

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

AZƏRBAYCAN ƏRAZİSİNİN YER QABIĞININ MÜASİR HORIZONTAL SÜRƏTLƏRİNİN VƏ DEFORMASIYALARININ STRUKTUR ANALİZİ

İxtisas: 2507.01 - Geofizika, faydalı qazıntıların
geofiziki axtarış üsulları

Elm sahəsi: Yer elmləri üzrə

İddiaçı: **Elnarə Vaqif qızı Əhmədova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2021

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Geologiya fakültəsində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: AMEA-nın həqiqi üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
Fəxrəddin Əbülfət oğlu Qədirov

Rəsmi opponətlər: Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
Tofiq Rəşid oğlu Əhmədov

Geologiya-mineralogiya elmləri namizədi
Zöhrab Adil oğlu Novruzov

Geologiya-mineralogiya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Etibar Sayad oğlu Qaravəliyev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurası.

Dissertasiya şurasının sədri:

AMEA-nın həqiqi üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
_____ **Əkpər Əkpər oğlu Feyzullayev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Texnika elmləri namizədi, dosent
_____ **Dilqəşə Ramzey qızı Mirzəyeva**

Elmi seminarın sədri:

AMEA-nın həqiqi üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor
_____ **Pərviz Ziya oğlu Məmmədov**

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi:

Plitə tektonikası çərçivəsində Azərbaycan ərazisinin müasir geodinamik şəraiti Ərəbistan və Avrasiya plitələrinin qarşılıqlı təsiri ilə təyin edilir. Kosmik geodeziya GPS (Global Positioning System-Global Mövqe Sistemi) üsulu plitələrin qarşılıqlı təsirinin və bunun nəticəsində yaranan deformasiyaların öyrənilməsində, litosferdə baş verən horizontal hərəkətlərin izlənilməsində dünyada tətbiq olunan müasir üsuldur (J.T.Freymueller, T.A.Herring, Ch.Reigber, R.E.Reilinger, Floyd M., Vernant Ph., S.McClusky, F.Kadirov, R.Kinq, A.Barka və başqaları). Son 25 ildə kosmik geodeziya GPS üsulunun tətbiqi litosfer plitələrinin müasir hərəkət sürətlərini və plitələrin təmas sərhədlərində yaranan deformasiyaları yüksək dəqiqliklə birbaşa ölçülməsinə və eyni zamanda plitələrin qarşılıqlı təsirləri haqqında olan çox sayda fərziyyələrin yoxlanılmasına böyük imkan yaratmışdır.^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}

GPS müasir sürət məlumatları bir çox nəzəri tektonik mülahizələrin yoxlanılmasına imkan yaratmaqla eyni zamanda Yer qabığının müasir inkişaf dövründə yaranan deformasiyaların mahiyyətinin araşdırılmasına da öz töhfəsini verməkdədir.

Plitələr daxilində yer qabığında baş verən yer dəyişmələrin və

¹ Herring T.A. Geodetic Applications of GPS. Proceedings of the IEEE, Vol. 87, No. 1, January 1999

² Kadirov F.A., Floyd M., Reilinger R., Alizadeh A. et al. Active geodynamics of the Caucasus region: implications for earthquake hazards in Azerbaijan // Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences, The Sciences of Earth, - 2015. - vol. 3, - p.3-17.

³ McKenzie, D.P. Davies D., Molnar P. Plate Tectonics of the Red Sea and East Africa // Published Nature, - 1970. April 18. - vol. 226, - p. 243-248.

⁴ McQuarrie N., Stock J., Verdel C. and Wernicke B.P. Cenozoic evolution of Neotethys and implications for the causes of plate motions // Geophys. Res. Lett., - 2003. - p. 1-4.

⁵ Freymueller, J.T., M.H. Murray, P. Segall, and D. Castillo, 1999, Kinematics of the Pacific-North America plate boundary zone, northern California, J. Geophys. Res., 104, 7419-7441.

⁶ Reilinger R., McClusky S., Vernant P. et al. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions // Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978-2012), - 2006. - vol.111, - p. 1-26.

⁷ Vernant Ph., Nilforoushan F., Hatzfeld D. et al. Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman // Geophysical Journal International, - 2004. April. - vol.157, Issue1. - p. 381-398.

deformasiyaların qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi geoloji proseslərin (zəlzələlər, palçıq vulkanı püskürmələri, sürüşmələr və s.) təbiətini aydınlaşdırılmasında böyük əhəmiyyət daşıyır və geofizikanın aktual məsələlərindəndir. Bu nöqteyi nəzərdən aydınlaşdırılmalı olan aktual məsələlərdən biridə Qafqaz blokunun şərq hissəsini təşkil edən Azərbaycan ərazisində litosferin GPS horizontal sürətlərinin məkan paylanması strukturunda fərqli geodinamik rejimli sahələrin müəyyən edilməsi, blokların qarşılıqlı təsirinin modelləşdirilməsi və özünün fərdi xüsusiyyəti ilə səciyyələnən kiçik plitə daxili sahələrin (“dömenlərin”) müəyyən edilməsidir. GPS ölçüləri ilə birlikdə digər sahə məlumatları da problemin həllində istifadə edilir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri:

Dissertasiya işinin məqsədi Azərbaycan GPS şəbəkəsində yeni ölçü məlumatlarından əldə edilən Yer səthinin müasir horizontal hərəkət sürətlərinin məkan paylanmasının struktur analizinin aparılması, fərdi kinematik xüsusiyyətləri ilə səciyyələnən kiçik plitə daxili dömenlərin müəyyən edilməsi, ərazinin tektonik elementləri, qravitasiya anomaliyaları və seysmikliyi ilə korrelyasiyasının tədqiqidir.

Qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- Azərbaycan GPS poliqonunda periodik olaraq ölçmələrin aparılması, baza məlumatlarının toplanması və emalı.

- Azərbaycan və qonşu ərazilərin GPS müasir üfüqi hərəkətlərinin (2000-2017-ci illər) sürət sahəsinin hesablanması, GPS sürət vektorlarının, onun Şimal (VN) və Şərq (VE) komponentlərinin paylanma xəritələrinin hazırlanması.

- Fərqli geodinamik rejimli sahələrin müəyyən edilməsi və blokların qarşılıqlı təsir modeli əsasında burada yerləşən GPS nöqtələri üçün üfüqi sürətlərin nəzəri hesablanması.

- Qafqaz (Azərbaycan) regionu ərazisində Yer səthinin, bazalt və Moxoroviç ç sərhədlərinin GOCAD və Abaqus proqram təminatları ilə rəqəmsal 3D geoloji modelinin hazırlanması.

- CASMO (Dünyanın gərginliklər xəritəsi) metodikası ilə Azərbaycan və qonşu ərazilərin $M_w \geq 5$ maqnitudlu 1990-2017-ci illər ərzində baş verən zəlzələ ocaqlarının mexanizmlərinə görə gərginliklərinin paylanması xəritəsinin tərtibi.

- Azərbaycan ərazisində GPS sürət paylanmasının struktur analizi, fərqli GPS sürət və geofiziki sahə xüsusiyyətlərinə sahib olan dömenlərin müəyyən edilməsi və tektonik strukturlarla müqayisəli analizi.

- GPS sürət vektorlarının VN və VE komponentlərinin seçilmiş profillər üzrə məsafədən asılılıq qrafiklərinin qurulması və müəyyən edilmiş domenlərin kinematikasının tədqiqi

- GPS sürət sahəsində fərqli xüsusiyyətləri ilə ayrılmış domenlərin lokal qravitasiya anomaliyaları ilə korrelyasiyası və geoloji şərh.

Tədqiqat metodları:

Dissertasiya işində aşağıdakı tədqiqat metodlarından istifadə edilib:

- Yer qabığı səthində müasir hərəkətləri öyrənmək məqsədi ilə Kosmik geodeziya (GPS) üsulu istifadə edilmişdir;

- GPS üsulu ilə əldə edilən məlumatlar Massaçusets Texnologiyalar İnstitutu tərəfindən hazırlanan GAMIT/GLOBK proqram pakeeti ilə emal edilmişdir;

- TDEFNODE, elastik litosfer bloklarının dönməsini modelləşdirmək üçün Fortran proqramı;

- Qafqaz regionunun (Azərbaycan) gərginlik-deformasiya şəraiti AbaqusTM və “World stress map” proqramlarından istifadə etməklə araşdırılmışdır;

- Zəlzələ sayının paylanma xəritəsi sürüşən pəncərə üsulu ilə hesablanaraq hazırlanmışdır;

- Xəritələrin hazırlanması üçün Generic Mapping Tools (GMT) və SURFER proqramları istifadə olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Aşağı Kür, Qobustan və Abşeron struktur ərazilərinin İran plitəsinin təsirinə məruz qalan Cənubi Xəzər blokunun kinematikasına uyğun olaraq ŞmŞ istiqamətində hərəkəti.

2. Azərbaycan ərazisində 2000-2017-ci il məlumatları əsasında yeni diskret GPS sürət sahəsində kompleks yanaşma ilə ayrılmış plitə daxili “domenlər” və onların lokal qravitasiya anomaliyaları sahəsi ilə korrelyasiyası.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

Azərbaycan və onunla qonşu ərazilərdə aparılan GPS ölçü və seysmik monitoring məlumatlarının, Yer səthinin, Moxoroviçix və Bazalt geoloji səthlərinin topoqrafiyaları və zəlzələlərin ocaq mexanizmləri istifadə edilərək hesablanmış gərginlik və qravitasiya sahələrinin anomaliyalarının kompleks şəkildə müqayisəli tədqiqi ilə aşağıdakı elmi yeniliklər əldə edilib:

1. Qafqaz blokunun şərq hissəni təşkil edən Azərbaycan ərazisinin yeni GPS ölçü məntəqələri nəzərə alınmaqla 2000-2017-ci il

monitorinq nəticələri əsasında müasir üfqi hərəkətlərin parametrləri təyin edilmişdir.

2. Qərbi Xəzər qırılmasının şərqiindəki Aşağı Kür, Qobustan və Abşeron struktur zonasının İran plitəsinin təsirinə məruz qalaraq Cənubi Xəzər bloku ilə birlikdə saat əqrəbi istiqamətində hərəkət etdiyi müəyyən edilmişdir.

3. Azərbaycan və qonşu ərazilər üçün zəlzələ sayının paylanma xəritəsi tərtib edilmiş və maksimal sayın GPS sürət vektorlarının həm istiqamətlərinin və həm də qiymətinin dəyişdiyi sahələrə aid olduğu müəyyən edilmişdir.

4. CASMO (Dünyanın gərginliklər xəritəsi) metodikası ilə Azərbaycan ərazisində hesablanmış horizontal gərginlik vektorunun (σ_{max}) istiqamətinin əsasən Yer qabığının müasir hərəkət istiqamətində olduğu bəzi yerlərdə isə fərqlilik müşahidə edildiyi qeyd edilmiş, gərginliyin yaranmasında kolliziya tektonikası ilə eyni zamanda yerli gərginlik mənbələrinin də müəyyən rolunun olduğu ehtimal edilmişdir.

5. Azərbaycan ərazisində GPS sürət və müasir deformasiya sahəsində özünü plitə daxili bloklar kimi aparən və tektonik proseslərin (zəlzələlər, palçıq vulkanı püskürmələri, sürüşmələr və s.) təbiətinin aydınlaşdırılmasında əhəmiyyət daşıyan “domenlər” müəyyənləşdirilib.

6. Azərbaycan ərazisində lokal qravitasiya anomaliyaları sahəsi ilə domenlərin məkan paylanmasında korrelyasiyanın mövcud olması müəyyən edilib ki, bu da domenlərin Yer qabığı struktur formaları və süxurların tərkibi ilə əlaqəli olduğunu göstərir.

7. Orta Kür “domenində” Yevlax (YEVL) GPS məntəqəsində sürət vektorunun istiqamətinin ətraf məntəqələrə nəzərən kəskin dəyişilməsi Yevlax-Ağcabədi iri mənfi lokal qravitasiya anomaliyasının təbiəti, xüsusi halda çökəkliyin geoloji quruluşundakı vulkano-gen törəmələrin təsiri ilə əlaqəlidir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti:

Əldə edilmiş tədqiqat nəticələri, GPS ölçü məlumatları litosfer plitələrinin kinematikasının təyində, bir qayda olaraq güclü zəlzələ ocaqları yerləşən plitə sərhədlərinin aşkarlanması və dəqiqləşdirilməsində; əsas qırılma sistemlərinin və nisbətən daha çox seysmik təhlükəli zonaların müəyyənləşdirilməsində; mühitin gərginlik-deformasiya şəraitinin dəyişməsinə və bu tip qırılma zonalarında elastiki deformasiyanın toplanmasının monitorinqi zamanı istifadə olunə bilər.

Hazırlanmış GPS sürətləri, onların emal və analizi nəticələrinin

məlumat bazası regional arxivə əlavə edilə və Azərbaycan Respublikası ərazisində tətbiqi tədqiqatlar və o cümlədən, mühəndisi seysmologiya məsələlərinin həlli üçün istifadə oluna bilər.

Alınmış nəticələr endogen proseslərin qiymətləndirilməsi və yer qabığı deformasiya mexanizmlərinin öyrənilməsi kimi tədqiqatlarda faydalı ola bilər. Xüsusi hallarda yer qabığı səthinin üfüqi hərəkətləri mantiyada gedən proseslərə təsir göstərdiyindən bu qarşılıqlı əlaqənin öyrənilməsi yer qabığının müasir təkamülünü tədqiq etmək üçün məlumat bazasıdır. Əldə olunmuş nəticələr qarşıya qoyulan müxtəlif məsələlərin həllində interpretasiyanın dəyərləndirilməsi üçün əhəmiyyətlidir.

Alınmış struktur-kinematik sxemlər seysmotektonik modellərin qurulmasında, müasir seysmik təhlükə xəritələrinin dəqiqləşdirilməsində də faydalı ola bilər.

Aprobasiyası və tətbiqi:

Dissertasiya işinin əsas müddəaları və nəticələri Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2014), Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2015), Azərbaycan Respublikası Təhsil nazirliyi Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika elmi konfransında (Bakı, 2016), Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2016), Avstriyanın Vyana şəhərində Avropa Geoelmlər İttifaqı (EGU) Baş Assambleyası Tədbirində (EGU-2017, 2018, 2019), Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2017), AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun 80 illiyinə həsr olunan Gənc alim və tələbələrin “Geologiya və Geofizikanın problemlərinin həllində informasiya texnologiyaları” mövzusunda VII Beynəlxalq elmi konfransında (Bakı, 2018), Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2018), Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konf-

ransında (Bakı 2019) məruzə edilmişdir. Dissertasiya mövzusu üzrə 7 məqalə, 12 tezis, 2 proqram dərc olunmuşdur.

Faktiki material, cihazlar və müəllifin şəxsi töhfəsi: Dissertasiya işi Azərbaycan GPS şəbəkəsində 2000-2017-ci illərdə müəllifin də iştirakı ilə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun əməkdaşları tərəfindən aparılan ölçülərin nəticələri əsasında hazırlanmışdır. Azərbaycan ərazisində bu dövrdə baş verən zəlzələlərin kataloqu AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzindən alınmışdır. GPS məlumatları Trimble 5700, Trimble R7 və Trimble NetRS tipli GPS qəbulediciləri vasitəsi ilə əldə edilmişdir. GPS məlumatlarının emalı GAMIT/GLOBK proqramı ilə aparılmışdır. Gərginlik-deformasiya məlumatları CASMO proqram təminatı vasitəsi ilə hesablanmışdır. Dissertasiya işində alınan nəticələr əsasında tərtib edilən xəritələr GMT (Global Mapping Tool) proqramı vasitəsi ilə hazırlanmışdır.

Dissertasiya işinin **etibarlılığı** istifadə olunan aşağıdakı faktiki materialların yüksək dəqiqliklə əldə edilən monitoring nəticələri olması ilə təyin edilir:

1. Azərbaycan ərazisində stasionar şəkildə fəaliyyət göstərən cGPS və GPS məntəqələrində periodik olaraq Massachusetts Texnologiyalar İnstitutu (ABŞ) ilə birlikdə aparılan ölçü məlumatları.

2. GAMIT/GLOBK proqramının tətbiqində Beynəlxalq Geodinamika Sisteminin (İGS) ABŞ-da yerləşən SOPAC məlumat bazası məlumatlarından istifadə olunması.

3. Müəllifin iştirakı ilə əldə edilən 2000-2017-ci illər arasındakı GPS sürət məlumatları.

4. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin müasir seysmik şəbəkəsinin məlumatları.

Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində müəllifin **şəxsi töhfəsi** aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Dissertasiya mövzusunə aid əvvəllər yerinə yetirilmiş tədqiqatların icmalı.

2. GPS kosmik geodeziya və seysmik məlumatlarının seçilməsi;

3. GPS kosmik geodeziya ölçmələrinin aparılmasında və emalında iştirak.

4. CASMO proqram təminatı vasitəsi ilə litosfer gərginliklərinin hesablanması.

5. Son nəticələrin qrafik təsviri və interpetasiyası.

Əldə edilmiş məlumatların analizi və əsas nəticələrin şərhli elmi

rəhbərim akademik F.Qədirovla birlikdə yerinə yetirilmişdir. Dissertasiya işində bəzi nəticələr Yer Elmləri üzrə elmlər doktoru Q.Babayevlə və Yer Elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, dosent R.Səfərovla birlikdə əldə edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı:

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin “Seysmologiya və Yer təkinin fizikası” kafedrasında yerinə yetirilmişdir. Bu dissertasiya işi qismən Azərbaycan Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun (Qrant № EIF-KETPL-2015-1(25)-56/27/2) ABŞ-ın Milli Elm Fondlarının birgə təşkil etdiyi təlim və magistr proqramının köməkliyi ilə yerinə yetirilib.

Dissertasiyanın həcmi və strukturu:

Dissertasiya işi girişdən, beş fəsildən, nəticələrdən, 168 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Burada 50 şəkil, 8 cədvəl də daxil olmaqla 141 səhifəni əhatə edir. Dissertasiyanın məzmununda giriş 8 səhifə olub 15022 işarədən, birinci fəsil 14 səhifə olub 19889 işarədən, ikinci fəsil 27 səhifə olub 50680 işarədən, üçüncü fəsil 32 səhifə olub 31760 işarədən, dördüncü fəsil 30 səhifə olub 38664 işarədən, beşinci fəsil 20 səhifə olub 26918 işarədən, nəticələr 2 səhifə olub 2580 işarədən və istifadə edilmiş 168 sayda ədəbiyyat siyahısı 16 səhifə olub 29594 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 141 səhifə komputer yazısından ibarət olmaqla, ümumi həcmi 220593 işarəni (istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə 190999 işarə) təşkil edir.

Təşəkkürlər:

İlk növbədə elmi rəhbərim AMEA-nın həqiqi üzvü, professor F.Ə.Qədirova bütün mərhələlərdə göstərdiyi diqqətə, elmi və praktiki köməliyə görə dərin təşəkkürümü bildirirəm.

Dissertasiyanın yerinə yetirilməsində Bakı Dövlət Universitetinin “Seysmologiya və Yer təkinin fizikası” kafedrasının AMEA Geologiya və Geofizika institutundakı baza kafedrasının imkanlarından istifadəyə görə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun rəhbərliyinə öz dərin təşəkkürümü bildirirəm. Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı seysmik məlumatların istifadəsi üçün tövsiyə və qeydlərə görə AMEA nəzdində Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin (RSXM) baş direktoru AMEA müxbir üzvü, professor Q.Yetirmişliyə dərin təşəkkürümü bildirirəm. Azərbaycan GPS şəbəkəsində ölçülərin aparılmasında və GPS stansiyalarından alınan məlumatların emalında və alınmış nəticələrin birlikdə təhlilində göstərdiyi köməliyə görə AMEA

Geologiya İnstitutunun “Müasir geodinamika və kosmik geodeziya” şöbəsinin aparıcı elmi işçisi, Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru R. Səfərova, CASMO (Dünyanın gərginliklər xəritəsi) metodikasının istifadəsində və interpretasiyasında göstərdiyi köməkliyə görə isə “Seysmologiya və seysmik təhlükə” şöbəsinin rəhbəri, Yer elmləri üzrə Elmlər doktoru Q.Babayevə təşəkkür edirəm.

Həmçinin, mənimlə birgə çalışan Bakı Dövlət Universitetinin Seysmologiya və Yer təkinin fizikası kafedrasının əməkdaşlarına, xüsusilə kafedra müdiri, dosent Ə.Q.Novruzova alınmış nəticələrin konstruktiv müzakirəsinə görə minnətdarlığımı bildirirəm.

FƏSİL I. AZƏRBAYCAN ƏRAZİSİNİN TEKTONİK QURULUŞU VƏ GEODİNAMİKİ ŞƏRAİTİ

Bu fəsildə Azərbaycan ərazisinin tektonik rayonlaşdırmasına, müasir geodinamik şəraitinə, yer qabığının müasir şaquli hərəkətlərin paylanma xarakterinə baxılmış və Afrika-Ərəbistan-Avrasiya plitələrinin qarşılıqlı təsiri haqqında ümumi şərh verilmişdir. Azərbaycan ərazisinin tektonik rayonlaşdırılması ilə bir çox tədqiqatçılar məşğul olmuşlar. V.P.Renqarten, V.E.Xann, K.N.Paffenhols, M.V.Muratov, E.E.Milanovski, V.V.Belousov, İ.V.Kirillova və A.A.Sorski və b. tərtib etdikləri tektonik sxemlər nisbətən daha çox tanınmışdır. Azərbaycan ərazisi Alp-Himalay qırışıqlıq zonasının Qafqaz seqmentinin şərq hissəsini əhatə edir və şimalda Qusar-Şabran kənar çökəkliyi vasitəsilə Skif plitəsi, cənubda isə Naxçıvan qırışıqlıq sistemi vasitəsilə İran platforması ilə qovuşur. Cənubda Talış zonası isə Elburs qırışıqlıq sisteminin şimal-qərb hissəsi ilə əlaqələnilir. Azərbaycanın tektonik rayonlaşdırma sistemində birinci dərəcəli strukturlar (şimaldan başlayaraq cənuba tərəf) aşağıdakılardır: Qusar-Şabran kənar çökəkliyi, böyük Qafqaz qırışıqlıq sistemi, Dağarası Kür çökəkliyi, Kiçik Qafqaz qırışıqlıq sistemi, Naxçıvan qırışıqlıq sistemi və Elburs qırışıqlıq sisteminin Talış zonası. Alp-Himalay qurşağı Avrasiya plitəsinin cənub hissəsində olub onu qərbdə Afrika plitəsindən, mərkəzdə isə Ərəbistan plitəsindən ayırır. Bu regionda Avrasiya, Afrika və Ərəbistan plitələrinin qarşılıqlı təsiri müşahidə edilir.^{8,9,10} Tektonik

⁸ McKenzie, D.P. Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys // J.R.Astron. Soc.*, 30, - 1972. - p.239-243.

⁹ *Vax: ədəbiyyat 3-ə.*

¹⁰ Зоненшайн, Л.П. Савостин, Л.А. Введение в геодинамику. - Москва: Недра, - 1979. - 311 с.

tədqiqatlar nəticəsində Azərbaycan ərazisində birinci dərəcəli Qusar-Şabran kənar çökəkliyi, böyük Qafqaz qırışıqlıq sistemi, Dağarası Kür çökəkliyi, Kiçik Qafqaz qırışıqlıq sistemi, Naxçıvan qırışıqlıq sistemi və Elbrus qırışıqlıq sisteminin Talış zonası kimi strukturlara ayrılmışdır. Ərəbistan plitəsinin şimala tərəf hərəkəti və Avrasiya plitəsi ilə qarşılıqlı təsiri Qafqaz ərazisinin müasir geodinamik və seysmo-tektonik şəraitini müəyyənləşdirən əsas faktordur.

FƏSİL II. PLİTƏLƏRİN ÜFÜQİ HƏRƏKƏTLƏRİNİN VƏ DEFORMASIYALARININ ÖYRƏNİLMƏSİNDƏ GPS KOSMİK GEODEZIYA ÜSULU

Bu fəsildə GPS texnologiyanın geodinamik proseslərin öyrənilməsində tətbiqinin əsasları şərh edilir. Kosmik geodeziya üsullarının inkişafı, xüsusən də qlobal mövqe təyinetmə sistemi - GPS yer qabığının müasir hərəkətlərinin və gərginlik-deformasiya şəraitinin öyrənilmə imkanlarını geniş ölçüdə artırmışdır.^{11, 12, 13, 14, 15}

Son 25 ildə Qlobal Peyk Naviqasiya Sistemi (QPNS) həyatımıza çox sürətlə daxil olmuş və mürəkkəb geoloji problemlərin həllinə müvəffəqiyyətlə tətbiq edilməyə başlanmışdır. Yerin istənilən nöqtəsindən görünən və kəsilməz olaraq yüksək tezlikli siqnallar göndərən peyklər QPNS sisteminin qlobal fəaliyyətini təmin edir. Bu üsulla planetimizin ətrafında sanki koordinat-zaman informasiya sistemi yaradılıb və bu sistem xüsusi qəbuledicinin köməyi ilə istifadəçiyə öz mövqeyi və zaman haqda məlumat əldə etməyə imkan yaradır.

GPS sistemi Yerin ölçülərinin və formasının təyində, yer səthinə dəki deformasiyaların, qitələrin tektonik hərəkətlərinin öyrənilməsində

¹¹ Bossier J.D., Goad C.D., Bender, P.L. Using the Global Positioning System (GPS) for geodetic positioning // Bulletin Geodesique, - 1980. - vol. 54, N 4, - pp.553-563.

¹² Hager B.H. King, R.W. and Murray, M.H. Measurement of crustal deformation using Global Positioning System // Annu. Rev. Earth Planet. Sci, - 1991. - vol. 19, N 2, - pp. 351-382.

¹³ Calais E., Minster J.B. GPS, earthquakes, the ionosphere, and the Space Shuttle // Physics of the Earth and Planetary interiors, - 1998. - vol. 105, N 3. - pp. 167-181.

¹⁴ Segall P., Davis J. GPS applications for geodynamics and earthquake studies // Annual Review of Earth and Planetary Sciences, - 1997. - v.25, No 1, -pp. 301-336.

¹⁵ Макаров В.И., Трапезников А.Ш. Изучение современных деформаций земной коры методами космической геодезии // Геоэкология, - 1996. № 3, - с.70-85.

və zəlzələ təhlükəsinin tədqiqində geniş şəkildə tətbiq edilir.^{16, 17}

GPS peykləri Yerdən təxminən 20200 km məsafədə orta orbitdə hərəkət edirlər. Bu peyklərin orbital periodu Yerə fırlanmasının ulduz periodunun (23 saat 56 dəq) yarısını təşkil edir. Başqa sözlə, gün ərzində hər bir peyk yer ətrafında iki dövrə vurur və yerdə hərəkətsiz müşahidəçi hər 11 saat 58 dəqiqədən bir göy qübbəsində sabit trayektoriya, azimut və qalxma bucağı ilə hərəkət edən eyni peyki görür. GPS peykləri hər birində dörd peyk olmaqla Yer ətrafında 60°-lik aralıqla altı bərabər orbit müstəvisində yerləşmişlər. Hər birinin ekvatora nəzərən meylliliyi 55° olan 24 peykin bu tip yerləşdirilməsi Yer üzərində istənilən nöqtədən ən azı dörd peykin müşahidə edilməsinə zəmanət verir.

GPS sistemi üç seqmentdən ibarətdir: kosmik seqment, nəzarət seqmenti və istifadəçi seqmenti.¹⁸

Şərh edilən geodezik təyinetmə metodu istifadə edilərək QPNS-də iki əsas tətbiqi məsələ həll edilir.¹⁹ Bu məsələlər aşağıdakılardır:

1. Süni Peyk koordinatlarının Yer səthində koordinatları məlum stansiyanın peykə qədər olan məsafələri ölçülərək təyin edilməsi (düz geodezik təyinetmə);

2. Yer səthində ixtiyarı nöqtənin koordinatlarının koordinatı bilinən bir neçə Süni Peykdən ona qədər olan məsafənin ölçülməsinə görə təyin edilməsi (tərs geodezik təyinetmə).

Geodinamik məsələlərin həllində GPS texnologiyasının tətbiqində tərs geodezik üsul istifadə edilir və əvvəlcədən relyefə və geoloji-tektonik şərtlərə əsaslanaraq Yer səthində seçilmiş ixtiyarı nöqtədə qəbuledici yerləşdirilərək ya təkrar ölçmələrlə, yaxud da fasiləsiz olaraq bu nöqtə koordinatlarının monitoring aparılır.

Yer səthində baş verən müasir üfqi hərəkətlərin və deformasiyaların öyrənilməsi xüsusi QPS qəbulediciləri ilə təchiz olunmuş reper və ya müşahidə stansiyalarında təkrar və ya kəsilməz GPS ölçmələri aparılaraq həyata keçirilir.

¹⁶ Одуан, К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS. ТЕХНОСФЕРА. Москва: [п.у.], - 2002. - 400 с.

¹⁷ Dong, D., Herring, T.A., Geodesy R.W.K. et al. Estimating regional deformation from a combination of space and terrestrial geodetic data // Journ. Geodesy, - 1998. - p. 200-214.

¹⁸ Hofmann-Wellenhof B. Lichtenberger H. and Collins J. Global Positioning System Theory and Practice // Springer Wien New York, - 2001. - p. 382.

¹⁹ *Bax: ədəbiyyat 16-ya.*

III FƏSİL. AZƏRBAYCAN GPS POLİQONUNDA MÜASİR HORIZONTAL HƏRƏKƏTLƏRİN TƏDQIQININ NƏTİCƏLƏRİ (2000-2017-Cİ İLLƏR)

Bu fəsildə Azərbaycan GPS şəbəkəsi haqqında məlumat, GPS məlumatlarının analiz üsulları və ərazinin müasir geodinamik şəraiti haqda əldə edilən nəticələr şərh edilir. Azərbaycan GPS şəbəkəsində qəbuledicilərdən əldə edilən məlumatlar GAMIT/GLOBK proqram paketi ilə emal edilmişdir.

Yer qabığı horizontal hərəkətlərini öyrənmək məqsədi ilə son illərdə intensiv olaraq kosmik geodeziyanın Qlobal Mövqe Sistemi - GPS (Global Positioning System) tətbiq olunmaqdadır.²⁰ Ötən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq GPS təkrar ölçüləri plitələrin hərəkətlərini və plitələrdəki deformasiyaların öyrənilməsində istifadə edilməyə başlanmışdır.

Azərbaycan GPS şəbəkəsi 1998-ci ildə AMEA Geologiya və Geofizika institutu tərəfindən ABŞ-ın Massachusetts Texnologiya institutunun iştirakı ilə qurulmuşdur. Hal-hazırda Azərbaycan GPS şəbəkəsinə 26 ölçü məntəqəsi və fasiləsiz olaraq fəaliyyət göstərən Bakı, Pırşağı, Şəki, Gəncə, Neftçala, Sabirabad GPS stansiyaları daxildir. 1998-2017-ci illər ərzində Azərbaycan GPS şəbəkəsinin müşahidə nöqtələrində 10-16 dəfə ölçü işləri aparılmışdır. Azərbaycan GPS şəbəkəsində aparılan monitoring burada horizontal hərəkət sürətlərinin maksimum qiymətinin 13 mm/il olduğunu göstərmişdir.^{21, 22, 23, 24} Azərbaycan ilə həmsərhəd ərazilər üçün məlumatlar aşağıdakı müəlliflərin məqalələrindən əldə edilmişdir.^{25, 26, 27}

Şəkil 1-də Azərbaycan və qonşu ərazilərdə GPS sürətlərinin paylanması və Aa, Bb və Cc profilləri də göstərilmişdir. GPS ölçmə nəticələri geodinamik rejimin fərqli xarakter daşdığını göstə-

²⁰ King, R.W. and Y. Bock, Documentation of the MIT GPS analysis software: GAMIT, Mass. Inst. of Technol., Cambridge; - 2002.

²¹ Kadirov F. Mammadov S., Reilinger R., McClusky S. Some new data on modern tectonic deformation and active faulting in Azerbaijan (according to Global Positioning System measurements) // Proc. Sci. Earth Azerbaijan Nat. Acad. Sci. - 2008. - 1, - p. 82-88.

²² Bax: *ədəbiyyat 1-ə*.

²³ Bax: *ədəbiyyat 2-yə*.

²⁴ Bax: *ədəbiyyat 6-ya*.

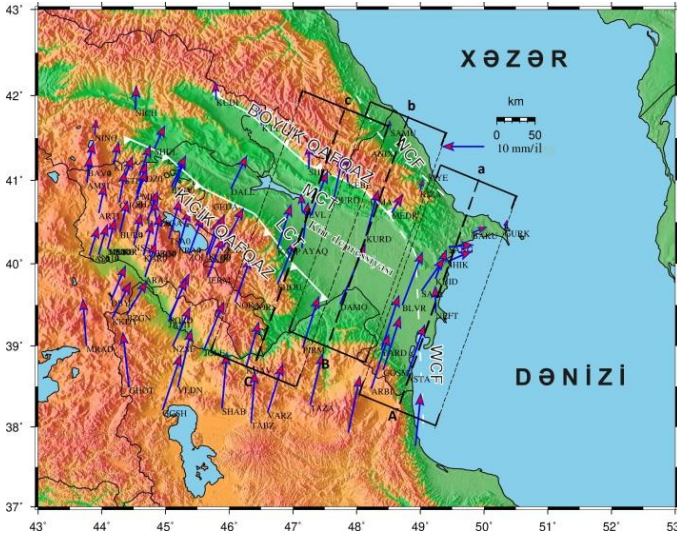
²⁵ Bax: *ədəbiyyat 7-yə*.

²⁶ Bax: *ədəbiyyat 6-ya*.

²⁷ Bax: *ədəbiyyat 5-ə*.

rir. Belə ki, cənubda Kiçik Qafqaz hüdudlarında yer səthinin üfqi hərəkət vektoru ŞmŞmŞ istiqamətlidir. Burada GPS sürətləri yüksək olub zəif dəyişmə göstərir və burada gərginlik toplanma sürəti azdır.

Kür çökəkliyində isə yer səthinin GPS sürəti Böyük Qafqaz dağlarına yaxınlaşdıqca azalır. Ərəbistan və Avrasiya plitələrinin bu toqquşma zonası tektonik aktivliyi və yüksək seysmikliyi ilə fərqlənir.

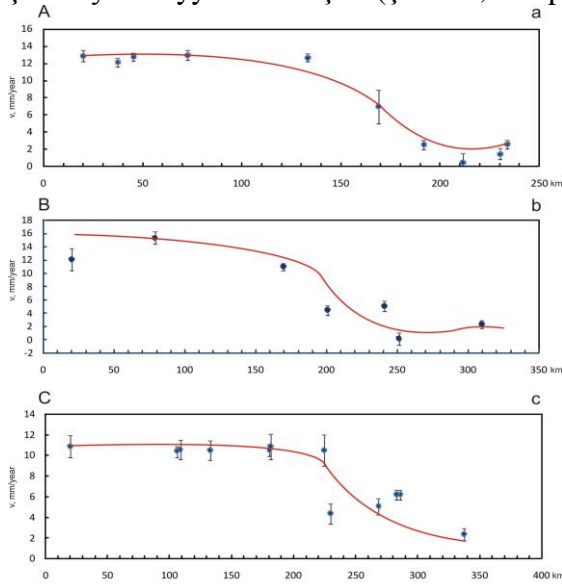


Şəkil 1. Azərbaycan ərazisinin sadələşdirilmiş tektonik sxemi və GPS sürətləri, NCF-Şimali Xəzər qırılması, MCT-Böyük Qafqaz üstəgəlməsi, WCF-Qərbi Xəzər qırılması, LCT-Kiçik Qafqaz üstəgəlməsi (Səfərov R., Əhmədova E., 2017)

Şəkil 2-də A-a, B-b və C-c profilləri boyu GPS sürətlərinin şimal komponentlərinin (VN) məsafədən asılılıq qrafikləri göstərilmişdir. Profillər üzrə sürət sahəsində cənubdan şimala doğru sürətin şimal komponenti VN Böyük Qafqaza yaxınlaşdıqca azladığı görünür. Kür depressiyası və Kiçik Qafqaz hüdudlarında horizontal hərəkət sürətlərinin qərbdən şərqə doğru artması müşahidə olunur. Azərbaycan ərazisinin qərb hissəsində SHOU (Şuşa) GPS məntəqəsində sürət 10.49 mm/il, şərqdə Talış zonasında isə 13-14 mm/il-ə bərabərdir.

Digər tərəfdən MCT (Böyük Qafqaz qırılması) boyu yerləşən

GPS məntəqələrində qərb istiqamətində sürətlərin azalması müşahidə olunur. Yer səthinin şimal şimal-şərq istiqamətli hərəkəti bu üstəgəlmədə gərginlik toplanmasının səbəblərindən biri kimi interpretasiya edilir. Bakıdan təxminən 50 km cənub-qərbdə yerləşən GPS müşahidə məntəqəsindən (SHIK) Abşeron yarımadasının şərq qurtaracağında yerləşən məntəqəyə (GURK) qədər olan ərazidə ~ 6 mm/il sürətlə yer qabığı qısalmasının baş verdiyi müəyyən edilmişdir (Şəkil 2., A-a profili).

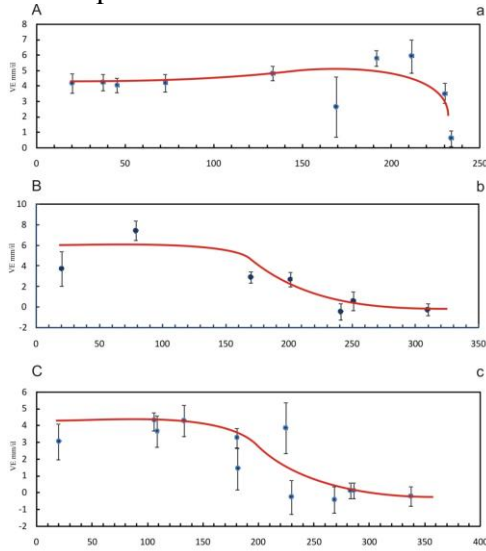


Şəkil 2. Seçilmiş A-A, B-B və C-C profilləri boyu GPS sürətlərinin şimal komponentlərinin (VN) məsafədən asılılıqları.

Hər üç profildə Böyük Qafqaz sıra dağlarına yaxınlaşdıqda GPS sürətlərinin şimal komponentlərinin (VN) kəskin azaldığı müşahidə olunur.

Şəkil 3-də seçilmiş A-a, B-b və C-c istiqamətlərində GPS sürətlərinin şərq komponentlərinin (VE) məsafədən asılılıq qrafikləri göstərilmişdir. Astara-Salyan-Bakı-Gürgən istiqamətində seçilmiş A-a profilində VE sürət komponenti GOSM (Qosmalıyan) məntəqəsindən başlayaraq BLVR (Biləsuvar) GPS məntəqəsinə kimi 4.05 mm/il qiymətindən 4.8 mm/il qiymətinə qədər artmaqdadır. Xıdırılı (KHID) məntəqəsində VE sürət komponenti kəskin şəkildə azalaraq 2.66 mm/il olur. Şıxlar və Səngəçal məntəqələrində yenidən VE sürət komponentinin qiyməti yüksələrək 5.95 mm/il dəyərini alır. Qeyd

edək ki, Şıxlar (SHIK), Səngəçal (SANG) və Bakı (BAKU) GPS məntəqələrində VE sürət komponenti VN sürət komponentindən iki dəfə daha yüksəkdir. Abşeron yarımadasının şərqində yerləşən Gürgən (GURK) məntəqəsində isə VE sürəti VN ilə müqayisədə nəzərə çarpacaq dərəcədə zəifdir və bu sürət komponentinin rolunu diqqətə almamaq olar. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, Abşeron-Pribalxan qalxım zonasının qərb hüdudunda VN sürəti üstünlük təşkil edir.



Şəkil 3. Seçilmiş A-A, B-B və C-C profilləri boyu GPS sürətlərinin şərq komponentlərinin (VE) məsafədən asılılıqları.

İran ərazisindəki PIRS GPS nöqtəsindən uzanan Kürdəmir (KURD), Mədrəsə (MEDR), Qəbələ (KEBE), Siyəzən (SIYE) və Samur (SAMU) məntəqələrini əhatə edən B-b istiqamətində VE sürət vektorunun Böyük Qafqazın cənub yamacına yaxınlaşdıqda azaldığı və KURD GPS məntəqəsində $VE=2.94$ mm/il sürətinin Qəbələ (KEBE) məntəqəsində $VE\approx 0$ mm/il olduğu müşahidə olunur.

İran ərazisindəki KHAV GPS nöqtəsindən Şəki (SHEK) məntəqəsinə uzanan C-c profilində də VE sürət vektorunun Böyük Qafqazın cənub yamacına yaxınlaşdıqda azaldığı və $VE\approx 0$ mm/il olduğu müşahidə olunur. Kür depressiya zonasında yerləşən YEVL (Yevlax) və Böyük Qafqazın cənub yamacında yerləşən SHEK (Şəki) məntəqələri arasında GPS sürətlərinin VN komponentlərinin fərqi ~ 1.83 mm/il olduğu görü-

nür. Bu məntəqələr arasında məsafənin 62 km və deformasiya sürətinin ~1,83 mm/il olduğunu nəzərə alsaq Şəki ətrafında ~ 29 nanostrain/ il gərginlik yarandığı müəyyən edilir. Qərbi Xəzər qırılmasının (WCF) qərbində yerləşən BLVR (Biləsuvar) və şərqində yerləşən SALY (Səlyan) məntəqələri arasında GPS sürətlərinin VE komponentlərinin fərqi ~2.05 mm/il olduğu görünür. Səlyan məntəqəsindəki VE=6.87mm/il daha böyük olduğundan şərq istiqamətindəki hərəkət burada gərilməyə səbəb olur.

BAKU (Bakı) məntəqəsində VE sürət komponenti 3.49 mm/il dəyərini alır. GURK (Gürgən) məntəqəsində VE ~0 mm/il dəyərinə çatır. Bu qrafiklərdə YEVL və KHID (Xıdırılı) GPS məntəqələrindəki VE sürət komponentlərinin ümumi qanunauyğunluqdan kənara çıxdığını görürük.

Aa profili boyu sürət paylanmalarının analizi Kür depressiya zonasının, Aşağı Kür – Qobustan-Abşeron struktur zonalarının fərqli kinematik xarakteristikalara sahib olduğunu göstərir.

Dediklərimizdən aydın olur ki, Kiçik Qafqaz zonasında GPS sürətlərində çox zəif dəyişmə, Kür depressiya zonasında nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişmə, Böyük Qafqazda isə sürətin tamamilə azalması müşahidə olunur. Qərbi Xəzər Qırılmasının şərqində yerləşən SALY (Səlyan), SHIK (Şıxlar), SANG (Səngəçal) və BAKU (Bakı) GPS məntəqələrində isə sürət vektorunun istiqaməti dəyişir. Başqa sözlə Kiçik Qafqaz, Kür depressiyası, Böyük Qafqaz, Talış, Aşağı Kür – Qobustan-Abşeron zonaları kinematik xarakteristikalarına görə fərqlənən bölgələrdir. VE sürət komponentlərinin dəyərlərinin Aşağı Kür – Qobustan-Abşeron struktur zonalarında VN sürətlərindən böyük olması nəticəsində isə bu hissədə sürət vektorunun tədricən ŞmŞ istiqamətində dönməsi və Cənubi Xəzər Hövzəsinin qərb sahilində yer səthində saat əqrəbi istiqamətində hərəkət etdiyi müşahidə edilir. Bu isə regionun kinematikasında dəyişiklik baş verdiyini göstərir.

Yəhya Djamour və digərləri 2010-cu ildə ilk dəfə Cənubi Xəzər Hövzəsinin hərəkətini GPS, qravimetrik və seysmik məlumatları təhlil edərək dəqiqləşdirmiş və göstərmişlər ki, CXH Avrasiyaya nəzərən saat əqrəbi istiqamətində dönmə hərəkətinə məruz qalır [80]. Müəlliflər İran və ətraf ərazilər üçün GPS məntəqələrinin sürətləri əsasında güman edirlər ki, cənubi Xəzər dənizi təxminən 500 km şərqdə yerləşən Eyler qütbü ətrafında ($59.1 \pm 0.8^\circ\text{E}$, $40.4 \pm 0.3^\circ\text{N}$) Avrasiyaya nəzərən saat əqrəbi istiqamətində fırlanma hərəkəti edir.

2013-cü ildə Mousavi və digərləri [119] yeni GPS məlumatlarından istifadə edərək bir daha göstərmişlər ki, Cənubi Xəzər Hövzəsi

Avrasiyaya nəzərən 317° N azimutu üzrə maksimum ~ 7 mm / il sürəti ilə Eyer qütbü ətrafında dönmə hərəkəti göstərir.

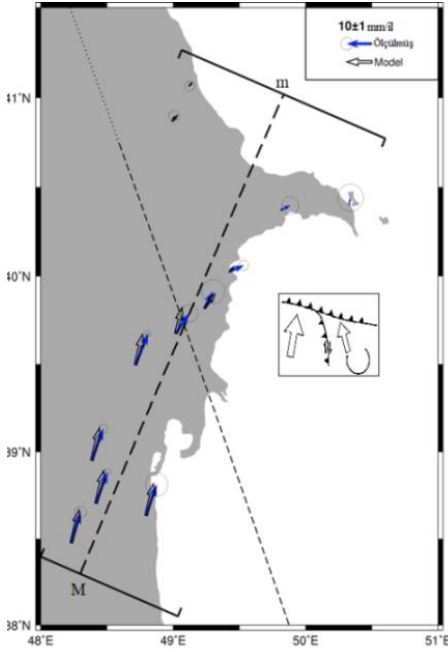
Azərbaycan ərazisində əldə edilmiş GPS sürət paylanmasının Aşağı Kür-Qobustan-Abşeron strukturlarındakı nöqtələrdə sürət vektorunun istiqamətinin şərqə tərəf dəyişməsinin Cənubi Xəzər Hövzəsinin Avrasiyaya nəzərən Eyer qütbü ətrafında saat əqrəbi istiqamətində dönməsi ilə əlaqəsini öyrənmək məqsədi bu strukturlara daxil olan GPS nöqtələri üçün üfüqi hərəkət sürətlərini nəzəri olaraq model daxilində hesablayaq. Modeldə Aşağı Kür-Qobustan-Abşeron strukturlarının qərbdən qərbi Xəzər qırılması şimalda isə Mərkəzi Xəzər Seysmik zonası ilə hədudlandığı qəbul edilmişdir. Modelimizdə bu deformasiyanın yaranmasında regional tektonik elementlər olaraq Cənubi Xəzər hövzəsi və İran Plitəsi seçilmişdir. Bu iki qırılma ilə hədudlanan ərazi üçün Cənubi Xəzər Hövzəsinin Avrasiyaya nəzərən ~ 7 mm / il sürət ilə saat əqrəbi istiqamətində dönmə hərəkətinin Aşağı Kür-Qobustan və Abşeron struktur elementlərini deformasiyaya uğratması fərz edilərək model daxilində nəzəri sürətlər təyin edilmişdir. Model hesablamaları üçün seçilmiş Mm profilinin başlanğıc və sonunda kvadrat mütərizələrlə seçilmiş sahənin ölçüləri qeyd edilmişdir. Profil ARBİ, ASTA, GOSM, YARD, BİLE, SALY, KHİD, SHIK, BAKU, GURK, KIZA və SİYE GPS məntəqələrini əhatə edir. Hesablamalar bu sahə içərisində qalan GPS nöqtələri üçün aparılmışdır. Mm profilinin əhatə etdiyi sahə içərisində qalan GPS nöqtələrindəki model sürətləri Okada formulundan [123] istifadə etməklə TDEFNODE [110] proqram təminatı vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Şəkil 4-də model hesablamalarından əldə edilən və ölçülmüş GPS sürət vektorları göstərilmişdir.²⁸

Mm profilinə paralel istiqamətdə modeldən əldə edilmiş və ölçülmüş GPS sürət dəyərlərinin məsafədən asılılığı Şəkil 5-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi model hesablamalarından əldə edilən sürətlərlə ölçülmüş sürətlər bir-biri ilə uyğunluq təşkil edir.

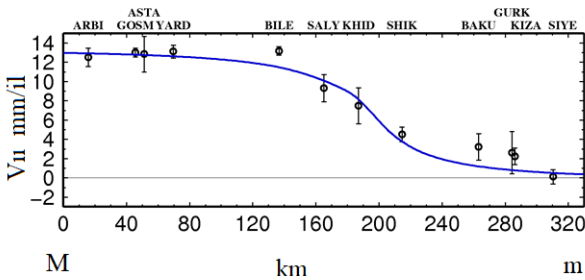
Yəhya Djamour, Mousavi və həmkarları tərəfindən aparılan tədqiqatların nəticələri ilə bizim əldə etdiyimiz modelləşdirmə məlumatları əsasında belə nəticəyə gəlmək olar ki, Cənubi Xəzər qırılma-

²⁸ Əhmədova E. GPS məlumatları əsasında Xəzər dənizinin şərq sahili boyu yer səthinin müasir hərəkətlərinin modelləşdirilməsi. ANAS Transactions, Earth Sciences. – 2021. N 2, - s. 63-68.

sının şərqindəki Aşağı Kür, Qobustan və Abşeron struktur əraziləri İran plitəsinin təsirində məruz qalaraq saat əqrəbi istiqamətində dönmə hərəkəti edir.²⁹



Şəkil 4. Mm profili üzrə ölçülmüş GPS və model sürətlərinin paylanması. Göy rəngli oxla ölçülmüş, qara oxlarla isə model sürətləri göstərilmişdir.



²⁹ Malekzade Zaman. Block rotation induced by the change from the collision to subduction: Implications for active deformations within the areas surrounding South Caspian Basin // Marine Geology. 1 October 2018, - vol. 404, - p. 111-129.

Şəkil 5. Mm profilinə paralel istiqamətdə modeldən əldə edilmiş və ölçülmüş GPS sürət dəyərlərinin məsafədən asılı paylanması. Göy rəngli əyri ilə ölçülmüş GPS sürət paylamasını, qara dairələr ilə model sürətləri göstərilmişdir.

IV FƏSİL. “WORLD STRESS MAP” PROYEKTİ PROQRAMININ TƏTBİQİ İLƏ QAFQAZ (AZƏRBAYCAN) ƏRAZISİNDƏ LİTOSFER VƏ ÜST MANTIYANIN GƏRGİNLİK-DEFORMASIYA VƏZİYYƏTİNİN ANALİZİ

Yer qabığında gərginlik boşalmasının ən aydın təzahürlərindən biri tektonik zəlzələlərdir. Regional seysmik tədqiqatlardan toplanan çox sayda baş vermiş güclü zəlzələlərin ocaq mexanizmlərinin və Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) və NEIC/USGS tərəfindən təyin edilən zəlzələ ocaq mexanizmləri “**World Stress Map**” (WSM) məlumat bazasını təşkil etməkdədir. Ocaq mexanizmi məlumatları əsas gərginliklərin nisbi intensivliyi barədə informasiya verir ki, bu da tektonik rejimin təyininə birbaşa imkan yaradır. “World stress map” proyektinin çərçivəsində CASMO proqramı istifadə edilərək zəlzələ ocaq mexanizmləri bazasına görə topoqrafik anomaliyalar nəzərə alınaraq litosferin müxtəlif dərinliklərindəki gərginlik-deformasiya paylanmaları öyrənilmişdir. Müşahidə olunan gərginliklərlə modelləşdirmənin nəticələrini müqayisə etmək üçün CASMO fokal mexanizmlər xəritəsinin (“Dünya gərginliklər xəritəsi”)³⁰ qurulması metodikasından istifadə etməklə seysmoloji məlumatlar üzrə^{31, 32, 33, 34, 35, 36} 1990-2015-ci illər ərzində $M_w \geq 5$ maqnitudlu zəlzələ

³⁰ Heidbach O., Tingay M., Barth A. et al. The World Stress Map database release // Tectonophysics, 2008. 482: p.3-15

³¹ Ağayeva S.T. Stress state of the Earth’s crust in Azerbaijan. Recent geodynamics, georisk and sustainable development in the Black Sea to Caspian Sea region // Conference proceedings of American Institute of Physics. New-York, USA, Melville, - 2006, - p. 97-102.

³² Ağayeva S.T., Babayev G.R. Analysis of earthquake focal mechanisms for Greater and Lesser Caucasus applying the method of World Stress Map. Azerbaijan // National Academy of Sciences. Proceedings of Geology Institute, -Baku: - 2009. № 2, - pp. 40-44.

³³ Babayev G.R. Analysis of earthquake focal mechanisms for Greater and Lesser Caucasus applying the method of World Stress Map // Azerbaijan National Academy of Science. Catalogue of Azerbaijan Republican Seismological Center, - 2009. - p. 67-74.

ocaqları istifadə olunmuşdur. “World stress map” layihəsi üzrə Dünyanın gərginlik xəritəsində istifadə edilə bilən güclü zəlzələ ocaqlarının P və T əsas gərginlik oxlarının istiqamətləri haqqında informasiya verilmişdir.³⁷ Birinci mərhələdə hər üç sərhədin 5x5 km şəbəkədə göstərilən təsviri HyperMeshTM proqramı tətbiq edilərək səthlərin geoloji 3D sonlu-element modeli əldə edilmişdir. Bu qayda ilə əldə edilən üç səthi nəzərə alan geoloji model yan sərhədlərlə qapanmış olur. Qafqaz (Azərbaycan) ərazisinin gərginlik-deformasiya şəraitinin öyrənilməsi yuxarıda göstərilən 3D aproksimasiya edilmiş litosferin geoloji modeli istifadə edilərək AbaqusTM proqram təminatı ilə yerinə yetirilmişdir. AbaqusTM proqramının tətbiqi nəticəsində model üzrə σ_{\max} maksimal horizontal gərginlik vektorlarının sonlu-element üsulu ilə yerinə yetirilmiş ədədi hesablanmasından əldə edilən maksimal horizontal gərginlik vektorunun (σ_{\max}) litosfer və üst mantiyaya uyğun olan 100 və 200 km dərinliklərdə paylanması şəkil 6 (a,b)-də göstərilmişdir. Qafqaz regionunun gərginlik-deformasiya şəraitini xarakterizə edən gərginlik vektorlarının paylanmasından alınan nəticələrdən görünür ki (şəkil 6 b), Xəzər dənizinin cənub hissəsində sağ tərəfli sıxılma təsirləri praktiki olaraq submeridional istiqamətlidir. GPS məlumatları ilə əldə edilən gərginlik-deformasiya məlumatı ilə müqayisə edildikdə bu uyğunluq təşkil edir.^{38, 39, 40, 41, 42} Bütün ehtimallara görə, bu vilayətdəki belə sıxılmaya Avrasiya plitəsinə nisbətən Ərəbistan plitəsinin hərəkəti təsir edir.^{43, 44, 45, 46, 47}

³⁴ Кадиров Ф.А., Сафаров Р.Т. Деформация земной коры Азербайджана и сопредельных территорий по данным GPS-измерений // Известия НАН Азербайджана, Науки о Земле, - 2013. № 1, - с.47-55.

³⁵ *Bax: ədəbiyyat 2-yə.*

³⁶ Yetirmişli G.J., Kazimova S.E. Types of tectonic movements of seismogenic regions of Azerbaijan by mechanisms of earthquake foci // Geological-geophysical studies of the deep structure of the Caucasus: geology and geophysics of Caucasus, Vladikavkaz, - 2017. - p. 20-25.

³⁷ Zoback, M. First and second order patterns of tectonic stress: The World Stress Map Project // Journal of Geophys. Res. 97, -1992. - pp. 11703-11728.

³⁸ *Bax: ədəbiyyat 6-ya.*

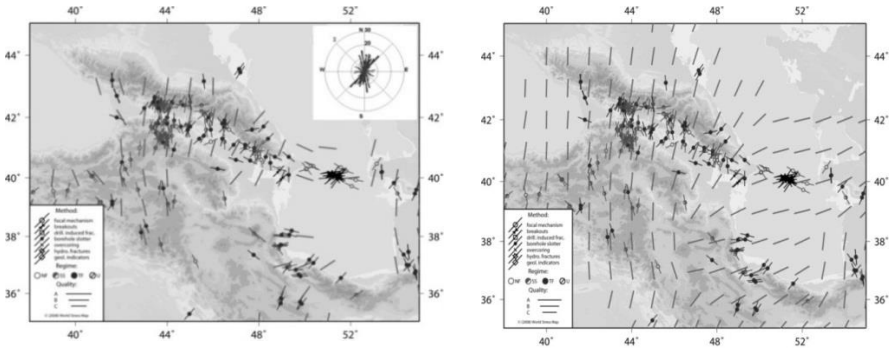
³⁹ *Bax: ədəbiyyat 1-ə.*

⁴⁰ *Bax: ədəbiyyat 21-yə.*

⁴¹ *Bax: ədəbiyyat 32-yə.*

⁴² Alizadeh A.A., Guliyev I.S., Kadirov F.A. et al. Geosciences of Azerbaijan Geology. - Springer International Publishing, - 2016. - p. 237.

⁴³ *Bax: ədəbiyyat 6-ya.*



Şəkil 6. 100 km (a) və 200 km (b) dərinlikdə CASMO (Dünyanın gərginliklər xəritəsi) layihəsinin köməyi ilə qurulmuş ocaq mexanizmləri xəritəsi ilə müqayisə olunan σ_{\max} maksimal horizontal gərginliklər vektorlarının paylanması (Babayev və Əhmədova)

Azərbaycanın ərazisinə aid olan məlumatlardan görünür ki, gərginliklərin oriyentasiyası şimal-şimal-şərq istiqamətində baş verir. Bu GPS-geodeziya məlumatlarına uyğun gəlir. Bütün ərazidə atılma və atılma-yerdəyişmə rejimli qırılmalar üstünlük təşkil edir. Topoqrafik anomaliyaların təsiri altında Qafqaz regionunun litosferinin regional gərginlik halı “Dünyanın gərginlik xəritəsi” nin məlumatlarının statik emalının nəticələri ilə müqayisəsi alınmış nəticələrin bəzi lokal fərqlərə baxmayaraq bütövlükdə eyni regional tendensiyaya malik olduğunu göstərir. Faktiki olaraq, Böyük Qafqazın qərb və mərkəzi hissələri şimal-şərq – cənub-qərb istiqamətli gərilmə vəziyyətindədir. Şərq hissədə bu gərilmə intensiv sıxılma ilə əvəz olunur. Azərbaycanın qərb hissəsində sıxılma müşahidə olunur. Bundan başqa, Böyük Qafqaz dağ silsiləsindən cənuba doğru soltərəfli sürüşmənin aydın şəkildə sağtərəfli yerdəyişməyə keçidi izlənilir ki, buda geoloji və geodinamiki məlumatlarla uyğunluq təşkil edir.⁴⁸

⁴⁴ *Bax: ədəbiyyat 21-ə.*

⁴⁵ *Bax: ədəbiyyat 1-ə.*

⁴⁶ Коптев А., Ершов А. Численное моделирование термального состояния литосферы, распределения внутриплитных напряжений в литосферных складках Черноморско-Кавказско-Каспийского региона. Бюлл. Моск. Об-ва Испытателей Природы, Отд. Геол., - т. 86, - вып. 5, - 2011. - с. 3-11.

⁴⁷ *Bax: ədəbiyyat 32-yə.*

⁴⁸ *Bax: ədəbiyyat 32-yə.*

Gərginlik-deformasiya şəraiti Qafqaz blokunda müxtəlifdir: Böyük Qafqazın qərb və mərkəzi hissəsində şimali-şərq-cənubi-qərb (ŞmS-CQ) gərilmə, şərq hissəsində isə intensiv sıxılma baş verir. Bütün Azərbaycan ərazisində ümumiyyətlə horizontal gərginlik vektorunun (σ_{\max}) istiqaməti Yer qabığının müasir hərəkət istiqaməti ilə eyni olsa da bəzi yerlərdə σ_{\max} istiqamətində fərqlilikdə müşahidə edilir. Bu fakt isə bizə gərginliyin yaranmasında yalnız kolliziya tektonikası ilə yanaşı yerli gərginlik mənbələrinin də müəyyən rolu olduğunu göstərmişdir.

V FƏSİL. AZƏRBAYCAN ƏRAZISİNDƏ YER QABIĞININ GPS HORIZONTAL SÜRƏTLƏRİNİN STRUKTUR ANALİZİ

Bu fəsildə Azərbaycan GPS şəbəkəsi məlumatları istifadə edilərək horizontal sürətlər sahəsinin struktur analizi aparılmış və GPS horizontal sürət sahəsində “domenlər” müəyyən edilmişdir. GPS horizontal sürət sahəsində “domen” dedikdə Yer səthində ətraf bölgələrə nəzərən fərqli GPS sürət xarakteristikaları olan ərazilər nəzərdə tutulur. Müəyyən edilmiş “domenlərin” seysmiklik və Buqə qravitasiya anomaliyaları ilə korrelyasiyası öyrənilmişdir.

GPS sürətləri və seysmikliyin müqayisəli analizinin aparılması məqsədi ilə AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzi kataloquna əsasən Azərbaycan və qonşu ərazilər üçün 2003-2017- cı illərdə baş verən $M \geq 2$ olan zəlzələlərin sürüşən pəncərə üsulu ilə sıxlıq paylanma xəritəsi hazırlanmış və istifadə edilmişdir [34]. Kiçik Qafqaz struktur zonasında demək olar ki, yüksək və təxminən sabit horizontal sürətlər və zəif seysmik aktivlik müşahidə edilir. Bu bölgə GPS horizontal sürət sahəsində Kiçik Qafqaz “domeni” kimi ayrılı bilər. Kür çökəkliyi struktur zonasında GPS sürət vektorlarının istiqamətlərində və qiymətlərində zəif dəyişilmə müşahidə edilir. Bu hissədə seysmik hadisələrin sayı Kiçik Qafqaz domenindən çoxdur və bu ərazi GPS horizontal sürət sahəsində Orta Kür “domeni” olaraq qəbul edilə bilər. Bu bölgədəki Yevlax (YEVL) GPS məntəqəsində sürətin kəskin dəyişilməsi müşahidə olunur. Böyük Qafqaz strukturunun cənub yamacında GPS sürət vektorlarının istiqamətlərinin dəyişildiyi və sürət qiymətlərinin azaldığı müşahidə edilir. Böyük Qafqaz strukturunun cənub yamacında olan aktiv seysmik bölgə burada yer qabığı qısalmalarının və sürət qradiyentinin yüksək olması ilə səciyyəlidir. Bu bölgə GPS horizontal sürət sahəsində Böyük Qafqaz “domeni”

kimi ayrıla bilər.

Talış bölgəsində də GPS horizontal sürət vektorları yüksək qiymətə malikdir, istiqamət və qiymətlərində şimala doğru zəif dəyişiklik müşahidə edilir. Burada seysmik hadisələrin sayı yüksək olsada baş verən zəlzələlər çox güclü deyildir. Bu bölgə GPS horizontal sürət sahəsində Talış “domeni” olaraq qəbul edilə bilər.

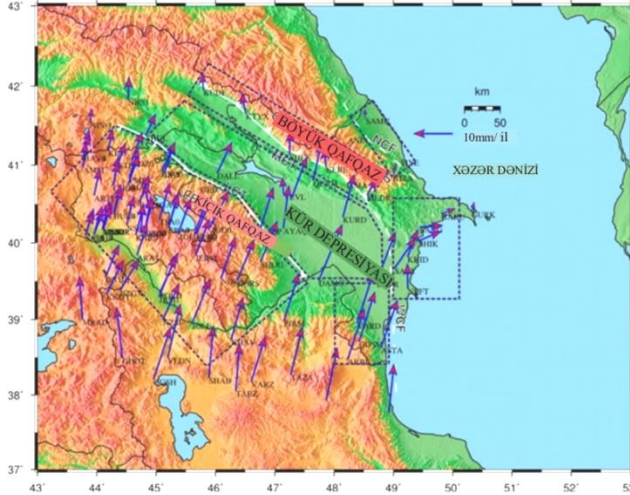
Azərbaycan ərazisinin GPS sürətlər sahəsində Qərbi Xəzər qırılmasının şərqində yerləşən Neftçala GPS məntəqəsindən başlayaraq Salyan, Xıdırlı, Şıxlar, Səngəçal və Bakı GPS məntəqələrinə aid sürət vektorlarında kəskin olaraq istiqamətin dəyişməsi müşahidə edilir. Bu məntəqələrdə eyni zamanda şimala doğru sürət qiyməti də azalmaqdadır. Aşağı Kür çökəkliyini və Qobustan bölgəsinin bir hissəsini əhatə edən bu ərazidə mötədil sayda seysmik hadisə müşahidə edilməkdədir. Azərbaycan ərazisinin GPS sürətlər sahəsində bu bölgə Aşağı Kür-Qobustan-Abşeron “domeni” kimi qəbul edilə bilər.

Qusar-Şabran kənar çökəkliyində GPS sürətlər sahəsi özünün minimum qiymətinə görə fərqləndiyindən bu zonanı da xüsusi domen kimi xarakterizə etmək olar. GPS sürət sahəsində fərqli xüsusiyyətlərə sahib olan domenlər şəkil 7-də verilmişdir.

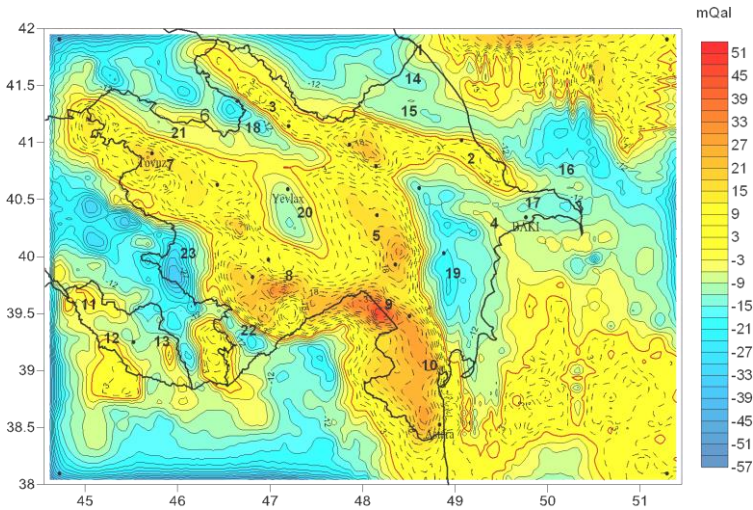
Azərbaycanın və qonşu ərazilərin qravitasiya sahəsinin lokal anomaliyaların GPS sürət sahəsində fərqli xüsusiyyətləri ilə ayrılmış “domenlərin” paylanma xəritəsi ilə müqayisəli təhlili bu iki paylanma arasında korrelyasiyanın olduğunu göstərir. Lokal qravitasiya anomaliyası sahəsində Gilar-Xudat və Böyük Qafqazın şimal yamacı kimi qeyd edilən iri mənfi lokal qravitasiya anomaliyala (-9 – və -27 mQal) sahələri Yer qabığı müasir horizontal hərəkət sürətləri sahəsində ayrılmış Qusar-Şabran kənar çökəkliyi domeni ilə uyğunluq təşkil edir. Burada horizontal hərəkət sürətlərinin şimal və şərq komponentləri kiçik qiymətlərə malikdir.

Böyük Qafqaz qırıqlıq sistemi domeni kimi ayrılmış zonada Dübrar (2) və İsmayılı-Balakən (3) kimi iki iri müsbət lokal qravitasiya anomaliya sahəsi ayrılır və “domen” bölgənin mərkəzi hissəsində lokal maksimumla (~ +21) xarakterizə olunurlar. Burada yer qabığı horizontal hərəkət sürətləri sahəsində şimal komponentlər üstünlük təşkil edir. Kiçik Qafqaz qırıqlıq sistemi domenində yer qabığı horizontal hərəkət istiqaməti şimal-şərq istiqamətində olsa da bölgənin şimal-qərb his-

səsindən cənub-şərq hissəsində doğru sürət qiymətlərində artma müşahidə olunur. Bu domenin mərkəzi lokal qravitasiya anomaliya xəritəsində Xocavənd (8) iri müsbət anomaliyasına uyğun gəlir. Domenin şimal-qərb hissəsində isə nisbətən kiçik qiymətə malik olan Gənc-Qazax (7) müsbət qravitasiya anomaliyası müşahidə olunur.



Şəkil 7. GPS sürət sahəsində fərqli xüsusiyyətlərə sahib olan “domen” bölgələr [Əhmədova E.V. və b.].



Şəkil 11. Azərbaycanın və qonşu ərazilərin lokal anomaliya xəritəsi [Qədirov F.Ə.]

Müsbət lokal anomaliyalar: 1–Yalama, 2–Dübrar, 3–İsmayılı-Balakən, 4–Yavanıdağ-Səngəçal, 5–Saatlı-Kürdəmir, 6–Eldar, 7–Gəncə-Qazax, 8–Xocavənd, 9–Çaxırlı, 10–Talışözü, 11–Sədərək-Badamlı, 12–Naxçıvan-Culfa, 13–Ordubad. Mənfi lokal qravitasiya anomaliyalar: 14–Gilar-Xudat, 15–Böyük Qafqazın şimal yamacı, 16–Şimali Abşeron, 17–Abşeron-Mərkəzi Qobustan, 18–Alazan-Əyriçay, 19–Aşağı Kür, 20–Yevlax-Ağcabədi, 21–Çatma, 22–Xanlıq, 23– Kəlbəcər.

Lokal qravitasiya anomaliyası sahəsində Talışözü (10) iri müsbət anomaliya sahəsi kimi qeyd olunan zona Talış zonası qırıqlıq sisteminə aid olan Talış “domeni” kimi ayrılır. Kür çökəkliyi “domenin” cənub və şimal sərhədlərində yer qabığı horizontal hərəkət istiqamətlərində və sürətlərində uyğunluq müşahidə olunsa da bölgənin mərkəzi hissəsində həm istiqamət həm də sürətinə görə fərqlənən YEVL GPS məntəqəsi yerləşən zonada lokal qravitasiya anomaliyası sahəsində Yevlax-Ağcabədi (20) iri mənfi lokal qravitasiya anomaliyası ayrılır. Bu domenin cənub-şərq hissəsi isə Saatlı-Kürdəmir (5) iri müsbət lokal qravitasiya anomaliyası ilə səciyyələnir.

Orta Kür “domenində” Yevlax (YEVL) GPS məntəqəsində sürət vektoru istiqamətinin kəskin dəyişməsi və bunun Yevlax-Ağcabədi (20) iri mənfi lokal qravitasiya anomaliyası sahəsinə uyğun gəlməsi burada kiçik fərqli sahənin ayrılmasının doğruluğunu göstərir. Belə uyğunluq Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin geoloji quruluşu xüsusi halda buradakı vulkanogen törəmələrin təsiri ilə təyin edilir [13].

Aşağı Kür-Qobustan-Abşeron “domeni” lokal qravitasiya anomaliya sahələrində Abşeron-Mərkəzi Qobustan (17) və Aşağı Kür (19) mənfi lokal qravitasiya anomaliyaları sahələrinə uyğun gəlir.

Beləliklə, Azərbaycan ərazisi üçün əldə olunmuş lokal qravitasiya anomaliyaları sahəsi ilə Yer qabığı horizontal hərəkət sürətləri sahəsində ayrılan “domenlərin” təhlili nəticəsində bu iki sahə arasında korrelyasiyanın mövcudluğu müəyyən edilmişdir.

Yer qabığının GPS horizontal sürətlərinin və deformasiya parametrlərinin paylanması, tədqiqat ərazisinin seysmikliyi, tektonik quruluşu və lokal qravitasiya sahəsi ilə ümumiləşdirilmiş struktur analizi nəticəsində Qafqaz blokunun Azərbaycan ərazisində aşağıdakı “domenlər” müəyyən olunmuşdur: Böyük Qafqaz qırıqlıq sistemi, Kiçik Qafqaz qırıqlıq sistemi, Kür, Talış, Qusar-Şabran kənar çökəkliyi və Qobustan-Abşeron-Aşağı Kür zonası.

Kiçik Qafqaz struktur zonası GPS sürət vektorlarının qiymətinin və istiqamətinin zəif dəyişməsi, zəif seysmik aktivlik, yer səthi-

nin yüksələn şaquli hərəkətləri, müsbət lokal qravitasiya anomaliya sahəsi, gərilmə zonalarında kiçik deformasiya sürəti ilə səciyyələnir.

Kür çökəkliyi struktur zonası GPS sürət vektorlarının qiymətlərində və istiqamətlərində nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişilmə, orta seysmik aktivlik, yer səthinin şaquli hərəkətlərində enmənin müşahidə olması və deformasiya sürətinin orta qiymətə malik olması ilə səciyyələnir.

Böyük Qafqaz struktur zonası GPS sürət vektorlarının istiqamətinin dəyişilməsi, sürət qiymətlərinin azalaraq sifra yaxınlaşması, yüksək seysmik aktivlik, yer səthinin yüksələn şaquli hərəkətləri, müsbət lokal qravitasiya anomaliya sahəsi, yüksək deformasiya sürəti ilə səciyyələnir.

Talış struktur zonası GPS sürət vektorlarının yüksək qiymətə malik olması, istiqamətlərinin və qiymətinin zəif dəyişilməsi, mötədil seysmik aktivlik, yer səthinin yüksələn şaquli hərəkətləri, müsbət lokal qravitasiya anomaliyasının olması və deformasiya sürətinin kiçikliyi ilə səciyyələnir.

Qusar-Şabran kənar çökəklik zonası GPS sürət sahəsinin minimum qiymətə malik olması, yer səthinin fərqli yüksələn şaquli hərəkətləri, kiçik deformasiya sürəti və mənfi lokal qravitasiya sahəsi ilə fərqlənir.

Aşağı Kür-Qobustan-Abşeron struktur zonası GPS sürət vektorlarının istiqamətlərinin kəskin olaraq ŞmŞmŞ istiqamətində dəyişilməsi, şimala doğru GPS sürət qiymətinin azalması, yer səthinin şaquli hərəkətlərində enmə, yüksək deformasiya sürəti və mənfi lokal qravitasiya sahəsinə malik olması ilə fərqlənir.

NƏTİCƏLƏR

- Son 20 ildə aparılmış GPS müşahidələrindən əldə olunmuş sürət sahəsi Azərbaycan və Kiçik Qafqaza qonşu olan ərazilərdə yer qabığı səthinin Avrasiyaya nəzərən Şm-ŞmŞ istiqamətində hərəkətini aydın şəkildə təsvir edir.

- GPS sürət sahəsinin aydın şəkildə ifadə olunan xüsusiyyətlərindən biri cənubdan şimala doğru Böyük Qafqaz Üstəgəlməsinin uzanma istiqamətinə perpendikulyar olan GPS sürət komponentlərinin (şimal komponenti VN) qiymətinin azalmasıdır.

- Kiçik Qafqaz ərazisində sürəti < 2 mm/il olan yer qabığı qısalmasının və zəif deformasiya prosesinin baş verdiyi müəyyən edilmişdir.

- Şıxlar, Sanqaçal və Bakı GPS məntəqələrində VE şərq sürət komponenti üstünlük təşkil edir.

- Abşeron-Pribalxan astanasının qərb hüdudunda Gürgən (GURK) GPS məntəqəsində VN şimal sürət komponenti üstünlük təşkil edir.

- İran plitəsinin təsirinə məruz qalaraq saat əqrəbi istiqamətində

dönən Cənubi Xəzər Hövzəsi Aşağı Kür, Qobustan və Abşeron struktur ərazilərinin kinematikasını təyin edir.

- Qafqaz (Azərbaycan) regionu ərazisində Yer litosferində regional gərginlik sahəsinin formalaşmasında yer səthi və geoloji sərhədlərin topoqrafiyasının dominant təsiri müşahidə olunur.

- Böyük Qafqazın qərb və mərkəzi hissələri ŞmŞ-CQ istiqamətli gərilmə şəraitindədir, şərq hissəsində isə bu gərilmə intensiv sıxılma ilə əvəz olunur.

- Azərbaycan ərazisində ümumiyyətlə horizontal gərginlik vektorunun σ_{\max} istiqaməti Yer qabığının müasir hərəkət istiqaməti ilə eyni olsa da bəzi yerlərdə fərqliliyin müşahidə edilməsi faktı, gərginliyin yaranmasında yalnız kolliziya tektonikası deyil yerli mənbələrin də müəyyən rolu olduğunu göstərir.

- Yer səthində GPS sürətlərin struktur analizi aparılmış ətraf bölgələrə nəzərən fərqli sürət xarakteristikası olan aşağıdakı “domen” ərazilər müəyyən edilmişdir: Böyük Qafqaz qırışlıq sistemi “domeni”; Kiçik Qafqaz qırışlıq sistemi “domeni”; Kür çökəkliyi “domeni”; Aşağı Kür çökəkliyi-Qobustan-Abşeron “domeni”; Talış zonası “domeni”; Qusar-Şabran kənar çökəkliyi “domeni”

- Azərbaycan ərazisində lokal qravitasiya anomaliyaları sahəsi ilə domenlərin paylanması arasında korrelyasiya mövcuddur.

- Orta Kür “domenində” Yevlax (YEVL) GPS məntəqəsində sürət vektoru istiqamətinin kəskin dəyişilməsi Yevlax-Ağcabədi iri mənfi lokal qravitasiya anomaliyasının təbiətini müəyyən edən geoloji quruluşla, xüsusi halda buradakı vulkanogen törəmələrin təsiri ilə əlaqəlidir.

Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Əhmədova E.V. Zəlzələnin hazırlıq dövrlərinin proqnozu problemləri. Azərbaycan xalqının ümummilliy lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi konfransının materialları. Bakı, 2014, s.334-335.
2. Əhmədova E.V. Azərbaycan ərazisində yer qabığının müasir horizontal sürətlərinin və deformasiyalarının struktur analizi. Azərbaycan xalqının ümummilliy lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2015, s. 345-347.
3. Əhmədova E.V. Azərbaycan ərazisində yer qabığının müasir hori-

- zontal hərəkətlərinin seysmikliklə əlaqəsi. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2016, s. 242-245.
4. Əhmədova E.V. Azərbaycanda yer qabığının müasir geodinamikası və deformasiyası (GPS monitoring məlumatları əsasında). Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri. Elmi-texniki jurnal. 2016, № 3-4, s. 13-20.
 5. Akhmadova E.V., Babayev G., Babayev E.T. Geodynamics and Stress State of the Earth’s Crust in the Greater and Lesser Caucasus (Azerbaijan) collision region. European Geosciences Union (EGU) General Assembly Science and Technology conference. Vienna, Austria, Book of Abstracts, 2017, vol. 19, p.6.
 6. Əhmədova E.V. Azərbaycan ərazisində yer qabığının müasir horizontal hərəkətlərinin seysmikliklə müqayisəsi. Azərbaycan Respublikası Təhsil nazirliyi Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2016, s. 123-126.
 7. Ахмедова Э.В., Бабаев Г. Анализ напряженно-деформированного состояния Кавказского региона (Азербайджан) по векторам максимальных горизонтальных напряжений с использованием программ проекта „World Stress Map”. Геофизический журнал. Vol 39, No 3 (2017), с. 26-39.
 8. Əhmədova E.V. Plitələrin qarşılıqlı təsiri və Azərbaycan ərazisinin regional geodinamikası. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2017, s. 204-207.
 9. Əhmədova E.V., Səfərov R.T. Azərbaycan ərazisinin müasir geodinamik şəraiti: GPS və seysmik məlumatlar əsasında. Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri. Elmi-texniki jurnal. 2018, № 2, s. 47-53.
 10. Əhmədova E.V. WORLD STRESS MAP program təminatı ilə Qafqaz ərazisinin (Azərbaycan) gərginlik-deformasiya şəraitinin təhlili. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2018, s. 306-308.
 11. Əhmədova E.V. Azərbaycan ərazisinin GPS monitoring nəticələri. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan

- olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materi-
alları. Bakı, 2018, s. 304-306.
12. Akhmadova E.V. Analysis of the data of GPS satellite system in the study on the seismicity of the territory of Azerbaijan. VII International Conference of Young Scientists&Students Information Technologies In Solving Modern Problems Of Geology And Geophysics Dedicated to the 80th anniversary of Institute Geology and Geophysics Azerbaijan National Academy of Sciences Book of Abstracts, Baku, 2018, p. 222-223.
 13. Əhmədova E.V. Qafqaz (Azərbaycan) ərazisinin litosferində gərginlik-deformasiya şəraitinin analizi. ANAS Transactions, Earth Sciences 2/2018. DOI: 10.33677/ggianas20180200020, p. 97-104.
 14. Əhmədova E.V., Səfərov R.T., Aslanov R.E. Azərbaycan ərazisində yer səthi GPS horizontal sürətlər sahəsinin struktur analizi. Bakı Universitetinin Xəbərləri. Təbiət elmləri seriyası, Bakı, 2019, № 1.
 15. Əhmədova E.V. Azərbaycan ərazisinin seysmikliyi və gərginlik-deformasiya şəraitinin analizi. Azərbaycan xalqının ümumilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2019, s. 231-232.
 16. Əhmədova E.V. Azərbaycan ərazisində seysmikliyin GPS sürətlər sahəsi ilə müqayisəli analizi. Azərbaycan xalqının ümumilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2019, s. 238-240.
 17. Əhmədova E.V. Kür çökəkliyi domen bölgəsinin GPS sürət sahəsinin digər sahələrlə müqayisəli analizi. Azərbaycan ərazisinin ümumilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Geologiyanın aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı, 2019, s. 234-235.
 18. Ахмедова Э.В. Структурный анализ поля скоростей горизонтальных движений территории Азербайджана по данным GPS-измерений. Геофизический журнал. 2020. No 1, Т. 42, с.65-75. DOI:<https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i1.2020.195468>.
 19. Əhmədova E.V. GPS məlumatları əsasında Xəzər dənizinin şərq sahili boyu yer səthinin müasir hərəkətlərinin modelləşdirilməsi. ANAS Transactions, Earth Sciences. 2021. N 2, s. 63-68.

Dissertasiyanın müdafiəsi _____ 2022-ci il tarixində saat ____ Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1143, Azərbaycan, Bakı şəh., H.Cavid pr., 119.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat _____ 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 16 noyabr 2021

Kağızın formatı: 60x84^{1/16}

Həcm: 39523

Tiraj: 100 nüsxə