



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondunun 2017-ci ildə elan edilmiş
8-ci "Mobillik qrantı" müsabiqəsinin
(EIF-Mob-8-2017-4(30))
qalibi olmuş layihə üzrə**

EZAMİYYƏ HESABATI

Layihənin nömrəsi: EIF-Mob-8-2017-4(30)-17/06/2-M-09

Layihənin adı: **Palçıq vulkanlarının geoloji-geokimyəvi modelləşdirilməsi və güclü püskürmələrin ehtimal proqnozu**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **22 sentyabr 2017-ci il**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Baloğlanov Elnur Eyvaz oğlu**

Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) keçirilmə müddəti:

Layihənin başlama və bitmə tarixi: **23 oktyabr 2017-ci il-21 noyabr 2017-ci il**

Qrantın məbləği: **5000 manat**

1	Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) həyata keçirildiyi ölkə və şəhər	Rusiya Federasiyası, Cənubi Saxalinsk şəhəri
2	Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) həyata keçirildiyi təşkilatın və ya onun struktur bölməsinin tam rəsmi adı	Rusiya Elmlər Akademiyası Uzaq Şərq Bölməsinin Dəniz Geologiyası və Geofizikası İnstitutu
3	Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli	23 oktyabr 2017-ci il – 21 noyabr 2017-ci il

	elmi təcrübəkeçmənin) icra müddəti (dəqiq gediş-gəliş vaxtı dəqiq göstərməli)	
4	Elmi tədbirdə edilmiş məruzənin adı və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin mövzusunun adı	Palçıq vulkanlarının geoloji-geokimyəvi modelləşdirilməsi və güclü püskürmələrin ehtimal proqnozu
5	Ezamiyyət üzrə ətraflı hesabat	<p>Son statistik məlumatlara əsasən, dünyada 2500-dən çox palçıq vulkanı və vulkan təzahürləri mövcuddur. Dünya palçıq vulkanlarının 14 %-i, yəni 350-dən çoxu Azərbaycanda inkişaf tapmışdır. Respublikanın şərq hissəsində yayılmış həmin vulkanlar, dünyanın fərqli regionlarında mövcud olan vulkanlardan müxtəlif növlü – fəaliyyətdə olanlar, sönmüş, gömülmüş, ada, sualtı, neftçıxaran olmaqla fərqlənirlər.</p> <p>Mürəkkəb geoloji quruluşlu, struktur-tektonik xüsusiyyətli geodinamik vahidlərlə əlaqələndirilən palçıq vulkanlarının tədqiqat istiqamətlərinə onların ümumi geoloji-geokimyəvi səciyyələrinin öyrənilməsi, neftqazlıqla əlaqəsi, təhlükə riski və s. daxildir.</p> <p>Palçıq vulkanının fəaliyyət mexanizmi haqqında klassik təsəvvürlər, meydana gələn yeni yanaşmalar və tədqiqat üsullarının fonunda transformasiya olunurlar. Belə fundamental problemin müasir tədqiqat metodlarından istifadə edərək, fərqli yanaşma ilə həlli istiqamətində son illər Rusiya Elmlər Akademiyası Uzaq Şərq Bölməsinin Dəniz Geologiyası və Geofizikası İnstitutunda əsasən Rusiya ərazisində yerləşən palçıq vulkanlarının tədqiqat nəticələrindən bəhs edən silsilə elmi araşdırmalar aparılır, onların nəticələri yüksək referatlaşmış beynəlxalq elmi jurnallarda nəşr etdirilir.</p> <p>“Palçıq vulkanlarının geoloji-geokimyəvi modelləşdirilməsi və güclü püskürmələrin ehtimal proqnozu” mövzusu ilə əlaqədar həmin təşkilatın aparıcı elmi işçisi, fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, V.V. Yerşovun rəhbərliyi altında bir ay müddətində təcrübəkeçmədə iştirak baş tutmuşdur. Təcrübəkeçmənin ilk dövrlərində V.V. Yerşovla birlikdə Azərbaycanın və Saxalin adasının palçıq vulkanizmi haqqında ilkin müzakirələr aparılmış, tədqiqat mövzusu çərçivəsində indiyədək hər iki region üçün aparılmış işlərin müzakirələri edilmişdir. Sonrakı dövrlərdə, Azərbaycanın 14 palçıq vulkanından (7-si Şamaxı-Qobustan, 5-i Aşağı-Kür, 2-si Abşeron neftli-qazlı rayonlarından) götürülmüş su və palçıq nümunələrinin kimyəvi və element tərkibləri Dəniz Geologiyası və Geofizikası İnstitutunun Kollektiv İstifadə Mərkəzinin laboratoriyasında analiz edilmişdir (cədvəl 1). Analizin nəticələri cədvəl 2, 3 və 4-də göstərilir (qoşma kimi əlavə olunur).</p>

cədvəl 1

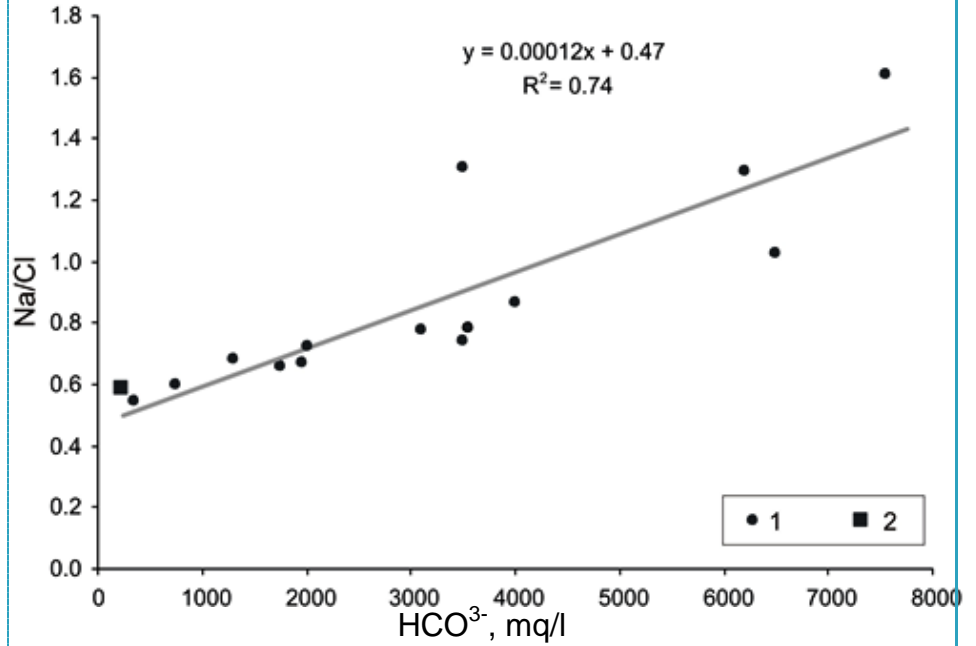
No	Palçıq vulkanı	Yerləşdiyi rayon	Koordinatlar
1	Böyük Hərəmi	Aşağı Kür	40°11'24.97" 48°54'12.63"
2	Yandərə	Aşağı Kür	39°53'1.19" 48°57'3.16"
3	Durovdağ	Aşağı Kür	39°30'38.56" 49° 6'26.05"
4	Kiçik Mərəzə	Şamaxı-Qobustan	40°30'36.37" 49° 1'55.21"
5	Pilpilə-Qaradağ	Abşeron	40°15'27.24" 49°33'2.71"
6	Dəvəboynu	Abşeron	40°22'55.37" 49°35'0.71"
7	Pirəkəşkül	Şamaxı-Qobustan	40°28'50.04" 49°26'53.13"
8	Daşgil	Şamaxı-Qobustan	39°59'46.30" 49°24'10.25"
9	Bahar	Şamaxı-Qobustan	39°59'56.80" 49°28'27.40"
10	Neftçala sopkası	Aşağı Kür	39°18'53.04" 49°11'4.06"
11	Ayrantökən	Şamaxı-Qobustan	39°59'21.58" 49°18'38.78"
12	Duzdağ	Aşağı Kür	39°22'53.76" 49° 8'46.64"
13	Ağdam qrupu	Şamaxı-Qobustan	40°12'21.60" 49°12'37.41"
14	Şəkixan qrupu	Şamaxı-Qobustan	40°14'27.44" 49° 7'52.88"

Analizin nəticələrinə görə palçıq vulkanı suları əsasən xlorid-hidrokarbonat-natriumlu tipə aiddir, lakin bəzən hidrokarbonat-xlorid-natriumlu sulara da rast gəlinir.

Suların minerallaşma dərəcəsi 8.5-dən 175 q/l-ə (median 19.5 q/l) kimidir. Müqayisə etmək üçün Xəzər dənizi suyunun orta duzluluq miqdarından (müasir zaman üçün) istifadə edirik. Belə ki, Xəzər dənizinin suyunun orta duzluluq miqdarı 13 q/l təşkil edir. Palçıq vulkanının suyu həmçinin borla zəngindir – onun konsentrasiyası 712 mq/l-ə çatır, lakin orta göstərici 60-140 mq/l diapazonunda yerləşir. Bu nəticələri, həmçinin AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun "Palçıq vulkanizmi" şöbəsinin aparılan tədqiqat işlərinin nəticələrini nəzərə alaraq belə qənaətə gəlmək olar ki, Azərbaycanın palçıq vulkanları sularında olan borun konsentrasiyası Kerç yarımadası və Saxalin adasına nəzərən bir neçə dəfə aşağıdır. Bu qanunauyğunluq həmçinin litium üçün də özünü göstərir. Palçıq vulkanı sularında litiumun konsentrasiyası nadir hallarda 2 q/l-i keçir.

Tədqiq edilmiş palçıq vulkanı sularında Na⁺ və Cl⁻ -un konsentrasiyaları arasında güclü korrelyasiya əlaqəsinin olduğu görünür. Burdan belə bir fikrə gəlmək olar ki, palçıq vulkanı sularının qidalandırıcı mənbəyi sedimentasion-gömülmüş dəniz

suyu ola bilər, hansı ki, sonradan durulaşma və ya qatılaşmaya məruz qalıb. Tədqiq edilmiş palçıq vulkanı sularında Na/Cl nisbəti sabit qalmır və HCO_3^- ün konsentrasiyasının artması ilə dəyişir (şək. 1).



Şəkil 1. Palçıq vulkanı sularında Na/Cl nisbətinin HCO_3^- -ün konsentrasiyasına nəzərən asılılığı.

1 – palçıq vulkanı suyu; 2 – Xəzər dənizi suyu.

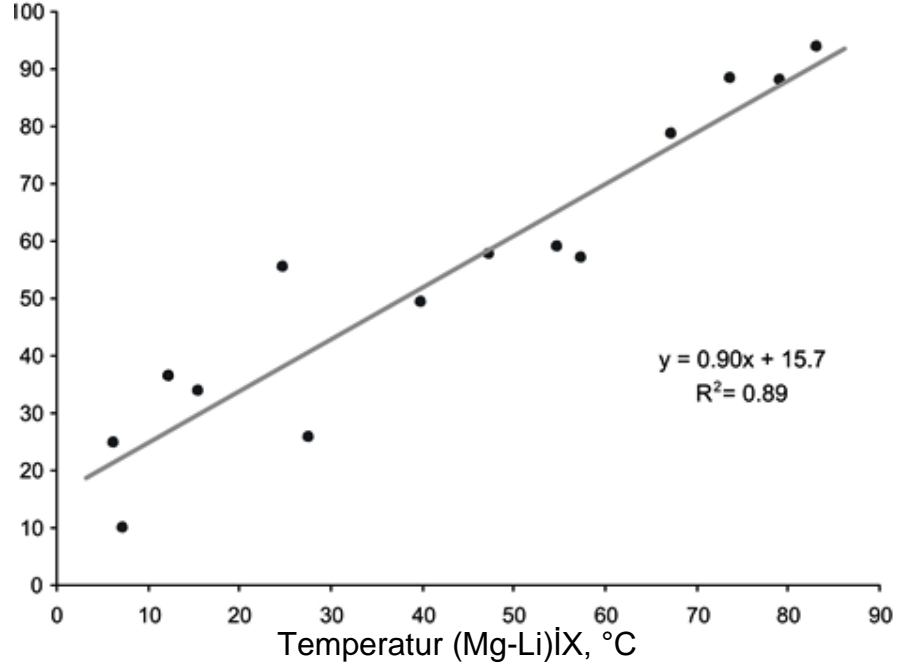
Buradan da, belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, tərkibində az miqdarda HCO_3^- olan palçıq vulkanı sularında Na/Cl nisbəti, Xəzər dənizi suyunun göstəricilərinə çox yaxın görünür. Güman etmək olar ki, başlıca faktor kimi metamorfizmləşmə nəticəsində, palçıq vulkanı ocağına daxil olan karbon qazı (CO_2) sonrakı mərhələdə yüksək təzyiqlə nəticəsində həll olaraq sedimentasiya-gömlülmüş sulara keçir.

Cl/Br nisbəti əsasən 350-dən 650-yə kimi dəyişir. Ancaq əvvəlki illərdə aparılmış tədqiqat işlərində bir az fərqli göstəricilər alınıb. Belə ki, bu nisbət 120-250 arası diapazonda dəyişmişdir. Tədqiq etdiyimiz nümunələrin bəzilərində isə Cl/Br nisbəti 6700-ə çatır. Alınmış belə yüksək göstərici Br^- -un konsentrasiyasının təyində analitik çətinliklərin olmasından irəli gəlir. Cl^- və Br^- üçün xromatoqrafik piklər bir-birinə uyğun gəlir. Nümunələrdə olan anionların az miqdarda olması, onlar üçün nəticələrin azalmasına gətirib çıxarır ki, bu da, onların konsentrasiyasında çox böyük fərq yaradır. Cl/Br nisbəti > 1000 palçıq vulkanı suları nümunələri üçün alınıb ki, Cl^- -un konsentrasiyası > 20 q/l olduğu təqdirdə bu fikir öz təsdiqini tapır.

Bəzi palçıq vulkanı sularında hidrokimyəvi geotermometrlə (Mg-Li-a görə) temperatur flüid-generasiya qiymətləndirilməsi aparılıb. Palçıq vulkanı sularında Li^+ -un konsentrasiyasının təyini məsələsi yuxarıda qeyd edilən Cl^- və Br^- -da olduğu kimi ion xromatoqrafiya üsulu ilə eyni şəkildə aparılıb. Na^+ üçün ən böyük pik nöqtəsi Li^+ üçün çox pis uyğunsuzluq yaradır, bu da Li^+ -un konsentrasiyasının azalması ilə izah olunur. Bununla

əlaqədar olaraq Mg-Li geotermometrinə görə hesablamalar üçün həm ion xromotoqrafiya, həm də atom spektroskopiya üsulu ilə alınmış nəticələrdən istifadə olunub. Müxtəlif analitik üsullarla hesablanmış temperaturun qiymətləri bir-birinə nəzərən qarşılıqlı uyğun gəlir (şək. 2).

Temperatur (Mg-Li)AS, °C



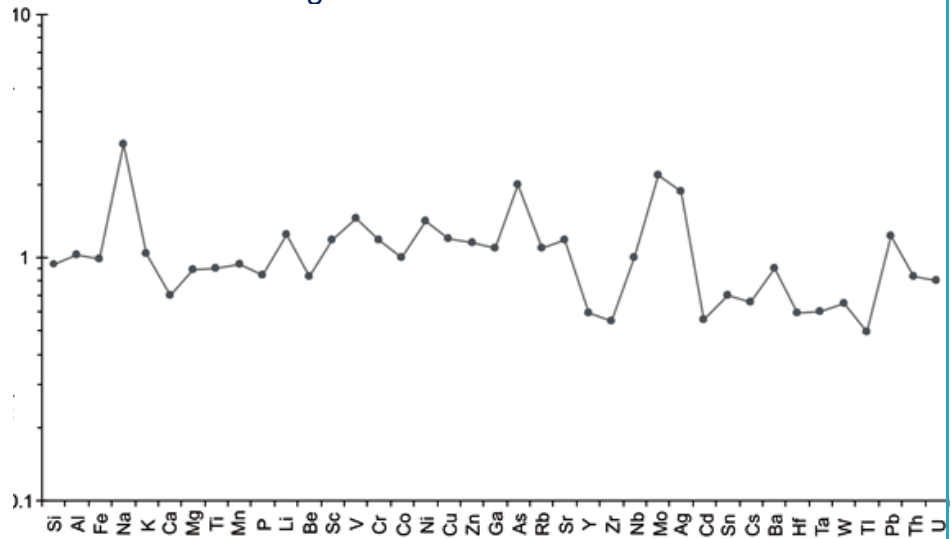
Şəkil. 2. Mg-Li hidrokimyəvi geotermometrinə görə müxtəlif analitik üsullarla hesablanmış nəticələrin qarşılıqlı əlaqəsi.

İX – ion xromotoqrafiya; AS – atom spektroskopiya.

Buradan belə görünür ki, tədqiq edilmiş nümunələrə əsasən Azərbaycan palçıq vulkanlarının flüid-generasiya temperaturu 10-90 °C arasında dəyişir. Bu da, ümumilikdə, Kerç yarımadası və Saxalin adası palçıq vulkanlarının temperatur qiymətlərinə nəzərən bir az aşağıdır. Həmin regionlarda 100-110 °C temperatur qiymətlərinə rast gəlinir.

Tədqiq edilmiş nümunələrdə brekçiyanın element tərkibi kontinental qabığın çökmə qatı üçün olan klark qiymətlərinə əsasən təyin olunmuşdur. Sopka brekçiyasında Na, As, Mo, Ag-un yüksək göstəriciləri görünür. Na-un çox yüksək göstəriciyə malik olması haqqında belə bir qeyd etmək lazımdır: element analizi üçün nümunələr hazırlanan zamanı dekantasiya aparılmayıb. Başqa sözlə desək, sopka brekçiyası tez həll olan duzlardan yuyulmayıb, hansı ki qrifondan götürülmüş palçıqlı suyun qurudulması zamanı nümunələrdə qalmışdır. Burada o duzdan söhbət gedir ki, bu NaCl-dur, hansı ki sopka suyunda çox böyük miqdarda həll olmuşdur. Bu da öz növbəsində sopka brekçiyasında Na-un yuxarı qalxmasına gətirib çıxarır (şək. 3).

Element tərkibinin klarka nəzərən asılılığı



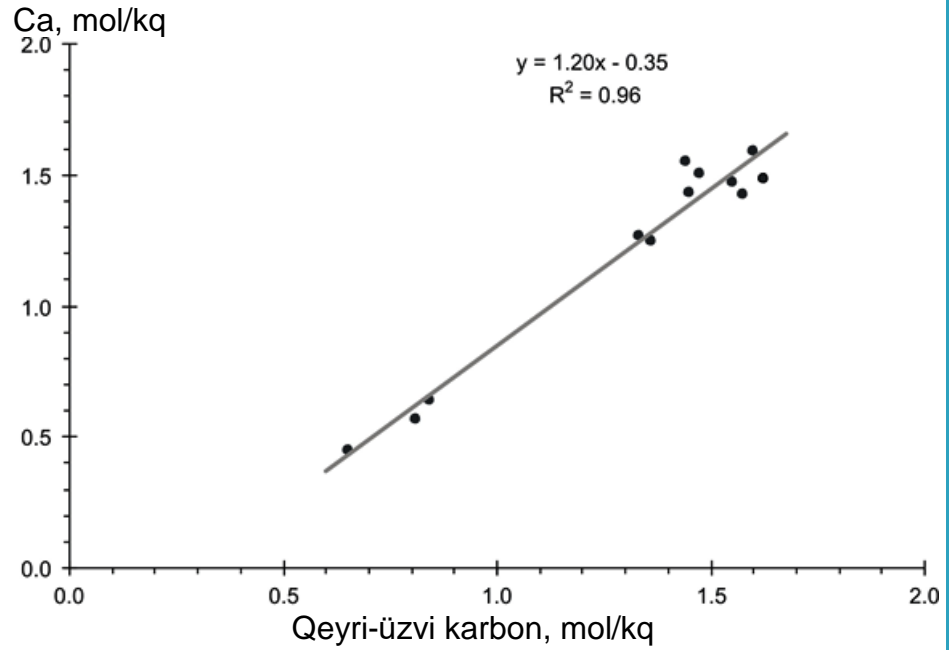
Şəkil 3. Kontinental qabığın çökmə qatının klark qiymətlərinə əsasən təyin edilmiş sopka brekçiyasının element tərkibi (tədqiq edilmiş palçıq vulkanları üzrə orta göstərici göstərilməklə)

Palçıq vulkanının sopka brekçiyasının analizi zamanı təyin olunan tez həll olan duzların nəticələri haqqında fikir söyləmək üçün gələcəkdə tədqiqat işlərinin aparılması labüddür. Qeyd etmək lazımdır ki, sopka brekçiyasının tərkibindəki Y, Zr, Cd, Cs, Hf, Ta, W, Tl kimi elementlərin aşağı miqdarda olması müşahidə olunur. Palçıq vulkanlarının sopka brekçiyasında elementlərin konsentrasiyası müxtəlif regionlar üzrə fərqliliyi ilə seçilir. Tədqiq olunan nümunələrdə Mo, Li və Sr 1-10, 30-65 və 185-468 ppm təşkil edir ki, regionlar üzrə müqayisə etsək, Kerç vulkanları üçün – 0.7-2.3, 50-110 və 112-545 ppm, Saxalin vulkanları üçün isə - 0.3-0.5, 45-80 və 185-250 ppm olduğunu görürük.

Li-un komponent tərkibdə iştirakı brekçiyanın gilli materialında – sorbsiya və izomorf əlavələrin hesabına yığılma ilə izah edilə bilər. Bu yanaşmaya istinadən hesab etmək olar ki, fərqli regionlar üzrə brekçiyada Li-un miqdarının dəyişkənliyi müxtəlif gilli mineralların olması ilə (sorbsiya tutumuna malik) əlaqələndirilir.

Tədqiq edilmiş sopka brekçiyasında Ca-un miqdarı haqqında əlavə xüsusi qeydlər etmək olar. Ca Azərbaycan palçıq vulkanları üçün 1.8-dən 6.4 %-ə (median 5.7 %) kimi olur. Kerç yarımadası vulkanları üçün onun miqdarı aşağıdır (0.3-dən 3.2 %-ə (median 1.3 %)). Saxalin adası palçıq vulkanları üçün isə Ca-un miqdarı daha aşağı – 0.4-dən 0.7 %-ə (median 0.55 %) qiymətlərlə xarakterizə olunur.

Azərbaycan palçıq vulkanlarının brekçiyasında Ca-un miqdarı ilə qeyri-üzvi karbonun arasında çox möhkəm korrelyasiya əlaqəsi olduğunu görürük (şək. 4). Bu tipli analoji vəziyyət başqa regionlar üçün də xarakterdir. Başqa sözlə desək, brekçiyanın tərkibində olan Ca əsasən karbonatlı minerallar şəklində olur.



Şəkil. 4. Sopka brekçiyasının tərkibində olan Ca-un miqdarının qeyri-üzvi karbondan olan asılılığı.

Qeyd etmək olar ki, Azərbaycan-Kerç yarımadası-Saxalin adası palçıq vulkanlarının qaz tərkibində regionlara uyğun olaraq, CO₂-nin miqdarının əhəmiyyətli dərəcədə artması müşahidə olunur: ilk faizlərdən (Azərbaycan üçün) 80-ə qədər (Cənubi Saxalinsk vulkanı üçün). Ədəbiyyatdan məlumdur ki, Saxalin adası palçıq vulkanlarının brekçiyasında əsas autigen minerallar maqneziumlu-dəmirli karbonatlar – sideroplezitlər vardır. Bu faktlar, güman etməyə imkan verir ki, CO₂-nin miqdarının yüksək olması Ca tərkibli mineralların daha intensiv şəkildə həll olmasına gətirib çıxarır və Ca-un palçıq vulkanı ocağından həll olmuş formada çıxarılmasına səbəb olur. Öz növbəsində, sopka brekçiyasında Ca-un miqdarının aşağı olmasına gətirib çıxarır. Yeraltı flüidlərin yer səthinə qalxması prosesi ilə əlaqədar təzyiqin azalması nəticəsində həll olmuş CO₂-nin ayrılaraq sərbəst fazaya keçidi baş verir və nəticədə, ikinci dərəcəli karbonatlı minerallar çökməyə başlayır. Buna görə də, palçıq vulkanı kanalına keçən autigen mineraləmələgəlmə prosesi, müxtəlif vulkanlarda özünün xarakterik xüsusiyyətlərinə malik ola bilər və “su-süxur-qaz” sistemində olan qarşılıqlı əlaqə ilə təyin olunur.

Son illər palçıq vulkanizmi probleminin əsas prioritet məsələlərindən ən aktualı palçıq vulkanizmi və seysmiklik arasındakı qarşılıqlı əlaqədir. Uzun müddətdir ki, palçıq vulkanları ilə qırılmalar arasında əlaqələr haqqında fikirlər mövcuddur. Bu əlaqənin varlığı vulkanların aktivləşməsində açar rolunu kimi də qiymətləndirilir. Palçıq vulkanlarının aktivləşməsinə, həm də yaxın zaman çərçivəsində baş verə biləcək seysmik hadisələrin xəbərvericisi kimi baxılır. Vulkanın zəlzələ nəticəsində püskürməsi həmin ərazidə yaranmış seysmik dalğalar və bu kimi dəyişikliklərin yer təkində gərginlik

yaratmasından irəli gəlir. Lakin palçıq vulkanı püskürmələri zamanı yaxın ətrafda zəlzələlər qeydə alınmazsa bu tektonik gərginlikdən də asılı ola bilər. Daha doğrusu, sulu məhlulda təzyiqin kəskin olaraq dəyişməsi daxili diagenetik proseslərlə bağlı ola bilər, bu da püskürməyə gətirib çıxarır.

Hazırda, yerin dərin qatlarında olan gərginliyin flüidodinamik sistemlərə təsiri bir aksioma olaraq qalır. Bu kimi sistemlərə maqmatik və palçıq vulkanları, artezian quyuları, neft və qaz yataqları, qeyzərlər və b. aiddir. Lakin bu əlaqənin varlığı haqqında bir çox suallar müasir zaman üçün hələ də cavabsız qalır. Praktikada püskürməyə səbəb ola biləcək seysmik hadisənin tətik mexanizmi olması və ya onu təsadüfdən ayırmaq çox çətinidir. Xüsusilə qeyd etmək lazımdır ki, regional seysmikliyin flüidodinamik sistemlərin fəaliyyətinə təsiri haqqında çoxlu sayda məqalələr həsr edilmişdir. Ona görə də palçıq vulkanizmi prosesləri və seysmiklik arasındakı əlaqəni araşdırmaq üçün son illərdə xarici müəlliflər tərəfindən bu sahədə aparılan tədqiqat işlərini sistemləşdirib analiz edilmişdir.

Bəzi tədqiqatçılar palçıq vulkanlarının püskürmələri və eyni zamanda regionda baş vermiş zəlzələlər arasında qarşılıqlı əlaqəni öyrənərkən püskürmə ilə eyni gündə baş vermiş, konkret olaraq məkan baxımından 100 km radiusda olan zəlzələlər nəzərdən keçirirlər (Mellors, 2007). Palçıq vulkanı və zəlzələ arasındakı məsafə nəzərə alınmadan, vaxt intervalı əsas amil kimi qiymətləndirilən yanışımlar da mövcuddur.

ABŞ-ın Kaliforniya Universitetinin alimlərinin (Manga, 2006, 2009) apardığı araşdırmalarda, zəlzələnin maqnitudasının (M), onların episentri ilə müxtəlif flüidodinamik təzahürlər (palçıq və maqmatik vulkanların püskürməsi, termal suların temperatur rejiminə təsiri və s.) arasındakı maksimum radiusdan (R_{max} , km ilə) olan asılılığı verilir. Bu model, empirik düstur ($\lg R_{max} = 0.45M - 0.95$) vasitəsilə izah olunur. Bu düsturdan istifadə edərək zəlzələlərin bu hadisələrə mümkün təsiri ehtimal edilə bilər. Belə tədqiqatlarda amerikalı alimlər sonralar qeyd olunan empirik düsturdan çox cüzi fərqlənən digər düsturu əsas götürürlər ($\lg R_{max} = 0.44M - 0.79$). ABŞ-ın palçıq vulkanlarında aparılan rejim-müşahidələrindən belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, vulkanın zəlzələlərə qarşı cavab reaksiyası palçıq vulkanı kanalının ötürücülük qabiliyyətinin çoxalması səbəbindən baş verir. Seysmik hadisələrin palçıq vulkanlarına təsiri, eyni amplitudaya malik azmüddətli seysmik dalğalardan fərqli olaraq uzunmüddətli seysmik dalğalar nəticəsində daha çox qarşılıq verir. Bu qarşılıq onunla izah olunur ki, bircinsli olmayan buxar mühitində müxtəlif təzyiq qradienti yaranır, bu da dinamik gərginlik amplitudası ilə mütənasibdir. Bu qradientlər hissəciklərin və qaz qabarcıqlarının yerdəyişməsinə gətirib çıxarır ki, məhz bu amil palçıq vulkanı kanalının ötürücülük qabiliyyətinə təsir edir. Suyun və qazın sərbəst halda yuxarıya doğru axınına mane olur. Yerdəyişmə müddəti ilə seysmik dalğaların müddəti arasındakı nisbət eynilik təşkil edir.

Nevel və Qornozavod zəlzələlərindən sonra Cənubi Saxalinsk vulkanının fəaliyyətində olan anomal dəyişikliklər izlənmişdir. Təzyiqin dəyişməsi seysmik dalğaların keçməsi ilə izah edilir ki, seysmik dalğaların akustik təzyiqinin amplitudası bu

zəlzələlər nəticəsində 10^5 Pa olmuşdur. Palçıq vulkanlarının seysmik hadisələrə qarşı reaksiya mexanizmi üzrə fərqli fikir irəli sürülür. Belə ki, palçıq vulkanizmi prosesində başlıca hərəkətverici qüvvə kimi təbii qazı hesab etməklə, qazın palçıq vulkanı kanalının aşağı hissəsində – 5-10 km dərinlikdə yığılmasını güman edirlər. Palçıq vulkanlarının püskürməyə qədərki fəaliyyəti çox hallarda uzun müddətli olur. Bu vaxt intervalında palçıq vulkanı kanalında olan su yığılmasına molekulyar və konvektiv diffuziya yolu ilə həll olmuş qazlar keçir. Sulu məhlulda həll olmuş qazların həcmi qazın təzyiqinin həcminə olan nisbəti ilə eyni olur (Henri qanunu). Həmçinin palçıq vulkanı kanalında olan suda böyük həcmdə süxur hissələri (10^{-6} -dan 10^{-3} m-ə qədər) olur. Başqa sözlə desək, palçıq vulkanı suyu üçün yüksək nüvə kavitasiyası xarakterikdir. Zəlzələ nəticəsində seysmik dalğalar vulkan kanalında təzyiqin düşməsinə gətirib çıxarır ki, bu da akustik kavitasiyaya – ümumi su-palçıq qarışığının ayrılmasına və qaz-buxar qabarcıqlarının yaranmasına gətirib çıxara bilər. Həll olmuş qazların bir hissəsi sərbəst formaya keçir ki, bu da öz növbəsində qrifonlarda, sərbəst qazların kimyəvi tərkibinin və debitinin dəyişməsinə gətirir. Zəlzələdən sonra sərbəst qazların əvvəlki tərkibə qayıtması halı tədricən baş verir. Yenidən proses təkrar olunur və palçıq vulkanı kanalında olan suya vulkanın qidalandırıcı mənbəyindən gələn qazların keçməsi nəticəsində kimyəvi tərkib və debit sabitləşir. Əvvəlki dəyişikliklərin sabitləşməsi halı müxtəlif qrifonlar üçün 70 gündən 140 gün arasında olur. Bu müddət ərzində isə palçıq vulkanı baş verə biləcək zəlzələlərə qarşı isə çox zəif qarşılıq verir.

Palçıq vulkanizmi və seysmik hadisələr arasındakı əlaqəni (maqnituda, radius, zaman-məkan nəzərə alınmaqla) aydınlaşdırmaqdan ötrü, son 10 ildə baş vermiş palçıq vulkanı püskürmələri (13 vulkan üzrə) ilə eyni gündə və ya bir neçə gün əvvəl baş vermiş bütün zəlzələlər korrelyasiya edilərək, uyğunluq təşkil edilənlər seçilmişdir. müqayisə üçün Həmçinin keçmişdə zəlzələlərin baş verməsi ilə eyni gündə püskürən palçıq vulkanları (4 vulkan üzrə) haqqında məlumatlar təhlil edilmişdir (cədv. 5). Palçıq vulkanı püskürmələrinin baş verməsində hansı zəlzələlərin tətik mexanizmi rolu oynaması ehtimalı qiymətləndirilmişdir.

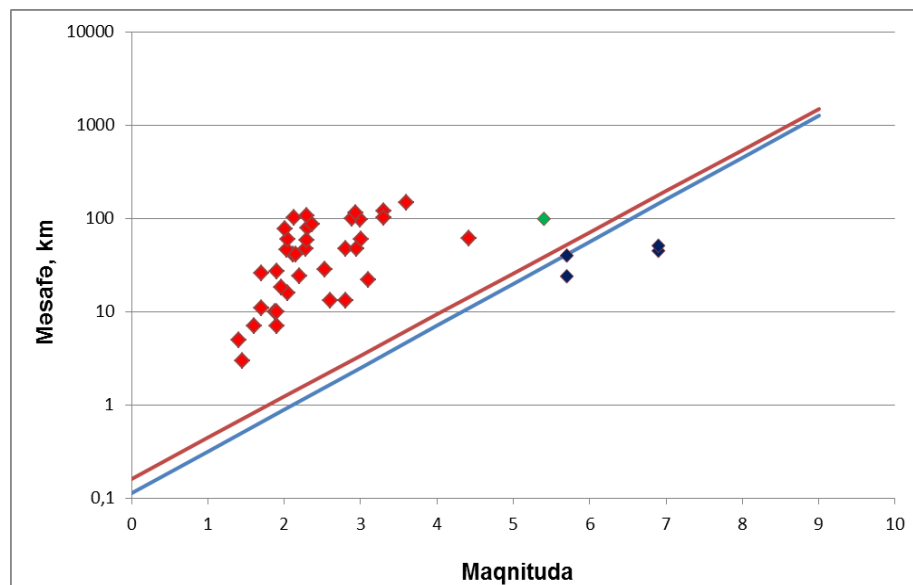
cədvəl 5

No	Palçıq vulkanı	Püskür vaxtı	Zəlzələnin vaxtı	Koord.	ml	H	R, km
1	Kələməddin	28.01.1872	28.01.1872	-	5.7	-	24
2	Şıxzərli	28.01.1872	28.01.1872	-	5.7	-	40
3	Bozaaxtarma	13.02.1902	13.02.1902	-	6.9	-	51
4	Şıxzərli	13.02.1902	13.02.1902	-	6.9	-	45
5	Ayrantökən	15.03.2008	17.02.2008	40.11 49.31	2.60	34	13
			27.02.2008	40.39 50.32	3.00	37	96
			06.03.2008	40.65 49.65	2.31	6	79
6	Bozdağ-Güzdək	13.02.2009	08.02.2009	40.33 49.79	2.04	45	16

			08.02.2009	40.15 49.99	2.12	60	41
			10.02.2009	40.48 50.77	2.89	56	99
7	Lökbatan	04.02.2010	12.01.2010	40.13 49.95	2.53	56	28
			14.01.2010	40.72 50.77	2.13	46	101
			24.01.2010	40.47 48.71	2.37	15	86
			30.01.2010	40.68 48.54	2.29	6	107
8	Daşmərđan	12.05.2011	23.04.2010	40.33 50.39	2.93	52	115
			07.05.2011	40.28 49.12	1.88	6	10
			08.05.2011	40.38 49.06	1.96	38	18
9	Lökbatan	20.09.2012	20.09.2012	40.32 49.76	1.40	5	5
			20.09.2012	40.32 49.73	1.45	5	3
			20.09.2012	40.34 49.78	1.90	1.2	7
10	Şıxızərli	20.12.2013	06.12.2013	40.65 48.53	2.03	9	46
			13.12.2013	40.99 48.48	2.28	3	47
			18.12.2013	39.95 49.09	2.04	39	60
11	Keyrəki	12.10.2014	21.09.2014	41.00 49.88	3.01	41	59
			30.09.2014	40.14 48.99	2.01	43	77
			12.10.2014	40.20 50.14	2.15	32	41
12	Axtarmaardı	26.01.2016	01.01.2016	40.15 49.12	2.2	21	24
			08.01.2016	40.20 48.60	3.1	47	22
			15.01.2016	40.29 48.75	1.9	7	10
13	Otmanbozdağ	06.02.2017	26.01.2017	40.28 48.96	2.8	6	47
			26.01.2017	40.30 49.21	1.7	11	26
			06.02.2017	40.30 50.23	4.42	60	61
14	Şekixan	06.02.2017	26.01.2017	40.28 48.96	2.8	6	13
			26.01.2017	40.30 49.21	1.7	11	11
			06.02.2017	40.50 48.67	2.95	13	47
15	Lökbatan	02.05.2017	21.04.2017	41.13 50.63	3.30	60	120

			28.04.2017	40.15 49.96	1.90	60	27
			05.02.2017	40.37 49.74	1.60	4	7
16	Şıxzerli	31.05.2017	11.05.2017	39.72 48.42	5.40	48	99
			11.05.2017	39.72 48.38	3.30	50	101
17	Keyrəki	12.06.2017	25.05.2017	40.24 49.17	2.30	40	58
			30.05.2017	40.81 51.49	3.60	44	148

Amerikalı alimlərin təklif etdiyi empirik düsturu ($\lg R_{\max} = 0.45M - 0.95$ və $\lg R_{\max} = 0.44M - 0.79$) nəzərə alaraq, təhlil edilmiş məlumatlar əsasında Azərbaycanın palçıq vulkanlarının zəlzələlərdən asılılıq modeli təklif olunur (şək. 5).



Şəkil 5. Palçıq vulkanları püskürmələrinin zəlzələlərdən asılılıq modeli.

*göy nöqtə - keçmişdə baş verən hadisələr,
qırmızı və yaşıl nöqtə - son 10 ildə baş verən hadisələr.*

Modeldən alınan nəticələrə əsasən, keçmişdə baş verən vulkanlarının püskürmələrində əsas təkanverici amil məhz zəlzələlər sayılır ki, ümumilikdə ikincilər birincilərin baş verməsi prosesində "tətik" kimi qiymətləndirilir.

Müasir vulkanik hadisələrdən Şıxzerli palçıq vulkanının püskürməsinin (31.05.2017-ci il tarixli) zəlzələ ilə əlaqəsi məsələsini tərtib edilmiş modelə əsasən ehtimal etmək mümkündür.

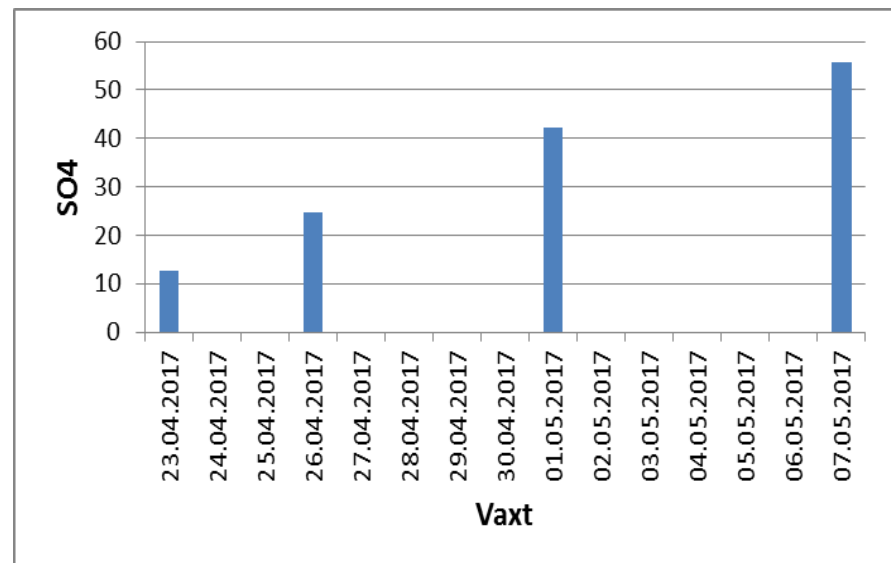
Palçıq vulkanı püskürmələrin baş vermə səbəbini, həmçinin seysmik hadisələrlə qarşılıqlı əlaqəsini daha dərinləndirən öyrənmək üçün mütəmadi olaraq rejim-müşahidə (monitorinq) işlərinin

təşkili məsələsi vacib amil kimi sayılır. Dünya praktikasında palçıq vulkanlarının püskürmələrinin proqnozu sahəsində hələlik müfəssəl fikir söyləmək mümkün olmamışdır. Regionda baş verən yüksək maqnitudaya malik zəlzələlərdən sonra, vizual olaraq vulkan kraterində müşahidə olunan dəyişikliklərdən və ya püskürmələrarası intervalların izlənməsinin nəticəsində bəzən vulkanların ehtimal proqnozu vermək olar. Lakin bu da öz növbəsində proqnozun verilməsi üçün kifayət etmir. Nisbi mənada ən yaxşı üsul vulkanların qazhidrogeokimyəvi tədqiqatlarla öyrənilməsidir.

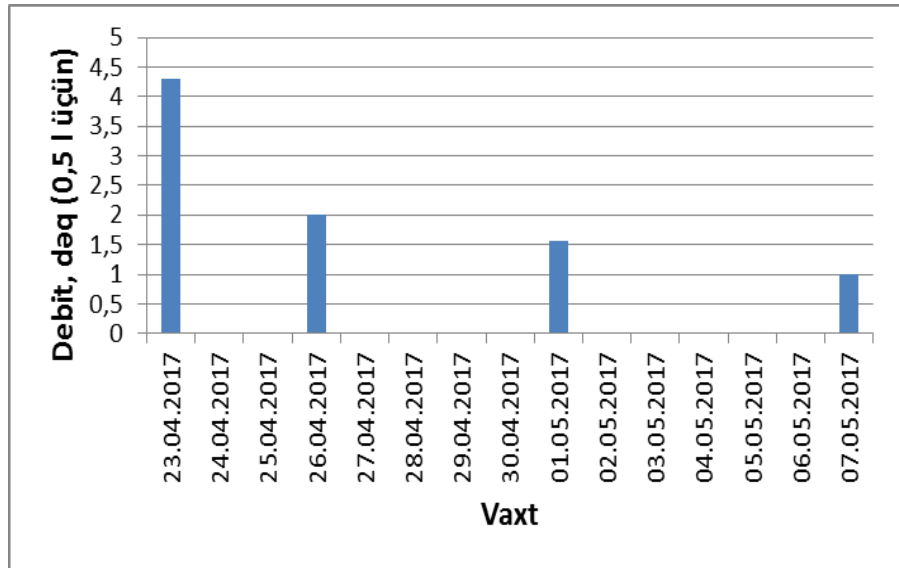
Rusiyanın Dəniz geologiyası və geofizikası institutu tərəfindən 2015-ci ildə Cənubi Saxalinsk palçıq vulkanında hidrokimyəvi monitorinqlər təşkil edilmişdir. Monitorinqlər 2016 və 2017-ci ildə də davam etdirilmişdir. 2015-ci ilin may ayından başlayaraq 5 ay müddətində aparılan monitorinqlər müxtəlif aktivlik dərəcəsinə görə 5 qrifon üzrə aparılmışdır. Aktivlik dərəcəsi qrifonların su və qaz çıxımına görə təyin olunmuşdur. Götürülmüş nümunələrin laborator analizləri vulkan suyunun kimyəvi tərkibinin müxtəlif qrifonlar üzrə fərqli olmasını göstərmişdir. Vulkanların fəaliyyətində bəzi yeni hidrokimyəvi göstəricilər alınmışdır ki, bu da gələcəkdə palçıq vulkanları püskürmələrinin ehtimal proqnozunun verilməsində ehtimalla üçün əsas vermişdir.

Azərbaycan palçıq vulkanlarında rejim müşahidə işləri Aşağı Kür, Abşeron və Şamaxı-Qobustan rayonlarının palçıq vulkanları təmsalında 10 vulkan üzrə aparılmışdır. Monitorinqin nəticələri, Durovdağ palçıq vulkanı təmsalında cədvəl 6, 7 və 8-də nümayiş etdirilir (qoşma kimi əlavə olunur).

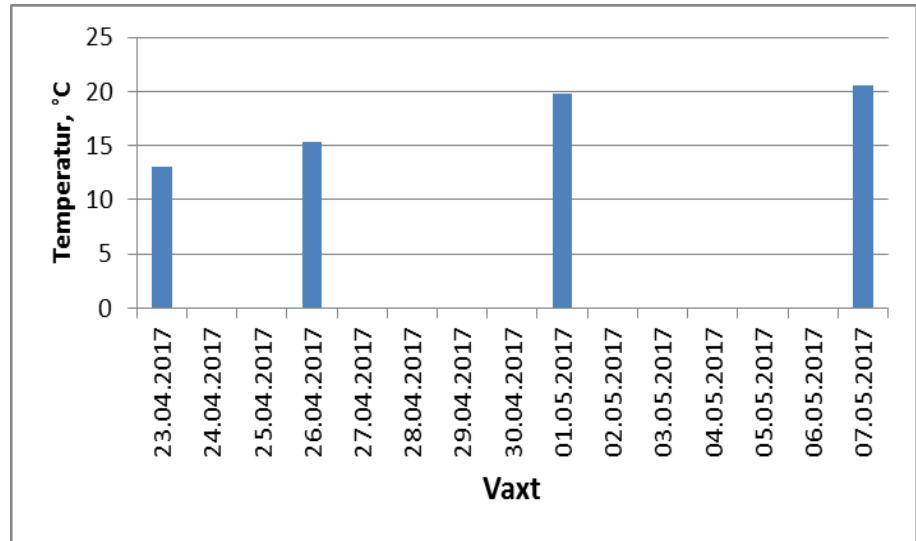
Alınan nəticələr ərazidə baş verən kiçik maqnitudalı zəlzələlərdən sonra vulkan suyunun kimyəvi tərkibində olan B və SO₄-ün qalxması fikrini təsdiq etmişdir. Laborator analizlər zamanı bəzi analitik çatışmamazlıqlardan B-un təyini məhdudlaşmışdır. Temperatur ölçmələrinin nəticələrinə görə qazın debiti yüksək olan qrifonlarda temperatur göstəricisinin aşağı olması fikrinə gəlinmişdir.



Şəkil 6. Durovdağ palçıq vulkanı suyunun kimyəvi tərkibində olan SO₄-ün dəyişməsi.



Şəkil 7. Durovdağ palçıq vulkanı qazının debitinin dəyişməsi.



Şəkil 8. Durovdağ palçıq vulkanı suyunun temperaturunun dəyişməsi.

6 . Layihənin yerinə yetirilməsindən (elmi təbirlə və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmədə iştirakdan) əldə edilən nəticələr, onların yenilik dərəcəsi, elmi və praktiki əhəmiyyəti

Bu tədqiqat işində, ilk dəfə olaraq, sistemli şəkildə, Azərbaycan palçıq vulkanlarında geokimyəvi tədqiqatların ilkin nəticələri qeyd olunur. Palçıq vulkanlarının sopka suyu və brekçiyasının kimyəvi tərkibinin bəzi qanunauyğunluqları tam izah olunur. Müxtəlif regionlar üzrə palçıq vulkanlarının fəaliyyət məhsullarının geokimyəvi xüsusiyyətlərinin fərqlilik variyasiyaları verilir. Belə fərqi səbəbi, başlıca olaraq palçıq vulkanlarının ana maddəsinin tərkibinin müxtəlifliyi ilə izah olunur. Digər səbəb, müxtəlif nisbətlərdə qarışmış maddələrin fərqli mənbələrdən (ilk növbədə, səthə yaxın) gəlməsi ilə əlaqəli ola bilər. Alınan nəticələrdən çıxan əsas fikərə görə, müxtəlif vulkanlar üçün geokimyəvi göstəricilərin dəyişkən qiymətləri az da olsa "su-süxur-qaz" sistemində olan qarşılıqlı əlaqə ilə qaynaqlanır. Kimyəvi elementlərin miqراسiyasının intensivliyinə nəzarət və onların palçıq vulkanı maddəsinin müxtəlif fazaları arasında paylanması məsələsi göstərilən qarşılıqlı əlaqənin əsas amillərindən biridir.

Tədqiqat işində, seysmik hadisələrin palçıq vulkanlarına

		<p>mümkün təsiri haqqında olan dünya ədəbiyyat məlumatları analiz edilərək sistemləşdirilmişdir. Nəticələr Azərbaycan palçıq vulkanlarının püskürmələrinə tətbiq edilmişdir. Müxtəlif zamanda baş vermiş palçıq vulkanları püskürmələrinin zəlzələlərin “tətik” mexanizmi nəticəsində baş vermə ehtimalı qeyd olunmuşdur.</p> <p>Həmçinin palçıq vulkanlarında aparılan rejim-müşahidə işlərinin nəticəsində qazhidrogeokimyəvi göstəricilər izlənilmişdir. Ərazidə uzun zaman müddətində baş verən kiçik maqnitudalı zəlzələlərin nəticəsində bu göstəricilərin anomal dəyişməsi fikri irəli sürülmüşdür.</p>
7	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar</p>	<p>Palçıq vulkanı sularında olan əsas anion və kationlar ion xromotoqrafiya və titrimetriya üsulu ilə təyin olunmuşdur.</p> <p>Palçıq vulkanı suları və sopka brekçiyasının element tərkibi atom-spektroskopiya üsulu ilə (İCP-AES və İCP-MS) təyin olunmuşdur.</p> <p>Sopka brekçiyasının qeyri-üzvi karbon hissəsi termokatalitik oksidləşmə üsulu ilə və sonrakı mərhələdə isə İK-detektirətmə üsulu ilə aparılmışdır.</p> <p>Bundan başqa yerli və xarici ədəbiyyat məlumatları sistemləşdirilərək analiz edilmiş, həmçinin Azərbaycanın palçıq vulkanı püskürmələrinin və zəlzələlərin kataloqundan istifadə edilmişdir.</p>
8	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı əldə olunmuş nəticələrin gözlənilən tətbiq sahələri (konkret olaraq qeyd etməli)</p>	<p>Təcrübəkeçmə zamanı əldə olunmuş nəticələrin dissertasiya işində istifadə olunması məqsədüuyğun hesab edilmiş, layihə ilə əlaqədar alınan elmi nəticələrin geniş müzakirəsinə nail olmaq məqsədilə, ilkin olaraq həm Azərbaycanda və həm də Rusiya Federasiyasında təşkil olunacaq elmi konfranslarda məruzə edilməsi, həmçinin yüksək reytingə malik jurnallarda nəşr edilməsi nəzərdə tutulmuşdur.</p> <p>Ümumi müzakirələrin nəticəsi olaraq, təcrübəkeçmə zamanı ilk dəfə əldə olunan nailiyyətlər nəzərə alınaraq, bu şəkildə işlərin davam etdirilməsi üçün, Azərbaycanın və Rusiyanın Saxalin adasının palçıq vulkanlarının monitorinq məlumatlarının qarşılıqlı mübadiləsinin həyata keçirilməsi, həmçinin regionların palçıq vulkanizmi problemlərinin oxşar və fərqli xüsusiyyətlərinin hərtərəfli araşdırılması məqsədilə, Rusiya Elmlər Akademiyası Uzaq Şərq Bölməsinin Dəniz Geologiyası və Geofizikası İnstitutu ilə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu arasında müvafiq mövzu üzrə əməkdaşlıq müqaviləsinin imzalanması razılaşdırılmışdır.</p>

Layihə rəhbərinin imzası _____

Tarix _____

Elmin İnkişafı Fondunun əməkdaşının imzası _____

Tarix _____