

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazma hüququnda

YENİ GEOLOJİ-GEOFİZİKİ TƏDQİQATLAR ƏSASINDA CƏNUBİ XƏZƏR ÇÖKƏKLİYİNİN HÖVZƏ ANALİZİ

İxtisas: 2521.01- Neft və qaz yataqlarının geologiyası,
axtarışı və kəşfiyyatı

Elm sahəsi: Yer elmləri

İddiaçı: **Nazim Rəsmi oğlu Abdullayev**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2024

İş Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft və Qaz İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
akademik

İbrahim Səid oğlu Quliyev

Rəsmi opponətlər: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, prof.
Adil Abas Əli oğlu Əliyev

geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, prof.
Vaqif Yunus oğlu Kərimov

geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, prof.
Tofiq Rəşid oğlu Əhmədov

geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, dos.
Rauf Yusif oğlu Əliyarov

Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Elm və Təhsil Nazirliyinin Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri

Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
akademik

Əkpər Əkpər oğlu Feyzullayev

Dissertasiya Şurasının elmi katibi

Texnika elmləri namizədi, dosent

Dilquşa Ramzey qızı Mirzəyeva

Elmi seminarın sədri

Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,
AMEA-nın müxbir üzvü

Dadaş Ağa-Cavad oğlu Hüseynov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.

Hal-hazırda və yaxın gələcəkdə Xəzər regionu, xüsusən də Azərbaycanın Cənubi Xəzər hövzəsi (CXH) əsas neft və qaz mənbələri hesab olunur. Hövzənin potensialı Bakı-Tbilisi-Ceyhan boru kəməri, Azəri-Çıraq-Günəşli, Şahdəniz kimi irimiqyaslı layihələr sayəsində reallaşır. Bununla belə, CXH-nin dinamik karbohidrogen sistemi hələ də az öyrənilmişdir və onun daha dərinədən öyrənilməsi gələcəkdə böyük səmərəsini verəcəkdir. Böyük dərinliklərdə yatan çöküntülər əhəmiyyətli sirləri özündə saxlayır. Bu çöküntülərin neft və qaz tərkibi az öyrənilmişdir. CXH hövzəsi formalaşma və təkamül tarixinə görə son dərəcə unikal hesab olunur. O, dünyanın çoxsaylı çöküntü hövzələri arasında xüsusi yer tutur. CXH və ona bitişik regionların tədqiqi və dünyanın digər hövzələri ilə müqayisəsi hövzələrin çöküntülərlə dolmasında nümunələrin tapılmasının və bu amillərin dağəmələgəlmə prosesi və eroziya ilə əlaqəsinin nə qədər vacib olduğunu göstərir. Qaydaların istisnalarını anlamaq üçün qaydaların özlərini və qanunauyğunluqlarını aydın şəkildə başa düşmək lazımdır.

Son üç onillikdə Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkəti (ARDNŞ), o cümlədən Cənubi Xəzər hövzəsi (CXH) akvatoriyasında fəaliyyət göstərən bir çox xarici neft şirkətləri böyük həcmdə faktiki material toplayaraq onları şərh ediblər. Yüksək keyfiyyətli 2 ölçülü və 3 ölçülü seysmik məlumatların, habelə kəşfiyyat qazma işləri zamanı toplanmış məlumatların regional məlumat bazası yaradılıb. Bu, hövzənin təkamülünün daha aydın vahid şəklini formalaşdırmağa imkan verir. Bu müddət ərzində çoxlu təcrübə toplanmış, axtarış-kəşfiyyat təcrübəsində yeni yanaşmalar və texnologiyalar tətbiq edilmişdir. Hövzənin öyrənilməsində (*basin analysis*-hövzə analizi) yanaşmalardan biri də qeyd olunanlara əsaslanan kompleks yanaşmadır: seysmik, seysmoloji və geoloji məlumatların ümumiləşdirilməsi üzrə; hövzə modelləşdirməsi üzrə; sistemli təfəkkürdən istifadə etməklə mövcud ədəbiyyatın sintezi və təhlili üzrə. 20 ildən artıq müddətdə British Petroleum (BP) şirkətində çalışan müəllif yeni seysmik məlumatların emalı və interpretasiyası, eləcə də onların CXH üçün bir çox mövcud seysmik, karotaj və kern məlumatları ilə əlaqəsinə əsaslanan

bir çox regional tədqiqatlara rəhbərlik etmişdir. Müəllif müxtəlif elmi institutlarla birlikdə CXH-nin təkamülü ilə bağlı tədqiqatlar aparmışdır. Müəllif geoloqlar qrupu ilə birlikdə ilk dəfə olaraq MQ (məhsuldar qat) süxurlarının mütləq yaşını hesablamışdır. Bu işlərin nəticələri müəllifin son 10 ildə apardığı elmi araşdırmaların əsasını təşkil edir.

Təkamül nəzəriyyəsinin sintezinin həm CXH-nə, həm də dünyanın 1000-dən artıq digər çöküntü hövzələri üçün tətbiqi hövzələrin çöküntü örtüyünün formalaşması, çöküntütoplanmanın inkişafı və hövzə tipinin və qabıq tipinin müəyyən edilməsi qanunauyğunluqlarını müəyyən etməyə imkan verir. Xüsusilə, sintez əsasında qurulmuş hövzə təkamülünün geodinamik modeli CXH-nin bəzi xüsusiyyətlərini: hövzənin qeyri-bərabər dolmasını, o cümlədən hövzəni çöküntülərlə dolduran çay sistemlərindəki müxtəlifliklər; məhsuldar qatın (MQ), həmçinin yuxarı pliosen və pleystosendə toplanması zamanı bu çay sistemlərindən hövzəyə çöküntü materialının daxil olmasının dəyişməsinə izah etməyə imkan verir. Dünyanın digər çöküntü hövzələri ilə müqayisədə CXH-nin anomaliyasının müəyyən edilməsi hövzə analizi elminin qarşısında duran problemləri anlamaq üçün son dərəcə aktual məsələdir. CXH-nin neftqazlılığının xüsusi xarakteri bu anomaliya ilə birbaşa bağlıdır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti.

Tədqiqatın obyektı sayılan CXH hövzəsi - dünyanın çöküntü hövzələrinin təkamül proseslərini anlamaq üçün unikal “laboratoriya”dır. Tədqiqatın predmeti – CXH-nin və onun neftqazlılığının geoloji təkamülüdür.

İşin məqsəd və vəzifələri.

Hövzə analizi və hövzə modelləşdirmə metodu ilə müəyyən edilmiş CXH-nin çöküntü örtüyünün inkişaf etmə qanunauyğunluqlarının müəyyən edilməsi habelə CXH-nin regionun və dünyanın digər çöküntü hövzələri ilə müqayisəsi onların məhsuldarlığından, yaşından və qabığın növündən asılı olaraq çöküntü hövzələrinin inkişaf və çökmə qanunauyğunluqlarının müəyyən edilməsi.

Müasir geoloji-geofiziki məlumatlar və müasir metodlar əsasında CXH-də neft-qaz potensialının və kəşfiyyat risklərinin proqnozlaşdırılması.

Vəzifələr.

1. CXH və ona yaxın hövzələrin çöküntü örtüyünün təkamül prosesinin regional seysmik yarıqlardan, izopax xəritələrdən və hövzə modelləşdirilməsindən, o cümlədən quyular üzrə birölçülü dalma ayrılərinə, temperatur məlumatları və qravimaqnit modelləşdirilmə nəticələrinə əsasən öyrənilməsi.

2. Radiometrik üsulla CXH-nin pliosen məhsuldar qatının mütləq yaşının hesablanması və əvvəllər qəbul edilmiş yaş modelindən fərqlənən CXH-nin yaş modelinin yaradılma metodologiyası.

3. Bütün hövzə və regionlar üzrə çöküntünün miqdarının, həcmnin və çökmə sürətinin qiymətləndirilməsi.

4. Drenaj sistemləri vasitəsilə CXH-də çöküntü axınının təkamülünün təsviri, kaynozoy erasında hövzə divarlarının denudasiya dərəcələrinin öyrənilməsi və Xəzər dənizinə axan çay sistemlərinin morfologiyasının müqayisəli təhlili. Kaynozoyda eroziya sürətlərinin qiymətləndirilməsi və CXH-nin anomal çöküntütoplanmasının izahı.

5. CXH və dünyanın digər çöküntü hövzələrinin çöküntü örtüyü təkamülünün müqayisəsi. Hövzələrin xüsusiyyətləri, eləcə də Pareto paylanması qanununa görə Yerin çöküntü qabığının həcmələri arasındakı fərqləri müəyyən etmək. Geoloji sistemlər üçün dərəcə qanunu (PowerLaw) əhəmiyyətinin izahı.

6. Yurada hövzənin formalaşmasından bu günə qədər plitə nəzəriyyəsi nöqtəyindən nəzərindən CXH və yaxın regionların tektonik təkamülünün tədqiqi.

Tədqiqat metodları və faktiki material.

Bu iş nəzəri və metodoloji xarakter daşıyır.

İş müasir geoloji və geofiziki məlumatların nəzərdən keçirilməsinə və ümumiləşdirilməsinə, litosferin və CXH-nin çöküntü örtüyünün modelləşdirilməsinin integrasiyasına, habelə hövzənin çöküntülərlə dolması və onların denudasiyası proseslərinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsinə əsaslanır.

Həmçinin dünyanın 1000-dən çox əsas çöküntü hövzəsini əhatə edən məlumat bazası yaradılmış, dərc edilmiş məlumatlar əsasında tədqiq edilmiş və bu hövzələrin hər birində yağıntının miqdarı hesablanmışdır. Bu verilənlər bazası Earthbyte və CGG Tellus saytıdan hövzənin verilənlər bazasını integrasiya etməklə yaradılmışdır.

Cənubi Xəzər hövzəsi üzrə faktiki materialın əsasını çoxlu sayda seysmik horizonların, o cümlədən profillərdə olan seysmik materialın 20 saniyəlik qeydi ilə xəritələşdirilməsi təşkil olunmuşdu. Müəllif, BP şirkətinin geoloq və geofizik qrupu ilə birlikdə 2-ölçülü profilləri və 3-ölçülü seysmik çəkiliş məlumatlarının geniş şəbəkəsindən istifadə edərək interpretasiya aparmışdı. İşdə Mərkəzi Asiya və Qafqaz regionu üzrə regional məlumatlardan da (nəşr olunmuş xəritələr və profillər) istifadə edilmişdir.

Digər əsas xidməti CXH və Kür hövzəsinin quyularından əldə edilən məlumatlar (temperaturun ölçülməsi və stratigrafik örtüklər daxil olmaqla) təşkil edir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. CXH və ona bitişik ərazilərin formalaşması və inkişafının iterativ dinamik modeli.

2. CXH-də süxurların yaşı da nəzərə alınmaqla çöküntütoplanma proseslərinin qanunauyğunluqları.

3. Dünyanın çöküntü hövzələrinin, neft-qaz potensialı da daxil olmaqla, statistik parametrlərinin müqayisəli təhlilinin nəticələri.

4. Geoloji risklərin hərtərəfli təhlili və təsnifatı əsasında CXH-nin neft-qaz potensialının perspektivləri

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. CXH-nin çöküntü örtüyünün orta qalınlığının anomal qiyməti ilə dünyada nadir hövzələrdən biri olması müəyyən edilmişdir. Müxtəlif növ hövzələr üçün çökmə qalınlığının hövzələrin sahəsindən asılılığı çıxarılmışdır.

2. İlk dəfə olaraq hövzənin müxtəlif hissələrində süxurların orta qalınlığından istifadə etməklə hövzədəki çöküntülərin effektiv həcmi üzrə çöküntütoplanma sürəti hesablanmışdır. CXH bortunun denudasiya mexanizmi öyrənilmiş və çöküntülərlə yüklənən CXH-nin çay sistemlərinin hər biri üçün çöküntütoplanma sürəti ilə denudasiya sürəti arasında əlaqə qurulmuşdur.

3. CXH-də müşahidə olunan dalma və çöküntütoplanma xarakteri sönən termal dalma ilə qərq olmuş okean tipli qabıqda sedimentasiya yüklənməsi prosesinin nəticəsi olması göstərilmişdir.

4. CXH Böyük Qafqaz hövzəsi (BQH), Kür hövzəsi (habelə Yevlax-Ağcabədi depressiyası YAD da daxil olmaqla) kimi Neo-Tetis

arxa qövs sərhədi boyunca əmələ gələn bir-birinə genetik yaxın olan bir neçə hövzədən biri olması əsaslandırılmışdır. Plitələr tektonikası nəzəriyyəsi baxımından bu hövzələrin təkamülünün təsviri verilmişdir.

5. İlk dəfə olaraq pliosen məhsuldar qatın (MQ) süxurlarının mütləq yaşı ətraflı surətdə ölçülüb və MQ-nin əvvəllər düşünüldüyü kimi 6 milyondan 3,2 milyon ilə qədər deyil, 4 milyondan 2,7 milyon ilə qədər çökdüyü göstərilmişdir.

6. Konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı ilə CXH-nin çöküntü örtüyünün qalınlığı arasında korrelyasiya olunmuşdur.

7. Dünyanın 1000-ə qədər neftqazlı hövzəsi (DNH) üçün dünya hövzələrinin çöküntü örtüyünün həcmli, çöküntülərin qalınlığı və bu hövzələrdə karbohidrogen ehtiyatlarının həcmi arasında asılılıq hesablanmışdır.

8. Pareto prinsipinə əsasən, dünya hövzələrində və CXH-də qalığ ehtiyatlarının diapazonları hesablanmışdır.

9. Müəllif tərəfindən təklif olunan kəşfiyyat risklərinin metodologiyasına uyğun olaraq Cənubi Xəzər hövzəsinin 15 neft yatağının hər biri üçün geoloji risk dərəcələri verilmişdir.

Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti.

Çöküntü hövzələrinin müəyyən edilmiş qanunauyğunluqları və xarakteristikaları ilk dəfə olaraq CXH daxil olmaqla müxtəlif geoloji tipli hövzələr arasında əlaqəni anlamağa imkan verir. Bu qanunauyğunluqların köməyi ilə hövzənin ölçülərini müəyyən edən seysmik məlumatlar olmadıqda belə çöküntü hövzələrinin ölçülərini və morfologiyasını aşkar etmək mümkündür.

CXH-nin yüklənməsinin qurulmuş iterativ modelləri və hövzədə pliosen çöküntülərinin korreksiya olunmuş mütləq yaşı litosferin və çöküntü örtüyünün xarakterik xüsusiyyətlərini aşkar etmək üçün istifadə edilə bilər. Onlar həmçinin CXH-nin mərkəzində daha dəqiq 3 ölçülü istilik axını modelini qurmaq üçün istifadə edilə bilər ki, bu da karbohidrogenlərin əmələ gəlməsi və miqrasiyası proseslərini anlamağa əsas verir.

Quyu məlumatlarının məhdud olduğu hövzədə, hövzənin tektonik strukturunun və CXH-nin çöküntü örtüyünün qeyri-bərabərliyinin təhlilinin nəticələrindən layların mövcudluğunu və həcmi proqnozlaşdırmaq üçün istifadə etmək olar.

İddiaçının şəxsi töhfəsi. Dissertasiyanın məzmununu təşkil edən bütün nəticələr müəllif tərəfindən müstəqil olaraq yüklənməni (dalma) modelləşdirmək üçün Badleys kompaniyasının “FlexDecomp” və “Stretch” paketlərindən, qravimetrik modelləşdirmə üçün Geosoft kompaniyasının “GM-SYS” paketindən, qravimaqnit modelləşdirmə üçün Petrel XField paketindən və xəritələrin qurulması və hövzə modelləşdirilməsi üçün Zetaware kompaniyasının “Trinity” paketindən, həmçinin vizuallaşdırmaq üçün “Spotfire” paketindən istifadə etməklə əldə edilmişdir.

Müəllif BP şirkətinin kəşfiyyat qrupunun əməkdaşları ilə birlikdə CXH akvatoriyasında bu işin əsasını təşkil edən elmi tədqiqatların həyata keçirilməsində, seysmik məlumatların interpretasiyasında, izopax (qalınlıq) xəritələrin qurulmasında, paleocoğrafi xəritələr və hövzə modelləşdirməsində bilavasitə iştirak etmişdir. Müəllif tərəfindən ilk dəfə olaraq dünya hövzələri üzrə böyük həcmdə məlumatlar toplanmış və hesablanmış, müxtəlif mənbələrdən Yerin çöküntü örtüyünün qalınlığının xəritələri toplanmış və bütün bu məlumatların sintezi və ümumiləşdirilməsi aparılmışdır. İşdə istifadə olunan müxtəlif asılılıqları göstərən bütün qrafiklər müəllif tərəfindən müstəqil surətdə qurulmuşdur.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya mövzusu üzrə 21 nəşr, onlardan 4-ü monoqrafiya, o cümlədən 10 məqalə və 7 məruzənin geniş tezisi var. Tədqiqat nəticələri 10 beynəlxalq konfrans, simpozium və seminarlarda məruzə edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Azərbaycan Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft və Qaz İnstitutunda aparılmışdır.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, on fəsil, nəticə və istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 349 səhifə mətn, 5 cədvəl, 135 şəkil və 308 istinad olunmuş ədəbiyyat adlarından ibarətdir. Fəsillər əsas müdafiə olunan müddəaları əks etdirir. İş girişdən (13605 simvol), 10 fəsildən (1-ci fəsil - 94030 simvol, 2-ci fəsil -27397 simvol, 3-cü fəsil - 30674 simvol, 4-cü fəsil - 19531 simvol, 5-ci fəsil -54573 simvol, 6-cı fəsil - 23443 simvol, 7-ci fəsil – 41386 simvol, 8-ci fəsil - 21334 simvol, 9-cu fəsil - 26124 simvol, 10-cu fəsil - 83784 simvol və xülasədən (7541 simvol) ibarətdir. Dissertasiya işində simvolların ümumi həcmi – 443422-dir.

Birinci qorunan müddəa birinci, ikinci, üçüncü və dördüncü fəsillərdə, ikinci qorunan müddəa beşinci, altıncı və yeddinci fəsillərdə, üçüncü qorunan müddəa səkkizinci və doqquzuncu fəsillərdə, dördüncü qorunan müddəa onuncu fəsildə öz əksini tapmışdır.

Müəllif elmi konsultant, akademik, AMEA-nın vitse-prezidenti, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru prof. İ.S.Quliyevə; AMEA-nın akademiki, geologiya-mineralogiya elmlər doktoru prof. PZ Məmmədova (ADNSU); AMEA-nın akademiki, Neft və Qaz İnstitutunun direktoru, geologiya və mineralogiya elmləri doktoru prof. F.Z.Qədirova; AMEA-nın akademiki, geologiya və mineralogiya elmləri doktoru A.A.Feyzullayevə; AMEA-nın akademiki, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru E.H-M.Əliyevaya; Dr.G.Riley (BP); geologiya-mineralogiya elmləri namizədi A.S.Cavadovaya (SOCAR); Dr.R.Saksenhoffərə (Leoben Universiteti, Avstriya); Dr.D.Veberə (Missuri Universiteti, ABŞ); Kris Van-Baka (Utrext Universiteti, Hollandiya); dəyərli məsləhətlərinə, işin tamamlanmasında böyük diqqət və kömək göstərdiklərinə görə öz dərin təşəkkürünü bildirir. Müəllif tədqiqatın nəticələrini dərc etməyə icazə verdiyinə görə BP şirkətinə minnətdarlığını bildirir. Müəllif bu işdə litosfer modelləşdirmə proqramlarından istifadə etmək imkanına görə Badleys şirkətinə, xüsusən də Dr.A.Robertsə minnətdarlığını bildirir.

I Fəsil. Xəzər regionunun tektonik quruluşunun icmalı.

Müəllifin əvvəlki tədqiqatları da daxil olmaqla nəşr edilmiş məqalələr əsasında CXH-nin və sərhədyanı regionların çöküntü örtüyünün təkamülünün icmalı CXH-nin qeyri-adi geotektonik təbiətə malik olmasını göstərir. DSZ (dərinlik seysmik zondlama) və telemetriyanın seysmik məlumatlarına əsasən, CXH-nin qalın çöküntü örtüyünün altında 25-27 km dərinlikdə qərb hissəsində qalınlığı 5-6 km-ə qədər, şərq hissəsində isə 10 km-dən çox olan nazik konsolidasiya edilmiş yer qabığı var. Kür ovalığı ərazisində konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı 25 km-dir. Yer qabığı bazalt və qranit təbəqəsinin mövcudluğu ilə tipik kontinental quruluşa malikdir. Yuxarıda göstərilənlərin hamısı çoxsaylı seysmik, qravimetrik və istilik məlumatları, həmçinin müəllif tərəfindən yerinə yetirilən CXH əyilməsinin modelləşdirilməsinin nəticələri ilə təsdiqlənir.

Dalma (çöküntü yüklənmə) modelləşdirməsi üzrə işin nəticələri göstərdi ki, 24-25km fundament dərinliyində Cənubi Xəzər hövzəsində çöküntülərin ümumi qalınlığı proto-CXH-nin passiv kontinental kənarının genişlənməsi prosesi və gec yura dövründə okean hövzəsinin əmələ gəlməsi ilə izah edilə bilər. Sonrakı 145 mln. il ərzində termal çökmə, çöküntülərin çökməsi, yüklənməsi və sıxılması ilə müşayiət olunur.

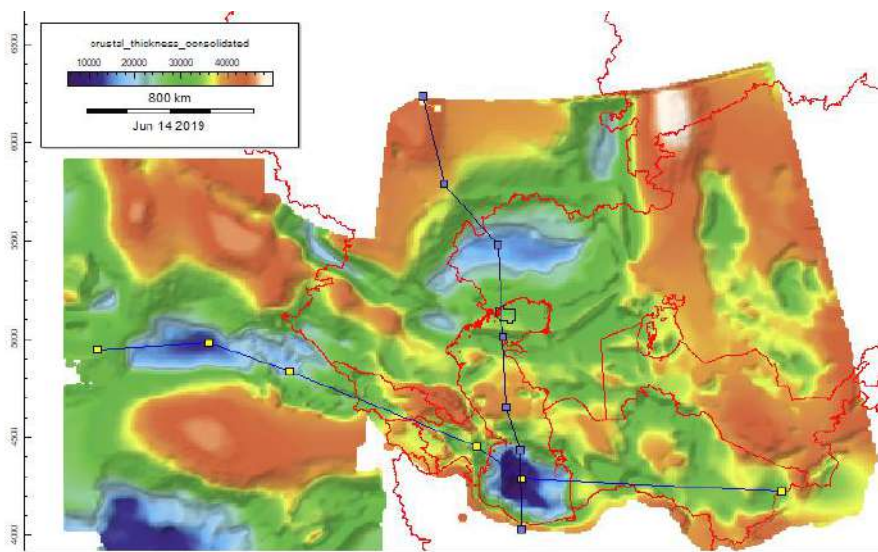
Hövzənin mərkəzində çöküntütoplanma, çox ehtimal ki, yura dövrünün sonuna (şərti olaraq 145 milyon il əvvəl) aid etdiyimiz CXH-nin qövs hövzəsinin formalaşmasından dərhal sonra başlanmışdır.

Məqalədə həmçinin CXH ilə əlaqəli olan aşağı, orta və yuxarı Kür hövzələri üçün əvvəllər aparılmış geotektonik modelləşdirmənin nəticələri sintez edilmişdir. Ehtimal olunur ki, bu hövzələr həm də arxa qövs hövzəsinin kontinental kənarının çatları və ya Kiçik Qafqaz massivlərindən aşınmaya məruz qalmış vulkanogen çöküntülərlə dolu ön qövs hövzələridir. Geofiziki məlumatlara görə, bu hövzələrin konsolidasiya edilmiş qabığı açıq şəkildə kontinental xarakter daşıyır. Bu hövzələrin geodinamik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla onların tarixinin müqayisəli təhlili verilmişdir. Bütün Xəzər regionunda həm çöküntünün qalınlığı, həm də konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı müqayisə edilmişdir. Göstərilir ki, bu hövzələr bütövlükdə 20-30 km-lik kontinental qabığın orta qiymətlərinə yaxın qalınlığa malikdir və çöküntü örtüyünün qalınlığı 15 km-dən çox olmamaqla xarakterizə olunur.

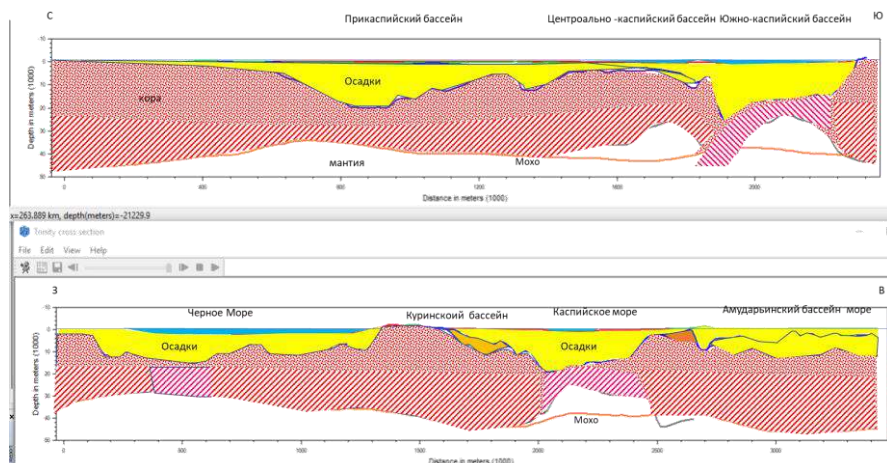
Böyük Qafqaz silsiləsinin yerində passiv kənarın qarşısında təxminən CXH ilə bir vaxtda yura dövründə açılan qövşəşəkilli hövzə də mövcud idi. Bu hövzədə 15 kilometrə qədər çöküntü toplanmışdı. İndi bu çöküntülər Qafqaz silsiləsi boyunca çılpqlaşır, eroziyaya uğrayır və Qafqaza doğru çəkilir. Bu hövzənin Variskən (Paleozoy) metamorfik qabığı silsilənin mərkəzində çılpqlaşır.

Növbəti birinci fəsildə yura, təbaşir, paleosen və eosen dövrlərinin süxurları haqqında məlumatlar verilir, həmçinin Azərbaycanın qurularını və CXH akvatoriyasını vahid ansamblə inteqrasiya edən xəritələr verilir. Bu dövrdə (təbaşirdən miosenə qədər) hövzəyə doğru yaxınlaşmağa və ya çöküntülərin çökmə mənbələrinin aktiv olmasına görə CXH-də çökmə sürəti tədricən artır. Süxurların eosen və

oliosen-miosen kompleksləri üzvi materialın yüksək tərkibi ilə fərqlənir. Bu zaman çöküntütoplanmanın həcmi və sürəti kəskin artaraq milyon ildə 10 km-dən çox maksimum rəqəmə çatır (3-cü şəkil). Bu, ehtimal ki, eyni dövrdə Qafqaz dağlarının qalxması ilə əlaqədardır. CXH-nin pliosen kəsiyinin dövriliyini təsvir edərkən müəllif əvvəlki işlərinə əsaslanaraq CXH-nə tətbiq edərək ardıcılıq stratigrafiya terminologiyasından istifadə edir və göstərir ki, aşağı pliosenin məhsuldar qalınlığı (MQ) ardıcılıq stratigrafiya terminologiyasına əsasən dənizin aşağı səviyyə sisteminin traktı (lowstand systems tract) sayılır. Bu aşağıda yerləşən dənizin yüksək səviyyə sisteminin traktından ayrılıb. Görürük ki, CXH-də zaman və məkanla çöküntütoplanma qeyri-bərabər baş verib ki, bu da öz növbəsində Volqa, Kür, Amudərya və Səfidrud kimi dörd paleoroçay sistemindən ibarət müxtəlif çöküntülər ilə əlaqədar olub. Müəllifin aşkar etdiyi fundamentin qeyri-bərabərliyi hövzənin bütün sonrakı təkamülü ilə birbaşa bağlıdır.



Şəkil 1. Bütün Xəzər regionunda konsolidasiya olunmuş qabığın qalınlığı (metrlə). Profil xətləri şəkil 2-də göstərilir.



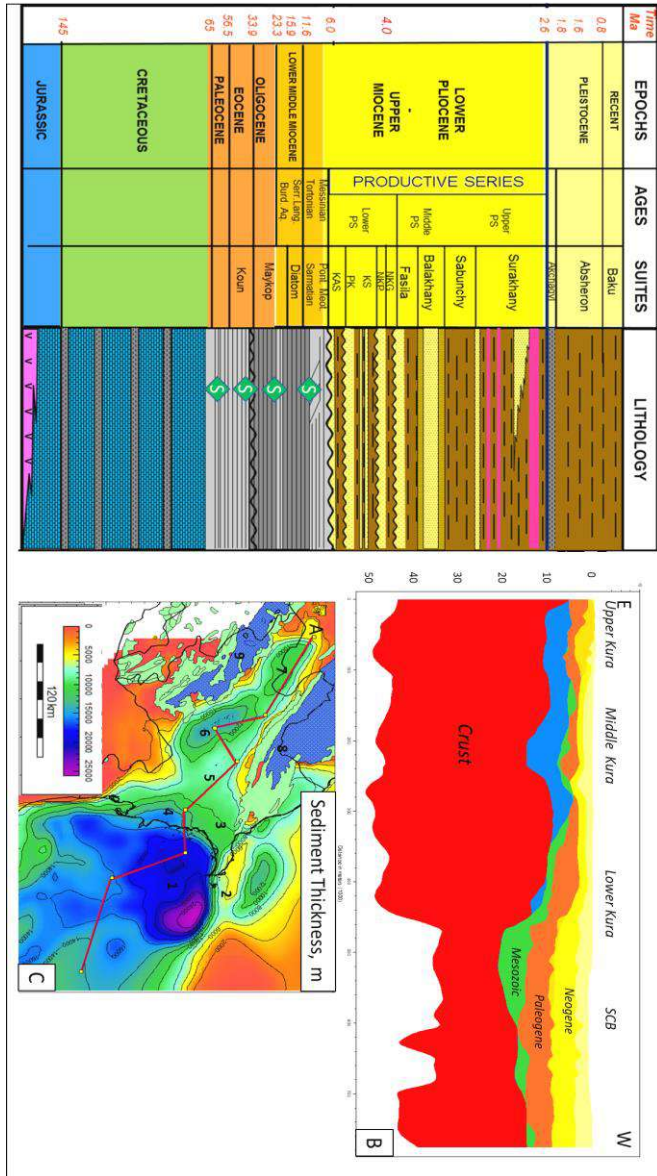
Şəkil 2. Şimal-cənub (A) və qərb-şərq (B) regional profilləri. Qırmızı ştrixli xətlərlə konsolidasiya edilmiş qabığın qranit və bazalt qatı qeyd edilmişdir. Sarı rənglə çöküntü örtüyü göstərilir.

II FƏSİL. CXH-nin çöküntü örtüyünün əylməsinin və çökməsinin modelləşdirilməsi.

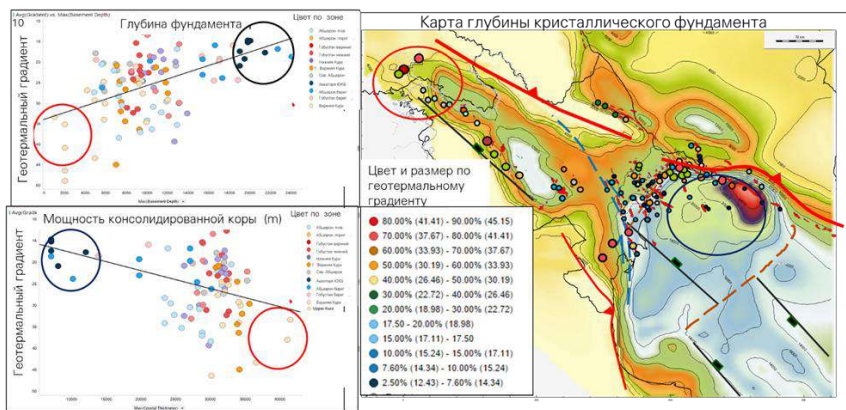
Hövvə analizinin əsas elementlərindən biri düzünə və ya geriyyə modelləşdirmədən istifadə etməklə çöküntü örtüyünün tarixinin təhlilidir. İşdə fundamentin əylməsi və CXH-nin çöküntü örtüyünün çökməsi ilə bağlı tədqiqatların nəticələri təqdim olunur. Müəllif CXH-nin yuxarı yura ilə təbaşir dövrünün ortaları arasındakı dövrdə açıldığı fikrinə sadıqdır ki, bu da bu məqalədə təqdim olunan modelləşdirmə nəticələrinə zidd deyil. Cənubi Xəzər hövzəsinin çökməsinin təkamülünü başa düşmək üçün müəllif CXH-dən keçən üç regional kəsikdə hövzənin kombinasiya edilmiş struktur və stratigrafik modelləşdirilməsini yerinə yetirmişdir. Müəllifin əvvəlki işlərində yerinə yetirdiyi və bu işdə davam etdirdiyi hövzənin dalmasının modelləşdirilməsi prosesini təsvir edir. Müəllifin Cənubi Xəzər hövzəsinin geoloji kəsiyi üzrə apardığı modelləşdirmə prosesi 4 mərhələdən ibarətdi: 1) Sadə bucaq modelinin qurulması və parametrlərin variasiyası ilə modelləşdirmə nəticəsinə təsir edən əsas faktorların qiymətləndirilməsi; 2) Flex Decomp proqramında termal çökmə modelləşdirilməsi olmadan fleksur bekstripinq (dekompressiya və boşalma); 3)

Stretch proqramında bütün qabığın (və litosferin) termal çökmə (thermal subsidence) ilə birbaşa modelləşdirilməsi; 4) Torpaq profili də daxil olmaqla, yeni düz model məhdudiyyətlərindən istifadə edərək bekstriping. Müəllif birbaşa modelləşdirmə nəticəsində əldə edilən nazıqlaşmış qabığın qalınlığını geriye doğru modelləşdirmədə tətbiq etmiş, nəticədə CXH hövzəsinin formalaşma anında “qalıq” paleobatimetriyasını əldə etmişdir. Qravimetrik və maqnitometrik modelləşdirmə hövzənin çökməsinin modelləşdirilməsinin nəticələrini təsdiqləyir. Müəllif tərəfindən irəli sürülən müşahidələr və modelləşdirmənin konseptual modeli (şəkil 4) göstərir ki, CXH hövzənin kontinental sərhəd rifti (continental margin rift/back-arc rift) kimi meydana gəlir. Beta-faktorun maksimum qiymətinin istiqaməti (gərilmə-uzanma qabığının qalınlığının qabığın ümumi qalınlığına nisbəti) Yura sinrifti periodunda hövzənin ortoqonal olaraq açıldığı və genişləndiyi rift oxunun (rift axis) həndəsəsini əks etdirir, və mümkün ki, Qərbi Qara dəniz hövzəsi ilə birlikdə kiçik okean pəncərəsi əmələ gətirir (şək. 1). Rift oxunun cənub-şərqində Qodin massivinin kontinental kənarı yerləşir və ola bilsin ki, dərin transfor qırılmalar ilə məhdudlaşır və mümkün ki, genetik cəhətdən Transqafqaz massivi (TSM) ilə bağlıdır. Bu mümkün dərin qırılmalar çöküntütoplanmaya təsir etmiş və təsir göstərməkdə davam edir.

Dalma modelləşdirilməsi Cənubi Xəzər hövzəsində cənubdan şimala doğru mezozoy-paleogen hissəsinin aşkar şəkildə qalınlaşmasının nazıqlaşmış kontinental qabıqdan okean qabığına keçidin nəticəsi olduğu ehtimalını təsdiqlədi. Nəticədə, nəzərdə tutulan okean qabığının şimal zonasında yüksək beta əmsal və əyilmə müşahidə olunur. Beta-faktorun maksimal qiymətləri Abşeron-Balaxanıyanı kəndarının cənubunda, subendairə istiqamətdə üç modelləşdirilmiş profil boyu xəritələnmişdir. Bu müşahidələrə uyğun konseptual geodinamik model göstərir ki, Cənubi Xəzər Neo-Tetis sərhədində kontinental kənar rift kimi açılıb. Genişlənmə əmsalının maksimum qiymətinin istiqaməti, yura sinrifti dövründə hövzənin açılması və genişlənməsinin baş verdiyi ortoqonal rift troqunun həndəsəsini əks etdirir (şəkil 3).



Şəkil 3. Regional profilər şimal-cənub (A) və qərb-şərq (B). Qırmızı rəngdə ştrixlənmiş xətlər konsolidasiya edilmiş qabıqın granit və bazalt təbəqələrini göstərir. Çöküntü örtüyü sarı rənglə qeyd edilib.



Şəkil 4. Geotermal qradiyentin yer qabığının və çöküntü örtüyünün qalınlığından asılılığı. Şəkilin sol tərəfindəki qrafiklər geotermal qradiyentin fundamentin dərinliyindən və konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığından asılılığını göstərir.

III Fəsil. Temperatur, qravimaqnit və seysmik məlumatlar əsasında Azərbaycanın CXH və Kür hövzəsinin tektonik quruluşu.

Müasir Cənubi Xəzər və ona qonşu olan hövzələr (Orta Kür, o cümlədən Yevlax-Ağcabədi depressiyası və YuxarıKür hövzəsi) çöküntülərin böyük qalınlığı, yüksək neftqazlı perspektivlərə səbəb olan əlverişli tektonik və litofasial şəraiti ilə səciyyələnərək yer kürəsində son dərəcə unikal hövzədir. Bir çox işlərdə toplanmış və şərh edilmiş çoxsaylı temperatur ölçmələrinin ümumiləşdirilməsi göstərir ki, temperaturların ekvivalent dərinliklərdə paylanması ümumi şəkildə Cənubi Xəzər hövzəsinin tektonikasının əsas xüsusiyyətlərini əks etdirir. Məsələn, temperaturun azalması hövzənin bortundan onun mərkəzinə qədər aşkar şəkildə özünü göstərir. MQ-nin yuxarı hissəsində lokal maksimumlar Kür çökəkliyinin kənarlarında, Acınohur (80°C), Əmirarx (2400 m dərinlikdə $65\text{--}70^{\circ}\text{C}$) ərazilərində, minimumlara isə hövzənin mərkəzi hissələrində rast gəlinir (Duvannı-Dəniz və Xara-Zirə və təbii ki, 2500 m dərinlikdə temperaturun 50°C -ni aşmayan Şah-Dəniz). Belə bir dəyişiklik, təbii ki, geotermal qradiyentlərlə bağlıdır. Biz həm quruda, həm də dənizdə Azərbaycan yataqlarında çoxlu sayda temperatur ölçmələrindən əldə edilən geotermal

qradiyentləri tədqiq etmişik. CXH hövzəsinin strukturunu təsdiq etmək üçün dərinliyi 100-6000 metr arasında olan 150-dən çox quyunun temperatur məlumatlarından istifadə edilmişdir. Biz CXH sərhədi boyunca temperatur qradiyentlərində əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə etdik ki, bu da həm CXH-nin konsolidasiya edilmiş qabığının qalınlığında, həm də hövzədə çöküntülərin qalınlığında olan dəyişikliklərlə əlaqələndirilir.

Məlumdur ki, CXH-nin su sahəsində konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı əhəmiyyətli dərəcədə azalır. qabığı qalınlığı 5-7 km təşkil edir. Okean təbiətinə malikdir. Bu işdə göstəriləndiyi kimi, okean və kontinental tipli qabığın sərhədi Abşeron yarımadası ərazisində qurudan keçir. CXH-nin mərkəzində okean qabığındakı çöküntülərin qalınlığı 25 km-dir (şəkil 1). OrtaKür hövzəsində çöküntülərin qalınlığı 15 km, konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı isə 30 km-ə çatır. Bu məlumatlar həm dərc edilmiş mənbələrdən, həm də müəllif tərəfindən həyata keçirilən bütün CXH-nin regional interpetasiyasının nəticələrindən əldə edilmişdir. Azərbaycanın qərb sərhədlərindən CXH-nin mərkəzinə qədər uzanan regional profil qərbdən şərqə doğru çöküntü örtüyünün qalınlığının dəyişməsinə, eləcə də Qərbi Xəzər qırılmasının (WCF) şərqində yer qabığının kəskin nazıqlaşmasını nümayiş etdirir. Şəkil 1-də).

İşdə həmçinin bu məlumatların müxtəlif geofiziki sahələr üzrə necə müqayisə oluna biləcəyi də göstərilir. İstilik axını və temperatur ölçmələri ilə başlayaq. Bu məsələ ilə bağlı çoxlu sayda nəşrlər var. Şəkil 2-də Azərbaycanın müxtəlif regionlarında və Cənubi Xəzər hövzəsinin akvatoriyasında dərinliyə görə temperaturun dəyişməsi göstərilir. Abşeron yarımadası kimi qalxma və ya əhəmiyyətli dərəcədə eroziya olan ərazilərdə ilkin temperatur dəyərləri və onların səthdəki dəyişiklikləri problemli hesab olunur, ona görə də dəyişikliklərin ümumi regional mənzərəsini yaratmaq üçün bu dəyərlər nəzərə alınmaya bilər.

Temperatur sahəsi temperaturun 120 °C-ə çatdığı ən dərin quyular üçün dəyişir, lakin CXH akvatoriyasında Şahdəniz və ya Bulla Dəniz kimi quyular üçün geotermal gradient 15 °C/km-dən çox deyil, 40 °C / km-dən çox olan rəqəmlər Orta Kür çökəkliyinin qərbində, Gürcüstan sərhədinə daha yaxındır (şəkil 3). Geotermal qradiyentin

ən yüksək dəyərləri Azərbaycanın qərbində, xüsusən Kiçik Qafqaza yaxın yataqlarda (məsələn, Dəliməmmədli, Gürzundağ) müşahidə olunur.

İstilik axınının sıxlığı quyularda temperatur qradienti ilə və quyularda həmçinin Xəzər dənizinin dibində və palçıq vulkanlarının süxurlarında istilik keçiriciliyinin ölçülməsi ilə müəyyən edilir.

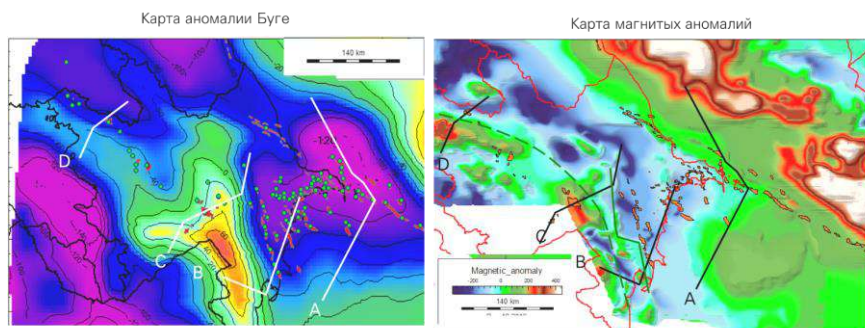
Tədqiqatın nəticələri Cənubi Xəzərdə və Azərbaycanda istilik axınının paylanması xüsusiyyətlərini də göstərir. Bu bölgənin dərindən dəniz hissələrində istilik axınının nisbətən aşağı dəyərləri 20-dən 50-60 mVТ/m²-ə qədər müşahidə olunur, belə olan halda istilik axınının artması (50-100-dən 480 mVТ/m²-ə qədər) ya CXH-nin qərb və şimal-qərb periferiyasına, ya da anomal geoloji şəraitə malik nisbətən dar xətti zonalarla məhdudlaşır. Yevlax-Ağcabədi bölgəsi üçün istilik axınının sıxlığı da kiçikdir və 20-50 mVТ/m² arasında dəyişir. İstilik axınındakı dəyişikliklər çox vaxt mantiyada və yer qabığında yaranan radiogen istiliklə əlaqələndirilir.

CXH-nin mərkəzindəki geotermal qradientlər çox aşağı qiymətlərə malikdir, cəmi 12-13 °C/km təşkil edir ki, bu da regional ÜDN (ümumi dərinlik nöqtəsi) profillərinə görə ən qalın çöküntü örtüyünə (25 km-dən çox) uyğun gəlir. Geotermal qradientin çöküntünün qalınlığından və fundamentin dərinliyindən müəyyən qədər asılılığını qeyd etmək lazımdır. Şəkil 7-də bu qrafiklər və asılılıqlar, həmçinin fundamentin dərinlikləri göstərilir. Mavi dairə CXH akvatoriyasında geotermal qradientin ən aşağı qiymətini, qırmızı dairə isə maksimum qiyməti göstərir. Onlar müvafiq olaraq 20-35 km (çöküntü örtüyünün qalınlığı 10 km-dən az) və 2-5 km (çöküntü örtüyünün qalınlığı 40 km-dən çox) fundament dərinliyinə uyğundur.

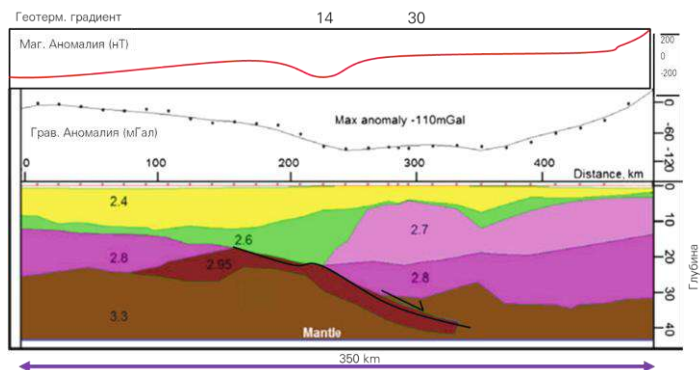
Zamanla istilik sahəsinin dəyişməsi hövzənin formalaşması və sonra gömülməsi və çöküntütoplanması istilik zəifləməsinin funksiyası hesab olunur. Hövzənin formalaşması prosesində ilk 50 milyon il ərzində nəzərəcərpacaq dəyişiklik baş verdi, bundan sonra oliqosenin başlanğıcına qədər istilik sahəsində, eləcə də çöküntütoplanmada əhəmiyyətli dəyişikliklər olmadı. Maykopda çöküntütoplanma sürətinin artması temperaturun azalmasına səbəb oldu. Çöküntütoplanmanın sürətinin azalması temperaturun müvafiq artması ilə müşayiət olundu. Pliosenə uçqun (lavin) çöküntütoplanmanın başlaması təbii

olaraq temperaturun kəskin azalması ilə müşayiət olunurdu. 1 km dərinlikdə temperatur təxminən 20°C , fundament-çöküntü sərhədində isə 50°C -dən çox azalmışdır. Müasir istilik axını (İA) səthdə 27 mWt/m^2 , fundamentdə isə (dərinlik İA) təxminən 60 mWt/m^2 təşkil edir. Çöküntütoplanmanın sürətindən asılı olaraq İA-nın dəyişməsi aydın şəkildə izlənilir.

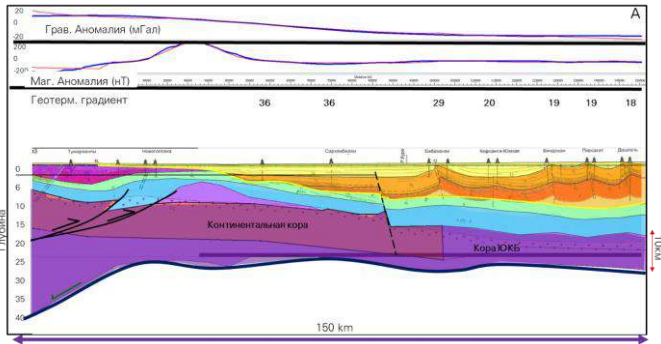
CXH və Kür hövzəsinin dərin strukturunun tədqiqi də bir neçə regional seysmogeoloji profillər üzrə qravimaqnit modelləşdirmədən istifadə etməklə aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, vulkanik cisimlərin olması səbəbindən kristal fundamentin dərinliklərini hesablamağa imkan verən vahid korrelyasiya asılılığının qurulması mümkün deyil.



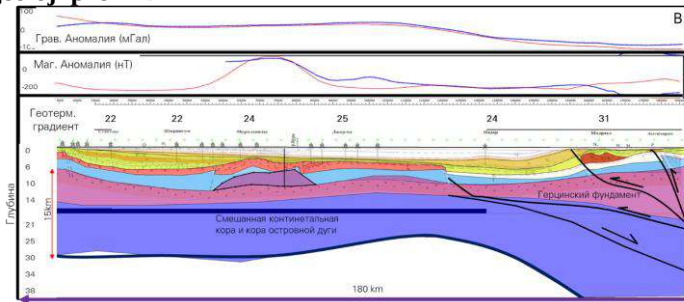
Şəkil 5. [7.8]-işlərdən Buqə anomaliya xəritəsi və maqnit anomaliya xəritəsi



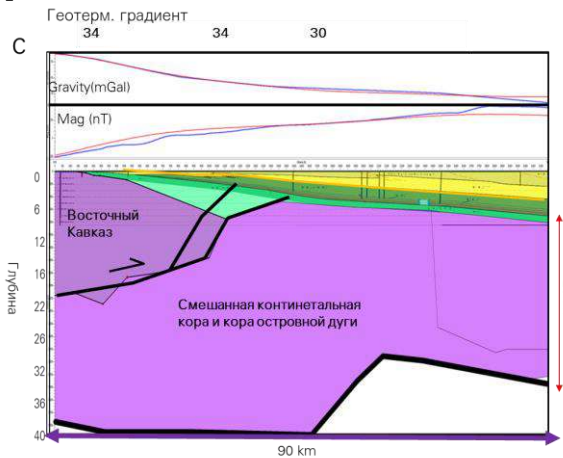
Şəkil 6. Qravimaqnit modelləşdirmənin nəticələrinə əsasən qurulmuş regional seysmogeoloji profil A



Şəkil 7. Qravitmaqnit modelləşdirmənin nəticələri əsasında qurulmuş regional seysmogeoloji profil B



Şəkil 8. Qravitmaqnit modelləşdirmənin nəticələrinə əsasən qurulmuş regional seysmogeoloji profil C



Şəkil 9. Qravitmaqnit modelləşdirmənin nəticələri əsasında qurulmuş regional seysmogeoloji profil D

Şəkil 6-da A profili orta Xəzərdən Abşeron astanasından və CXH-nin batmış okean qabığından CXH hövzəsinin özünə keçir. Bugerin əhəmiyyətli anomaliyaları CXH qabığının çökməsi və CXH akvatoriyasında çöküntülərin yüksək qalınlığı ilə əlaqələndirilir. Profilin şimalındakı maqnit anomaliyası fundamentin CXH-nin şimalına qalxması ilə əlaqədardır.

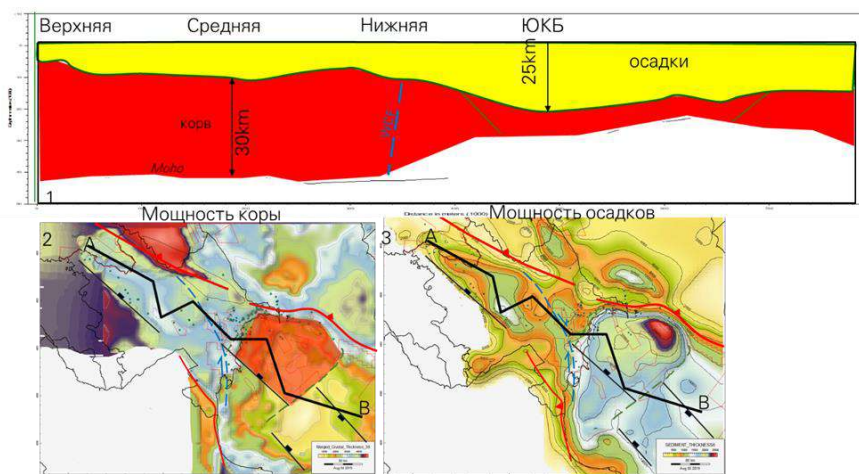
Tumarxanlı və Novoqolovkadan Sərxanbəyli, Babazənən, Kürəvdağdan keçərək Daşgildə bitən B profili (şəkil 7) müxtəlif tektonik bloklardan keçir. Qərb hissəsində profil Saatlı qravitasiya anomaliyası regionunu, eləcə də maqnit maksimumunu keçir. Çöküntü örtüyünün qalınlığının artması ilə Bugerin qravitasiya anomaliyasının rəqəmləri düşür. Eyni profildə Sərxanbəyli və Babazan arasında geotermal qradienit orta qiymətləri kəskin şəkildə azalır ki, bunu xəritədə də görmək olar (şəkil 4). Buradan bir çox seysmoloji məlumatlarla müəyyən edilən əsas tektonik sərhəd - Qərbi Xəzər qırılması keçir. Qırılma CXH-nin nazıqlaşmış qabığını, okean tipli, qarışıq tipli (vulkanik qövs) kontinental qabıqdan ayırır.

C profili (şəkil 8) Yevlax-Ağcabədi hüdudları daxilində Sovetlərdən Muradxanlıdan keçərək oradan Kür ovalığına və yuxarı Qobustana çıxır. Bu profildə Yevlax-Ağcabədi depressiyası və Saatlıda gömülmüş qalxma kiçik müsbət Buger anomaliyası (30-10 mQal) kimi özünü göstərir ki, bu da Böyük Qafqaz altında Kür çökəkliyinin çökməsi ilə bağlı əhəmiyyətli mənfi anomaliya ilə əvəzlənir. Profillərin modelləşdirilməsi Böyük Qafqazın Hers fundamentinin altında hərəkət edən 15 km qalınlığında nazıqlaşmış kontinental və ada-qövs qabığını nümayiş etdirir. Eyni zamanda qabığın qalınlığı 40 km-ə qədər artır. Göstərilir ki¹, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı ən azı 25 km-dir. Lakin belə bir qalınlığa malik olan geotermal qradienitləri izah etmək və belə qalınlığa uyğun qravimaqnit modelləşdirməni aparmaq çətindir. Bizə elə gəlir ki, yer qabığının nazıqlaşması, çox güman ki, ilkin rifting nəticəsində DSZ məlumatları ilə təsdiqlənir. Muradxanlı qalxmasında maqnit anomaliyası ada-qövs düzəninin vulkanik intruziyaları və nəzərdə

¹ Глумов, И. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И.Глумов, Я.Маловицкий, А.Новиков [и др.], - Москва: Недра, - 2004, - 343.

tutulan rift hövzəsinin kənarlarında fundamentin müəyyən qədər qalxması ilə bağlıdır. Qravitasiya maqnit kəşfiyyatının məlumatlarına əsasən², Yevlax-Ağcabədi depressiyasının şimal-qərb hissəsində vulkanogen strukturun C3 modelləri təsvir edilmişdir. Onlar effuziv süxurlarla birlikdə maqnit anomaliasına və onun böyüklüyünə təsir göstərirlər.

D geoloji profili hövzənin yuxarı hissəsində Kür və Qabırrı çayları arasındakı regiondan keçərək Yuxarı Kür hövzəsinin Gürcüstan hissəsinə keçir (şəkil 9). Profilin bu hissəsində konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı (qravimetrik modelləşdirmə məlumatlarına görə) vulkanik çöküntülərin qalın təbəqəsi və Şərqi Qafqazın qabığı altında 35 km-ə çatır. Çaylararası qalınlıq çöküntü örtüyünün altında konsolidasiya edilmiş qabıq 25 km-ə qədər dəyişir. Bu regionda geotermal qradientlər yüksəkdir - 34°C/km-dən 30°C/km-ə qədər, bu, prinsipcə, qalınlığı 30-40 km-dən çox olmayan və kiçik çöküntü təbəqəsi olan yer qabığında radiogen istiliyin normal təzahürüdür. Dərc olunmuş məlumatlar göstərir ki, konsolidasiya edilmiş qabığın qalınlığı 40 kilometrədən çox deyil, bu da bizim modelimizə uyğundur.



Şəkil 10. Çöküntü örtüyünün xəritələrində regional seysmogeoloji profil D

² Гадиров, В.Г. Гравимагнитные исследования распределения погребенных вулканогенных пород в Среднекуринской депрессии в связи с их нефтегазонасностью // Геолог Азербайджана. - 2002. № 7, - с. 130-141.

IV Fəsil. CXH-nin çöküntü örtüyündə geodinamik təkamül və çöküntütoplanmanın sintezi.

Cənubi Xəzər mürəkkəb tektonik quruluşa malikdir və mürəkkəb dərin geodinamik proseslərin mərkəzidir. Milyonlarla il ərzində bu proseslər onu Tetis çayının şimal sərhədindəki marjinal dərin dəniz arxa qövs hövzəsindən göl və çay çöküntüləri ilə qapalı dağlararası hövzəyə çevirmişdir.

İş hövzədə çöküntülərin toplanma tarixinə yenidən nəzər salmaqla həyata keçirilir. Müəllif temperaturun modelləşdirilməsi, seysmo-geoloji profillər, geotermal qradientlər, qravimaqnit modellər və bir sıra digər tədqiqatlar əsasında CXH və ona bitişik geoloji hövzələrin təkamülü və formalaşması modelini əsas götürərək və əvvəlki işləri modifikasiya edərək təqdim edir. Üst təbəşir dövründə hövzələrin yerləşməsinin paleogeografi xəritəsi (şəkil 16) maqmatik qalxmaların və maqnit anomaliyalarının yerləşməsinə uyğundur. Modelin bir neçə əsas parametrlərini qeyd etmək lazımdır:

1) CXH yura (BQH və CXH şəkil 10) dövründə Böyük Qafqaz hövzəsi (hazırda Qafqaz dağlarının yerində yerləşir) ilə birlikdə Avrasiyanın kontinental kənarının arxa qövs hövzəsi kimi Neo-Tetis sərhəddində formalaşmışdır və ada-qövs qalxmasının birləşməsi ilə ayrılır.

2) Qərbi Xəzər qırılması bütün təkamülü boyu CXH plitəsinin tektonik sərhədi olmuşdur. Mümkündür ki, qırılma Saatlı qalxmasında aşkar edilmiş yura ada-qövsü vulkanik materialı ilə CXH-nin sərhədini qeyd etmişdir. GPS məlumatlarına əsasən, vektorların cari hərəkəti qırılmalar boyunca baş verir. DSZ məlumatlarına görə, bu sərhəddə konsolidasiya edilmiş qabıqın kəskin qalınlaşması və çöküntü örtüyünün qalınlığının azalması müşahidə olunur ki, bu da temperatur məlumatları ilə göstərilir.

3) Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin başlanğıcı yuxarı təbəşir dövrünün qövsələrarası uzantısıdır (rifting), bu da zaman baxımından Gürcüstanda Şərqi Qara dəniz hövzəsi və Rioni hövzəsi kimi bitişik arxa qövs hövzələrinin formalaşması ilə üst-üstə düşür. Yevlax-Ağcabədi çökəkliyi qövsələrarası (qabaq qövs) hövzəsinin tipik nümunəsidir (şəkil 11). Bunu Muradxanlıda yuxarı təbəşir dövrünə aid qalın

vulkanogen təbəqələr və ona bitişik yataqlar qazma zamanı aşkara çıxarır.

4) Alp qırışığı nəticəsində Böyük Qafqazın qalxması CXH-dən BQH-nə və birləşmiş qövsə keçidin əhəmiyyətli hissəsini gizlədib, gömülmə rejimini fleksura rejiminə dəyişdi və çöküntü hövzələrinin yerində iz buraxdı.

CXH-nin çöküntü örtüyünün inkişafını (CXH və digər hövzələrdə çöküntütoplanma haqqında fikirlərimizə uyğun olaraq və bir çox əvvəlki tədqiqatları nəzərə alaraq) şərti olaraq, özünəməxsus xüsusiyyətləri, o cümlədən neftqaz perspektivləri ilə bir neçə tektonik stratigrafik mərhələlərə ayırmaq olar. Yer qabığının yarıq çuxurunun açılmasından müasir dağlararası hövzəyə qədər olan mərhələlərdə inkişafının təsviri hövzənin təkamülünün vahid modelində toplanı bilər.

Müəllif hövzənin formalaşması və fundamentin qeyri-bərabər inkişafını hövzənin çökmə və çöküntütoplanma sürətlərinin dəyişməsi, həmçinin çöküntülərin axını ilə əlaqələndirərək hövzənin təkamül modelini yaratmağa cəhd göstərmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, çöküntülərin axını birbaşa dağəmələgəlməsi və uzunmüddətli iqlim dəyişikliyi ilə bağlıdır.

Müəllif çöküntü örtüyünün çöküntütoplanmaya təsir edən bütün amillərin analizinə əsasən CXH-nin təkamülünün 5 tektonikstratigrafik mərhələsini müəyyən etmişdir (şəkil 2):

1) Orta Yura dövründə hövzənin Neo-Tetis kənarının digər hövzələri ilə, çox güman ki, Böyük Qafqaz hövzəsi ilə paralel formalaşması;

2) hövzənin kənarında çoxdərən Saatlı quyusunda aşkar edilmiş vulkanizmlə sübut olunduğu kimi, yurada başlayıb təbaşirdə davam edən termal çökmənin divergent mərhələsi;

3) başlanğıc toqquşma nəticəsində Şimali Qafqazın dağ silsilələrinin formalaşmasına qədər əhəmiyyətli dövr ərzində davam edən yan kənarın istilik zəifləməsinin passiv mərhələsi;

4) subduksiyanın konvergent mərhələsi və çöküntütoplanmanın artması;

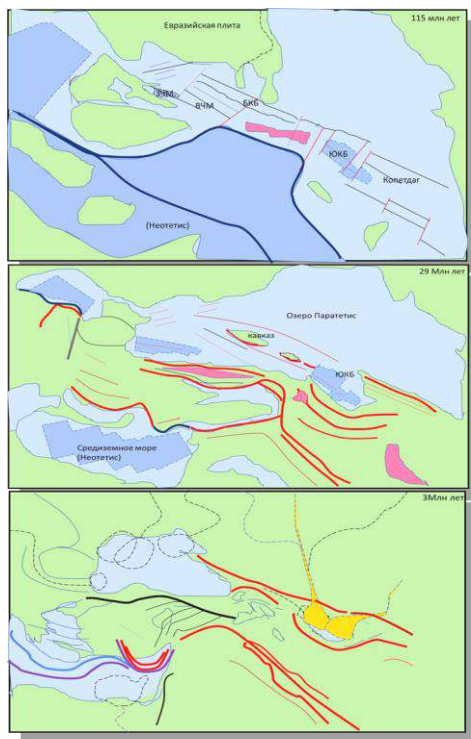
5) MQ-nin terrigen lavın sedimentasiya mərhələsi;

6) pliosen və kvarterin dərinə lavın sedimentasiya mərhələsi.

Birinci mərhələdə Neo-Tetis Şimali Anadolu blokunun altına çökməsi, CXH-də və ehtimalla, Tetis okeanı ilə həmsərhəd Avrasiya kənarının dərin dəniz hövzəsi olan Böyük Qafqazda arxa qövs hövzəsinin formalaşması baş vermişdir (şəkil 12).

Şimali Qafqaz Afrika-Ərəb və Avrasiya litosfer plitələrinin yaxınlaşması nəticəsində paleozoy-mezozoy arxa qövs hövzəsinin neogen inversiyası nəticəsində yaranmış qitələrarası tektonik sistemdir. Şimali Qafqaz hövzəsi Qara dənizdən Orta Xəzərin cənub hissəsinə qədər uzanır. Orta Xəzərdən şərqə doğru yura dəniz çöküntüləri ilə dolu hövzə də (proto-Kopetdağ) mövcud idi. Bu Böyük Qafqaz hövzəsi (BQH) cənubda paleo-ada qövsünün (island arc margin) kənarı kimi şərh edilən Transqafqaz massivi (TQM) ilə məhdudlaşır. Bu kənarın cənub kənarı Kürdəmir-Saatlı vulkan qalxmasının daxil olduğu vulkanik qurşaq idi. Qara dənizdəki Şatski qalxması TQM-nin qərb hissəsinin sualtı davamıdır. TQM-nin şərq davamı sərbəst şəkildə Kür hövzəsinə axır ki, bu da hazırda əsasən fliş çöküntüləri ilə örtülmüş və Qafqaz dağlarının dayaqları altında qalmışdır. Bu davamın bir hissəsi Talış dağlarına çatır. Azərbaycanın Talış dağlarında qalın çöküntü təbəqəsi, orta Eosenin 10 kilometrədən artıq terrigen və vulkanik çöküntüləri üzə çıxır. Burada vulkanik bazaltlar şərqdən cənub-şərqə, CXH-nin cənub hissəsinə yönəldilmiş bulanıq axınlara keçir. Əslində Talış dağları ilə Saatlı qalxması arasında yerləşən Yevlax-Ağcabədi depressiyasına (YAD) eyni eosen yaşı verilə bilər. Alternativ olaraq, YAD daha əvvəl, məsələn, yura dövründə yarana bilərdi. YAD hövzəsi xarakterinə görə, ehtimal ki, arxa qövs ada kənarı (back-arc island margin) və ya ön qövs hövzəsi (forearc basin) idi.

Ofiolit qurşağının paleookean allokonu mezozoyda inkişaf etmiş tək obduktiv element idi. Okean qabığı, dərin çökəkliklərin dərin dəniz çöküntüləri ilə kəsişmiş okean qövsü lava axınlarının vulkanik-çöküntü dəstəsi ilə uyğunsuz şəkildə örtülmüşdür. İzotop və geokimyəvi məlumatlar lavaların qələvi və müvafiq olaraq qövs-vulkanik təbiətini təsdiq edir. Mezozoy tetisinin paleo-kənarlarında okean qabığının bir neçə obduksiyaları aşağıdakılarda qeydə alınmışdır: 1) İpək Nappanın Apt-Senoman ofiolit kompleksi; 2) Apt-Senoman ofiolitləri; və 3) Sevan dağlarının konyak-santon ofiolit olisostromları.



Şəkil 12. Aptian (115 milyon il əvvəl), Maykop dövrləri (29 milyon il əvvəl) və Pliosenə (3 milyon il əvvəl) regional paleocoğrafiya

Mezozoyun əvvəllərində Ərəb plitəsini Anadolu-İran platformasından ayıran okean hövzəsi tədricən daralmağa başladı. Bir çox tədqiqatçıların rekonstruksiyalarına görə, o dövrdə Qondvanadan yalnız İran massivi ayrılmış, sonra Şimala miqrasiya etmiş və Triasın sonunda Avrasiya materiki ilə toqquşmuşdur (Kimmeriya epizodu). Tavr Anadolu massivi daha sonra yura dövrünün sonunda bir yerdə Qondvandan ayrıldı. Neo-tetislərin formalaşması təxminən bu dövrdə orta və ya son mezozoyda baş verdi. Tavr-Anadolu massivinin şimal yerdəyişməsi onun tədricən Ponti-TransQafqaz-İran aktiv qitə kənarına keçməsinə səbəb olmuş, eyni zamanda Tetis çayını daraldaraq arxa qövs kənarı hövzəsinə çevirərək Tavr-Anadolu və İran massivləri arasında tikiş qurşağı əmələ gətirmişdir. Tikiş qurşağının şimalında bir sıra hövzələr əmələ gəlir: Pannon, Şərqi Qara dəniz, Qərbi Qara dəniz, BöyükQafqaz, Kür,

CXH və Kopetdağ. Bütün bu müddət ərzində qövs rayonlarında vulkanizm davam etmiş, xüsusən də eosendə güclənmişdi.

Qafqazın bütün tektonik zonaları ofiolit tikiş zonasının şimalında yerləşir. Eosen dövründə CXH, BQH və Kür hövzələri kimi bütün arxa qövs hövzələrində, o cümlədən Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində riftləşmə dayanmışdır. Həmçinin ilk olaraq Paratetisin (əvvəlcə Avstriyadan Xəzər regionuna qədər ərazini əhatə edən praktiki təcrid olunmuş akvatoriya) meydana gəlməsinə, pliosendə isə Qafqaz dağlarının əmələ gəlməsi və MQ-nin çöküntüləri ilə CXH-nin doldurulması nəticəsində Xəzər dənizinin tam təcrid olunmasına və qurumasına səbəb olan arxa qövs hövzələrinin su anbarlarının tədricən izolyasiyasını qeyd etmək lazımdır (şəkil 12).

V Fəsil. CXH-nin təkamül modelinin qurulması üçün zəruri olan pliosen məhsuldar qatının yaşı və çöküntülərinin axın mənbələri haqqında yeni məlumatlar.

Hövzənin mütləq yaşını təyin etmək üçün yeni üsullar olmadan CXH-də təkamülün və çöküntütoplanmanın əsas məqamlarının təsviri mümkün deyil. Müxtəlif radiometrik üsullarla süxurların mütləq yaşının müəyyən edilməsindəki irəliləyişlə hövzənin yaşını daha dəqiq modelləşdirmək üçün bu üsullardan istifadə etməyə imkan vermişdir. Həmçinin hövzənin mütləq yaşının dəqiq ölçülməsinin çöküntütoplanmaya necə təsir etdiyini göstərmək mümkün olmuşdur.

İşdə CXH-nin Məhsuldar qatının süxurlarının mütləq yaşının daha dəqiq təsviri verilmişdir. Müxtəlif geoxronoloji vahidlərin müddətini müəyyən etmək üçün bir çox yollar var ki, onlardan ən əsası adı çəkilən radiogeoxronoloji üsullardır (onlara “radioloji” də deyilir). Bu üsullar müəyyən xətlərlə süxurların mütləq yaşını təyin etməyə imkan verir. Süxurların mütləq yaşını təyin etmək üçün milyonlarla və hətta milyardlarla illərlə qiymətləndirilən uzun yarım ömrü olan müxtəlif radioaktiv elementlərdən istifadə olunur.

Ən çox uran-qurğuşun metodundan (Pb/U) istifadə olunur. Bu üsul ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th uran izotoplarının qurğuşun izotoplarına radioaktiv parçalanması prosesinə əsaslanır. Uran-qurğuşun üsulu ən etibarlıdır və milyonlarla il ərzində qədim süxurların yaşını təyin etmək üçün istifadə olunmuşdur. Çox vaxt sirkon kristalları (ZrSiO_4)

uran-qurğuşun üsulu ilə təyin etmək üçün istifadə olunur ki, bu da yüksək gücü, kimyəvi təsirlərə qarşı müqaviməti və yüksək bağlanma temperaturu ilə xarakterizə olunur - 950-1000 ° C-dən çox.

İşdə istifadə edilən ikinci metod apatit minerallarında uran və toriumun parçalanması zamanı heliumun toplanmasına əsaslanan helium üsulu (He-Sm/Th) olmuşdur.

Bu işdə maykop və miosen mənbə süxurlarının yaşını təyin etmək üçün istifadə edilən üçüncü üsul, tərkibində yüksək üzvi material olan gillərin müəyyən edilməsi üçün ən uyğun olan, yaxınlarda tətbiq edilən urenium-osmium metodudur (Re/Os).

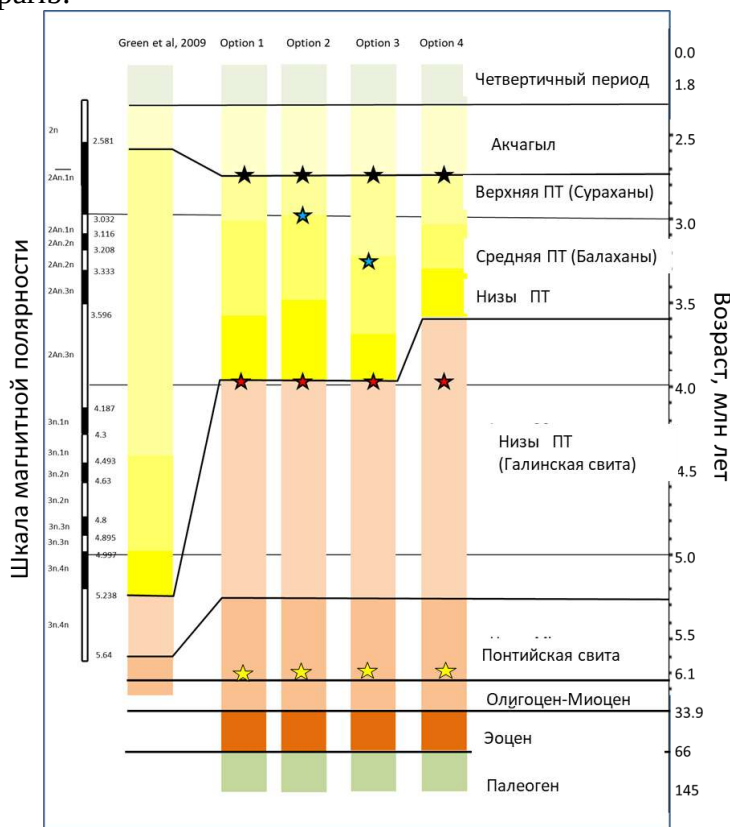
Nəticələri müəllif tərəfindən hazırlanmış zaman modelində istifadə olunan dördüncü üsul 1960-cı illərin ortalarında tətbiq olunmağa başlayan arqon-arqon metodudur. Praktiki nailiyyətlər indi vulkanik külün tarixini uğurla təyin etməyə imkan verən və dünya praktikasında geniş istifadə olunan arqon-arqon metodu ilə əlaqələndirilir.

Qırmaki vadisinin çıxıntılarında CXH-nin yaşını hesablamaq üçün üsullar bunlar idi: sirkon detrital toxumlarda təyin olunan uran-qurğuşun (U/Pb) və apatit toxumlarında helium (He-Sm/Th). Qırmaki və Yasamal vadilərindəki Məhsuldar Bölgənin pliosen çıxıntılarında geoloji materialın seçilməsi nəticəsində apatit və sirkon dənələri aşkar edilmişdir. Məlum olduğu kimi, bu çıxıntılardakı qırıntı materialların əksəriyyəti pliosendə Paleo-Volqa və ya Böyük Qafqazdan daxil olmuşdur. 100-dən çox seçilmiş nümunədən 1300-dən çox apatit və sirkon dənələri aşkar edilmiş və müəllif və həmmüəlliflər qrupu tərəfindən təhlil edilmişdir. Bu 1300 toxumun əksəriyyətində Şərqi Avropa platformasında proterozoy dövründə mənşəyinə istinad edərək kristallaşma yaşı müəyyən edilmişdir və Şərqi Avropa platformasından CXH-nə qədər çöküntü süxurlarının mənşəyi təsdiq edilmişdir. Qalan süxurların bu kristallaşma dövrünə görə Qafqaz silsiləsi dağılma mənbəyi var. İşdə Şərqi Avropa platformasından çöküntülərin nisbi qatqısının maksimum dəyərlərdə 60%-i, minimum dəyərlərdə isə 30%-i keçmədiyi müəyyən edilmişdir.

Bundan əlavə, kristallaşma yaşı 5 milyon ildən çox olmayan 100-ə yaxın sirkon dənələri tapılmışdı. Bəzi apatit toxumları eyni gənc yaşda idi. Kembriyə qədər Şərqi Avropa platformasının çöküntülərinin aşkarlanma bölgəsi açıq şəkildə belə gec kristallaşma yaşına

malik ola bilməzdi. Bu toxumların gec kristallaşma yaşı çox güman ki, o zaman aktiv olan Kiçik Qafqazın və Talış dağlarının vulkanlarından püskürmə ilə bağlıdır.

Pliosen MQ təbəqələrinin yaşı ilə bağlı yeni məlumatlar bəzi variasiya və ya ssenarilərlə daha dəqiq vaxt şkalası yaratmağa imkan vermişdir (şəkil 13). Bütün ssenarilər göstərir ki, bu dövr ərzində çöküntütoplanma sürətləri əvvəllər proqnozlaşdırılardan xeyli yüksək olmuşdur. Pliosen MQ-nin çökmə sürəti CXH-nin yan tərəflərində 1,3 km/mln ildən CXH hövzəsinin mərkəzində 3,9 km/mln ilə qədər vaxt aparıb.



Şəkil 13. Bu işdə mütləq yaşın hesablanması üsulları ilə CXH-nin yaş diapazonunun müxtəlif ssenariləri öyrənilmişdir (qara rəng - Ar/Ar-lu, mavi rəng - He-Sm/Th-lu, qırmızı rəng - U/Pb-lu, sarı rəng – Re/OS metodlarla)

Şəkil 13-də CXH-də pliosen MQ çöküntüləri üçün dörd mümkün vaxt diapazonunu göstərilib və onları müəllifin əvvəlki tədqiqatlarından ən son termoxronoloji ölçmələrimizə qədər istifadə etdiyi vaxt diapazonu ilə müqayisə edir. Şəkiləki dörd vaxt şkalası şəkil 13 müxtəlif rəngli ulduzlarla işarələnmiş radiometrik tarixlərlə birlikdə verilir.

Qırmızı və Yasamal vadilərindəki MQ aşkarlanmalarının paleomaqnitstratiqrafiyası da öyrənilmişdir. Onun köməyi ilə pliosen MQ-nin çökmə prosesinin bitmə vaxtı müəyyən edilmişdir. CXH-nin yuxarı hissəsindəki küllərin arqon-arqon $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ analizi $2,71 \pm 0,02$ Ma tarixini verdi ki, bu da G6 izotop mərhələsinin (MIS) tədqiqinin nəticələri ilə üst-üstə düşür.

Dörd Pliosen MQ zaman diapazonu ssenarisi aşağıda verilmişdir.

1. 1-ci ssenaridə MQ-nin Altqırmızı qatın 4.0 mln ildən çox olmayan dövrünü müəyyən edən sirkon toxumların U/Pb analizinin uran-qurğuşun nəticəsi istifadə olunur.

2. 2-ci ssenaridə MQ-nin Altqırmızı qatın 4.0 mln ildən öncə olan dövrü müəyyən etmək üçün həmçinin sirkon toxumların U/Pb analizinin uran-qurğuşun nəticəsi istifadə olunur. Həmçinin Suraxanı qatın 2.9 mln il əvvəl olan yaşını müəyyən edən Yasamal dərəsində yerləşən Suraxanı qatın analizinin uran-helium nəticəsi əlavə olunur.

3. 3-cü ssenaridə həmçinin MQ-nin Altqırmızı qatın 4.0 mln ildən öncə olan dövrü müəyyən etmək üçün sirkon toxumların U/Pb analizinin uran-qurğuşun nəticəsi daxildir. Lakin bu dəfə əlavə olunan Yasamal dərəsində yerləşən Suraxanı qatın analizinin uran-helium nəticəsi ona 3.3 mln il əvvəl olan yaş müəyyən edir (2-ci və 3-cü ssenari arasındakı fərq ortalama yaşın hesablamasındakı uyğunsuzluq ilə əlaqədardır).

4. 4-cü ssenariyə dünya maqnitostafik şkala daxil olunub və aşkarlanmaların paleomaqnitostafik imiclərin nəticələrini MQ-nin Altqırmızı qatın sirkon toxumların U/Pb analizinin uran-qurğuşu nəticəsi ilə müqayisə edir. Kompleks üsulu analiz MQ-nin Altqırmızı qatının 4.0 mln ildən cavan olduğunu və xron 2An.3n-də başladığını göstərir (3.596 milyon il əvvəl).

Şəkil 13 yaş diapazonun fərqli ssenarilərini maqnitostafik şkala ilə birləşdirir. Bu ssenarilərin əksəriyyəti müəllifin əvvəlki tədqiqatı ilə müqayisədə MQ-da çöküntütoplanma sürətini xeyli artırır.

Cədvəl 1 mütləq yaşın müəyyənləşdirilmə metodlarının qeydi ilə müvəqqəti modeli, hesablanmış yaşların bölüşdürülməsini və CXH-də müvəqqəti intervalların bölüşdürülməsini göstərir. Maqnit şkala və dövrilik mütləq qiyməti olmayan yaşların bölüşdürülməsi üçün istifadə olunur.

Cədvəl 1

Mütləq yaşın müəyyənləşdirilməsinin radiometrik metodların göstərişi ilə CXH-də hesablanmış yaşların və stratigrafik intervalların paylaşdırılması.

	Сейсмические поверхности интерпретированные в работе	Возраст, миллион лет	Средняя глубина в центре ЮКБ (без водного)	Мощность	Временной интервал миллион лет	Скорость осаждения км за млн лет	Место привязки к возрасту	Методы определения абсолютного возраста
Голоцен	Новокаспийская	0.00	0	250	0.15	1.67	Абшерон	Ar/Ar
Плейстоцен	Мангышлакская свита	0.15	250	250	0.15	1.67	Абшерон	Ar/Ar
	Хвалынская свита	0.30	500	250	0.15	1.67	Абшерон	Ar/Ar
	Хазарская свита	0.45	750	250	0.15	1.67		
	Бакинская свита	0.60	1000	250	0.15	1.67		
	Тюрканская свита	0.75	1250	250	0.15	1.67		
	Абшеронская свита (Верхняя)	0.90	1500	250	0.15	1.67		
	Абшеронская свита (Верхняя)	1.05	1750	250	0.15	1.67		
	Абшеронская свита (Средняя)	1.20	2000	250	0.15	1.67		
	Абшеронская свита (Средняя)	1.35	2250	250	0.15	1.67		
	Абшеронская свита (Средняя)	1.50	2500	250	0.15	1.67		
	Абшеронская свита (Нижняя)	1.65	2750	250	0.15	1.67		
	Акчагыльская свита (Нижняя)	1.80	3000	100	0.91	0.11	скважины	Ar/Ar
Плиоцен	Кровля Продуктивной толщи	2.71	3250	550	0.08	7.24	скважины	Ar/Ar
	Верх ангидритного горизонта	2.79	3800	1200	0.07	16.22		
	Средне сураханская свита	2.86	5000	500	0.07	6.76		
	Нижне сураханская свита	2.93	5500	500	0.07	6.76		
	Сабунинская свита	3.01	6000	250	0.07	3.38		
	Балаханская свита	3.08	6250	200	0.07	2.70		
	Балаханы VIII	3.16	6450	100	0.07	1.35		
	Балаханы X	3.23	6550	200	0.07	2.70		
	Свита Перерыва	3.30	6750	200	0.07	2.70		
	НКГ	3.38	6950	100	0.07	1.35		
	НКП	3.45	7050	300	0.07	4.05		
	КС	3.53	7350	150	0.07	2.03		
	ПК	3.60	7500	250	0.80	0.31	Гырмакинская д	U/Pb
	Галинская свита	4.40	7750	300	0.98	0.31	Керн	U/Pb
Миоцен	Низы ПТ	5.38	8050	200	0.74	0.27	Локбатан	Ar/Ar
	Миоцен - Понтийский	6.12	8250	750	1.28	0.59	Локбатан	Ar/Ar
	Диатомовая свита (paper shale)	7.40	9000	500	9.80	0.05	Исламдаг	Re/Os
	Верхний Майкоп (Вебер С)	17.20	9500	250	12.90	0.02	Исламдаг	Re/Os
Олигоцен	(Соленовиан-Хадум)	30.10	9750	250	3.80	0.07	Исламдаг	Re/Os
Эоцен	(Средний Коун) - Перикешк	33.90	10000	1000	31.10	0.03	Перикешколь	Re/Os
Палеоцен	Илхидакская Сумгайтская	56.00	11000	4000	89.00	0.04	Перикешколь	Re/Os
Мел	Меловой период	65	15000	3000	80.00	0.04		
Юра	Фундамент - Верхняя Юра	145	18000					

Geoxronologiyanın müasir vəzifəsi – mütləq tarixləndirməni zamanın stratigrafik şkalasında 1% dəqiqliklə kalibrləməkdir. Müəlifin tədqiqatları bu cür nəticəyə yaxındır, lakin bəzi metodlarda xəta yüksəkdir. Zamanla geoxronoloji metodlar yaşın təyini üçün istifadə olunan biostratigrafik metodları daha da çox əvəz edib onları aradan götürürlər. Pliosenin məhsuldar qatına, oliqomiosen və eosen süxurlara xüsusi diqqət yetirərək, quruda və hövzə sularında CXH-nin çöküntü təbəqəsinin bütün intervallarını daha dolğun şəkildə araşdırmaq lazımdır.

VI Fəsil. CXH-nin məhsuldar qatının gil və qumdaşlarının xassələrinin xüsusiyyətləri

Dalmanın modelləşdirilməsində və çöküntülərin hesablanması mühüm parametr dərinliyə görə məsaməliliyin dəyişməsidir. İstənilən hövzə analizi üçün çöküntülərin sıxlaşma litologiyasının xüsusiyyətləri haqqında biliklər modelləşdirmədə ən əsas parametrlərindən biridir. Dalmanın modelləşdirilməsində və çöküntülərin hesablanması mühüm parametr dərinliyə görə məsaməliliyin dəyişməsidir.

Modelləşdirmə zamanı məsaməliyin azalması ilə əlaqədar çöküntülərin daimi sıxlaşma effektini nəzərə almaq lazımdır. CXH-nin MQ-nın litologiyası əsasən binardı – kəsmə gil və qumdaşlarından ibarətdir. Şəkil 14 əyri sıxlaşmalarla birgə CXH-nin quyularında məsaməliyin dərinliklə paylaşıldığını göstərir. L. Buryakovskinin işlərindən modelləşdirilmiş bu əyri məsamələr CXH-nin akvatoriyalarının önəmli quyularında karotaj və kern əsaslarından sıxlaşma göstəriciləri ilə olduqca yaxşı korrelyasiya nümayiş etdirir.

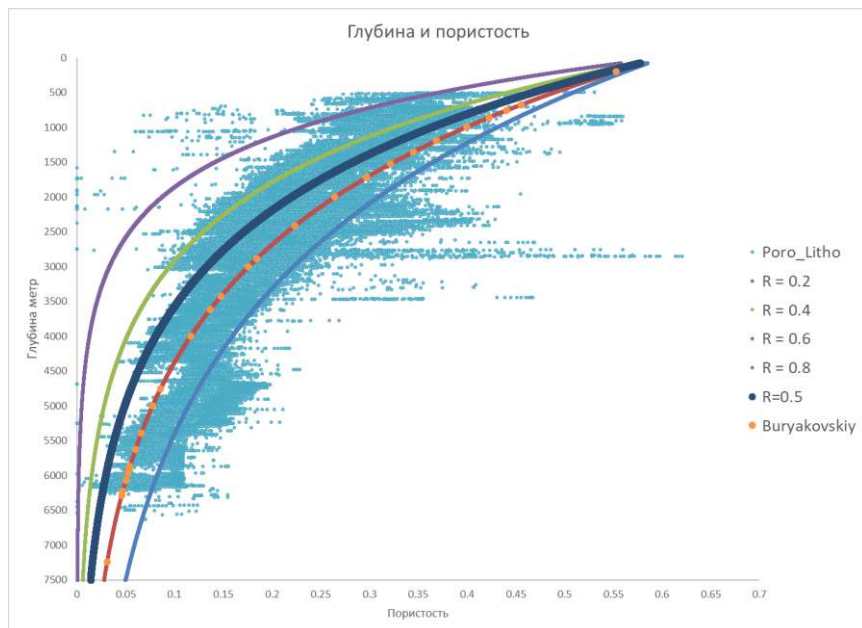
Hövdədəki qumdaşları növlərinin və gilliyin mühüm dəyişikliklərinə baxmayaraq dörd əyri məsaməliyin dərinliklə dəyişmə prosesini çox aydın şəkildə əks etdirir. Müəllif məsaməliliyin dərinliklə əyri dəyişimini həm kəsiyin bərpası üçün həm süxurların qalınlığını hesablamaq üçün istifadə edir. Məsaməliliyin ϕ çökmə dərinliyinə (D, metrə), çöküntülərin geoloji yaşına (milyon illə A) və litologiyaya (gil qalınlığının R terrigen çöküntülərinin ümumi nisbətinə nisbəti)³

$$\Phi = \phi_0 * \exp[-0.014(13.3 \log A - 83.25 \log R + 2.79) * 10^{-3} D]$$

Burada ϕ_0 – gilli çöküntülərin ilkin məsaməliyidir (adətən 60%-a yaxın). Ortastatistik qiymət $R=0.6$ karotaj məlumatlardan alınmış məsaməliyin pliosen ayrılmasının ($A=4$ mln il) əksəriyyəti ilə daha yaxşı uyğunlaşır (şəkil 14). Hövzəni formalaşdıran süxurlar əsasən gillərlə və argillitlərlə göstərilib. Burada 0.01 mm-dən az olan ölçüdəki süxurların pelit fraksiyası çöküntülərin kütləsindən demək olar ki 70%, qumdaşları isə 1.5%-a kimi təşkil edir. Gillərdə xeyli anomal təzyiq

³ Buryakovskiy L. Petroleum Geology of the South Caspian Basin / Buryakovskiy L, Chilingar J, Aminzade F // 2001 Gulf Professional Publishing Copyright, Butterworth–Heinemann, -464 pgs 2001 ISBN 0-88415-342-8

lərə baxmayaraq, 2 km dərinlikdə 20-30% arası 12-15 km dərinlikdə 3-15% arası dəyişib, AYPT (Anomal yüksək plast təzyiqi) effektini nivelirləyərək məsaməlik dərinliklə yenə də azalır. Bu ayrilər bütün CXH-də (fərqli regionlara və litologiyalara əlavə düzəliş olmaqla) çöküntülərin kütləsini məsaməlik nəzərə alınmadan hesablanma modelində istifadə edilmişdi.



Şəkil 14. Hövzə boyu dərinlikdə çöküntülərin məsaməliliyinin və sıxlığının dəyişmə qrafiki. Karotaj məlumatları sıxılma ayriləri ilə əhatə olunur. Ən yaxşı korrelyasiya $R=0,5$ -dir.

VII Fəsil. Hövzəyə daxil olan çay sistemlərinə əsasən CXH-nin çöküntütoplanma sürətinin və çöküntülərin həcmnin hesablanması.

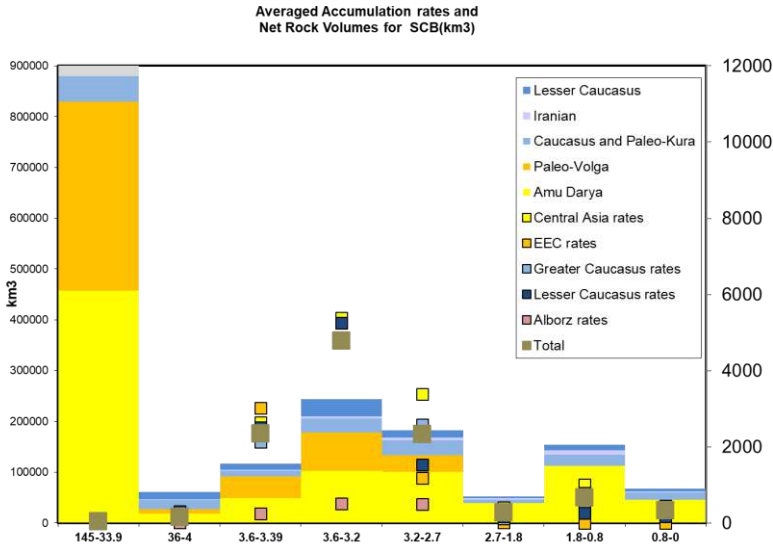
Hövzələrdə çöküntülərin həcmnin hesablanması hövzə təhlilinin mühüm hissəsidir. Bu halda çöküntü örtüyünün əsas xarakteristikalarını və onun təkamül qanunauyğunluqlarını, o cümlədən karbohidrogen sistemlərini qiymətləndirmək mümkün olur.

Hövzədə yarandığı vaxtdan çöküntünün həcmnin hesablanması, həmçinin CXH-ni əhatə edən coğrafi rayon üçün çay sistemlərinin de-

nudasiyasının hesablanması bu işdə aparılmışdır.

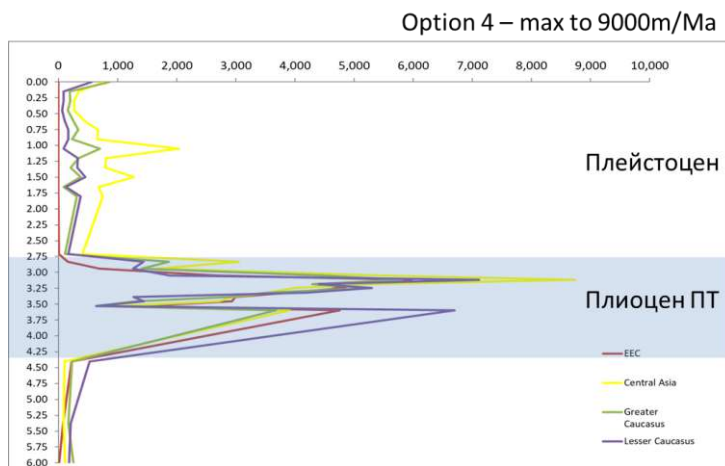
CXH-də toplanmış çöküntünün miqdarı 30 seysmik interval üçün ayrıca hesablanmış, sonra ikinci fəsilə təqdim olunan dekom-paksiya və müxtəlif zaman modelləri nəzərə alınmaqla 8 qruplaşdırılmış vaxt intervalı üçün yenidən hesablanmışdır. CXH-də çöküntülərin həcmi və çöküntütoplanma sürətləri 8 zaman intervalı üçün təqdim olunur (şəkil 11):

- 145-36 mln. il – mezozoy və paleogen, 0.04km/mln. il
- 36-6 mln. il – oligosen və miosen, 0.15 km/mln. il
- 6-3.6 mln. il– MQ-nın aşağı hissəsi , 2.3-5 km/mln. il
- 3.6-3.0 mln. il–MQ-nın orta hissəsi, 4.8 km/mln. il
- 3.0-2.7 mln. il–MQ-nın üst hissəsi, 2.3 km/mln. il
- 2.7-1.8 mln. il– akçaqıl dəstəsi, 0.03 km/mln. il
- 1.8-0.9 mln. il– abşeron dəstəsi, 0.7km/mln. il
- 0.9-0 mln. il– kvarter, 0.34km/mln. il
- 1,8-0,9 Ma – Abşeron dəstəsi, 0,7 km/mln. il
- 0,9-0 Ma – Kvarter, 0,34 km/mln. il



Şəkil 15. Yaş ssenarisi 1 modelinə əsasən ölçülən CXH-də çöküntütoplanma sürətləri

Həmçinin müəllif CXH-nin çöküntü örtüyünün qatını əsas stratigrafik vahidlərin paleocoğrafi xəritələrinə əsasən eroziyaya məruz qalmış bölgələrə bölüb. CXH-ni çöküntülərlə təmin edən əsas çay sistemlərinin hər birində çöküntü həcmi qiymətləndirilib. CXH-də süxurların effektiv həcmi dəyişməsinin zamana əsasən ümumi dəyər-dən faizi nisbətdə paylaşılması CXH-də çöküntütoplanmaya olan Paleo-Volqanın təsirinin tədricən azalmasını və Paleo-Amu-Dərya təsirinin tədricən artmasını göstərir (şəkil 16). Qeyd olunur ki, Amu-Dərya çöküntülərin axını hər zaman olduqca əhəmiyyətli olub və pleystosen çöküntüləri həcmində tam üstünlük təşkil edib.



Şəkil 16. Yaş ssenarisi 4 modelinə əsasən ölçülmüş CXH-də çöküntütoplanmanın ani sürətləri (bax şəkl.14)

Müəllif süxurların effektiv qalınlığından istifadə etdiyi üçün hesablama nəticəsində əldə edilən effektiv çöküntütoplanma sürəti orta və ümumiləşdirilmiş sayılır. MQ analiz zamanı sürətləri orta hesablanmış 3 intervala bölünür: aşağı, orta və üst intervallar. Buruqlar arasındakı seysmik xəritələnməyə əsasən əldə edilmiş daha qısa zaman intervallar üçün effektiv çöküntütoplanmanın sürəti dəfələrlə artır. Paleo-Amu-Dərya çöküntüləri ilə dolmuş MQ-nin Suraxanı dəstində müəyyən dövrdə CXH-də uçqun sedimentasiya sürəti 9000 m/mln ilə çatırdı. Bu sedimentasiya sürətləri bu növ hövzələr üçün dünyada ən yüksək sayılırlar

(şəkil16). Həmçinin işdə MQ çöküntütoplanmasının sürətinin belə artması son 2.4 mln il ərzində qlobal iqlim dəyişikliyi və dünya üzrə, xüsusi ilə Avrasiya hövzələrində çöküntütoplanmanın sürətinin hər yerdə artması ilə əlaqədar olduğu qeyd edilir. Bundan əlavə Xəzər dənizinin səviyyəsinin enməsi və integrasiya ilə əlaqədar orta Asiya və hətta Qərbi Sibir daxil olmaqla Avrasiyanın şimali hissəsinin çox böyük ərazisi pliosen dövründə CXH-nə eroziya olunmuşdu.

VIII Fəsil. Dünya hövzələrinin komparativ təhlili.

Hövzələrin müqayisəli təhlili hövzələrin dinamikasını və xarakterini nəzərə almaqla oxşarlıq və fərqliliklərin axtarışında silsilə müqayisələrdir. Dünya hövzələrinin müxtəlif parametrlər üzrə müqayisəsi onların inkişaf qanunauyğunluqlarını aşkar etməyə, strukturunu başa düşməyə və karbohidrogen potensialını təsnif etməyə imkan verir.

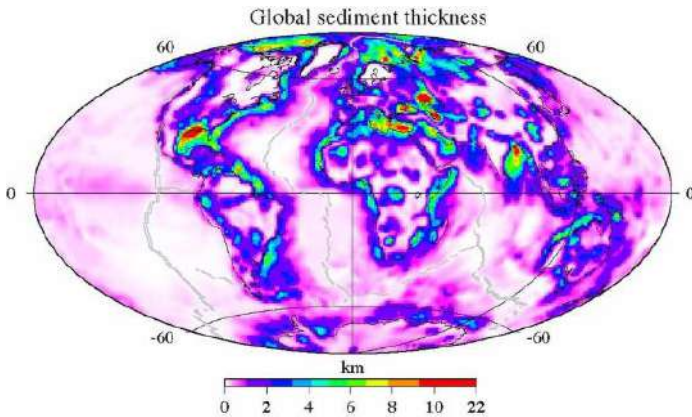
İşdə CXH daxil olmaqla dünya hövzələri müqayisə edilir və Yer in çöküntü qabığının təkamülü təsvir edilir. Çöküntü materialının yer qabığının quruluşuna ümumi töhfəsi onun ümumi kütləsinin 8% -dən çox deyil, lakin çöküntü örtüyü son dərəcə müxtəlifdir. Çöküntü qabığı və ya stratosfer, okeanların, atmosferin və biosferin sıx bağlı olduğu, çöküntü qabığından birbaşa qidalanır və qidalanan Yer in ən vacib komponentlərindən biridir. Çöküntülər (bunun üçdə biri karbonatdır) Yer kürəsinin 64%-dən çoxunu əhatə edir. Yer in çöküntü qabığının həcmi in öyrənilməsində A.Ronov, M.Xayn, F.Kunneni və başqaları tərəfindən çox iş görülmüşdür. Bu müəlliflərin məlumatları, çöküntülərin həcmi nə dair son məlumatlar ilə birlikdə müxtəlif dünya hövzələri üçün, çöküntü qabığının həcmi in kəmiyyət qiymətləndirilməsini yeniləmək üçün istifadə edilmişdir. Çöküntü qalınlığının, konsolidasiya edilmiş qabığın və litosferin qalınlığının xəritələrinin qurulması üçün əsas mənbə UCSD Geofizika və Planet Fizikası İnstitutundan olan Gabi Laske resursudur⁴. Şəkil 17-də göstərilən çöküntünün qalınlığının xəritəsi ehtiva edilir. Dünyanın ayrı-ayrı hövzələri-

⁴ Laske G.A. A global digital map of sediment thickness. University of California Sand Diego. Institute of Geophysics and Planetary Physics, USA, <https://igppweb.ucsd.edu/~gabi/sediment.htm>

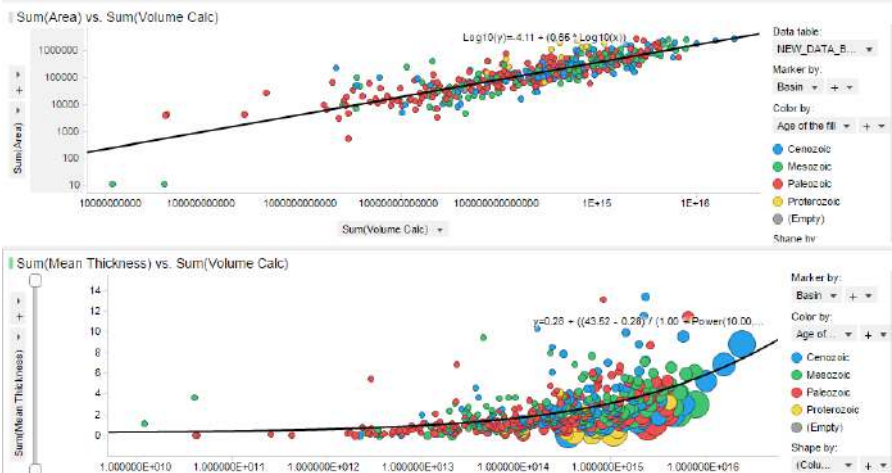
nin qalınlığı haqqında məlumatları Earthbyte onlayn resursu (<https://www.earthbyte.org/>) ehtiva edir.

Ölçmələrimizə görə çöküntü qabığının süxurlarının ümumi həcmi demək olar ki, 10.000 milyon km^3 təşkil edir ki, bu da planetin həcmi-nin təxminən 11% -nə uyğundur və stratosferin orta qalınlığı 2,2 km-dir ki, bu da A.Ronov və başqalarının tədqiqatları ilə üst-üstə düşür.

Dünyadakı 1000-dən çox hövzədən CXH çöküntü örtüyünün ən böyük maksimumu (26 km) və orta (13 km) qalınlığı ilə seçilir. CXH-nə yaxın və qalınlıq baxımından anomal olanlar bunlardır: Xəzər hövzəsi, Şərqi Aralıq dənizi, o cümlədən Nil Deltası və Qara dəniz hövzələri. Ən böyük çöküntü həcmi olan hövzələr bunlardır: Benqal konusu, Meksika körfəzi, Arktika hövzələri və Xəzəryanı hövzə. CXH çöküntü miqdarına görə 60-cı yerdədir. Belə qalın çöküntüləri təşkil edən Avrasiyanın üç hövzəsinin anomal təbiəti həm onların qabığının nazikləşməsi və litosfe-rin böyük qalınlığı, həm də çöküntülərin axın mənbələrinə yaxın olması ilə izah olunur. İşdə passiv kənarların hövzələri üçün çöküntülərin qalınlığı ilə litosfer arasında əlaqə əldə etmişdik. Göstərilmişdir ki, dünya hövzələrinin təxminən 20%-i planetdəki ümumi çöküntünün təxminən 80%-ni təşkil edir. Dünya hövzələrinin qalınlıqlarının və həcmələrinin asılılıq əyriləri CXH-nin dünyanın digər çöküntü hövzələrinə nisbətə müstəsna əhəmiyyətini və hövzələrin çöküntülərinin qalınlığının çökün-tülərin həcmindən və litosferin qalınlığından müəyyən dərəcədə asılılı-ğını göstərir.



Şəkil 17. Dünyanın əsas çöküntü hövzələrini təsvir edən Yer çöküntü qabığının qalınlıq xəritəsi (mənbə - Earthbyte: earthbyte.org/Resources)



Şəkil 18. CXH hövzəsinin dünyada ən qalın çöküntü örtüyünə malik hövzə kimi xüsusi mövqeyini aydın əks etdirən ərazilərin, qalınlıqların Yerləşmə qabığının çöküntü hövzələrinin həcmələrindən asılılıqları (Earthbyte)

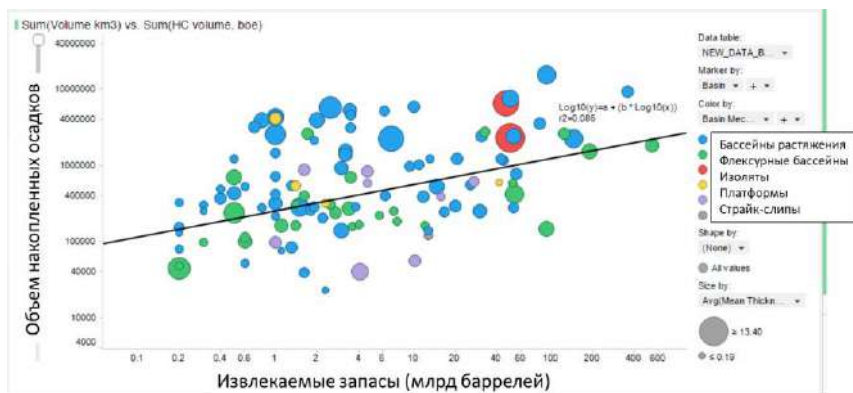
Müəllif dünyada 1000-dən çox sedimentasiya hövzəsinin tutum parametrlərini tədqiq etmişdir. Hövzənin çöküntü qalınlığı, bu hövzələrdə çöküntü sahəsi və həcmi arasında əlaqə aşkar edilmişdir (şəkil 18). Okean qabığında çökən çöküntülər çöküntü hövzələrində hesab olunmadığı üçün ölçmələrdən kənarlaşdırılmışdır. Əksər çöküntü hövzələri passiv kənarlarda, aktiv və rift kənarlarında, kreton depressiyalarında və ya aulakogenlərdə yerləşir. Ən çox çöküntü Avrasiya-da (demək olar ki, 50%), Şimali Amerika, Afrika, Cənubi Amerika, Avstraliyadadır (şək. 6). Fanerozoyda tapılan çöküntülərin əksəriyyəti əsasən gil idi və paleozoy, mezozoy və təbəşirdə bərabər paylanmışdır. Passiv kənarlar və onların hövzələri yağıntının 40%-dən çoxunu təşkil edir. Hövzələrin həcmi və sahəsi arasında aydın əlaqə aşağıda Şəkil 18-də göstərilən iki loqarifmik funksiya ilə yaxşı qeyd edilmişdir.

- (1) Sahə (X) və Həcm (X): $\text{Log}_{10}(y) = -4.11 + (0.65 * \text{Log}_{10}(x))$
 $R^2 = 0.75$
- (2) Orta qalınlıq (Y) və Həcm (X): $Y = 0.28 + ((43.52 - 0.28) / (1.00 - 10^{0.32 * (18.55 - \text{Log}_{10}(x))}))$

Dəqiq asılılıq xüsusilə dünya süxurlarının həcmnin 40%-dən çoxunu təşkil edən passiv kənar hövzələrdə özünü göstərir, çünki bu hövzələrdə hövzədə çöküntü süxurlarının qalınlığı ilə onların coğrafi yayılması arasında birbaşa xətti əlaqə mövcuddur. Bu hövzələr hövzə kənarları ilə çöküntü mərkəzi arasında nisbətən hamar keçid zonasına malikdir və ümumiyyətlə güclü qırılmalarla ayrılmır, onların kəsişməsində çöküntü qatının qalınlığı kəskin dəyişir.

IX Fəsil. Bəzi statistik parametrlərə görə dünya hövzələrinin neft-qaz potensialı.

İşdə CXH-nin neft-qaz potensialının perspektivləri müzakirə edilir və hövzənin qiymətləndirilməsi, təsnifatı və rayonlaşdırılması üçün yeni metodologiya təklif olunur. Çöküntülərin, çay sistemlərinin həcmnin və layların dərinliyinin hərtərəfli təhlili əsasında CXH-nin sahələrinin və zaman intervallarının neft və qaz tərkibinin təsnifatı təklif olunur. Məqalədə neft və qazın yığılması üçün ən əlverişli regionların seçimi də nəzərdə tutulur ki, bu regionlarda gələcəkdə axtarış və kəşfiyyat işləri bir yerə toplanmalıdır. Dünya hövzələri ilə CXH-nin neft və qaz ehtiyatları arasında neftqaz potensialının müqayisəsi aparılır. Oligomiosenin neft və qaz mənbəyi süxurlarının səthində termal gərginlik xəritələri əsasında CXH-də neft və qaz əmələ gəlməsi prosesinin təhlili aparılır.



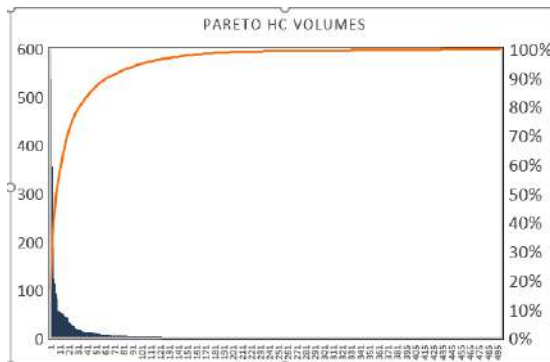
Şəkil 19. Bərpa oluna bilən ehtiyatların çöküntünün həcmindən asılılığı

Cədvəl 2

USGS-ə görə dünyanın 500 əsas çöküntü hövzəsində neft və qaz ehtiyatlarının həcmi

Количество бассейнов	Запасы млрд баррель	% бассейнов	% запасов от общего
10	1744	2%	56%
20	2213	4%	71%
25	2360	5%	75%
30	2462	6%	79%
35	2541	7%	81%
50	2716	10%	87%
100	2960	20%	95%
200	3095	40%	99%
500	3131	100%	100%

Məqalədə hövzələrdə çöküntünün həcmi ilə hövzənin çıxarıla bilən ehtiyatları arasında asılılıqlar çıxarılır və təqdim olunur. Dünya hövzələrinin bərpa edilə bilən ehtiyatları dünya hövzələri üçün USGS məlumatlarından⁵ əldə edilmişdir (Şəkil 20). Bu məlumatlar göstərir ki, çöküntünün miqdarı ilə istənilən növ dünya hövzələrində çıxarıla bilən neft və qaz ehtiyatları arasında loqarifmik əlaqə kifayət qədər asanlıqla əldə edilə bilər. Bu, neft və qaz sistemlərinə malik olduğu təqdirdə dünyanın digər, lakin hələ öyrənilməmiş hövzələrinə də oxşar asılılığı tətbiq etməyə imkan verəcək.



Şəkil 20. USGS-nin məlumatlarına görə dünyanın 500-dən çox neft və qaz hövzələri üçün Pareto paylanmaları

⁵ Klett, T.R., Ahlbrandt, T.S., Schmoker, J.W. and Dolton, G.L., Ranking of the world's oil and gas provinces by known petroleum volumes. U.S. Geological Survey Open File Report, - 1997. - p. 97-463.

Həmçinin qeyd edilir ki, dünya hövzələrində ehtiyatlar Pareto qanunu (power-law) və ya 80/20 qaydası ilə ölçülür (şəkil 20). Belə ki, dünyanın bütün karbohidrogen tərkibli hövzələrinin 5%-i (25 hövzədə) karbohidrogen ehtiyatlarının 75%-ni, qalan 475 hövzə isə bu ehtiyatların 25%-ni təşkil edir. CXH aparıcı hövzələrin ilk 5%-nə daxildir və 15-ci yerdədir.

X Fəsil. CXH-nin neft və qaz tərkibinin perspektivləri və hövzədə axtarış və kəşfiyyat işlərinin perspektivli istiqamətləri.

Cənubi Xəzər hövzəsi (CXH) 19-cu əsrdən dünya əhəmiyyətli neft vilayətidir. Dənizdə aparılan kəşfiyyat işləri “Şahdəniz” və “Abşeron” kimi nəhəng qaz-kondensat yataqlarının kəşfinə gətirib çıxardı ki, bu da nəhəng neft-qaz sisteminin mövcudluğunu təsdiqləyir.

Cənub-Kür və ona bitişik hövzələr (Orta Kür, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyi, Yuxarı Kür) yüksək neft və qaz potensialına səbəb olan çöküntülərin böyük qalınlığı, əlverişli tektonik və litofasial şəraiti ilə səciyyələnən yer kürəsində tamamilə unikal hövzədir. Cənubi Xəzərin neft və qaz daşıyıcı sistemləri sürətli çöküntütoplanmaya görə qeyri-adi, çünki sürətli və qeyri-bərabər doldurulma CXH sisteminin dinamikasını və karbohidrogenlərin əmələ gəlməsini müəyyən edir.

CXH-nin neftqazana süxurları onların əmələ gəlməsinin əhəmiyyətli dərinliyinə görə qazma imkanları həddudlarından kənardadır. Maykop və diatom dəstəsinin neftqazana süxurları hövzənin kənarında çıpaqlaşır və ya palçıq vulkanlarının atqılarında yer alır və onlardan hövzənin modelləşdirilməsi üçün məlumat alınır. Cənubi Xəzər dənizinin akvatoriyasında çöküntülərdəki mayələrin geokimyəvi məlumatları analoqlardan onlarla kilometr aralıda yerləşən çöküntülərin altındakı mənbə süxurların xüsusiyyətləri haqqında ən qiymətli məlumatları verir. Bu, mənbə süxurlarda əhəmiyyətli dərəcədə coğrafi variasiya və keyfiyyəti aşkar edən son tədqiqatlar fonunda xüsusilə vacibdir⁶. Müəllif hövzədəki Maykop çöküntülərinin geoloji yaşın-

⁶ Johnson, C.L., Hudson, S.M., Rowe, H.D. and Efendiyeva, M. A., Geochemical constraints on the Palaeocene-Miocene evolution of eastern Azerbaijan, with implications for the South Caspian Basin and eastern Paratethys. Basin Research, - vol. 22 (5), - 2010. - p. 733-750.

dan bəhs edir və qeyd edir ki, Para-Tetis hövzəsinin formalaşmasının başlanğıcı eosen-mioseon sərhədi ilə üst-üstə düşür. Maykop və diatom təbəqələri çox plastiki və son 5 milyon il ərzində 10 km-dən çox dərinlikdə əhəmiyyətli təzyiqə məruz qalmış, bununla da mayelərin normal yerdəyişməsinin qarşısını alır və əhəmiyyətli dərəcədə həddindən artıq təzyiq yaradır.

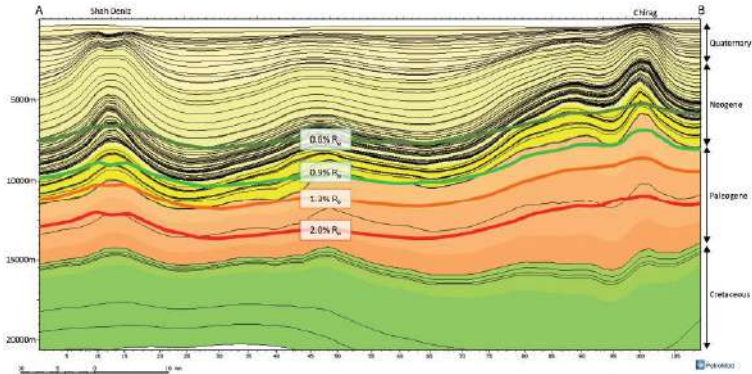
Cənubi Xəzər hövzəsinin dərin və sualtı hissəsində mənbə süxurların stratigrafiyası aydın deyil. Kür hövzəsinin kənarlarında əvvəlki stratigrafik tədqiqatlar təsvir edilmişdir. Paleocoğrafi xəritələrə əsasən, Cənubi Xəzər hövzəsinin mərkəzi hissəsinin anoksik şəraitdə çökən daha qalın təbəqələrdən, Böyük Qafqaza daha yaxın olan Maykop lay dəstəsinin laylarında isə böyük miqdarda dağıntı çöküntülərinin qarışığı olduğu güman edilir. İşə maykop yataqlarının nümunələrinin təhlilindən əldə edilmiş Re-Os geoxronoloji məlumatları daxildir. Re-Os geoxronologiyası nisbətən yeni üsuldur və mənbə süxurlarının mütləq yaşını təyin etmək üçün ilk dəfə istifadə olunur.

İşin müəllifi daxil olmaqla müəlliflər heyəti tərəfindən “Şahdəniz” yatağının yerləşdiyi CXH-nin Abşeron neftqazlı zonasının ən dərin hissəsində tədqiqatlar aparılıb. Karbohidrogenlərin termal cəhətdən ən sabit qrupu olan almazoidlər nəhəng Şahdəniz yatağından çıxarılan kondensatda yüksək konsentrasiyalarda (160 ppm-dən 3-+4-metildiamantanlara qədər) aşkar edilmişdir. Həm qazın izotop tərkibi ($\delta^{13}C_1$ - $\delta^{13}C_3$), həm də almazoidlərin konsentrasiyası yüksək istilik yetkinliyinə (1,5-2,0 Ro ekvivalenti) malik mənbə-süxurun mövcudluğundan xəbər verir ki, bu da Cənubi Xəzər hövzəsinin soyuq geotermal qradiyenti və (Şahdənizdə 16-17 °C/km) və hövzənin tez dalması ilə bağlıdır.

Modelləşdirilmə və analizlərin yekununda nəticəyə gəldi ki, ana süxurlarının Şah-Dəniz drenaj rayonunda 13 km-dən artıq olan dərinliklərdə yerləşməlidirlər (şəkil 21). Dünyanın zəngin neft və qaz hasilatı hövzələrindən yalnız Meksikanın dərin sulu körfəzində oxşar dərinlikdə effektiv olan və aktiv şəkildə karbohidrogenlər yaranan ana süxurlar var. Hesab edirik ki, termik krekinq nəticəsində Şah-Dəniz bölgəsində təxminən 5,5 milyard barel neft (1 milyard ton ş.v.) 12 trilyon kubfut qaza (3 milyard ton ş.v.) çevrilmişdir.

Bu göstərir ki, ana süxurlar bu bölgədə ehtimal ki, quruda deyil,

daha çox su fasiyasında neft- və qazgenerativ olur. Həcmələrin geri modelləşdirilməsi göstərir ki, qazın əhəmiyyətli hissəsi neftin böyük dərinliklərdə qaza çevrilməsi nəticəsində əmələ gəlmişdir. Bu növ model ana süxurların Abşeron yarımadası yaxınlığındakı dayazlığın keçid ərazisinə, və daha sonra dərinisular hövzəsinə coğrafi paylanması neft və qaz tədqiqatları üçün hələ də mühüm potensialın qaldığını bildirir.

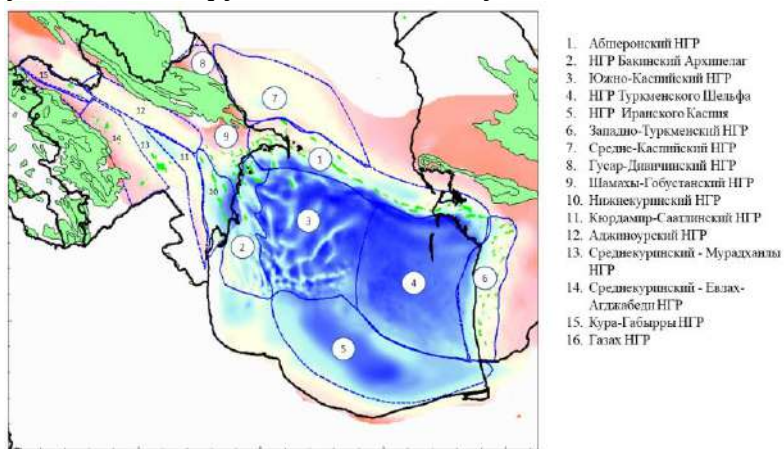


Şəkil 21. Stratiqrafik bölünməni və termal yetkinliyin izoxətlərini (EASY%Ro) nümayiş edən 3D modeli (Petromod paketi) əsasında regional profil. Hövzədəki karbohidrogenlərin yetkinliyini izah etmək üçün Şah-Dəniz yataq bölgəsindəki ana süxurlar 13 km-dən artıq olan dərinlikdə yerləşməlidirlər

Ümumi coğrafi parametrlərə əsasən CXH-nin və onun yaxınlığındakı regionların rayonlaşdırılması 15 əsas neftqazlı rayonları (şəkil 22) tanımağa imkan yaradır ki, hər birində 4 stratiqrafik interval (meqa-ardıcılıq) seçilir, hansılarda ki əsas kollektor sistemləri var – mezozoy, paleogen, pliosen və pleystosen. Karbohidrogenlərin həcmnin böyük əksəriyyəti hövzənin məhsuldar qatının pliosen sistemində toplanıb.

CXH-in akvatoriyasında aşağıdakı neftqaz regionları (və ya NQR) seçilir: 1) Abşeron NQR (Abşeron arxipelaqının ərazisi); 2) Bakı arxipelaqının ərazisi (Aşağıkür çökəkliyi); 3) CXH akvatoriyasının mərkəzi hissənin ərazisi (Cənubi-Xəzər NQR); 4) Türkmən şelfinin NQR; 5) CXH-nin Aşağı Elbruss əylməsi (İran sahəsi); 6) Qərbi-Türkmən NQR; 7) Orta-Xəzər NQR; 8) Qusar-Dəvəçi NQR; 9) Şamaxı-Qobustan NQR; 10) Aşağı Kür NQR; 11) Kürdəmir-Saatlı NQR; 12) Acınohur mümkün NQR; 13) Ortakür NQR – Yevlax-Ağcabədi depressiyası və Kiçik Qafqazın dağətəyi əraziləri daxil ol-

maqla; 14) Orta Kür NQR (Yevlax-Ağcabədi depressiyası); Yuxarı Kür və ya Kür-Qabırçı mümkün NQR; 16) mümkün Qazax NQR. Müəllif neft və qaz potensialının qiymətləndirilməsinin müqayisəli analizi üçün hövzənin geodinamik tipinin (oceanik və ya kontinental), çöküntülərin növü və mənbəyinin (M), çöküntülərin metrə qüvvətinin (M), m/mln ildə çöküntütoplanma sürətinin (ÇS) və potensial mənbələrin sıxlığının (S) aralarındakı nisbətə hesablanmasına əsaslanan yeni metod təklif edir. Hesablama parametrlərinin əksəriyyəti bu işin əvvəlki fəsilərindən götürülüb. Çöküntülərin mənbələri 5-ci fəsildə, çöküntülərin qalınlığı və həcmi 3-cü fəsildə müzakirə olunur. Karbohidrogen ehtiyatlarının sıxlığı bir sıra yataqlarda tədqiq edilmiş ehtiyatların etalon qiymətlərinə əsasən təyin edilib.



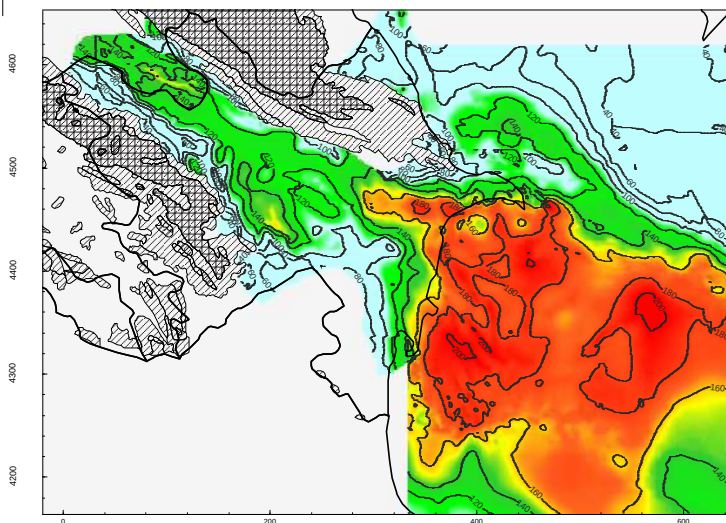
Şəkil 22. CXH-nin neftqaz regionlarının xəritəsi və siyahısı (Böyük, Kiçik Qafqazın və Talışın mümkün neftqaz regionları istisna olmaqla)

Qeyd olunur ki, CXH-nin çöküntü kəsiminin karbohidrogen potensialı hər 4 toplanma sistemində və hər NQR qeyri-müntəzəm paylanmışdır (Cədvəl 3). Əksər perspektivlik Aşağıelbrus əyilməsinə, Türkmən şelfinə və CXH akvatoriyasının şimal-qərb ərazisinə aiddir. Bu kəsimlər çöküntülərin böyük qalınlığı, çöküntütoplanmanın 3-cü dövrdə yüksək sürəti və həm maykop dəstin ana süxurlarının həm də Paleo-Volqa ilə ayrılmış MQ dəstin kollektor süxurlarının

hər yerdə mövcudluğu ilə xarakterizə edilir. Proqnozlara⁷ görə (2004), CXH-nin şimal-qərb ərazisindəki ehtiyatların sıxlığı km üzrə 750 min tonnan artıqdır ki, bu bizim də proqnozlarımıza yaxındır. Bölmənin daha az perspektivli sahələri CXH-nin cənub-qərb hissəsidir ki, burada keyfiyyətsiz su anbarları olan Kür fasiyasının çöküntüləri üstünlük təşkil edir. Azərbaycanda quruda qalın çöküntü örtüyü olmayan bəzi NQR-lər perspektivsiz hesab olunur.

Mövcud olan temperatur məlumatlarına əsasən tərtib edilmiş termal stress xəritələri (CXH-də xəritələnmiş intervallara görə) bu işdə təqdim edilib ki, bu da onların əsasında müəllif CXH-nin bütün karbohidrogen potensialını və hasil edilmiş karbohidrogenlərin həcmi ölçüb (Şəkil 23). Bu xəritələr müəllifin CXH-nin karbohidrogen perspektivliyinin tədqiqatı üçün illərlə apardığı işlərin sintezlərinin nəticəsidir.

Risqlərin qiymətləndirmə metodikası bal sistemi ilə aşağıdakı qiymətləri təyin edir: 100-də artıq – aşağı riskli və karbohidrogenlərin yüksək həcmi olan NQR üçün; 10-100 arası – orta riskli NQR üçün; 10-dan aşağı – yüksək riskli və aşağı perspektivli NQR üçün (Cədvəl 3).



Şəkil 23. CXH və bitişik hövzələr üzrə termal stress xəritəsi

⁷ Guliyev, I.S. Hydrocarbons potential of the Caspian region (expert review). / I.S.Guliyev, L.E.Levin, D.L.Fedorov, - Baku: Nafta-Press, - 2003. - 120. p.

CXH-də hər NQR üzrə risklərin qiymətləndirilmə cədvəli

NQR	Площадь, км ²	Мощность					Риски					Запасы		Оценка	
		Общая	Мезозой	Палеоген	Плюцен	Плейстоцен	Мат. Порода	Миграция	Лавы/уши	Покрышки	Коллектора	Миллиард баррел у.е	Миллиард тонн у.е	Изученность	Балл
Иранский сектор ЮКБ	31.0	13.4	3.6	3	3.4	3.4	1	1	1	1	1.0	22	3	1.0	631
Глубоководный ЮКБ	29.9	17.1	3.9	5.1	5.3	2.8	1	1	1	1	1.0	8	1	1.0	594
Абшеронский Архипелаг	20.0	11.8	4	2.4	3.6	1.8	1	1	1	0.95	1.0	27	4	0.5	382
Балканский Архипелаг	15.0	15.7	3.9	5.3	4.4	2.1	1	1	1	1	0.9	20	3	0.5	306
Туркменский Шельф	34.0	12.7	1.8	2.9	4.5	3.5	1	0.7	0.7	0.9	1.0	0	0	1.0	190
Западно-Туркменский НГР	12.4	9.1	2	0.9	2.8	3.4	1	1	1	0.9	1.0	7	1	0.7	142
Северо-Абшеронский НГР	18.8	7.1	2.6	1	2.2	1.3	1	1	0.9	0.9	1.0	0	0	1.0	109
Нижнекуринский НГР	12.1	9.5	4.9	1.4	2.7	0.5	1	1	1	1	0.5	1	0	0.4	33
Среднекуринский НГР YAD	8.7	8.8	5.3	1.1	1.4	1.0	1	1	1	1	0.3	0	0	0.9	18
Гобустанский НГР	2.9	12.1	6.4	2.6	2.6	0.5	1	1	1	1	0.5	0	0	0.4	12
Среднекуринский НГР Mug	5.3	10.1	5.4	0.7	1.6	2.4	1	1	1	1	0.25	0	0	0.8	11
Уссури-Дальний НГР	3.1	8.9	6.7	0.7	0.1	1.4	1	0.9	1	1	0.4	0	0	0.8	10
Куря-Габарры	9.2	6.9	4.3	0.7	1.1	0.8	0.9	1	1	0.6	0.25	0	0	0.8	7
Аджиноурский ВНГР	7.7	8.6	3.7	1	2.3	1.6	0.9	0.7	1	0.6	0.25	0	0	0.8	5
Кордамир-Саатлинский НГР	5.1	9.1	4.8	0.4	1.3	2.6	0.9	1	1	0.9	0.25	0	0	0.5	5
Газакский ВНГР	2.4	4.6	3	0.5	0.4	0.7	0.5	0.7	1	1	0.25	0	0	0.8	1

Nəticələr və tövsiyələr

Bu işdə CXH-nin çöküntü örtüyünün təkamülü ilə dünyanın digər hövzələrinin çöküntü toplanma qanunauyğunluqları arasında əlaqə aşkar edilmişdir. Ən son modelləşdirmə alqoritmlərindən, CXH-də külli miqdarda müasir seysmik materialdan və əvvəlki tədqiqatların nəticələrindən istifadə edərək, çöküntü qabığının doldurulma xüsusiyyətinə görə CXH-nin dünya hövzələri arasında rolu unikal hövzə kimi müəyyən edilmişdir. CXH hövzəsinin təkamül prosesini başa düşmək üçün kompleks yanaşma hövzənin müxtəlif hissələrinin perspektivlərini və dünya hövzələrinin iyerarxiyasında yerini daha dəqiq qiymətləndirməyə imkan verir.

Birinci müdafiə olunan müddəa. CXH və ona bitişik ərazilərin quruluşunun və çöküntü toplanmanın iterativ modeli təklif edilmişdir. Modelləşdirilmənin nəticələri göstərir ki, hövzədə müşahidə edilən dalma (yüklənmə) və çöküntü toplanma xarakterləri sönən termal dalma ilə qərq olmuş okean tipli qabıqda sedimentasiya yüklənməsi prosesi ilə izah edilə bilər. Modelləşdirmə CXH-nin əmələ gəlməsinin və okean tipli qabığın mövcudluğunun mümkün səbəbi kimi rift genezisini təsdiq edir, həmçinin potensial yarıq oxunun sərhədlərini müəyyənləşdirir.

Modelləşdirilmə göstərir ki, hövzənin ilkin həndəsəsi hövzənin çöküntülərlə daha qeyri-bərabər doldurulmasına səbəb olur. Çöküntü zamanından qalan bu həndəsə qabığın növü, qalınlığı, beta faktorun dəyəri və riftdən sonra hövzəni dolduran çöküntülərin həcmi ilə

müəyyən edilir.

CXH-nin təkamül modeli litosferin çökməsinin modelləşdirilməsinin nəticələrinin sintezini, hövzənin formalaşma anındakı ilkin həndəsəsini, çay sistemləri boyunca çöküntülərin həcmi və denudasiyasını əhatə edir. İqlim dəyişikliyi çöküntülərin CXH-nə çatdırılmasında mühüm rol oynamışdır ki, bu da su axınının dəyişməsinə və CXH-nə axan müxtəlif çay sistemlərindən çöküntülərin hövzəyə axmasına səbəb olmuşdur. Bu hidravlik sistemlərin drenajı hövzələrin və dağ silsilələrinin denudasiya sürətindən asılı idi.

Litosferin və çöküntü örtüyünün təkamülü nəticəsində unikal neft və qazlı hövzə formalaşdı və bu çökmə təbəqəsinin inkişafı 5 əsas mərhələyə bölünə bilər:

- 1) rift genezisi (mezozoy, davamiyyəti 150-65 milyon il);
- 2) passiv kənarların termal dalması (müddəti 65-34 milyon il);
- 3) neftəna süxurların subduksiyası və çökməsi (oligoqsen-miosen, müddəti 34-6 milyon il);
- 4) lavın terrigen sedimentasiya və MQ kollektorlarının çökməsi (müddəti 6-2,5 milyon il);
- 5) karbohidrogenlərin sıxılması, qatların əmələgəlməsi və tələlərə miqrasiyası (yuxarı pliosen və pleystosen, müddəti 2,5 milyon il - 0).

İkinci müdafiə olunan müddə. Yer qabığının çökməsi və çöküntütoplanma proseslərindəki qanunauyğunluqların aşkar edilməsi məqsədi ilə çöküntülərin qalınlığının, yaşının və CXH-nin çökmə dərəcələrinin kəmiyyət qiymətləndirilməsi aparılmışdır. İşdə təkamül zamanı CXH-ni dolduran çöküntülərin həcmi hesablanmışdır. Oligosen dövründən indiyədək hövzədə yığılan yağıntıların əsas miqdarı və bu dövrdə orta çöküntütoplanma sürəti 500-600 m/mln illər arasında dəyişmişdir. Çöküntütoplanma sürəti MQ-də maksimuma çatır. Hövzənin bütün mövcudluğu ərzində CXH-də toplanan çöküntünün həcmi 775.000 km³-dən çoxdur. Rəqəmlər göstərir ki, CXH pliosen çöküntülərinə görə Benqal körfəzindən sonra ikinci hövzədir və çöküntütoplanma sürətinə görə isə birincidir.

Müxtəlif geoxronoloji üsullardan istifadə etməklə hövzədə çökmə sürətlərinin dəyişməsinə daha dəqiq hesablamaq üçün pliosen məhsuldar qatının (MQ) süxurlarının mütləq yaşı ətraflı surətdə ölçülmüş və MQ-nin əvvəllər düşünüldüyü kimi 6 milyondan 3,2 milyon ilə qə-

dər deyil, 4 milyondan 2,7 milyon ilə qədər çökdüyü göstərilmişdir. Zaman miqyasında dörd ssenari çöküntütöplənmə sürətlərinin bir neçə variantını göstərir, ən radikalı 1 milyon ildə 9 km-dən çoxdur.

CXH-də ilk dəfə olaraq çay sistemləri üzrə çöküntünün miqdarı ayrıca hesablanıb. İki çay hövzəsinin çöküntüləri, Paleo-Volqa və Paleo-AmuDərya, CXH-nin doldurulmasında ən böyük rolunu oynayır. Onlar hovuzu zaman və məkan baxımından qeyri-bərabər doldurublar. MQ-nin aşağı hissəsində Paleo-Volqa çöküntüləri, yuxarı hissədə və pleystosendə isə Paleo-AmuDərya çöküntüləri üstünlük təşkil etmişdir ki, bu da CXH-də güclü proqradasiya deltası yaratmışdır. Paleo-Volqanın çöküntüləri şimala doğru miqrasiya etmiş və onların pleystosenə daxil olması kəskin şəkildə azalmışdı. Pliosen və pleystosendə Paleo-Amudəryanın çöküntüləri və Qafqaz dağlarının çöküntüləri üstünlük təşkil etmişdir. İranın dağ sistemlərindən gətirilən çöküntülər daha az rol oynamışdır.

Cənubi Xəzər hövzəsində MQ və Yuxarı Pliosendə çökən çöküntülərin həcmi də global analoqlarla müqayisədə geniş miqyasda və çox qısa müddətdə denudasiyadan xəbər verir. Denudasiya əmsalı zaman keçdikcə artır və MQ-nin yuxarı hissəsində və Abşeron vaxtında 1 milyon il ərzində hövzəyə 300.000 km^3 -dən çox çöküntülərin daxil olmasıyla maksimuma çatır. Xəzəri qidalandıran mənbələrin denudasiya dərəcəsi Himalay dağlarını eroziyaya uğradan çayların denudasiya sürəti ilə müqayisə edilə bilər.

Dəniz səviyyəsinin aşağı düşməsi zamanı çayların drenajı (çöküntülərin yığılması) hövzənin bortunda qradiyentin artması səbəbindən əhəmiyyətli dərəcədə artır. Müəllif dəniz səviyyəsinin analoji düşməsi ilə Aral dənizinin drenajının inteqrasiyası məsələsinə toxunur. Xəzər dənizinin səviyyəsinin Aral dənizi səviyyəsinə enməsi Paleo-Uzboyun köməyi ilə Mərkəzi Asiya'nın bütün drenajının CXH-nin drenajına inteqrasiyasına səbəb olacaqdır.

Üçüncü müdafiə olunan müddəa. Dünyanın çöküntü hövzələrinin, o cümlədən neft-qaz potensialının statistik parametrlərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır. Bu işdə dünyanın çöküntü hövzələrində yağıntının həcmi Pareto güc qanununa (adı çəkilən qayda 80/20) uyğun olaraq dəyişir, çünki ümumi çöküntünün 80%-i dünyanın ən böyük (20%) hövzələrində olur. Hövzənin ölçüsü ilə onun həcmi ara-

sında oxşar əlaqə xüsusilə passiv kənarların və uzanan hövzələrdə (riftlər və şaquli çökmə) aydın şəkildə müşahidə olunur. Passiv kənarların hövzələri ümumiyyətlə bütün dünyada daha geniş yayılmışdır və dünya çöküntülərinin ümumi qalınlığının 40%-ə qədərini təşkil edir. Passiv kənarlar orta hesabla 4 km qalınlığı ilə səciyyələnir, ön ərazi hövzələri 3 km, kratonlararası hövzələr isə 2 km-dən azdır. Cənubi Xəzər hövzəsi dünyanın digər sürətlə dalan (batan) və məhdud ərazi hövzələri ilə birlikdə mütləq anomaldır. Belə anomaliya hövzənin rift təbiəti, onun ərazisini azaldan əyilmə effektinin təsiri və plio-səndə sürətli çöküntütoplanmanın birləşməsi ilə izah olunur.

Dördüncü müdafiə olunan müddəa. CXH-nin neft-qaz potensialının perspektivləri geoloji risklərin hərtərəfli təhlili və təsnifatı əsasında aşkar edilir. İşdə açıqlanan bir neçə əsas mövzu CXH-nin neftqazlı sistemlərinin perspektivləri haqqında anlayışı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər.

Əvvəllər hesab edilirdi ki, CXH-nin ən keyfiyyətli ana süxurları 3 əsas stratigrafik vahidə (Aşağı Maykop, Orta Maykop və Yuxarı Miosenin diatom süxurları) bölünür. Koun dəstəsinin eosen gilləri haqqında son məlumatlar göstərir ki, onlar hələ də yüksək orqanik maddəli (24% S_{orq} -a qədər) olan zəif tədqiq edilmiş intervaldır.

CXH-də karbohidrenlərin sürətli gömülməsi və generasiyası üçün tələb olunan aşağı geotermal qradientlər və nisbətən yüksək temperaturlarla əlaqədar mənbə süxurları 13 km-dən çox dərinliyə batmalıdır. Quruda işləyən mezozoy karbohidrogen sisteminin sübutu olmadıqda, belə generasiya dərinlikləri paleogen süxurlarının, xüsusən də eosen mənbə süxurlarının (Koun dəstəsinə ekvivalent) artan qalınlığını göstərə bilər. Eosen çöküntülərində yaranma dərinliyi və üzvi materialın yüksək tərkibi CXH-də nəhəng həcmdə karbohidrogenlərin əmələ gəlməsində eosen dövrünün əsas rolundan xəbər verir. Seysmik profillərin təfsiri hövzənin mərkəzində qalınlaşmış süxurların yaşını dəqiq göstərə bilməsə də CXH akvatoriyasında quyuların biomarkerlərində mezozoy neft sistemlərinə dair əhəmiyyətli dəlillər olmadığı üçün bu intervalların mezozoy təbiəti bizə daha az ehtimal olunur.

Eosenlə müqayisədə oliqosen və aşağı miosenin maykop süxurları daha az orqanik material (5% S_{orq}) təşkil edir, lakin onlar kar-

bohidrogenlərin əmələ gəlməsində də iştirak edə bilirlər. Yuxarı mio-sen diatomlu gilləri 22%-ə qədər S_{orq} təşkil edir, lakin hövzənin mərkəzində və Azərbaycanda quruda çox vaxt yetkinliyə çatmır.

Müəllif tərəfindən təklif olunan qiymətləndirmə metodu müxtəlif pley elementlər əsasında qiymətləndirmə sistemindən istifadə edərək NQR-in hər biri üçün neft-qaz zonaları üzrə karbohidrogen potensialının perspektivlərini sıralamağa imkan verir. Bu pley elementlərinin hər biri üçün risklər müstəqil olaraq qiymətləndirilir və sonra birləşdirilir. Metod göstərir ki, ən böyük karbohidrogen perspektivləri CXH-nin mərkəzi hissəsində və Bakı arxipelaqının akvatoriyasında müşahidə olunur ki, bu da çöküntülərin böyük qalınlığı, üçüncü dövrdə yüksək çökmə sürəti və həm eosen və maykop dəstəsinin ana süxurları həm Paleo-Volqa tərəfindən çökdürülmüş MQ-nin rezervuar süxurlarının hər yerdə mövcudluğu ilə əlaqədardır. Daha az perspektivli zonaları CXH-nin cənub-qərb və Azərbaycanın quru hissəsidir. CXH-nin İran hissəsinin və Abşeron astanasından cənubda yerləşən Türkmən depressiyasının perspektivləri hələ də az öyrənilib, lakin bu rayonlarda aparılan kəşfiyyat işləri ən çox diqqətə layiqdir.

Cənubi Xəzərin neftqazlı sistemləri çöküntütöplənməyə görə unikaldir, çünki intensiv və qeyri-bərabər çöküntülərlə dolması CXH sisteminin qeyri-sabitliyinə səbəb olur. CXH-nin çöküntü hissəsinin karbohidrogen potensialı hər mərhələdə qeyri-bərabər paylanmışdır ki, bu da qeyri-bərabər çöküntütöplənmə və hövzənin müxtəlif hissələrinin yüklənmə tipi ilə əlaqələndirilir.

Dissertasiyanın əsas müddəaları və nəticələri aşağıdakı məqalələrdə dərc edilmişdir:

1. Abdullayev, N.R. Kadirov, F.A., Guliyev, I.S. Subsidence history and basin-fill evolution in the South Caspian Basin from geophysical mapping, flexural backstripping, forward lithospheric modeling and gravity modeling // In: Brunet, M.-F., McCann, T. and Sobel, E.R. (Eds), Geological Evolution of Central Asian Basins and the Western Tien Shan Range // Geol. Soc. Lond., Spec. Publ., 2017. № 427, p. 175-196.
2. Xukai Shen Li Jiang, Joseph Dellinger, Andrew Brenders, Chan-

- dan Kumar, Mika James, John Etgen, David Meaux, Richard Walters, Nazim Abdullayev / High resolution Full Waveform Inversion for structural imaging in exploration // SEG International Exposition and 88th annual Meeting, 2018, p. 1098-1102.
3. Abdullayev, N.R. Distribution of volume of rocks in sedimentary basins – unusual case of the South Caspian Basin // Geophysics News in Azerbaijan, Baku: 2018. № 4p. 29-33.
 4. Abdullayev, N.R. Detrital zircon and apatite constraints on depositional ages, sedimentation rates and provenance: Pliocene Productive Series, South Caspian Basin, Azerbaijan / Elmira Aliyeva, John Weber, Christiaan G.C. van Baak [et al.] // Basin Research, vol. 30, 2018, Iss.5, p. 835-862.
 5. Washburn, A.M., Hudson, Abdullayev, N., S.M. Selby, D., Shiyanova, N. RE-OS Geochronology and Chemostratigraphy of the Maikop Series Source rocks of Eastern Azerbaijan // Journal of Petroleum Geology, London, Great Britain. vol. 41, 2018, № 3, p. 411-416.
 6. Washburn, A.M., Hudson, Abdullayev, N., S.M. Selby, D., Shiyanova, N. Constraining the timing and depositional conditions of the Maikop formation within the Kura Basin, Eastern Azerbaijan, through the application of the Re-Os geochronology and chemostratigraphy // Journal of Petroleum Geology, London, Great Britain. vol. 42, 2019. № 3, p. 281-300.
 7. Abdullayev, N.R. Distribution and volume of rocks in sedimentary basins – unusual case of the South Caspian Basin, III International Conference “Geology of the Caspian Sea and adjacent areas”; Baku, Azerbaijan, 16-18 October 2019.
 8. Abdullayev, N.R., Goodwin, N.R.J., Volk, H., Riley, G. Diamonds reveal one of the world’s deepest petroleum systems, South Caspian Basin, Azerbaijan. AAPG Europe Regional Conference, Vienna-Austria, 26-27 March, 2019.
 9. Abdullayev, N.R. Sediment Volumes and Sedimentation rates in the South Caspian Basin: distribution, sources and age constraints, AAPG Europe Regional Conference, Vienna-Austria, 26-27 March, 2019.
 10. Abdullayev, N.R., Huseynova, Sh.M. Distribution and volume of sedimentary rocks in World’s basins – unusual case of the South

- Caspian Basin. AAPG Regional Conference: Exploration and Production in the Black Sea, Caucasus and Caspian Region. Batumi, Georgia, 18-19 September, 2019.
11. Abdullayev, N., Guliyev I.S., Huseynova, Sh.M., Kadirov, F.A., Mukhtarov, A.Sh. Variations in geothermal gradient and understanding crustal structure of Kura Basin, onshore Azerbaijan // AAPG Regional Conference: Exploration and Production in the Black Sea, Caucasus and Caspian Region. Batumi: Georgia. September 18-19, 2019.
 12. Nazim Abdullayev, Peter Cook and Aleksandra Kramtseva. Workshop explored static and dynamic model building, The Leading Edge, January 2020, p. 306-307.
 13. Абдуллаев, Н.Р. Геологическое строение Южно-Каспийской впадины и суши Азербайджана на основе температурных данных и гравимагнитного моделирования // *Azərbaycan Neft Təsərrüfatı*, 2020, № 06-07, с. 4-9.
 14. Abdullayev, N.R. Analysis of sedimentary thickness, volumes and geographic extent of the world sedimentary basins // *ANAS Transactions, Earth Sciences*, vol.1, 2020, p.28-36.
 15. Abdullayev, N.R. Analysis of the sedimentary basins – key association of the sedimentary thickness, sediment volumes and geometry // *Geologist of Azerbaijan*, 2020, № 24, p. 41-48.
 16. Guliyev, I.S., Abdullayev, N.R., Huseynova, Sh. Distribution and volume of rocks in sedimentary basins – unusual case of the South Caspian Basin // *SOCAR Proceedings*. 2020, № 3, p.4-10.
 17. Goodwin, N.R.J., Abdullayev, N., Djavadova, A., Volk, H., Riley, G. Diamondoids and basin modelling reveal one of the world's deepest petroleum systems South Caspian Basin, Azerbaijan // *Journal of Petroleum Geology, Great Britain*. vol. 43, 2020, № 2, p. 133-150.
 18. Абдуллаев, Н.Р. Углеводородные ресурсы мира по различным статистическим параметрам // *Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri*, 2021, № 1-2, с. 16-22.
 19. Abdullayev, N.R Hydrocarbons and plays of the South Caspian and adjacent basins - comparison to other sedimentary basins of the world. Europe Regional Conference, Revitalizing Old Fields and Energy Transition in Mature Basins, Budapest, 3-4 May 2022.

20. Abdullayev, N.R. Tale of three rivers – how large parts of Northern Eurasia ended up in the South Caspian Basin, AAPG Exploration and Production in the Black Sea Region and Super-Basin Thinking, Trabzon, Turkey, 6-7 September 2022.
21. Abdullayev, N.R, Bertoni, C., Javadova, A., Kazimova, S., Walker R., Huseynova, Sh. Evolution of the South Caspian Basin – Evidence from Offshore Seismic and onshore active tectonics // ANAS Transactions, Earth Sciences, Special Issue, 2023, p. 37-40.
22. Guliyev, I., Afandiyeva, M., Huseynova, S., Javadova, A., Abdullayev, N., Shevchenko, T., Ryabokon, T. A new insight into the study of Oligocene-Miocene deposits within the southeastern edge of Greater Caucasus. 84th EAGE Annual Conference & Exhibition, Austria-Vienna, Jun 2023, p.1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202310677>

Dissertasiyanın müdafiəsi ____ iyun 2024-cü il tarixində saat 14⁰⁰-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1143, Bakı ş., H.Cavid pr., 119

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

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

Avtoreferat ____ may 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 30.04.2024

Kağızın formatı: 60x84^{1/16}

Həcm: 79497

Tiraj: 30 nüsxə