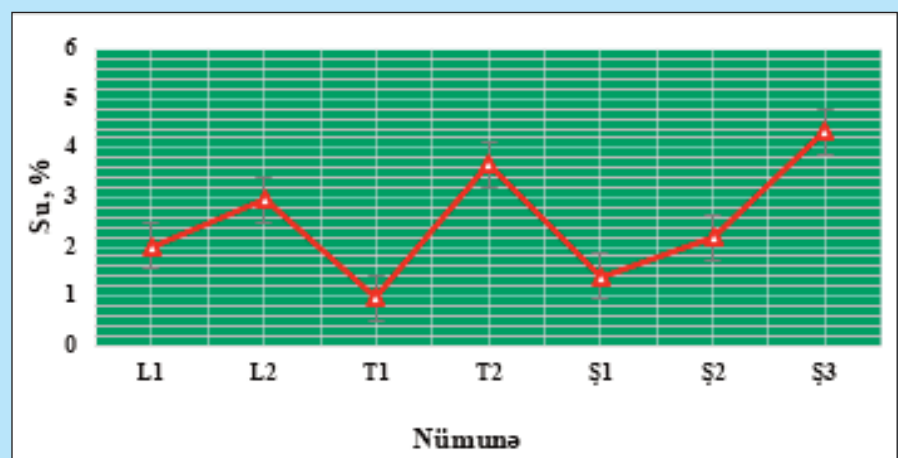
Qeyd olunanları diqqətə alsaq, güman etmək olar ki, mineraloji assosiasiyalarına [13-16, 29], sərtliliyinə və rənglərinə görə (*cədvəl 1*) oxşarlıq göstərən yanar şistlərin tərkibində üzvi maddələrin miqdarı digərlərinə nisbətən çoxdur (*cədvəl 2*) ki, bu da bizim ehtimallarımızda Maykopa nəzərən Eosenin üstünlüyü kimi interpretasiya oluna bilər.

Həmçinin onu da vurğulamaq lazımdır ki, bütün nümunələr üçün təyin edilən üzvi maddələrin miqdarı (>2 %), onların ana süxur kimi olduqca böyük potensiala malik olmasını göstərir.

Aparılan analitik araşdırmalar əsasında müəyyən edilmişdir ki, eyni vulkan sahəsindən götürülmüş nümunələrin tərkibində suyun kəmiyyətcə miqdarı fərqlidir (*şəkil 7*).

Qeyd etməliyik ki, şistli nümunələrdə üzvi maddənin miqdarca paylanması (Maykopa müqayisədə Eosen yaşlı şistlərin daha çox üzvi maddə saxlaması) və paleohövzə şəraiti (Maykopa nəzərən Eosenlə əlaqəli şistli hövzənin daha dərin olması) ilə bağlı qeydə alınan stratigrafik qanunauyğunluq, onların tərkibində suyun kəmiyyətcə paylanması üçün əldə olunan nəticələrlə xeyli yaxşı uzlaşır. Belə ki,

daha sıx və sərt (*cədvəl 1*), eyni zamanda digərlərinə nəzərən zəngin üzvi maddə saxlayan (*cədvəl 2*) və dərin paleohövzə şəraiti ilə əlaqədar genesis xüsusiyyəti nümayiş etdirən (*şəkil 6*) Eosen yaşlı hesab etdiyimiz nümunələr (L1, T1 və Ş1) bu araşdırmada reper kimi qəbul edilmiş Şıxzərlinin Miosen yaşlı yerüstü yanar şisti (Ş3) daxil olmaqla, vulkanların kövrək (L2 və T2) nümunələrinə nəzərən daha az adsorbsiya suyu saxlayırlar. Nəticə etibarilə Miosenlə əlaqələndirdiyimiz vulkan nümunələrinin Eosen yaşlı analoqlarına nisbətən daha çox adsorbsiya suyunu saxlaması, davamlı çöküntütoplanma ilə əlaqədar olaraq, cavan yaşlı çöküntülərin qədim yaşlı analoqlarına nəzərən az sıxılmaya məruz qalmasının nəticəsidir.



Şəkil 7. 100 °C-də qızdırdıqda nümunələrdən xaric olunan suyun miqdarını əks etdirən diaqram

NƏTİCƏ

Azərbaycanda palçıq vulkanlarının köklərinin maksimal dərinliyi Orta Eosen yaşlı çöküntülərin yerləşdiyi intervallarla məhdudlaşır. Palçıq vulkanlarının inkişaf tapdığı ərazilərin geoloji quruluşları və kameralarının dərinlik xüsusiyyətləri, onların ölçüləri ilə bərabər, morfoloji formalarının (konusvari və yaxud yaylavari) inkişafına təsir edir.

Palçıq vulkanlarının tullantılarına aid üzvi maddələrlə zəngin nümunələr (yanar şistli süxurlar) sərtlilik, rəng, mineraloji assosiasiya, üzvi maddə və adsorbsiya suları nöqtəyi-nəzərindən kəskin fərqliliklər nümayiş etdirirlər. Onların tərkiblərində müəyyənləşdirilən fauna qalıqları qənaətbəxş şəkildə mühafizə olunmadığından, geoloji yaşlarının təyin olunması xeyli çətinləşir. Bu baxımdan, yaşı məlum olan kəsilişdən (Üst Maykopa aid) götürülən şistli nümunədən reper kimi istifadə etməklə, müqayisəli araşdırmalar aparılmış və məlum olmuşdur ki, vulkan tullantılarının yanar şistləri üzvi maddələrin kəmiyyəti, tərkiblərindəki adsorbsiya sularının paylanması və paleohövzə əmələgəlmə şəraitləri baxımından müəyyən geoloji qanunauyğunluğa tabedir və onlar üst Maykopa və Orta Eosenə aid edilə bilərlər. Maykopla müqayisədə, daha çox üzvi maddə, lakin az adsorbsiya suyu saxlayan Eosen yaşlı şistlər, nisbətən dərin paleohövzə mühitində əmələ gəlmişlər.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir - Qrant № EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/06/2-M-06

ƏDƏBİYYAT:

1. Əliyev Ad.A., Rəhmanov R.R. *Palçıq vulkanizmi*. Bakı, "Nafta-Press" nəşr., 2018, 327 s.

2. Nağızadə A.Ə. *Azərbaycanın palçıq vulkanlarının tullantılarında yanar şistlərin müqayisəli geokimyəvi təhlili (Lökbatan, Torağay və Şıxzərli vulkanlarının təmsalında)*. Magistr dissertasiyası. AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu, Bakı, 2021, 85 s.

3. Nağızadə A.Ə., Axundov R.V., Baloglanov E.E. *Palçıq vulkanlarının tullantılarından götürülən yanar şistlərin müqayisəli mineraloji və geokimyəvi xüsusiyyətləri (Azərbaycanın Lökbatan və Şıxzərli palçıq vulkanlarının təmsalında)*. Gənc tədqiqatçı, 2021, VII (1), s. 103-115.

4. Алиев Ад. А., Етимишли Г. Д. Новые дан-

ные об извержениях грязевых вулканов в Азербайджане. *Геология и геофизика Юга России*, 2021, 11 (2): 22 – 35. <https://doi.org/10.46698/VNC.2021.34.18.002>.

5. Кропоткин П.Н., Валяев Б.М. *Геодинамика грязевулканической деятельности (в связи с нефтегазоносностью)*. Геологические и геохимические основы нефти и газа. Киев: Наукова думка, 1981, с. 45–49.

6. Никитенко О.А., Ершов В.В. Перстнева Ю.А., Бондаренко Д.Д., Балогланов Э.Э., Аббасов О.Р. *Вещественный состав продуктов деятельности грязевых вулканов Сахалина и Азербайджана: сравнительный анализ*. Геосистемы переходных зон, 2018, т. 2, № 4, с. 346–358. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.4.346-358>.

7. Рахманов Р.Р. *Грязевые вулканы и их значения в прогнозировании газонефтеносности недр*. М.: Недра, 1987, 173 с.

8. Шнюков Е.Ф., Алиев Ад.А., Рахманов Р.Р. *Грязевой вулканизм Средиземного, Черного и Каспийского морей: специфика развития и проявления*. Геология и полезные ископаемые мирового океана, 2017, № 2 (48), с. 5-25.

9. Юсубов Н.П., Гулиев И.С., Гусейнова Ш.М. *Палеообстановки осадконакопления, грязевой вулканизм и миграция углеводородов в Южно-Каспийском бассейне*. Геофизический журнал № 3, Т. 42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i3.2020.204710>.

10. Юсубов Н.П., Гулиев И.С. *Роль грязевого вулканизма в образовании нефтяных и газовых месторождений*. Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2018, № 9, с. 9-20.

11. Якубов А.А., Ализаде А.А., Зейналов М.М. *Грязевые вулканы Азербайджанской ССР*. Атлас. Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1971, 256 с.

12. Aliyev Ad.A., Guliyev I.S., Dadashov F.H., Rahmanov R.R. *Atlas of world mud volcanoes*. Baku: Publishing house «Nafta-Press», «Sandro Teti Editore», 2015, 321 p.

13. Aliyev A., Abbasov O., Agayev A. *Mineralogy and geochemistry of oil shale in Azerbaijan: classification, palaeoweathering and maturity features*. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology, 2019, 50, 11-26. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-50-01>.

14. Aliyev Adil A., Abbasov Orhan R. *Nature of*

the provenance and tectonic setting of oil shale (Middle Eocene) in the Greater Caucasus southeastern plunge. *Geodynamics*, 2019, 1(26), 43-59. <https://doi.org/10.23939/jgd2019.01.043>.

15. Aliyev A.A., Abbasov O.R. Mineralogical and geochemical proxies for the Middle Eocene oil shales from the foothills of the Greater Caucasus, Azerbaijan: Implications for depositional environments and paleoclimate. *Mineralia Slovaca*, 2019, 51(2), 157-174.

16. Aliyev, A.A., Abbasov, O.R. Distribution patterns, organic geochemistry and mineralogy of oil shales in Azerbaijan. *Gornyi Zhurnal*, 2020, 8, 13-18. <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.08.02>.

17. Aliyev Ad.A., Guliyev I.S., Rahmanov R.R. Catalogue of mud volcano eruptions of Azerbaijan (2008-2019). Baku: Elm, 2019, 132 p.

18. Baldermann A., Abbasov O., Bayramova A. et al. New insights into fluid-rock interaction mechanisms at mud volcanoes: Implications for fluid origin and mud provenance at Bahar and Zenbil (Azerbaijan). *Chemical Geology*, 2020, vol. 537, 119479. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2020.119479>.

19. Baloglanov E.E., Abbasov O.R., Akhundov R.V. Mud volcanoes of the world: Classifications, activities and environmental hazard (informational-analytical review). *European Journal of Natural History*, 2018, 5, 12-26.

20. Dimitrov L.I. Mud volcanoes-the most important pathway for degassing deeply buried sediments. *Earth Science Reviews*, vol. 59, no. 1-4, pp. 49-76, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(02\)00069-7](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(02)00069-7).

21. Feyzullayev A.A. Mud volcanoes in the South Caspian basin: Nature and estimated depth of its products. *Natural Science*, 2012, vol. 4, no.7, 445-453, <https://doi.org/10.4236/ns.2012.47060>.

22. Feyzullayev, A.A., Lerche, I., Temperature-depth control of petroleum occurrence in the sedimentary section of the South Caspian basin, *Petroleum Research*, march 2020, vol. 5, is. 1, p. 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2019.10.003>.

23. Francis Odonne, Patrice Imbert, Matthieu Dupuis, Adil A. Aliyev, Orhan R. Abbasov, Elnur E. Baloglanov, Bruno C. Vendeville, Germinal Gabalda, Dominique Remy, Victori Bichaud, Rémy Juste, Maëlys Pain, Arthur Blouin, Anthony Dofalc, Mathieu Gertaudac. Mud volcano growth by radial expansion: Examples from onshore Azerbaijan. *Ma-*

rine and Petroleum Geology, 2020, vol. 112, 104051. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.104051>.

24. Francis Odonne, Patrice Imbert, Dominique Remya, Germinal Gabalda, Adil A. Aliyev, Orhan R. Abbasov, Elnur E. Baloglanov, Victoria Bichauda, Remy Juste, Matthieu Dupuis, Sylvain Bonvalot. Surface structure, activity and microgravimetry modeling delineate contrasted mud chamber types below flat and conical mud volcanoes from Azerbaijan. *Marine and Petroleum Geology*, december 2021, vol. 34, 105315. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105315>.

25. Jones, R.W., Simmons, M.D. A review of the stratigraphy of eastern Paratethys (Oligocene-Holocene), with particular emphasis on the Black Sea. In: Robinson, A. (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Regions*. AAPG Memoir, 1997, vol. 68, pp. 39-52.

26. Kadirov F.A., Lerche I., Guliyev I.S., Kadyrov A.G., Feyzullayev A.A., Mukhtarov A.Sh. Deep structure model and dynamics of mud volcanoes, southwest Absheron Peninsula (Azerbaijan). *Energy Explor. Exploit*, 2005, 23 (5), 307-332.

27. Kopf A.J. Significance of mud volcanism. *Reviews of Geophysics*, 2002, vol. 40, no. 2, pp. 1-52. <https://doi.org/10.1029/2000RG000093>.

28. Milkov A.V. Worldwide distribution of submarine mud volcanoes and associated gas hydrates. *Marine Geology*, 2000, vol. 167, no. 1-2, pp. 29-42. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(00\)00022-0](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(00)00022-0).

29. Naghizade A.A. Geochemical signatures of oil shales sampled from ejecta of mud volcano Sikhzarli: Palaeoweathering and chemical maturity. *Multidisciplinary approaches in solving modern problems of fundamental and applied sciences*. Baku, Azerbaijan. 2020, 259-260.

30. Planke, S., Svensen, H., Hovland, M., Banks, D.A., Jamtveit, B., 2003. Mud and fluid migration in active mud volcanoes in Azerbaijan. *Geo-Mar. Lett*, 23, 258-268. <https://doi.org/10.1007/s00367-003-0152-z>.

O.R.Abbasov, E.E.Baloglanov, R.V.Akhundov, A.A.Naghyzadeh, A.N.Mammadova, A.E.Bayramova
**DEPTH-STRATIGRAPHIC FEATURES OF ROCKS IN MUD VOLCANOES EJECTA IN
AZERBAIJAN (ANALYTICAL-INFORMATION REVIEW)**

ABSTRACT

The paper examines the geological, depth-stratigraphic, tectonic characteristics of mud volcanic areas, as well as their internal structure (especially mud chambers), records of seismic stations eruptions, and visual and geochemical characteristics of rock ejecta. Based on the data obtained as a result of the above studies, possible relationships between the maximum depth of volcanoes roots and the intervals of the Cretaceous and Eocene sediments are studied. In addition, we use oil shales taken from the Upper Maikop section of the Shikhzarli outcrop as a reference for comparing the organic-geochemical parameters, the content of adsorbed water and sedimentary paleoenvironment of the ejected rocks, rich in organic matter (> 8%), and the geological age is doubtful. These studies made it possible to establish a geological regularity in connection with their belonging to the Upper Maikop and the Middle Eocene.

О.Р.Аббасов, Э.Э.Балогланов, Р.В.Ахундов, А.А.Нагизаде, А.Н.Маммадова, А.Э.Байрамова
**ГЛУБИННО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД - ВЫБРОСОВ
ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА (АНАЛИТИКО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ОБЗОР)**

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены геологические, глубинно-стратиграфические и тектонические характеристики площадей развития грязевых вулканов, проведены исследования в связи с их внутренним строением (в частности грязевулканические камеры), данными сейсмических станций об извержениях, а также визуальными и геохимическими свойствами выброшенных пород. На основе полученных комплексных данных, установлены возможные ассоциации между максимальной глубиной корней грязевых вулканов и интервалами расположения отложений мела и эоцена. Кроме того, используя как эталон горючие сланцы, отобранные из обнажения верхнего майкопа месторождения Шихзарли, были сравнительно изучены органо-геохимические показатели сланцевых пород (продуктов выброса грязевых вулканов, богатых органическим веществом (> 8%), но о возрасте которых нет однозначных данных), количественное распределение в их составе адсорбционной воды и условия образования палеобассейнов. Эти исследования позволили установить геологическую закономерность их принадлежности к верхнему майкопу и среднему эоцену.