

# BÖYÜK QAFQAZIN AZƏRBAYCAN HİSSƏSİNİN MÜASİR GEODİNAMİKASI VƏ SEYSMİKLİYİ

*F.A. Əliyev*

*AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu*

*Məlum olduğu kimi, Qafqaz Alp-Himalay orogen qurşağının bir hissəsi olmaqla Avrasiya və Ərəb plitələri arasında yerləşir və o öz növbəsində şimal-qərbə doğru hərəkət edərək toqquşma zonası yaradır. Bu vəziyyət ərazini seysmikliyə meyilli zona kimi səciyyələndirir. Böyük Qafqazın cənub yamacı xüsusi maraq doğurur. Burada tarixi zamanlardan bəri güclü və dağıdıcı zəlzələlər baş verir; həmçinin burada son zamanlar instrumental müşahidələr başlayandan sonra yüksək maqnitəli zəlzələlər baş vermişdir. 2012, 2014-cü illərdə baş verən güclü zəlzələlər bu regionda seysmik təhlükənin qiymətləndirilməsi problemini aktuallaşdırır. Tədqiqatda bu zəlzələlərin ocaq zonalarında yaranma mexanizmlərinin qırılma zonaları ilə əlaqəsi təhlil edilmişdir.*

## **Giriş**

Azərbaycan Ərəbistan və Avrasiya plitələrinin aktiv toqquşma zonasında yerləşir. Ərəb plitəsinin şimal, Anadolu plitəsinin qərb, İran plitəsinin şərq istiqamətinə yerdəyişməsi Böyük Qafqazın sıxılması ilə xarakterizə olunan kontinental toqquşmanın yaranması ilə nəticələnir [6,7,8].

Alp-Himalay orogen qurşağının bir hissəsi kimi Qafqaz Skif və Ərəb plitələri arasında konvergent zonada yerləşir [3,6]. Ərəb plitəsinin şimala doğru hərəkəti Böyük Qafqaz regionunda yer qabığının qısalmasına səbəb olur ki, bu da seysmik hadisələr ilə müşayiət olunur. Azərbaycanda və Gürcüstanda Böyük Qafqazın cənub yamaclarında tarixən və müasir zamanda güclü və dağıdıcı zəlzələlər baş verib. Ərazidə mövcud olan müasir rəqəmsal seysmik şəbəkə zəlzələlərin yayılmasını və onların tektonik qırılmalarla əlaqəsini daha detallı təhlil etməyə imkan yaradır.

## **Metodlar**

Azərbaycan ərazisində baş verən zəlzələlər dərinlik qırılmaların dinamikası, yer qabığının quruluşu haqqında məlumat verir, həmçinin qırılmaların aktiv zonalarını izləməyə, güclü zəlzələlərin məkanda paylanması xüsusiyyətlərini aşkar etməyə kömək edir.

Rəqəmsal seysmik şəbəkə tərəfindən qeydə alınmış zəlzələlərin bəzi diapazonlarının təhlili əsasında biz fərqli xüsusiyyətlərə malik müxtəlif tektonik rejimləri ayırd edə bilirik. Fərqli zəlzələ ocaqları cəmlərini, eləcə də fərqli xüsusiyyətlərə malik müxtəlif tektonik rejimləri təhlil etmək və ayırmaq üçün klasterləşdirmə, ocaq mexanizmləri

hesablamalarına əsaslanan müxtəlif yanaşmalardan istifadə edərək 2D və 3D məkan analizləri Böyük Qafqazın ətkələrində, Xəzər dənizinə doğru keçid zonasında və Xəzər dənizində bir neçə əsas klasterləri aşkar edilmişdir.

Tədqiq olunan ərazidə seysmik fəallıqla seçilən zonalar aşağıdakılardır: a) Böyük Qafqazın cənub yamacında Balakən, Zaqatala və Şəki zonaları; b) Böyük Qafqazın dağətəyi hissəsindən Qobustan ərazisinə (Şamaxı zonası) keçid zonası, və c) ən dərin hiposentrləri olan zəlzələlər dənizdə, Cənubi Xəzər hövzəsi ilə Şimali Orta Xəzər arasında yerləşir.

Ərəb plitəsinin təzyiqi altında qitələrarası psevdosubduksiya (S-subduksiya) ilə bilavasitə əlaqəli olan Böyük Qafqaz akkresiya prizmasının örtük strukturunun əmələ gəlməsi prosesi öyrənilmişdir [6,7]. Bu fərziyyə Xəzər-Qafqaz-Qara dəniz regionunda aparılan bir sıra tədqiqatlarda öz təsdiqini tapır. Təsvir edilən proses real zaman rejimində GPS müşahidələrinin nümayiş etdirdiyi kimi, Alp tektonogenesinin müasir mərhələsində də davam edir. Azərbaycanda GPS nöqtələri ilə 1998-2015-ci illərdə əldə edilmiş üfqi sürət vektorlarının paylanmasına dair məlumatların monitorinqi Cənubi Qafqaz mikroplitəsinin cənub-qərb və mərkəzi hissələrinin əhəmiyyətli dərəcədə (17-18 mm/il) şimal-şimal-qərb istiqamətli hərəkətini göstərir; bu proses Kiçik Qafqazın Cənub-Şərqi hissəsi, Kür çökəkliyi və Talış əraziləri əhatə edir. Eyni zamanda, Böyük Qafqazın Vəndam-Qobustan meqazonu ilə məhdudlaşan mikroplitənin şimal-şərq cinahı daxilində sürət vektorları 8-12 mm/il azalır, daha şimalda isə Kbaad-Zəngi dərin qırılmasının asma qanadında, bilavasitə toplanma prizmasının hüdudları daxilində sürət 0-4

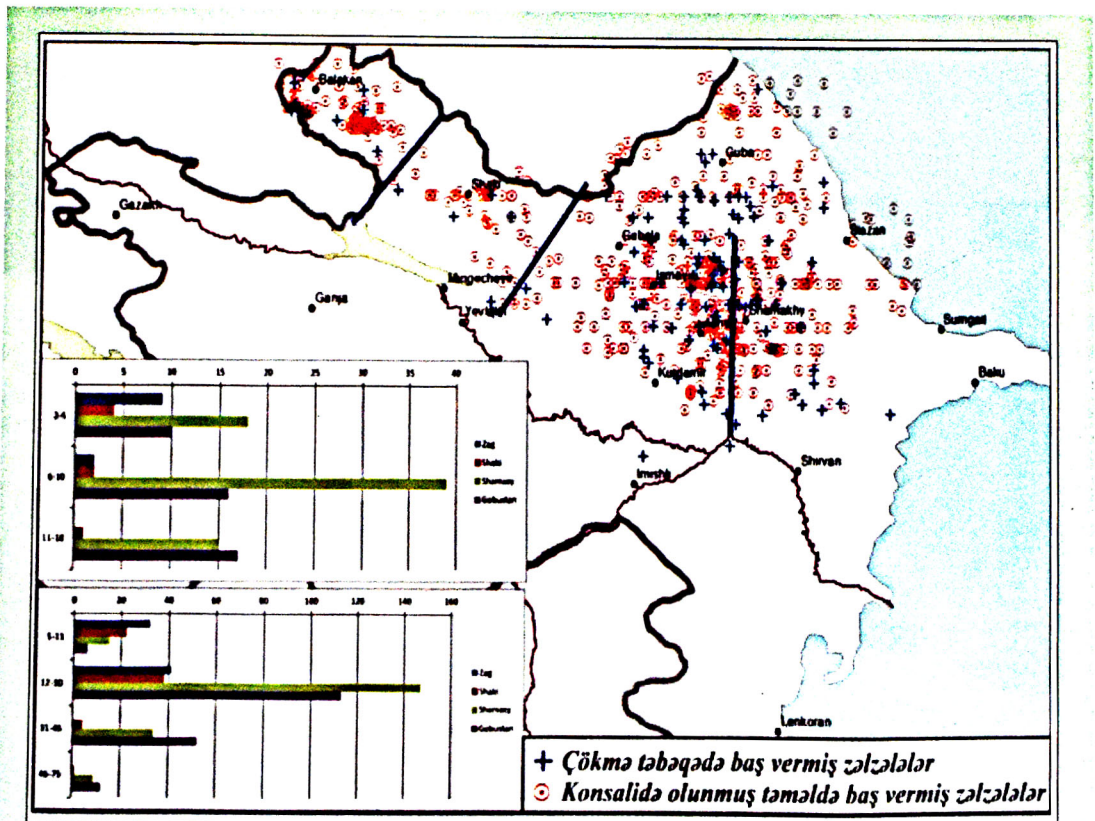


mm/il kimi aşağı olur. Ümumiyyətlə, bu qurşaqda yer qabığının qısalması sürəti 4-10 mm/il kimi qiymətləndirilir [4,5].

Bu hal Cənubi Qafqaz mikroplitəsinin şimal cinahının strukturları (Vandam-Qobustan meqazonası) ilə Böyük Qafqazın akkresiya prizması arasında psevdosubduksiya təsir zonaları daxilində elastik deformasiyaların ardıcıl yığılmasını göstərir. Psevdosubduksiyanın davam etməsi seysmikliyin dərinlikdə qeyri-bərabər paylanması (seysmik səviyyələr -2÷6, -8÷12, -17÷22 və -25÷45 km) ilə özünü göstərir: zəlzələnin ocaq zonalarının paylanmasının təhlili yer qabığındakı subvertikal və subhorizontal kontaktlarla onların arasında dinamik-struktur qarşılıqlı əlaqənin mövcudluğunu sübut edir. Üfiqi və şaquli seysmik zonallıq yer qabığının bloklara bölünməsi və tektonik təbəqələşməsi nöqtə-nəzərindən izah edilir ki, onun strukturunda zəlzələ ocaqları əsasən müxtəlif istiqamətli qırılmaların kəsişmə nöqtələrində və ya dərinlik tektonik qırılmaların və müxtəlif tərkibli süxur komplekslərin qeyri-sabit təmasları boyunca yan yerdəyişmələrinin müstəviləri ilə məhdudlaşır, Böyük Qafqazın Azər-

baycan hissəsində baş verən zəlzələlərin məkanda və dərinlikdə paylanması əsasında müxtəlif seysmik aktivliyə malik əraziləri və "geoloji səviyyələr" müəyyən edilmişdir. Daha dəqiq desək, aydın olmuşdur ki, tədqiqat sahəsi müxtəlif seysmik aktivlik səviyyəsinə malik 4 bloka bölünə bilər. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, tədqiqat sahəsinin şərq seqmentində əsasən konsolidə olunmuş qabığın yuxarı hissəsi aktivdir. Cənub-şərq seqmentində isə bütün yer qabığı, yuxarı mantiya da daxil olmaqla seysmik cəhətdən aktivdir (şəkil 1).

Ümumiyyətlə, ocaq mexanizmlərinin növləri mikroplitənin konvergent sərhədlərinin geodinamik şəraiti ilə uyğunluq təşkil edir. Burada ocaq mexanizmlərinin hər bir növü müşahidə olunur. Tektonogenin müasir mərhələsində maksimum seysmik aktivlik qərbdə Cənubi Qafqaz mikroplitəsinin şimal cinahının strukturlarında ümumi Qafqaz isitqamətli Qanıx-Airiçay-Ələt üstəgəlməsində, şərqdə isə Böyük Qafqazın Azərbaycan hissəsinin submeridional sağtərəfli şərqində Qərbi Xəzər qırılması boyunca müşahidə olunur [1, 2].



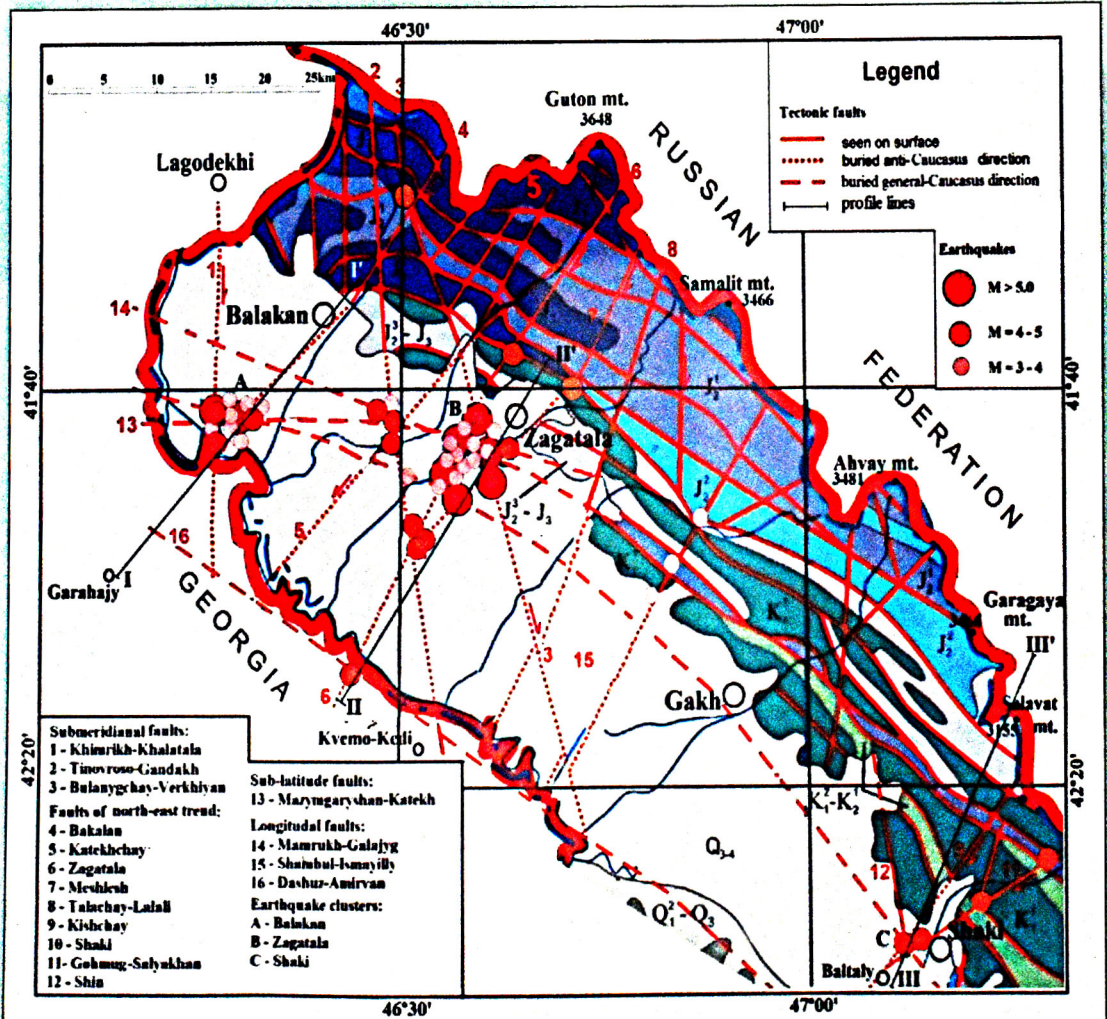
Şəkil 1. Zəlzələlərin Böyük Qafqazın Azərbaycan hissəsində dərinlik üzrə paylanması və histogramla təsviri (2003-2016,  $M > 3$ ).



Yan sıxılma şəraitində bu arazidə yer qabığı təşkil edən kiçik ölçülü bloklar transpersiv tip deformasiyaların yaranmasına səbəb olur. Bu deformasiyalar ümumi Qafqaz istiqamətli eninə qırılmalar boyunca sıxılma strukturları blokların yaranmasına səbəb olur. Belə rejim qeyd olunan dislokasiyalar və onların artikulyasiya düyünləri ilə məhdudlaşan elastik deformasiyaların çoxsaylı konsentrasiya sahələrinin yaranmasına gətirib çıxarır. Böyük Qafqazın Azərbaycan hissəsinin cənub yamacının tektonik cəhətdən zəifləmiş bölgələrində belə enerji boşalmasına və dağıntılara (üfqi qırılma mexanizminə uyğun olaraq) məhz süxurların həddindən artıq möhkəmliyi səbəb olur. Bu fakt xüsusilə 2012-2016-cı illərdə Zaqatala, Şəki və Balakəndə baş vermiş zəlzələlərlə sübut olunur (şəkil 2).

Zəlzələ ocaqlarının mexanizmlərinin təhlili göstərir ki, hər bir spesifik bölgədə tərs qırılma, üfqi qırılma və normal qırılma tektonik tipləri üstünlük təşkil edir.

Zaqatala ocaq zonası 2012-2014-cü illərdə seysmik aktivləşmə ilə özünü göstərmişdir (şəkil 2). Əsas seysmik hadisələr 2012-ci ilin may-iyul aylarında,  $M = 5.27 \div 5.69$  (05.07.2012) olan 3 təkan,  $M = 5.02$  (20.06.2012) olan 1 təkan və çoxlu sayda  $M = 3.0 \div 4.4$  olan afterşoklar baş verib. Hiposentrlərin böyük əksəriyyəti Kaxeti-Vandam-Qobustan zonasının frontal hissəsinin Yuradan əvvəlki təməldə 5-20 km dərinlik intervalında yerləşir. Ocaq zonasından kənarda (onun cənub-şərqində Kvemo-Kedi kənd ərazisində Alp örtüyündə (05.07.2012) yerləşən kiçik zəlzələ ( $M = 4.4$ ,  $H = 5$  km) istisna təşkil edir, və



Şəkil 2. Azərbaycanın şimal-qərbində 2012-2016 illərdə baş vermiş  $M > 3.0$  zəlzələlərin tektonik qırılmalarla əlaqəsi sxemi.



şimal zonasında, onun şimal-şərq hissəsində Zaqatala qırılması ilə kəsişmə qovşağında maili yatan Qanıx-Airiçay-Ələt qırılma müstəvisi ilə məhdudlaşır. Ümumiyyətlə, bu ocaq zonası Yuraya qədər təməlin yuxarı hissəsində mürəkkəb quruluşlu dizyunktiv düyündür, harada ki hiposentrlər müxtəlif istiqamətli tektonik qırılmaların kəsişmələrinin qovşaqlarından yer alırlar. Seysmik hadisələr əsasən Zaqatala eninə qırılmasının aktivləşməsi ilə əlaqədardır ki, bu da öz növbəsində ümumi Qafqaz və anti-Qafqaz istiqamətli qırılmaların aktivləşməsinə səbəb olmuşdur.

Zəlzələlərin yaranma mexanizmləri ocaq zonasında üfqi qırılma və qırılıb düşmə komponentli qırılıb qalxma hərəkətlərinin üstünlük təşkil etdiyini göstərir. Buna misal olaraq 2012-ci il mayın 7-də baş vermiş zəlzələni göstərmək olar ki, burada kifayət qədər güclü iki aftershok və təkənlər silsiləsi müşahidə olunmuşdur. Əksər zəlzələlərin mexanizmləri ocaq zonasında Qanıx-Əyriçay üstəgəlmə müstəvisi və onun arxa hissəsi ilə məhdudlaşan tərs qırılmaların məhdud sayda qırılıb qalxma və üfqi qırılmalarını göstərir.

Balakən ocaq zonasında 2012, 2013 və 2016-cı illərdə aktivləşmə qeydə alınıb. 2012-ci ilin oktyabr-noyabr aylarında baş verən seysmik hadisələr özünü ən güclüsü  $M=5,6$  (14.10.2012) olan silsilə zəlzələlərlə göstərib. Sonrakı illərin seysmik hadisələri  $M=3,14\div 4,37$  arasında nisbətən aşağı qüvvələri ilə fərqlənirdi. Birinci halda olduğu kimi, ocaq zonası müxtəlif istiqamətli qırılmalarının kəsişmələrinin mürəkkəb düyünləri ilə məhdudlaşır; hiposentrlərin əksəriyyəti Yurayaqədər təməlin yuxarı hissəsində yerləşir, həmçinin onun səthi və aşağı hissəsi Vandam qalxmasının alp örtüyünün 4-13 km dərinlik intervalı ilə məhdudlaşır. Bu seysmik hadisələr əsasən anti-Qafqaz istiqamətli Ximrix-Xalatala (2012) və Balakən (2013 və 2016) qırılmalarının aktivləşməsi ilə əlaqədardır. Bu halda seysmik enerjinin boşalması bu tektonik pozulmaların bir-biri ilə kəsişmə qovşaqlarına və ümumiqafqaz istiqamətli qırılmalarla kəsişmə zonalarına uyğun ərazilərdə baş vermişdir. Ocaq zonasında zəlzələlərin mexanizmləri qırılıb düşmə və üfqi qırılma tipli olmaqla, qırılıb qalxma tip mexanizmlərinə tabe olublar.

Şəki ocaq zonası 2012-2013-cü illərdə nisbətən zəif seysmik aktivlik göstərmişdir ( $M = 3,00\div 4,07$ ). Zəlzələ hiposentrləri Kaxeti-Vandam-Qobustan zonasının frontal hissəsində Yuraya qədər təməlinin

yuxarı hissəsində, 5-9 km dərinlik intervalında yerləşir. Ocaq zonası şimal-şərq istiqamətli Qoxmuq-Salyaxan eninə qırılması ilə məhdudlaşır. Bu halda, seysmik enerjinin boşalması onun anti-Qafqaz istiqamətli qırılmaların digər dislokasiyalar ilə kəsişməsinin qovşaqlarında növbə ilə baş verdi. Tədqiq olunan dövrün zəlzələ mexanizmlərində üfqi qırılmanın üstünlük təşkil etdiyini göstərir.

### Nəticə

Hər bir seysmik zonada (Zaqatala, Balakən, Şəki) müxtəlif maqnitudalı seysmik hadisələrin məkan-zaman və ocaq mexanizmlərinin öyrənilməsi aşağıdakı nəticələrə gəlməyə əsas verir:

- Zəlzələ ocaqlarının məkan paylanması göstərir ki, tədqiq edilmiş seysmik hadisələr yalnız eninə (şimal-qərb, şimal-şərq və submeridional) dizyunktiv dislokasiyalarla məhdudlaşır. Bununla belə, episentral zonalar əsasən ümumi Qafqaz istiqamətlidir və onlar qırılmaların səthi boyunca şimala doğru eniş məruz qalır;

- Böyük seysmik hadisələrin hiposentrləri ( $M = 4,5\div 5,7$ ) və aftershokların mütləq əksəriyyəti Yuraya qədər fundament səthi və ya onun 20 km-ə qədər dərinlikləri ilə məhdudlaşır;

- Bu zəlzələ seriyasında hiposentrlərin böyük əksəriyyəti üçün onların şimal nöqtələrində əyilən, Qanıx-Airiçay-Ələt dərin eniş zonası və onun arxa hissələri ilə müəyyən edilmiş maili zolaqla məhdudlaşdığı müəyyən edilmişdir;

- Ümumiyyətlə, bu dövrün seysmik aktivliyin intensivləşməsi Ərəbistan intenterinin təzyiqli altında Cənubi və Şimali Qafqaz kontinental bloklarının qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədar şimal istiqamətli üfqi hərəkətlərinin sürətinin artması ilə izah olunur.

### ƏDƏBİYYAT:

1. Aliyev F.A., 2014. *The focal mechanisms from the seismic zones within Greater Caucasus. // Proceedings of the EAGE 76th General Assembly 2014. Volume 2014, p.1-4.*

2. Aliyev F., Kangarli T., Aliyev A., Vahabov U., 2018. *Recent geodynamics and seismicity of the Greater Caucasus (within Azerbaijan borders). // Proceedings of the 36th National and the 3rd International Geosciences Congress. <http://36nigc.conference.gsi.ir/en>.*

3. Alizadeh Ak.A., Kangarli T.N., Aliyev F.A., 2013. *Tectonic stratification and seismicity of the ac-*



cretionary prism of the Azerbaijani part of Greater Caucasus. In: *Proceeding of European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2013*. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2013/EGU2013-445-1.pdf>.

4. Kadirov, F., Mammadov, S., Reilinger, R., McClusky, S., 2008. "Some new data on modern tectonic deformation and active faulting in Azerbaijan (according to Global Positioning System Measurements)." // *Proceedings Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth*. №1 p.82-88.

5. Kadirov F.A., Floyd M. Reilinger R., Alizadeh Ak.A., Guliyev I.S., Mammadov S.G., Safarov R.T., 2015. "Active geodynamics of the Caucasus region: implications for earthquake hazards in Azerbaijan" // *Proceedings Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth*. №3, p. 3-17.

6. Kangarli, T. 2005. *Greater Caucasus*. In: *Khain, V.E. & Alizadeh, A. A. "Geology of Azerbaijan, Tectonics," IV. Nafta-Press, Baku, Azerbaijan, 43-213.*

7. Kangarli T.N., Kadirov F.A., Yetirmishli G.J., Aliyev F.A., Kazimova S.E., Aliyev A.M., Safarov R.T., Vahabov U.G. *Recent geodynamics, active faults and earthquake focal mechanisms of the zone of pseudosubduction interaction between the Northern and Southern Caucasus microplates in the southern slope of the Greater Caucasus (Azerbaijan)*. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2018;9(4):1099-1126. <https://doi.org/10.5800/GT-2018-9-4-0385>

8. Philip H., A. Cisternas, A. Gvisiani, and A. Gorshkov, 1989. "The Caucasus: An actual example of the initial stages of continental collision," *Tectonophysics*, 161, p. 1-21.

**Ф.Алиев**

## **СОВРЕМЕННОЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И СЕЙСМИЧНОСТЬ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

### **АННОТАЦИЯ**

Как известно, Кавказ является частью альпийско-гималайского орогенного пояса, расположенного между Евразийской и Аравийской плитами, который, в свою очередь, двигаясь на северо-запад, образует зону коллизии. Это обстоятельство является основным фактором в проявлении сейсмичности на этой территории. Особый интерес с точки зрения сейсмической опасности вызывает южный склон Большого Кавказа. Здесь с исторических времен происходят сильные и разрушительные землетрясения. Имели место также сильные сейсмические толчки с начала инструментальных наблюдений. Серия сильных землетрясений, произошедших здесь в 2012, 2014 гг. еще раз продемонстрировала актуальность проблемы оценки сейсмической опасности в этом регионе. В рамках данного исследования нами проанализированы очаговые зоны этих землетрясений с точки зрения корреляции механизмов очагов с разломными зонами.

**F.Aliyev**

## **MODERN GEODYNAMICS AND SEISMICITY OF AZERBAIJAN PART OF THE GREAT CAUCASUS**

### **ABSTRACT**

As it is known, Caucasus is being a part of the Alpline-Himalayan orogenic belt is located between Eurasian and Arabian plates, which in its turn is moving toward north-west and generating a collision zone. This circumstance drives this area as an earthquake-prone zone. A special interest is attracting southern slope of the Greater Caucasus. Some strong and destructive earthquakes are taken place here from historical time; also earthquakes with high scale magnitudes occurred here since the beginning of the instrumental observations. A series of strong earthquakes that occurred here in 2012, 2014 once more revealed the actuality of the problem of the seismic hazard assessment in this region. With this study we analyzed the foci zones of these earthquakes in terms of correlation of focal mechanisms with fault zones.