

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## **GEOLOJİ RİSKLƏRİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNİN NƏZƏRİ ƏSASLARI VƏ METODOLOGİYASI**

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

Elm sahəsi: Yer elmləri

İddiaçı: **Elçin Bağır oğlu Bağirov**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**Bakı – 2021**

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi məsləhətçi: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,  
akademik **İbrahim Səid oğlu Quliyev**

Rəsmi opponentlər: geologiya-mineralogiya elmləri doktoru,  
AMEA-nın müxbir üzvü

**Elmira Hacı Murad qızı Əliyeva**

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

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru  
**Ədalət Bədəl oğlu Həsənov**

yer elmləri üzrə elmlər doktoru  
**Vaqif Qədir oğlu Qədirov**

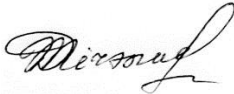
Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



geologiya-mineralogiya elmləri  
doktoru, akademik  
**Əkrəm Əkrəm oğlu Feyzullayev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



Texnika elmləri namizədi, dosent  
**Dilqüşa Ramzey qızı Mirzəyeva**

Elmi seminarın sədri:



geologiya-mineralogiya elmləri  
doktoru, AMEA-nın müxbir üzvü  
**Dadaş Ağa-Cavad oğlu Hüseynov**

## **İŞİN ÜMUMİ TƏSVİRİ**

### **Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi**

Tarixən enerji qiymətlərindəki kəskin dəyişiklər neft şirkətlərinin kəşfiyyat istiqamətindəki işlərində dövrü aktivliyə səbəb olmuşdur. Yüksək qiymətlərdə neft və qaz sənayesi fəal şəkildə inkişaf edir və böyük xərc tələb edən layihələrə (dərindən dəniz, Arktika, qeyri-ənənəvi karbohidrogen (KH) və s.) investisiya cəlb etmək imkanına malikdir. Bu halda böyük gəlirlər həm əməliyyat xərclərini, həm də axtarış-kəşfiyyat işlərinin uğursuz olması halında qaçılmaz zərərlərin də əvəzini çıxarır. Lakin enerji daşıyıcılarının qiymətlərindəki enmə zamanı vəziyyət kökündən dəyişir. KH-in davamlı olaraq yüksək maya dəyərini nəzərə alaraq, şirkətlər iqtisadi rentabellik çərçivəsində fəaliyyət göstərmək və KH ehtiyatlarını artırmaq məqsədi ilə kəşfiyyat işlərini davam etdirmək üçün çox səy göstərməli olurlar. Bu baxımdan, obyektiv risk qiymətləndirməsi səmərəli geoloji kəşfiyyatın planlaşdırılması üçün ən vacib vəzifəyə çevrilir.

Axtarış-kəşfiyyat işlərində risk qiymətləndirmə prosesindəki çətinlik bu işlərin uzunmüddətli xarakterli olmasındadır. Yəni planlaşdırılan layihələr və onlarda qiymətləndirilən geoloji risklər yalnız illər keçdikdən sonra təsdiqlənir. Bu baxımdan, şirkətlər xaos və systemsizliyin qarşısını almaq üçün sabit bir risk qiymətləndirmə siyasətinə ehtiyac duyurlar. Buna görə şirkətlərin on illər ərzində davamlı istifadə edə biləcəyi, nəzəri konsepsiyaya əsaslanan vahid metodologiyanın tərtibi bütün dünyada aktualdır. Bu məsələ Azərbaycanda xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Buradakı axtarış-kəşfiyyat işləri yeni bir mərhələyə qədəm qoyur və daha riskli, zəif öyrənilmiş komplekslərə (Miosen, Paleogen, Mezozoy, dağətəyi zonalər və s.) yönəlmişdir. Bütün bunlar obyektiv və effektiv risk qiymətləndirmə metodlarını tələb edir.

Əməliyyatlar zamanı digər ciddi risk faktoru həyat, insan sağlamlığı və ətraf mühit, avadanlıq və tikililər üçün ciddi təhlükə yarada biləcək təbii geoloji fəlakətlərdir. 2010-cu ildə Meksika Körfəzindəki Macondo sahəsində baş verən fəlakət və nəticələrin aradan qaldırmaq üçün BP-nin qlobal maliyyə itkisi, geoloji riskləri və təhükələri ciddi şəkildə nəzərə almağın vacibliyini bir daha təsdiq etdi.

## **Tədqiqatın obyektı və predmeti**

Neft və qaz yataqlarının axtarış və kəşfiyyat sahəsi tədqiqatın obyektini və bu sahədə geoloji risklərin qiymətləndirilməsi tədqiqatın predmetini təşkil edirlər.

## **Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.**

İşin məqsədi geoloji risklərin qiymətləndirilməsi üçün vahid nəzəri baza yaratmaq və onun əsasında axtarış-kəşfiyyat işlərinin müxtəlif mərhələlərində onların qiymətləndirilməsi metodologiyasının, habelə təbii təhlükə ilə bağlı risklərin işlənib hazırlanmasıdır. Öyrənilən məsələlər aşağıdakılardır:

1. Geoloji risklərin qiymətləndirilməsi üçün nəzəri əsaslarının hazırlanması.
2. Geoloji-kəşfiyyat işlərinin müxtəlif mərhələlərində geoloji risklərin qiymətləndirilməsi metodologiyasının tərtib olunması.
3. Geoloji risklərin qiymətləndirilməsi alqoritminin yaradılması
4. Hövzə miqyasında axtarış və kəşfiyyat risklərinin qiymətləndirilməsi metodikasının işlənib hazırlanması
5. Riyazi modelləşdirmə nəticələrinin istifadəsi risklərin qiymətləndirilməsi metodikasının işlənib hazırlanması
6. Cənubi Xəzər hövzəsi üçün KH sistemlərinin müxtəlif komponentləri üçün risk xəritələrinin qurulması
7. Fərdi axtarış və kəşfiyyat sahələrində geoloji risklərin qiymətləndirilməsi metodikasının işlənməsi
8. Əməliyyat işləri aparılarkən Cənubi Xəzərdə geoloji təhlükə ilə bağlı risklərin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi.

## **Tədqiqat metodları.**

Elmi iş nəzəri və metodoloji xarakter daşıyır. Tədqiqat iki istiqamətdə aparılıb: dərc edilmiş məlumatların təhlili, sistemləşdirilməsi, ümumiləşdirilməsi və yeni geoloji, geoloji-riyazi modellərin qurulması və ya hazır modellərdən istifadə edilməsi. Faktiki material olaraq müxtəlif hövzələr üçün geoloji-geofiziki və geokimyəvi məlumatlardan istifadə edilmişdir. Təəssüf ki, məxfilik səbəbindən dissertasiya işində bütün nümunələr göstərmək imkanı olmayıb.

## **Əsas müddəalar:**

1. Geoloji risklərin qiymətləndirilməsinin təkmilləşdirilmiş nəzəri əsasları

2. Axtarış-kəşfiyyat işlərinin müxtəlif mərhələlərində risklərin qiymətləndirilməsi metodologiyası

3. Xəzər regionunda geoloji risklərin qiymətləndirilməsinin nəticələri

4. Sürətlə çökən hövzələrdə geoloji təhlükələrin kəmiyyət qiymətləndirilməsi üsulları.

### **Tədqiqatın elmi yeniliklər:**

1. Ehtimal paylanma və təsadüfi dəyişən proseslər nəzəriyyələrinin birlikdə tətbiqi ilə geoloji risklərin qiymətləndirilməsinin nəzəri əsasları hazırlanmışdır.

2. Dünyanın əsas çökmə hövzələrində KH sistemlərinin mövcudluğu üçün ən əhəmiyyətli risk parametrləri müəyyənləşdirilmişdir.

3. İlk dəfə kəşf olunmamış karbohidrogen yataqlarının sayının qiymətləndirilməsi üçün metod hazırlanmışdır və Azərbaycanda kəşfiyyat işlərinin riskləri qiymətləndirilmişdir.

4. Neft və qaz hövzələrində perspektivli resursların həcmının qiymətləndirilməsi üçün yeni bir metodologiya hazırlanmış və Azərbaycanın quru və dəniz sahələri üçün Məhsuldar Qatın (MQ) potensial resursları qiymətləndirilmişdir

5. Çöküntütoplanma şəraitinin öyrənilməsinə əsaslanan risk xəritələrinin qurulması prosesləri hərtərəfli ümumiləşdirilmiş və nümayiş olunmuşdur (Ümumi Segment Risk Xəritələri)

6. İlk dəfə hövzə modelləşdirmə nəticələrinin istifadəsi ilə bağlı risklərin qiymətləndirilməsi üçün ədədi metod tərtib olunmuşdur.

7. İlk dəfə olaraq, KH yığımlarının həcmi ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi metodları hazırlanmışdır.

8. İlk dəfə Cənubi Xəzərdəki örtüklərin flüidlərin saxlama qabiliyyəti və karbohidrogen miqrasiya yolları ilə bağlı risklər qiymətləndirilmişdir.

9. Ehtimal nəzəriyyəsi metodlardan istifadə etməklə perspektivli strukturlar üçün geoloji risklərin qiymətləndirilməsi metodikası tərtib olunmuşdur.

10. İqtisadi risk analizində geoloji risklərin istifadəsi üçün hərtərəfli metodologiya hazırlanmışdır (seysmik məlumatların pul dəyərinin qiymətləndirilməsi, sabit axtarış büdcəsinin paylanması)

11. İnsanlar, bina və tikililər üçün təhlükə yaradan geoloji ka-

taklizmlərlə əlaqəli risklərin kəmiyyət qiymətləndirilməsi üçün metodoloji əsas hazırlanmışdır

### **Tədqiqatların nəzəri və praktiki dəyəri.**

Təqdim olunmuş geoloji risklərin qiymətləndirməsinin nəzəri əsasları geoloji tədqiqatların müxtəlif sahələrində tətbiq oluna bilər. Müəllif 20 ildən artıqdır ki, dünyanın aparıcı neft şirkətlərində işləyir: ConocoPhillips, BHPBilliton Petroleum, BP, SOCAR. İş zamanı təsvir olunmuş metodlar planetin müxtəlif hövzələrində konkret layihələrdə tətbiq olunub və sınaqdan keçirilib və SOCAR geoloqları tərəfindən tətbiq olunmağa davam edilir. Resursların hərtərəfli qiymətləndirilməsi üçün hazırlanmış metodlar SOCAR-da axtarış-kəşfiyyat işlərində risklərin qiymətləndirilməsi üçün əsas vasitədir. Geoloji təhlükə ilə əlaqəli riskləri qiymətləndirmək üçün aparılan tədqiqatlar Azərbaycanda (ilk növbədə Xəzər dənizində) iş planlaşdırarkən operator şirkətləri tərəfindən istifadə edilmişdir. Bunlar bu sahədə ilk işlər olub.

### **İşin aprobeşiyası və tətbiqi.**

Dissertasiyanın əsas müddəaları Beynəlxalq konfranslarda, simpoziumlarda və seminarlarda təqdim olunmuşdur: Ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika üzrə Vilnüs konfransı, 1989; Geologiya İnstitutunda beynəlxalq konfrans "Cənubi Xəzər Hövzəsinin Təkmülü: geoloji risklər və ehtimal olunan təhlükələr", 1996; AAPG / ASPG tədqiqat simpoziumu "Sürətlə çökən hövzələrdə KH sistemləri", 1996; Beynəlxalq Riyazi Geologiya Birliyinin (IAMG) İllik Konfransı, 1997, 2003; Beynəlxalq toplantı-seminar "Neotektonika və onun neft və qaz yataqlarının əmələ gəlməsinə və yerləşdirilməsinə təsiri", 1997; Offshore Technology Conference, 1998, 1999, 2002; AAPG regional beynəlxalq konfrans, 2000; ASPG, EAGE, NCAG Beynəlxalq Konfransı, 2002; AAPG İllik Yığıncağı, 2003, SPE / EAGE / ANGC Beynəlxalq konfransı "Xəzər Bölgəsi: geologiyanın xüsusiyyətləri (dəniz və ətraf neft və qaz ərazilərdə)" 2017, ASPG, EAGE "Xəzər dənizinin və ətraf ərazilərin geologiyası" SPE Beynəlxalq Konfransının rəhbərliyi altında."2019-cu il.

Dissertasiyanın əsas müddəaları, Ali Attestasiya Komissiyasının mövcud siyahısında tövsiyə olunan 3 monoqrafiya və 17 xaricdəki nüfuzlu nəşrlərdə dərc olunan 72 məqalə və hesabatda öz əksini tapmışdır.

## **Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı**

Dissertasiya işi AMEA-nin Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilib.

## **Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.**

Dissertasiya işi girişdən (7321 işarə), 6 fəsildən (1-ci fəsil – 9021 işarə, 2-ci fəsil – 27867 işarə 3-cü fəsil 55732 işarə, 4-cü fəsil – 45367 işarə, 5-ci fəsil – 98078 işarə, 6-cü fəsil – 11893 işarə), və 29 alt fəsildən ibarətdir. İşin həcmi: 383 səhifə, 227 illüstrasiya və 24 cədvəl. İstifadə olunmuş ədəbiyyata 324 adlar daxildir.

Müəllif elmi məsləhətçisi, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademiki İ.S.Quliyevə, SSRİ Elmlər Akademiyasının akademiki Yu.V. Proxorova, professor Ian Lerçə, və əmək fəaliyyəti zamanı birgə işləyən bütün geoloqlara minnətdarlığını bildirir. Onlardan geologiya və riyaziyyat sahəsində qazandığı biliklər sayəsində bu işin yaranması mümkün olmuşdur.

## **I fəsil. Məsələnin tarixi və mövcud vəziyyəti.**

Risqlərin kəmiyyət qiymətləndirməsinin başlanması 17-ci əsrə aiddir və qumar oyunlarında risqlərin hesablanması ilə əlaqələndirilir. Huygens, Ferma, Paskal, Bernoullinin əsərlərində ehtimal nəzəriyyəsinin əsasları qoyulmuşdur. İqtisadi risk analizinin əsasları Cozzolino, Rose, Megill, Capen, Lurch, McKay tərəfindən qoyulmuşdur. Hal-hazırda, ən çox yayılmış metodlar Rose & Associates LLP proqram məhsullarında toplanır.

İlk dəfə olaraq geoloji risklərin qiymətləndirilməsi məsələləri Harbaugh və s. kitabında göstərilmişdir (1977). 1990-cı illərdən bəri bu sahə neft şirkətləri daxilində uğurla və sürətlə inkişaf etmişdir. Hal-hazırda demək olar ki, şirkətlərin çoxunda Schlumberger tərəfindən hazırlanmış GeoX proqramından istifadə olunur. Bəlkə də hazırda bütün şirkətlərin yanaşmalarının əsas ümumi çatışmazlığı risklərin potensial resurslardan asılı olmadan qiymətləndirilməsidir. Bu qiymətlər isə bir-birindən asılıdırlar. Bu baxımdan, ilkin risk qiymətləndirmələri ilə kəşfiyyat işlərinin uğur göstəriciləri arasında uyğunsuzluqlar mövcuddur. Dissertasiya işində bu çatışmazlığı aradan qaldırmağa yönəlmiş yeni bir metod təklif olunur. Bu üsul SOCAR-ın geoloji risk strategiyasının əsasını qoyub.

1970-ci illərin axırlarında Exxon mütəxəssisləri tərəfindən sek-

vens- stratiqrafiya konsepsiyası irəli sürülmüşdür. Lakin ilk dəfə BP şirkəti bu yanaşmadan geniş şəkildə istifadə edərək, mükəmməl hövzə analiz sistemi yaratmışdır. Bu üsulun son məqsədi regional geoloji risk xəritələrini tərtib etməkdir. Hal-hazırda bu metod bütün aparıcı şirkətlər tərəfindən geniş yayılmışdır və istifadə olunur.

Geoloji təhlükənin keyfiyyətə qiymətləndirilməsi çoxdan öyrənilmişdir. Dünyadakı təbii fəlakətlərin tarixi təsvirləri məlumdur. Bağirov, Nadirov və Lerçin əsərləri geoloji təhlükələrlə əlaqəli risklərin keyfiyyətə qiymətləndirilməsinə dair ilk işlərdən biri hesab edilə bilər. Əsas nəticələr Lerç və Bağirovun monoqrafiyasında (1999) toplanmışdır.

## **II fəsil. Geoloji risklərin qiymətləndirilməsinin nəzəri əsasları.**

Risk dedikdə, nəticədə maliyyə itkilərinə, insanların həyatına və ya sağlamlığına zərər verə bilən və ya ətraf mühitə mənfi təsir göstərə biləcək hadisələrin ehtimalını nəzərdə tuturuq. Neft sənayesində geoloji risk dedikdə, geoloji parametrlərin qiymətlərinin yataqların mövcudluğuna imkan verməyən hədlər daxilində olması ehtimalı, ya da müəyyən bir müddətdə fəlakətli geoloji hadisələrin baş vermə ehtimalı kimi başa düşülür. Beləliklə, geoloji risklərə bir tərəfdən, geoloji model əsasında müəyyən edilmiş müvafiq parametrlərin qeyri-müəyyənliyi, digər tərəfdən isə bu modelin reallığa uyğun gəlməməsi ehtimalı səbəb olur. Dissertasiya işində parametrlərin və risklərin təsvirinə ehtimal yanaşma istifadə olunur. Hər bir geoloji parametrin qeyri-müəyyənliyi müvafiq təsadüfi dəyişən və ya təsadüfi fəzanın  $f(x)$  paylanması ilə təsvir edilə bilər. Əgər hansı bir parametr müxtəlif fərziyyə və ya model əsasında fərqli nəticəyə gətirirsə, onda o parametri təsvir edən ümumi paylanma, qismən paylanmanın qarışığı ilə ifadə edilə bilər

$$w(x) = \sum_k p_k f(x, \theta_k)$$

Ehtimal paylanmaların qarışıqları metodu, risk qiymətləndirilməsinin nəzəri əsaslarının təməl daşığıdır. Bu metodun nəzəri cəhətləri müəllif tərəfindən ilk əsərlərində tədqiq edilmişdir [1], [2].

Modellərin qurulmasında, eləcə də ehtiyatların və resursların qiymətləndirilməsində çox vaxt mürəkkəb iterativ hesablamalar istifadə olunur. Giriş parametrləri qeyri-müəyyən olduqda, onların hər biri təsadüfi dəyişkən hesab oluna bilər. Bu halda çıxış parametrlərin qeyri-müəyyənliyini təsvir etmək üçün Monte Carlo metodu tətbiq oluna bilər. Lakin modelin qurulması çox vaxtaparan hesablama pro-



sesidirsə, Monte Carlo yanaşması məqbul hesab edilə bilməz. Belə bir vəziyyət üçün ilk dəfə ədədi metod hazırlanıb və onun alqoritmi və proqramı yazılıb. Fəzanın hər nöqtəsində hər bir çıxış parametrlərinin qiyməti loqnormal paylanmaya tabe olduğu güman edilirdi.

$$E_1(R) = (1/2)\exp(\mu^2/2)[R(p_{max}\exp(-\mu)+R(p_{min}\exp(+\mu)$$

burada,  $R$  çıxış parametrlərinin vektoru  $p$  isə müstəqil giriş parametrlərinin vektorudur. Qəbul edək ki, bu giriş parametrləri üçbucaqlı paylanma ilə təsvir olunur ( $p_{min}$ ,  $p_{likely}$ ,  $p_{max}$ ). Bu halda, çıxış parametrlərinin dispersiyası iterativ düsturla hesablanfa bilər

$$\mu^2 = \ln\{1 + (1/2)\sum_i \alpha_i [R(p_{max}) - R(p_{min})]^{2l} R(p_{max})(1 + 0.5\exp(\mu^2/2 - \mu)) + R(p_{min})(1 + 0.5\exp(\mu^2/2 + \mu))\}^{-2}$$

harada,  $\alpha_i = \sin^4 \theta_i + \cos^2 \theta_i$ ,  $\sin^2 \theta_i = (p_{likely,i} - p_{min,i}) / (p_{max,i} - p_{min,i})$

Dissertasiya işində zaman faktoru ilə əlaqəli risklər də araşdırılmışdır, yəni bir hadisənin müəyyən bir müddətdə baş verməsi və ya baş verməməsi ehtimalının qiymətləndirilməsi üsulları təklif olunmuşdur. Bu ehtimalları qiymətləndirmək üçün təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinə tətbiq etmək təklif olunur. Xüsusilə,  $t$  il ərzində nadir hadisələrin (təbii fəlakətlər kimi) sayının  $k$ -a bərabər olma ehtimalı Puasson prosesi ilə təsvir edilə bilər.

$$P(X=k) = \exp(-\lambda t) (\lambda t)^k / k!$$

Bu vəziyyətdə, ən yaxın bu cür hadisənin gözləmə müddəti eksponensial paylanması ilə təsvir edilə bilər

$$f(x) = \lambda \exp(-\lambda x)$$

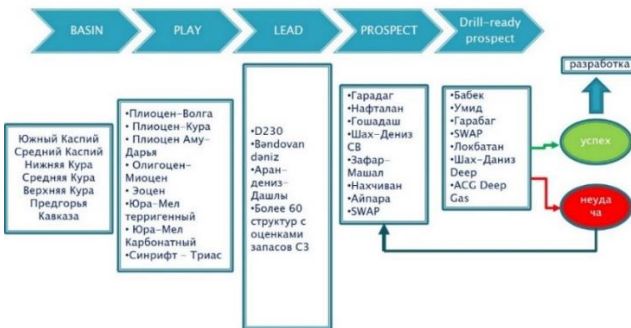
Beləliklə, geoloji təhlükələrlə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi bu hadisələrin tezliyinin statistik qiymətləndirilməsi ilə uyğunlaşdırılır. Məsələ burasındadır ki, bu fenomenlərin nümunələrində sisteməlik boşluqlar var. Müəllif boşluqlarla müşahidələrin statistik qiymətləndirilməsi üçün metod təklif etmişdir.

*Axtarış-kəşfiyyat işlərinin müxtəlif mərhələlərində (müxtəlif səviyyələrdə) riskin qiymətləndirilməsi metodologiyası*

Axtarış - kəşfiyyat işləri çox mürəkkəb bir prosesdir. Yüksək dərəcədə qeyri-müəyyənlik şəraitində uğurlu qərar qəbul etmək, geoloji proseslərin dərinədən başa düşülməsini tələb edir və bu, yalnız regional baxışla mümkündür. Beləliklə, perspektivlərin öyrənilməsi və qiymətləndirilməsi aşağıdakı diaqramda (şəkil 1) göstərilədiyi kimi hövzə miqyasından fərdi struktur səviyyəsinə qədər davam edir.

Ümumilikdə axtarış prosesi Şəkil 2-də göstərilmişdir. Bu diaqram müəllif tərəfindən tərtib edilmiş və SOCAR tərəfindən axtarış-kəşfiyyat işlərinin əsas sxemi kimi qəbul edilmişdir. Tədqiqatın hər mərhələsində (hövzə, çökmə kompleksi, fərdi struktur səviyyəsində) kəşfiyyatçılar geoloji risklərin obyektiv qiymətləndirilməsi problemi ilə qarşılaşırlar. Dissertasiyanın bu hissəsində aparılan işlərin bütün səviyyələrində geoloji risklərin qiymətləndirilməsi üçün metodologiyası göstərilir.

## Уровни поисково-разведочных объектов



Şəkil 1. Müxtəlif səviyyəli axtarış-kəşfiyyat işlərinin sxemi

## Стадии поискового процесса



Şəkil 2. Axtarış prosesinin müxtəlif mərhələlərində həll ediləcək hədəflər və qarşısında qoyulan məsələlər.

### **Fəsil III. Hövzə boyu geoloji risk qiymətləndirmə metodologiyası.**

Hövdələri təhlil edərkən, ilk növbədə, onun növünü müəyyənləşdirmək, tektonik proseslərlə əlaqəli geoloji inkişaf mərhələlərini təyin edib, meqakompleksləri ayırmaq vacibdir. Hövdələrdə mövcud olan əsas meqakomplekslərin növlərini sin-rift, post-rift, dağətəyi, dağlararası və qövs-ətəyi kimi xüsusi qeyd etmək olar. Dissertasiya işində 12 növ hövdədə çökmə şəraiti təhlil olunur və hər biri üçün ana süxurlar, rezervuarlar (keçirici laylar), örtüklər, tələlər və miqrasiya yollarının mövcudluğu riskləri qiymətləndirilir. Beləliklə, təklif olunan cədvəllərdən istifadə edərək neft şirkətləri yeni bir bölgədə kəşfiyyat işlərinə başlayarkən ümumi geoloji riskləri əvvəlcədən qiymətləndirə və araşdırmalarını ən qeyri-müəyyən amillərə yönəldə bilər.

Statistik məlumatlar olarsa, onların əsasında hövzə miqyasında KH yığılması riskləri qiymətləndirilə bilər. Ancaq bu problemi həll etmək üçün hər hövzə öz fərdi yanaşmasını tələb edir.

Nümunə olaraq Orta Xəzərin Mezo-Kaynozoy çökmə kompleksinin hövzə analizi verilmişdir.

İlk növbədə göstərilir ki, müəllif tərəfindən qurulmuş regional profillər və xronostratiqrafik sxem (Willer diaqramı) əsasında hövdədə 5 meqasikla ayırıla bilər: sinrift (Aşağı və Orta Trias), alt post-rift (Üst Trias - Yura), üst post-rift (Təbaşir), alt dağətəyi kompleks (Paleosen-Meotis), və üst dağətəyi kompleks (Pont-Abşeron). Bütün bu meqa ardıcılıqlar regional tektonik proseslərə bağlanmışdır (Şəkil 3).

Sinrift kompleksi - Aşağı və Orta Trias. Paleo-Tetis ocean qabığının Hersin platformasının altına subduksiya nəticəsində bu platformada aktiv açılma baş verib. Burada, Aşağı və Orta Trias dövründə, qırmızı rəngli terrigen və vulkanogen süxurlar Orta Triasda isə əsasən karbonat süxurları əmələ gəlib. Üst Yura dövründə, Kimmeriya mikroplitələr sisteminin bir hissəsi olan İran kratonu ilə platformanın toqquşması səbəbindən hövdədə rift rejimi kəsilmişdir. Bu toqquşma, inversiyalar və aktiv eroziya ilə müşayiət olunan sıxılma rejiminə səbəb olmuşdur.

Sinrift çöküntü şəraitində, xüsusilə Orta Trias dövründə, ana süxurların əmələ gəlməsi üçün əlverişli hesab edilə bilər.

Manqışlakin zəngin yataqlarının əsas karbohidrogen mənbələri

məhz bu ana süxurlarıdır. Rezervuarlara gəldikdə, Aşağı Yura vulkanik-terrigen süxurları yaxşı kollektor rolunu çətinliklə oynaya bilər. Digər tərəfdən, Orta Yura karbonatların yuyulmuş səthlərində aktiv karst əmələ gələ bilər və buna görə də yaxşı tutumlu xüsusiyyətlərə malik ola bilər.

Alt post-rift çöküntü kompleksi. Orta Xəzərdə rift fazası passiv kanar mərhələsinə keçməmişdir. Qitənin İran mikroplitası ilə toqquşması səbəbindən açılma prosesi dayanmışdır. Triasın sonlarından başlayaraq burada yalnız kontinental çöküntülər üstünlük təşkil edir və Yuxarı Trias dövründə bu çöküntülər yalnız sinrift kompleksinin çöküntü süxurlarının sıxılması nəticəsində yaranmış çökəklikləri doldurur. Buna görə də yuxarı Triasın çöküntüləri Orta Triasın çöküntüləri ilə uyğunsuz şəkildə üst -üstə düşür. Yura dövrünün əvvəlində Cənubi Xəzər hövzəsi açılmağa başladı və bu da Orta Xəzər hövzəsinin çökməsinə səbəb oldu. Aşağı Yura dövründə kontinental çöküntü rejimi demək olar ki, indiki Orta Xəzərin bütün ərazisində üstünlük təşkil edirdisə, Aşağı Yuranın sonundan başlayaraq kontinental qabığının nazılması və dənizin tədricən irəliləməsi başladı.

Orta Yurada, kontinental rejim və dayaz dəniz rejimi ilə əvəzlənir. Və yalnız Oksford zamanında burada dəniz rejimi tamamilə hökm sürür və Oksford gilləri yığılır, sonra Kimmeridgiya mergelləri ilə əvəz olunur.

Üst Yuranın Titon dövründə dəniz səviyyəsində kəskin bir düşmə baş verir. Orta Xəzərdə şelfin çox hissəsində çökmə prosesi dayandırılmışdır. Və qitə yamacında karbonat rifləri əmələ gəlmişdir. Eyni zamanda, rif baryerlərinin yaratdığı laqunalarda qalın duz yataqları yığılır.

Yuxarı post-rift çöküntü kompleksi. Əslində, sinrift meqa ardıcılığını iki fərqli hissəyə bölən Titon fasiləsidir. Post-rift kompleks olaraq aşağı hissədən fərqlənə bilər: Təbaşir dövründə karbonat çöküntüləri üstünlük təşkil edir.

Demək olar ki, bütün Təbaşir dövrünü əhatə edən inkişafdan sonrakı inkişafın yuxarı mərhələsi, qitənin başqa bir Kimmeriya mikroplitası - Kiçik Qafqazla toqquşması ilə başa çatdı. Bu toqquşma Triasın paleoqrabenlərinin üzərində yerləşən inversiya strukturlarının yaranmasına səbəb oldu.

KH sistemlərinin komponentləri baxımından aşağıdakıları qeyd etmək olar:

Ana süxurlarının əmələ gəlməsi üçün ən yaxşı şərtlər Alt və Orta Yura yataqlarıdır. Əsasən bunlar terrigen süxurlardır və buna görə də gözlənilən üzvi maddələr aşağı Hİ dəyərlərinə və yüksək qaz istehsal potensialına malik kontinental (D / E / F tipli) olacaqdır. Transgressiv çöküntü dövrləri ilə əlaqəli dəniz ana süxurlarının əmələ gəlməsi yalnız Orta Yurada mümkündür. Rezervuarların əsas təbəqələri Orta Yura kontinental-sahil çöküntüləridir. Təbaşir bölümündə də rezervuarlar mümkündür. Oksford və Kimmeric mərhələlərinin Üst Yura yataqları regional örtük sayıla bilər.

Aşağı dağətəyi çöküntü kompleksi. Bu kompleks Paleosendən aşağı Miosenə qədər olan çöküntü yataqlarını əhatə edir. Hövzə Emba və Karatau sahələrində tektonik hərəkətlər nəticəsində əmələ gəlmişdir. Hövzə, böyüyən dağ sistemlərinin yüklənməsi nəticəsində şimal-qərbdən açılmağa başladı. Hövzə şimal-şərqdən cənub-qərbə doğru təsnif edilmişdir. Buna görə bölmənin aşağı hissəsi cənub-qərb hissəsində yoxdur. Orta Xəzər monoklininin mərkəzi hissəsində, üst hissəsi Miosenin sonlarında Cənubi Xəzər hövzəsinə doğru istiqamətini dəyişən paleo-Volqa tərəfindən yuyulmuşdur. Şəkil 2-dən görünüyü kimi, Paleo-Volqanın əsas kanalı bir yarım kilometr dərinliyə qədər geniş bir kanyonla kəsərək nəinki Paleogen, həm də Təbaşir çöküntülərini kəsir.

KH sistemləri baxımından, kompleksdəki ana süxurlar Maykop Qrupu ilə məhdudlaşa bilər və Terek-Xəzər hövzəsində KH yaradan əsas komplekslərdir. Bundan əlavə, şimal-şərqdə (çayın dərin hissəsində) Eosen mənşəli süxurların əmələ gəlməsi üçün yaxşı şərait vardır. Kompleks rezervuar süxurları cəhətdən kasıbdır. Buna görə də, yaranan karbohidrogenlər üst-üstə düşən meqakompleksdə axtarılmalıdır.

Yuxarı dağətəyi çöküntü kompleksi. Pliosen-Dördüncü dövrdə yığılmış bu kompleksin cənub hissəsində qalın çöküntü örtüyüdür və şimal-şərq istiqamətində demək olar ki, yoxdur. Bu, Böyük Qafqazın dağətəyi tipik bir çökəkliyidir. Əhəngdaşı ara qatlı qitə və dəniz çöküntülərindən ibarətdir. Rezervuar süxurlar və örtük süxurlar burada növbələnir. Yüksək oksigenli mühit yaradan çox yaxşı su dövrünü səbəbindən ana süxurlar demək olar ki, tamamilə yoxdur. Eyni zamanda bu kompleks rezervuar və örtük süxurlarla zəngindir. Mezo-Kaynozoyun bütün səviyyələri üçün KH sistem-

lərinin ayrı-ayrı elementləri ilə əlaqəli bütün risklər Cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəldə bu dövrdə çöküntü olmadığı göstərilir. Yaşıl aşağı risk, sarı nisbətən aşağı, narıncı nisbətən yüksək və qırmızı yüksək risk deməkdir. Bu cədvəl axtarış-kəşfiyyat işlərinin layihələndirilməsi üçün istifadə oluna bilər.

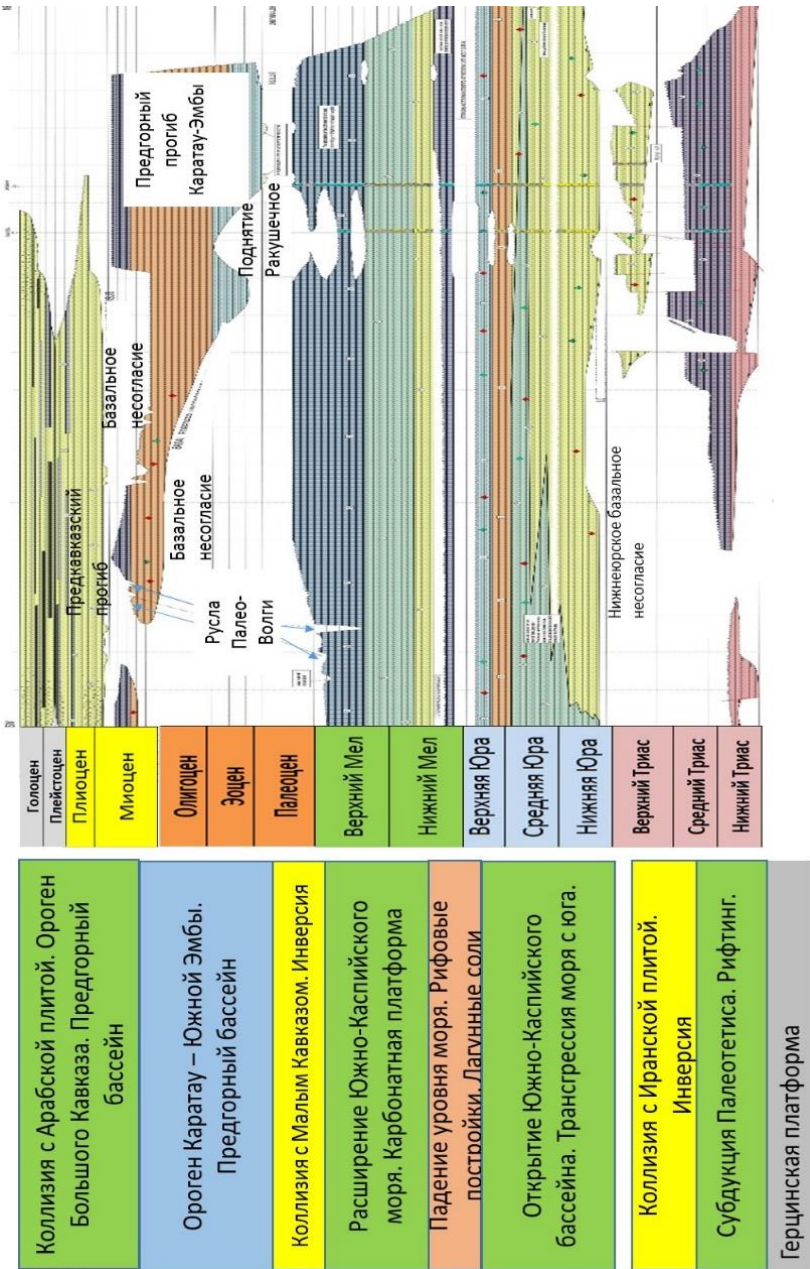
Şəkli tamamlamaq üçün bu hövzəyə xas olan struktur növləri üzərində də dayanmaq lazımdır. Hövzədə potensial və müəyyən edilmiş stratigrafik və litoloji tələlərə əlavə olaraq, yalnız iki növ struktur tələ var - inversiya və Siyəzən monoklinalı. Onların yaranma mexanizmini və vaxtını nəzərdən keçirək.

Üst Trias dövründə baş vermiş sıxılma rejimi nəticəsində ilk inversiyalar əmələ gəldi. Bu zaman çöküntülərin artması və qismən eroziya baş tutmuşdur. Bu vəziyyətdə, sinrift kompleksinin içərisində antiklinal quruluşlar meydana gələ bilərdi. İkinci inversiya dövrü, Təbaşir dövrünün sonunda, qrabenlər üzərində yüksəlişlər əmələ gəlmişdir. Bu struktur tələləri Yura və Təbaşir laylarına təsir etmişdir.

Növbəti tektonik hadisə, Ərəb plitəsi ilə toqquşma, Orta Xəzərdə demək olar ki, heç bir iz qoymadı. Səbəbi isə Siyəzən monoklinalının və onun dənizə doğru uzanmış davamının bütün yükü öz üzərinə götürməsidir. Titon dövründə rif adaları ilə ayrılmış laqunlarda yığılmış qalın duz təbəqələri olmasaydı, bu quruluş yaranmazdı.

Lateral stresin və şaquli yüklənmənin təsiri altında qalın təbaşir çöküntüləri ilə üst-üstə düşən bu duzlar yuxarıya doğru hərəkət etməyə başlamış və ehtimal ki, Paleogen dövründə tamamilə köç etmişdir. Eyni zamanda, üst-üstə düşən Təbaşir və Paleogen çöküntüləri əmələ gəlmiş boşluğa batmışdır. Diqqət yetirin ki, duzlar hərəkət etdiyi səth boyunca duz qalıqları (sözdə duz suvağı) bu səthləri "sürüşkən" etmişdir. Növbəti sıxılma rejimi zamanı təbəqələr bu səthlər boyunca hərəkət etməyə başladı və beləliklə diaqramda göstərilirdiyi kimi bir monoklinal meydana gətirdi.

Ümumi geoloji mühitə əsaslanaraq, işdə ilk dəfə təklif olunan metodologiyaya əsasən, HC sistemlərinin hər biri üçün risklər qiymətləndirildi (Cədvəl 1).



Şəkil 3. Orta Xəzərin xronostratigrafik sxemi

Cədvəl 1

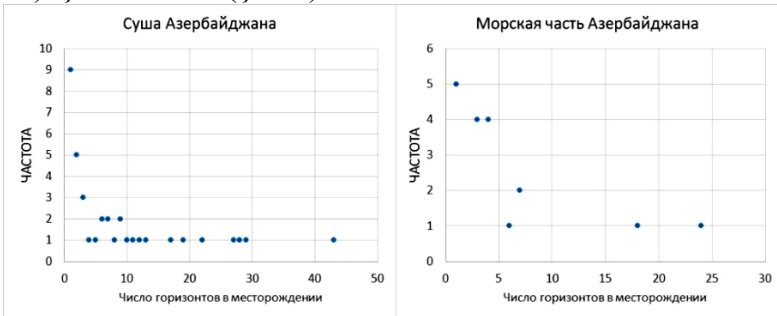
Orta Xəzərin fərdi stratigrafiq səviyyələri üçün karbohidrogen sistemləri elementlərinin keyfiyyət risk qiymətləndirməsi (yaşıl - aşağı risk, qırmızı - yüksək risk)

Отдел	Ярус/Свита	Мега-комплекс	Геологические риски			
			Материнские породы	Породы коллектора	Покрышки	Ловушки
Голоцен						
Плейстоцен						
Плиоцен	Апшеронский	Верхний предгорный комплекс				
	Акчагыльский					
	Аналог					
	Продуктивной Толщи					
Верхний миоцен	Понтический					
	Мэотический					
Средний миоцен	Сарматский					
	Тортонский					
Нижний Миоцен	Майкопская свита	Нижний предгорный комплекс				
Олигоцен						
Эоцен						
Палеоцен						
	Танетский					
	Датский					
Верхний Мел	Маастрихтский	Пост-рифтовый комплекс				
	Кампанский					
	Сантонский					
	Коньякский					
	Туронский					
Сеноманский						
Нижний Мел	Альбский					
	Аптский					
	Барремский					
	Готтеривский					
	Валанжинский					
	Бериасский					
Верхняя Юра	Титонский					
	Киммериджский					
	Оксфордский					
Средняя Юра	Келловейский					
	Батский					
	Байосский					
	Ааленский					
Нижняя Юра	Тоарский					
	Плинсбахский					
	Синемюрский					
	Геттангский					
Верхний Триас	Рэтский					
	Норийский					
	Карнийский					
Средний Триас	Ладинский	Син-рифтовый комплекс				
	Анизийский					
Нижний Триас	Оленекский					
	Индский					



*Axtarış-kəşfiyyat işləri zamanı risklərin qiymətləndirilməsi (Azərbaycan ərazisi nümunəsində).*

Azərbaycanın quru ərazisində 300-dən, dənizdə isə 65-dən çox struktur (potensial sahə) aşkar olunub (dənizdəki strukturların siyahısına, KH ehtiyatları sənaye baxımından az səmərəli kiçik tələlər daxil deyil). Bunlardan 37 quru yatağı (məhsuldar horizontların sayı 1-dən 37-yə qədər), 18 dəniz yatağı (məhsuldar horizontların sayı 1-dən 23-ə qədər) işlənmişdir (Şək 4).



**Şək. 4. Azərbaycanın quru və dəniz yataqlarında istismar obyektlərin (horizontların) sayının paylanması**

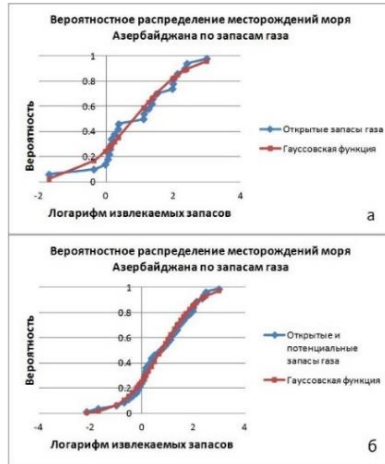
İqtisadi göstəriciləri nəzərə almamaq şərti ilə, hər hansı tələnin 0 məhsuldar horizonta malik variantı üçün riski qiymətləndirmək mümkündür. Beləliklə, məsələ yataqlarda olan horizontların paylanmasını təsvirinə enir. Təfərrüatları və riyazi hesablamaları kənara qoyaraq qeyd edək ki, Azərbaycan ərazisindəki ayrıca strukturda yığılma ehtimalı təxminən 30%, dənizdə isə 11%-dir. Qeyd etmək lazımdır ki, burada yataq yox, yığılı olan horizont nəzərdə tutulur.

*Hövzənin kəşf olunmamış ehtiyatlarının proqnozlaşdırılması metodologiyası (ehtiyatların artım əyrilərinin təhlili və ehtiyatların paylanma qanunu əsasında).*

Aşkar olunmuş ehtiyatların artım əyriləri və yataqların ehtiyatlara görə paylanması, şirkətlər tərəfindən çöküntütoplanma komplekslərinin kəşf edilməmiş karbohidrogen potensialını qiymətləndirmək üçün istifadə olunur. Lakin, bir qayda olaraq, bu qiymətləndirmələr daha çox keyfiyyət xarakteri daşıyır. Ehtiyat böyüməsi əyrisinin hiperbolik tangensin funksiyası ilə interpolasiyasına əsaslanan, müəllif tərəfindən ilk dəfə təklif olunan metod, kəmiyyət qiymətləndirmələrini

verməyə imkan verir. Bu metod Cənubi Xəzər hövzəsi də daxil olmaqla dünyanın onlarla hövzəsində sınaqdan keçirilmişdir (Şək. 5).

Qiymətləndirmələrə görə, Azərbaycanın quru ərazisindəki MQ-da ən çox ehtimal olunan aşkar olunmayan çıxarıla bilən ehtiyatlar 80-85 milyon tondur. Yataqların ehtiyatlara görə bölüşdürülməsinin ideal loqnormal qanunauyğunluğa tabe olduğunu düşünsək, bu ehtiyatlar hərəsi 4 ilə 20 milyon ton arasında çıxarıla bilən ehtiyatları olan 9-10 kəşf olunmamış yataqlarda cəmləşdirilməlidir. Azərbaycanın dəniz hissəsində statistik seçmə bir qədər məhduddur. Bu metod tətbiq edilərkən, dəniz sektorunun neft potensialı 7-15 milyon tonla qiymətləndirilir (potensial kondensat ehtiyatları nəzərə alınmır). Qaz yataqlarının axtarışı ilə əlaqədar olaraq, nümunə ölçüsü yetərli olmadığı üçün hiperbolik tangens metodu tətbiq oluna bilməz. Sahələrin qaz ehtiyatları ilə paylaşmasını təhlil edərək nümunəyə ideal loqnormal paylaşmanın əldə etmək üçün seçməyə hər biri 5-6 sayda olan ehtiyatları 1 milyard m<sup>3</sup>-dək və 1-10 milyard m<sup>3</sup> arasındakı və 50, 70 və 300. milyard m<sup>3</sup> ehtiyatlı bir yataq əlavə olunmalıdır.



**Şəkil 5. - Azərbaycan dənizində çıxarıla bilən qaz ehtiyatlarının loqarifminin ehtimal paylanması: a – aşkar olunmuş; b - aşkar olunmuş və potensial.**

Qeyd edək ki, burada söhbət yalnız yaxşı öyrənilmiş MQ kompleksindən gedir. Miosen, paleogen və mezozoy struktur səviyələri əlavə potensialı təşkil edə bilər.

**Fəsil IV. Çöküntütoplanma kompleksləri miqyasında geoloji risklərin qiymətləndirilməsi metodikası (pley).**

Pley və ya çöküntü kompleksi, müəyyən karbohidrogen sistemi ilə əlaqəli və ümumi rezervuarla bağlı olan neft və qaz kompleksinin paylanma sahəsi kimi başa düşülür. Ümumiyyətlə qəbul edilmiş təcrübəyə görə, hər bir kompleks üçün ümumi çöküntütoplanma mühiti xəritələrinin (GDE) qurulması təklif olunur. Çöküntütoplanma şəraitlərini 6 fərqli sinifə bölmək olar (kontinental şəraitindən dərin dənizə qədər), və onları da öz növbəsində 22 alt sinifə bölünə bilər. Dissertasiya ana süxurların, rezervuar və örtük komplekslərinin yaranması üçün əlverişli çökmə şərtlərinin ətraflı icmalını verir. Böyük həcmli faktiki materialın ümumiləşdirilməsi ilk dəfə hər bir çökmə şəraiti üçün karbohidrogen sistemlərinin müxtəlif elementlərinin olması üçün risk diaqramlarını hazırlamağa imkan vermişdir. Cədvəl 2 və 3-də dəniz şelfləri və kontinental yamaqların şərtləri üçün bu cür diaqramların nümunələrini təqdim edir.

**Cədvəl 2. Dəniz şelfi şəraitində geoloji risklər**

	Материнские породы		Резервуары	Покрышки
	Нефте-	Газо-		
Песчаные конусы выноса				
Глинистые				
Карбонатные платформы				
Рифовые фации				
Лагунные (зарифовые) фации				
Предрифовые фации				
Эвапориты				

**Cədvəl 3. Kontinental yamaqlar şəraitində geoloji risklər**

	Материнские породы		Резервуары	Покрышки
	Нефте-	Газо-		
Трансгрессивный тракт с восходящими течениями			сланцевые	
Трансгрессивный тракт с нисходящими течениями			сланцевые	
Тракт высокого стояния моря				
Тракт низкого стояния моря				
Карбонатные фации				

Təklif olunan alqoritm GDE xəritələrini risk xəritələrinə çevirməyə imkan verir. Bu proses Cənubi Xəzər dənizi timsalında nümayiş etdirilir.

*Cənubi Xəzərin PT üçün risk xəritələrinin yaradılması.*

Bütün Aşağı-Orta Pliyosen ərzində çökmə şərtlərinin əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdiyinə görə, PT-ni alt səviyyələrə bölmək və ayır-ayrılıqda GDE çökmə şərtlərinin xəritələrini düzəltmək məntiqlidir. İşdə belə xəritələrin nümunələrindən biri - Cənubi Xəzərin PT-nin aşağı hissəsi üçün təqdim edilmişdir.

*Ana süxurların olması ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

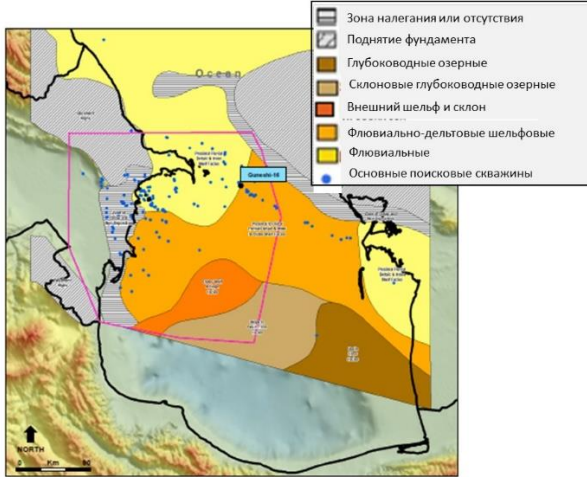
Cənubi Xəzərin ana süxurlarının geokimyəvi tədqiqatına dair çoxsaylı nəşrləri və hesabatları ümumiləşdirərək, Oligosen-Miosen süxurlarının üzvi maddələrini şərti olaraq 2 kateqoriyaya bölmək olar: 1) orta xüsusiyyətləri olan neft və qaz meyilli: TOC - 3,5% və HI = 400; və orta xüsusiyyətləri olan qaz meyilli: TOC = 1.5% və HI = 225; 2) nümunələrin birincidən 3 dəfə daha tez tapıldığını nəzərə alsaq, qaz mənbəyi süxurlarının təsirli qalınlığının neft və qaz mənbələri aralığının təsirli qalınlığından 3 qat daha yüksək olduğu güman edilə bilər. Bu məlumatlara əsasən və Şahdəniz yatağının qaz ehtiyatlarını və drenaj sahəsini bilməklə üzvi doymuş süxurların effektiv qalınlığını hesablamaq mümkündür (miqrasiya zamanı itkilər nəzərə alınmaqla), onlardan 800 metrədən 600-ü qaz mənşəli, 200-ü isə neft-qaz mənşəlidir. UEP 1 km<sup>2</sup>-ə təxminən 12 milyon ton neft ekvivalentidir. Bu, Cənubi Xəzərin Oligosen-Miosen intervalını planetin 5 ən zəngin ana süxurlarından biri halına gətirir.

Dissertasiya işində miqrasiya zamanı karbohidrogenlərin itkisini qiymətləndirmək üçün metod təqdim olunur. Bu itkilər birbaşa UEP və miqrasiya məsafəsi ilə bağlıdır. UEP çox yüksək olduğundan ilkin miqrasiya zamanı itki riskləri də əhəmiyyətsiz sayıla bilər. Cənubi Xəzərdə demək olar ki, hər yerdə bu intervallar generasiya pəncərəsində olduğunu nəzərə alsaq, ana süxurlarla əlaqəli risklər aşağı səviyyəli hesab edilə bilər.

*Rezervuarlar və kollektorlarla əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Cənubi Xəzərdə bu günə qədər tədqiq edilmiş sahələrdə MQ qumdaşıları əsas rezervuarlar rolunu oynayır. Aşağıdakı şəkildən (Şək. 6) görüldüyü kimi, MQ-ın aşağı hissəsində hövzənin cənub-

şərq hissəsində flüvial, flüvial-delta, eləcə də şelf, yamac və hətta dərin sulu göl çöküntüləri yayılmışdır. Kollektor xüsussiyətli və rezervuar baxımından ən aşağı risk flüvial qumlarla təmsil olunur, sonra isə bir qədər yüksək risk flüvial-deltadır. Buradakı göl çöküntüləri ümumiyyətlə alevrolitli və gilli fasiyalarla təmsil olunur və bu səbəbdən daha böyük risk yaradır.



**Şəkil 6. Aşağı Məhsuldar Qalınlıq üçün GDE xəritəsi.**

*Örtüklər və KH saxlama qabiliyyəti ilə bağlı risklərin qiymətləndirilməsi.*

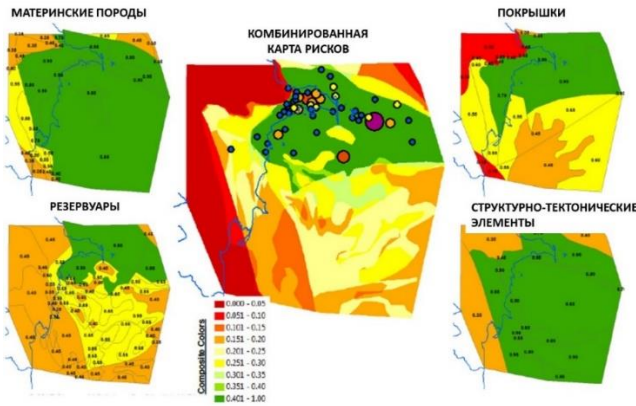
MQ kəsilişində qalın gilli layların olması örtük süxurlarının mövcud olma riskinin aşağı olduğunu göstərir. Məsələn, QÜG lay dəstəsinin göl gilləri MQ-ın Alt Şöbəsi üçün regional örtük kimi xidmət edə bilər. Eyni zamanda, yüksək çökmə sürəti səbəbindən bu gillərdə sıxlaşma prosesi tam getmir və bu da örtüklərin KH saxlama xüsussiyətləri üçün əlavə risklər yaradır. Örtüklərin müqavimətini artırma biləcək əlavə bir amil o süxurlardakı məsamə təzyiqi ilə rezervuarda olan lay təzyiqi arasındakı fərqdır. Təzyiq regressiyası kimi də bilinən bu fərq, karbohidrogen sütunu tərəfindən Arximed gücünə əlavə müqavimət yaradır. Bu fenomen davamlı rezervuar laylarında baş verir. Əksinə, təcrid olunmuş qumlu cisimlərdə gillərdəki məsamə təzyiqi rezervuar təzyiqinə çox yaxın olur və bu səbəbdən maye müqaviməti ilə əlaqəli risklər artır.

*Tələrlə əlaqəli risklərin və onların yaranma müddətinin qiymətləndirilməsi.*

Orta Xəzər və Orta Kür hövzələrindən fərqli olaraq, Cənubi Xəzərdə tələlər okean mənşəlidir. Kontinental litosferik plitənin altında gedən aktiv subdüksiya prosesi həm antiklinal, həm də qeyri-antiklinal tipli çoxsaylı tələlərin əmələ gəlməsi üçün əla şərait yaradır. Onların formalaşma zamanı ilə əlaqəli risklərə gəldikdə, bunlar minimaldır. Abşeron strukturunun çox gec əmələ gəlməsinə baxmayaraq, bu tələ karbohidrogenlə doludur.

*Kompleks geoloji risk xəritəsinin qurulması.*

Karbohidrogen sistemlərinin hər bir komponentinin risk xəritələri, Şəkil 7-də göstəriləyi kimi, hər nöqtə nəzərə alınmaqla ümumi birləşmiş geoloji risk xəritəsinə birləşdirilir. Bu prosedur ArcGIS-də (Coğrafi İnformasiya Sistemi) həyata keçirilir.

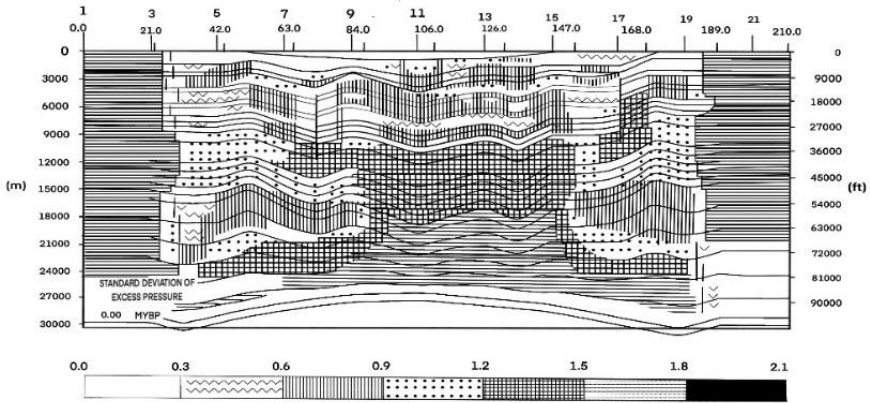


**Şəkil 7. Cənubi Xəzərin Məhsuldar laylarının aşağı hissəsi üçün geoloji risk xəritələri.**

*Hövzə modelləşdirməsinin nəticələri ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi metodikası.*

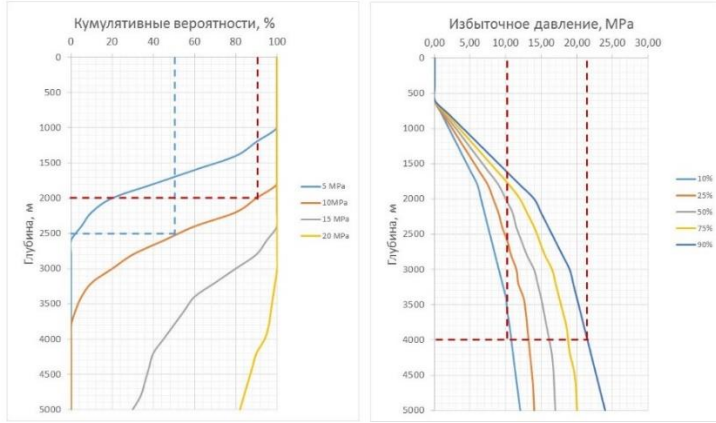
Axtarış-kəşfiyyat işlərində geniş istifadə olunan hövzə modelləri hövzələrin inkişaf tarixini, çökmə proseslərini, süxurların sıxlaşmasını, karbohidrogenlərin əmələ gəlməsini, miqrasiyasını və yığılmasını tarixi şəkildə bərpa edir. Hər hansı bir mürəkkəb kompüter modelində olduğu kimi, hövzə modelləşdirməsinin nəticələri çox sayda giriş parametrlərindən, həmçinin yuxarıdakı prosesləri təsvir

edən dinamik tənlidlərin əmsallarından, başlanğıc və sərhəd şərtlərindən asılıdır. Ancaq bütün bu parametrlərin və əmsalların qeyri-müəyyən təbiətinə görə simulyasiya nəticələri də qeyri-müəyyən olmalıdır. Bu məsələnin həlli üçün Monte Carlo metodu uyğun ola bilər və sadə bir ölçülü modellərdə istifadə olunur (məsələn, Trinity proqramında). Ancaq tam miqyaslı üçölçülü modellərdən danışırıqsa, müasir kompüter sistemlərində belə ədədi tətbiq çox vaxt ala bilər. Monte Carlo yanaşması hesablama prosedurunun çox sayda təkrarlanmasını tələb edir ki, bu da hesablama müddətini və saxlanılan məlumatların miqdarını mütənasib şəkildə artır. Beləliklə, hövzə modelləşdirməsi ilə əlaqəli riskləri minimum hesablanma ilə qiymətləndirmək üçün qoyulmuş problemi həll edəcək bir metodun seçilməsi zərurəti yaranır. İlk dəfə hazırlanmış metod modelin iki dəfə hesablanması nəticəsində həyata keçirilir: giriş dəyişənlərinin minimum və maksimum dəyərləri ilə.



**Şəkil 8. Modelləşdirilmiş profil boyunca əlavə təzyiğin dispersiyasının dəyişkənliyi**

Bundan əlavə, nəzəri hissədə göstərilən iterativ prosedurdan istifadə edərək, paylanmanın riyazi gözləntisi və dispersiyası fəzanın hər nöqtəsində hesablanır və beləliklə çıxış parametrlərinin hər birini təsvir edən kəmiyyətin paylanması tamamilə müəyyənləşdirilir. Şəkil 8 və 9-da, parametrlərin hər birinin qeyri-müəyyənlik və risklərinə dair bir xəritə və ya profil yaratmaq olar.



**Şəkil 9. Əlavə təzyiğin paylanması funksiyasının dəyişməsi və dərinliyi ilə kumulyativ ehtimallar.**

## **V fəsil. Fərdi sahə miqyasında geoloji risklərin qiymətləndirilməsi.**

Fərdi sahələr miqyasında geoloji risklərin qiymətləndirilməsinə yanaşmaların ümumiliyinə baxmayaraq, hər bir neft şirkətinin öz risk strategiyası var. Bu səbəbdən fərqli şirkətlər tərəfindən həyata keçirilən eyni sahə üçün risk qiymətləndirmələri çox vaxt fərqlənir. Bir qayda olaraq, tədqiqat sahəsindəki potensial karbohidrogen həcmlərinin qiymətləndirilməsi və risklərin qiymətləndirilməsi müstəqil olaraq həyata keçirilir. Proses, risklərin hər biri üçün qiymətləndirildiyi əsas risk parametrlərinin və ya qruplarının seçilməsindən ibarətdir. Əldə edilən ehtimalların hasilı ümumi geoloji riski əks etdirir. Bu yanaşmanın aşağıdakı mənfi cəhətləri var.

- Parametrlər müstəqil olmalıdır, lakin bunlar elə deyil (məsələn, məsamə təzyiqi eyni vaxtda həm süxurun məsaməliyini, həm də karbohidrogenlərin həcminə təsir edir)

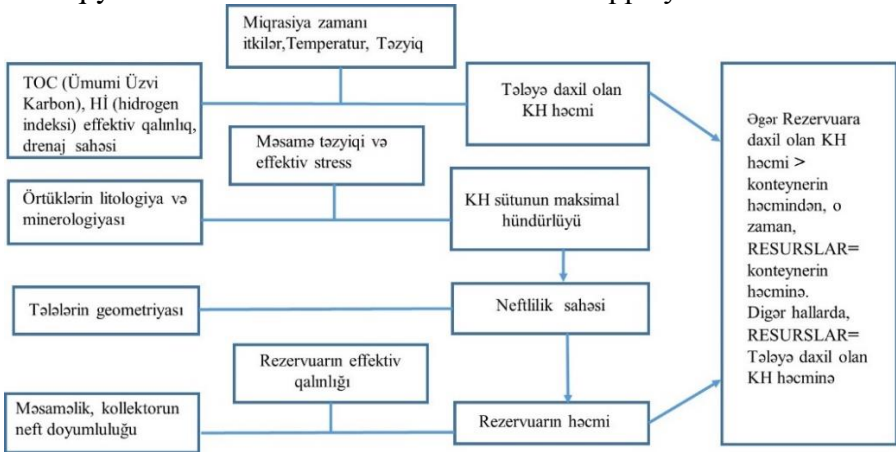
- Risk parametrlərinin sayı geoloji riskin qiymətləndirilməsinə birbaşa təsir göstərir (parametr nə qədər çox olarsa, risk o qədər yüksək olur)

- Karbohidrogenlərin potensial həcmələrinin ehtimal olunan həcmələri, parametrlərin hər birinin qeyri-müəyyənliyini nəzərə alır, yəni qismən riski nəzərə alır. Beləliklə, ikiqat risk düzəlişləri baş verir.



Dissertasiya işində, yuxarıda göstərilən çatışmazlıqların hamısını aradan qaldıran potensial resursların və risklərin birgə qiymətləndirilməsindən ibarət bir metod təklif olunur.

Təklif olunan metodun təsvirinə keçmədən əvvəl, əksər şirkətlər tərəfindən geniş istifadə olunan və Şəkil 10-da göstərilən mənbələrin qiymətləndirilməsinin ümumi sxeminə diqqət yetirək.



**Şəkil 10. Perspektivli sahənin resurslarını qiymətləndirmə sxemi**

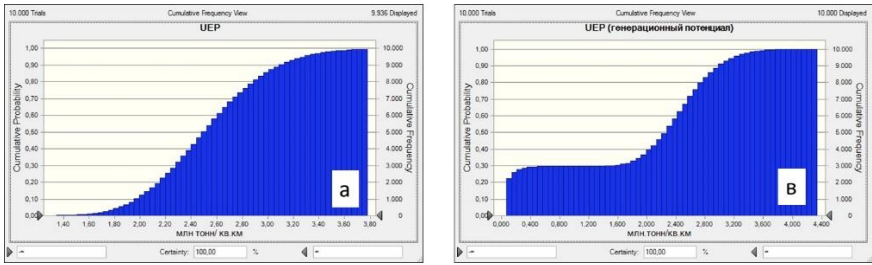
Diagramda göstəriləyi kimi, qərar qəbul etməyə təsir göstərən bir sıra parametrlər var. Onları məntiqi ardıcılıqla nəzərdən keçirək.

*Ana süxurların mövcudluğu və potensialı ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.* Çox vaxt, ana süxurlarını təsvir edərkən TOC qiyməti (üzvi karbonun miqdarı) və HI (hidrogen indeksi) öyrənilir. Eyni zamanda, ana süxurlarının keyfiyyətini izah edən digər bir vacib amil də üzvi doymuş intervalın təsirli qalınlığıdır. Bu üç parametrlər əsasən süxurun generasiya potensialını - UEP (Ultimate Expellable Potential) təyin edir. Bu amil, üzvi maddələrin KH-lərə tam çevrilməsi ilə 1 km<sup>2</sup>-dən əldə edilə bilən bir karbohidrogen kütləsidir. Adətən, UEP, təsadüfi bir dəyişənin paylanması ilə təsvir edilir və buna əlavə olaraq ana süxurun mövcudluğu riski də təqdim olunur. Bu prosesə birləşmiş yanaşma təklif olunur. Deyək ki, bəzi şərti ana süxurlar minimum, orta və maksimum qiymətlərlə üçbucaqlı paylanma ilə, müvafiq olaraq 3.5-4-5 % və 400-450-550 ilə təsvir olunan TOC və HI orta qiymətləri ilə xarakterizə olunur. Üzvi doymuş intervalın

qalınlığı ortalama 50 m və standart kənarlaşma 7 olan normal paylanma ilə təsvir edilir. Ana süxurun mövcudluğu riskinin 0,3 kimi qiymətləndirildiyini qəbul edirik (ana süxurun mövcudluğu 70%). Adətən, ana süxurun UEP-si qiymətləndirilir və sonra dəyərlər (P10, P50 və P90) müvəffəqiyyət ehtimalına vurulur. Müəllifin təklif etdiyi metodologiyaya görə, UEP-ni aşağıdakı kimi qiymətləndirərkən birbaşa generasiya potensialı riski nəzərə alınır. “Ana süxurlarının olmaması” hadisəsini, qalınlığı sıfıra bərabər olan üzvi maddə ilə doymuş kəsilişin tərifini kimi təyin edək. Ehtimal modelinin geoloji reallığı daha yaxşı təsvir etməsi üçün, bunun kifayət qədər kiçik bir orta qiymətə malik eksponent paylanma ilə təsvir edildiyini hesab edək. Bu vəziyyətdə qalınlığın paylama sıxlığı

$$w(x) = p_f \lambda \exp(-\lambda x) + p_s \exp(-(x-\mu)^2/2\sigma^2)/(\sigma\sqrt{2\pi})$$

düsturu ilə təsvir edilə bilər. Bundan əlavə, Monte Carlo metodundan istifadə edərək effektiv qalınlığı, TOC, HI və süxurların sıxlığını təsvir edən təsadüfi dəyişənləri çoxaltmaq olar. UEP-i təsvir edən təsadüfi dəyişənin paylanması Şəkil 11-də göstərilmişdir.



**Şəkil 11. Ana süxurun UEP-nin paylanması a - mövcud olma riski nəzərə alınmadan, b - risk nəzərə alınmaqla**

*Ana süxurların yetkinləşməsi ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Ana süxurlarının yetkinləşməsi ilk növbədə temperatur rejimi və onların dəyişmə sürəti ilə bağlıdır. Müasir və paleo-istilik axınlarının proqnozu, tektonik inkişaf tarixini, litosferin qalınlığındakı dəyişikliklərlə birbaşa bağlıdır və bunun əsasında temperatur rejiminin tarixini modelləşdirmək olar. Quyulardakı istilik ölçüləri və üzvi maddələrin yetkinlik göstəriciləri bu modelləri korrektə etməyə im-

kan verir və bununla da qeyri-müəyyənliyi azaldır. Digər bir qeyri-müəyyənlik süxurların istilik keçiriciliyindəki anomaliyalarla əlaqələndirilir. Xüsusilə, palçıq və ya duz diapirlərinin yetkinliyə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə biləcəyi müəyyən olunmuşdur. Beləliklə, yetkinliklə əlaqəli risklər yalnız modelin giriş parametrlərindəki qeyri-müəyyənliyin nəticəsidir.

*İlkin miqrasiya zamanı karbohidrogen itkisi ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Əmələ gələn karbohidrogenlər ana süxurlardan sıxışdırılır və ilk keçirici laya qədər gilli laylarla miqrasiya edirlər. Bu mərhələ ilkin miqrasiya adlanır. KH-in bir hissəsi ana süxurlarda qalır. Orada qalan KH-in kütləsi məsamə boşluğunun həcmi, qaz halında isə məsamə təzyiqləri ilə müəyyən edilir. Hesablamalar göstərir ki, lay temperaturu 125 ilə 160°C arasında, KH konsentrasiyası 25 milyon barelə bir kvadrat kilometrə çata bilər. Daha yüksək temperaturlarda bu neft qazla əvəz oluna bilər. Bu həcmələrə daha çox "şist" rezervuarların kəşfiyyatı, kəşfiyyatı və işlənməsi kimi baxmaq olar.

Ana süxurdan rezervuara miqrasiya zamanı da KH-in itkisi baş verir. Bu itkilərin miqdarı mənbə süxurlarının UEP-sindən, keçirici laya qədər olan məsafədən və miqrasiya yollarındaki süxurların litoloji tərkibindən asılıdır. Hər bir halda itkilərin miqdarı hövzə modelləşdirməsi yolu ilə qiymətləndirilə bilər. Ancaq ümumi vəziyyət üçün müəllif itki faktoru üçün ortalama bir düstur - ML çıxarmışdır;

$$ML = 1 - \exp(-d * 50 / UEP),$$

burada d – ana süxurdan keçirici laya qədər olan məsafədir.

*Örtüklərlə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Örtüklərin saxlama qabiliyyəti, layda saxlanılan maksimal KH sütununun hündürlüyü ilə müəyyən edilir. Bu xüsusiyyətlər süxurun litoloji tərkibindən, məsamə kanallarının ölçüsündən, örtükdəki və kollektordakı təzyiqlər fərqiindən asılıdır. Göstərilən geoloji parametrlərdəki qeyri-müəyyənlik əslində örtüklə əlaqəli geoloji riski müəyyənləşdirir. Müəyyən ehtimal dərəcəsi ilə örtük tamamilə olmaya bilər və davamlılığı diapirlər və ya tektonik qırılmalar tərəfindən pozula bilər. Şəkil 12 hipotetik örtüyün KH saxlama qabiliyyətinin paylanması göstərir.

Beləliklə, örtüklərlə əlaqəli bütün risklər təsvir olunan paylanmada əks olunur.

Layda statik tarazlıq, örtükdəki məsaməlik və kapilyar təzyiqlər və karbohidrogenlər tərəfindən yaranan Arximed qüvvəsi kompensasiya etdikdə baş verir.

$$p_{\text{пл}} + (\rho_{\text{B}} - \rho_{\text{H}})gH_{\text{H}} + (\rho_{\text{B}} - \rho_{\text{Г}})gH_{\text{Г}} = p_{\text{к}} + p_{\text{пор}},$$

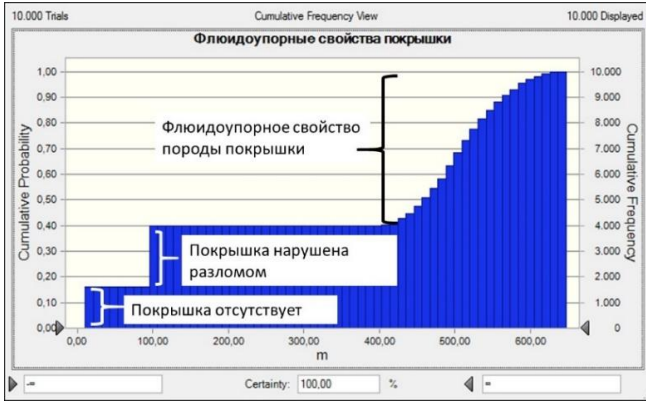
burada  $\rho_{\text{B}}$ ,  $\rho_{\text{H}}$ ,  $\rho_{\text{Г}}$  - rezervuar şəraitində suyun, neftin və qazın müvafiq olaraq sıxlığı;  $H_{\text{H}}$ ,  $H_{\text{Г}}$  - müvafiq olaraq neft və qaz yığımının hündürlüyü;  $p_{\text{пл}}$ ,  $p_{\text{пор}}$  - rezervuarda və örtükdə məsamə təzyiqi.

Qeyd edək ki,  $\Delta p = p_{\text{пл}} - p_{\text{пор}}$  həm müsbət, həm də mənfi ola bilər. Əgər  $\Delta p = 0$ , yəni örtükdəki məsamə təzyiqi rezervardakı lay təzyiqinə bərabər olduqda (eyni dərinliyə gətirilibsə) və buna görə də karbohidrogen sütunu yalnız kapilyar təzyiqlə tutulursa, örtük membran adlanır. KH sütununun arximed təzyiqi artdıqca, əks kapilyar təzyiqi artır. Bir anda o membrana dözmür və KH-lər yuxarı istiqamətdə rezervuarı tərk etməyə başlayırlar. Maye müqavimətini, yəni örtüyün ehtiva edə biləcəyi KH sütununun maksimum hündürlüyünü təyin edən bu kapilyar təzyiq örtüyün saxlama qabiliyyətini təyin edir.

Cənubi Xəzərdəki kapilyar örtüklərinin maye davamlı xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün təcrübələr aparılmışdır (təzyiq altında civənin süxura vurulması). Analizdə Bakı arxipelaqı ərazilərində 3500-6200 m dərinlikdən götürülmüş müxtəlif quyulardan 54 əsas nümunə götürülmüşdür. Nümunələrin böyük əksəriyyəti Balaxanı, Fasilə, Sabunçı QÜG/QÜQ lay dəstələrindən götürülmüşdür.

Eksperimental testlər göstərdi ki, ayrı-ayrı süxur nümunələri 1200 m-dək qaz sütununu saxlaya bilər. Nəzərə almaq lazımdır ki, sıxlığı neft sütununun hündürlüyü 25-30% yüksək olacaq.

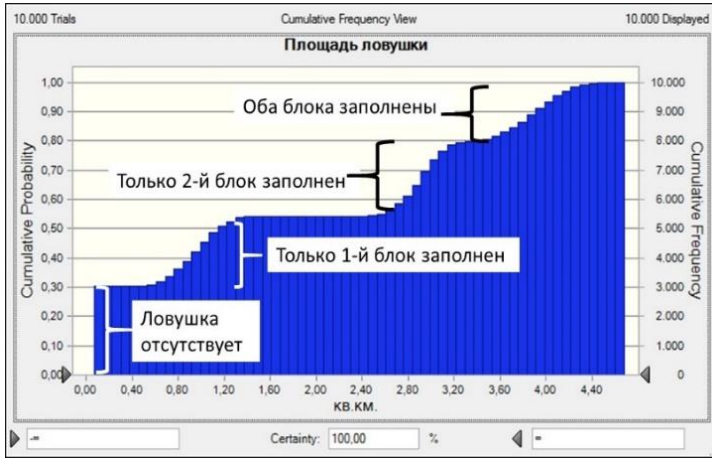
Xəzərin mərkəzi hissəsində yüksək çöküntü sürətlərinə görə (1,75 km / mln. II), hidrodinamik örtüklər üstünlük təşkil edir. Fasilə və Balaxanı lay dəstələrinin qumları davamlı olaraq Abşeron yarımadasına kimi uzanırlar və burada yer üzünə çıxırlar. Bu səbəbdən, rezervuarlarda lay təzyiqi örtüklərin məsamə təzyiqindən aşağıdır.



**Şəkil 12. Hipotetik örtük tərəfindən tutulan karbohidrogen sütunu: örtük yoxdur - 16% ehtimal, örtükün davamlığını pozan qırılma tağdan 100 metr aşağıda yerləşir - 24% ehtimal, 400-650 metrdeki göstəricilər arasında üçbucaqlı paylanma - 60% ehtimal.**

*Tələnin ölçüsü ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Aparılan tədqiqatlarda qeyri-ənənəvi tələlər (sinklinal, linzavari, şist) nəzərdən keçirilməyib. Yalnız ənənəvi tələlər nəzərdən keçirilir. Qeyd edək ki, təklif olunan üsul qeyri-ənənəvi yataqlara tətbiq oluna bilər. Hər şeydən əvvəl, ümumiyyətlə tələnin mövcudluğunun risklərini nəzərə almaq lazımdır. Həqiqətən də, üçölçülü seysmik tədqiqatlardan sonra iki ölçülü seysmik hissələrə əsaslanan tələlər kimi təsbit edilən strukturların içərisində bağlanma konturunun olmaması səbəbindən perspektivsiz olduğu halları (Azərbaycanda da daxil olmaqla) baş verir. Buna görə də hər hansı bir ərazidə tələnin mövcud olmama riski var. Eyni zamanda, doldurula bilən və ya əksinə boş olan tektonik blokların sayı da qeyri-müəyyəndir. Hipotetik bir nümunədən istifadə edərək tələlərlə əlaqəli riskləri necə təsvir edəcəyimizi nəzərdən keçirək. Müəyyən bir quruluşda sahəsi müvafiq olaraq 0,5-1-1,5 km<sup>2</sup> və 2,5-3-3,3 km<sup>2</sup> parametrləri olan üçbucaqlı paylanma ilə təsvir olunan iki tektonik blok olduğunu düşünək. Hadisələrin aşağıdakı ehtimallarla paylandığını fərz edək: "tələ yoxdur" - 0,3, "yalnız birinci blokda var" - 0,2, "yalnız ikinci blokda var" - 0,2, "hər iki blokda var" - 0,3 . Sonra, qarışıq üsuldən istifadə edərək, şəkil 13-də göstərdiyi kimi tələ sahəsinin paylanmasını təxmin etmək mümkündür.



**Şəkil.13. Riskləri nəzərə alaraq fərz olunan tələnin sahə paylama funksiyası**

### *Gil (palçıq) diapirləri ilə əlaqəli risklər*

Hər şeydən əvvəl, inkişaf edən palçıq diapirləri ətrafdakı birləşmələrdə çox yüksək gərginliklər yaradır və buna görə də örtüklərin bütövlüyünün qorunması baxımından risk faktorlarıdır.

Bir aspekt də maraqlıdır: palçıq diapirlərinin özləri örtük rolunu oynayırlar, və ya əksinə, KH-lər üçün kanal rolunu oynayıb ya taqları dağıdırlar? Hər şeydən əvvəl, diapirlər haqqında bildiklərimizdən istifadə edəcəyik. Əsasən, bu diapirlərin ölçüsü, dərinliyi və hündürlüyü haqqında seysmik xətlərdə siqnalın olmaması ilə nəticələr çıxarılıq və seysmik xətlərdə (xüsusən iki ölçülü xətlərdə) gördüklərimiz diapirin əsl konturu deyil. Bəzən iki ölçülü profillərdə siqnalın olmaması zonaları diapirin özündən daha dərinə müşahidə olunur. Eyni şəkildə, əsl enindən daha enli görünürlər. Buna görə diapirlərin həqiqi ölçüləri yalnız düzgün işlənmə ilə üçölçülü seysmik tədqiqat materialları ilə qiymətləndirilə bilər. Bu diapirlərin daxili quruluşu haqqında da heç nə bilmirik. Diapir kanalından heç bir kern nümunələri götürülməmişdir. Materialın tərkibi yalnız palçıq vulkanlarının tullantıları ilə qiymətləndirilə bilər və bu müxtəlif yaşlı süxurların qarışığıdır. Diapirin palçıqdan, vulkan çöküntülərindən tökülən palçıqdan ibarət olub-olmamasını, yoxsa əzilmiş sü-

xur qırıntılarından ibarət olduğunu təxmin etmək mümkündür. Bununla birlikdə, bu maddənin (diapirin gövdəsini təşkil edən) keçiriciliyinin daxil olduğu gil laylarından daha yüksək və qumlu-alevrolitli süxurların keçiriciliyindən daha aşağı olduğunu düşünmək daha çox ehtimal olunur. Buna əsaslanaraq, diapirin içindəki maddənin keçiriciliyinin qiyməti gillər və qumdaşı arasında olmağını qəbul etmək olar. Bunu nəzərə almaqla inkişaf edən diapir ilə hövzə modelləri qurulmuşdur. Simulyasiya nəticələri göstərdi ki, nisbətən yüksək keçiriciliyə görə (əhatə edən süxurların keçiriciliyi ilə müqayisədə), diapirin içindəki təzyiqlər gilli laylarında olan məsamə təzyiqlərindən daha aşağı olacaq. Bu fenomen, mayelərin çöküntülərdən diapirə davamlı hərəkət etməsinə səbəb olur və sonra bu mayelər süxur qırıntıları ilə birgə səthə çıxır.

Diapirlərlə qum layları arasında flüid axımları müxtəlif ola bilər. Əgər qum layında təzyiq reqressiyası yoxdursa və rezervuarda rezervuar təzyiq qradiyenti təxminən gillərdəki məsamə təzyiqi gradientinə bərabərdirsə, mayelər də diapir gövdəsinə sorulacaq və sonra səthə aparılacaqdır. Beləliklə, rezervuarda karbohidrogenlərin yığılması varsa, diapir dağıdıcı rol oynayacaq. Təzyiqdə reqressiya olarsa və rezervuarda təzyiq diapirə nisbətən daha aşağı olarsa, təbii olaraq diapirdən rezervuara maye axımı baş verəcək. Buna görə də, bu vəziyyətdə diapir nəinki yığıcı dağıtımacaq, əksinə bu yığıcı yaranmasına töhvə verəcəkdir.

Beləliklə, təzyiq reqressiyasından asılı olaraq, diapirlər örtük, və ya kanal rolunu oynaya bilər.

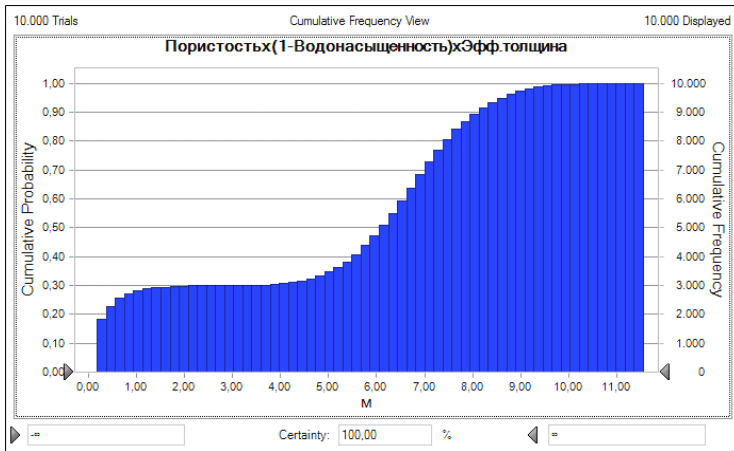
*Karbohidrogenlərin ikincil miqrasiyası ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

İkincil miqrasiyanın başlanğıcı karbohidrogenlərin birinci keçirici laya daxil olduğu andan etibarən qəbul edilir. Bundan sonra flüidlər tələyə çatana və ilk yatağı əmələ gətirənə qədər formasıyanın qalxması ilə yuxarı qalxmağa başlayırlar. Bundan əlavə, flüidin hərəkəti aşağıdakı parametrlərlə müəyyən edilir: strukturların hündürlüyü, örtüklərin saxlama qabiliyyəti, karbohidrogenlərin faza tərkibi, temperatur və təzyiq şərtləri. Bu xüsusiyyətlərdən asılı olaraq flüidlər lateral olaraq hərəkətlərini davam etdirə bilər, ya da örtükdən keçərək yuxarı horizontlarda toplana bilərlər. Beləliklə, ayrı-ayrı horizontlar və ya struktur-tələlər bütöv-

lükdə "miqrasiya kölgəsində" qala bilərlər.

*Rezervuarlar və kollektor xüsusiyyətləri ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Məsamə fəzasını təyin edən rezervuarlar və kollektor xüsusiyyətləri quyu məlumatlarına, layların yerüstü çıxıntılarına, palçıq vulkanlarının tullantılarına əsasən qiymətləndirilir. Seçilmiş nümunələr və ölçmələr araşdırılan quyuya nə qədər yaxın olarsa, məlumat o qədər etibarlı olur və buna görə də qeyri-müəyyənlik həddləri bir o qədər kiçik olur. Eyni zamanda, birbaşa ölçmələr olmadıqda, regional miqyaslı geoloji modellərdən istifadə edilməlidir. Bu modellərə əsasən, çöküntütoplanma şəraitini müəyyənləşdirmək və buna görə parametrləri tədqiq olunan struktur üçün istifadə edilə bilən analog sahələri seçmək mümkündür. Ancaq bu vəziyyətdə modelin özünün reallığa uyğun gəlməməsi ehtimalını nəzərə almaq lazımdır. Geoloji risklərin qiymətləndirilməsi metodu, ana süxurların risklərinin qiymətləndirilməsi ilə təxminən eynidir. Məsələlik və KH doyumluluqu təsadüfi dəyişənlər kimi təyin etmək təklif olunur, məsələn, üçbucaqlı paylanma ilə Şəkil 14-də göstərdiyi kimi qumların effektiv qalınlığının paylanması, bütövlükdə rezervuarın mövcud olma riskini nəzərə almaqla göstərilməlidir.



**Şəkil 14. Karbohidrogenlərin ərazi sıxlığının paylanması.**



Beləliklə, yuxarıda qeyd olunan iki qiymətin hasilı strukturda yerləşə bilən KH həcmi verir.



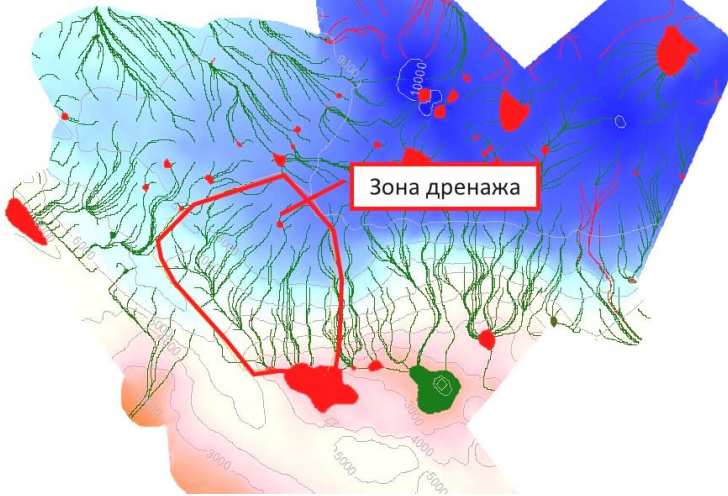
**Şəkil 15. Hipotetik tələdə olan karbohidrogenlərin həcmi paylanma funksiyası.**

*Cənubi Xəzərdəki hipotetik bir struktur üçün geoloji risk qiymətləndirmələri.*

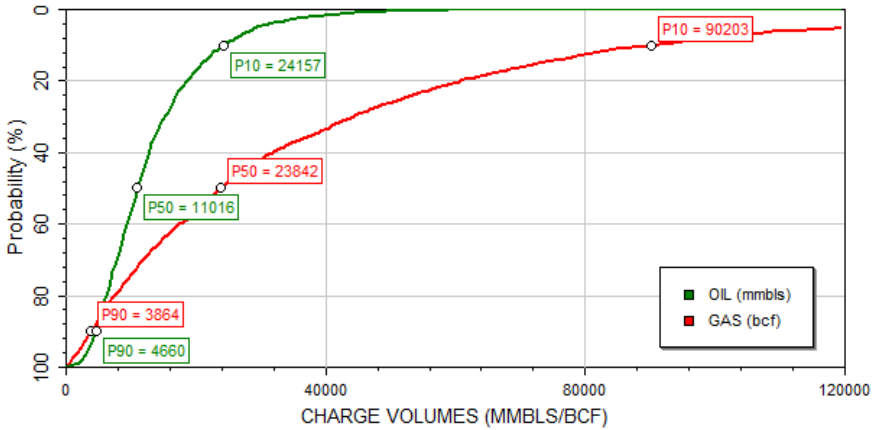
Bu nümunə şərtidir və perspektivləri Miosen və Aşağı Təbaşir kompleksləri ilə əlaqəli Şimali Abşeron qalxımlar zonasının strukturlarının şərtlərinə mümkün qədər yaxındır. Nümunə ona görə maraqlıdır ki, Miosen və Təbaşir çöküntüləri eyni struktur çıxıntıda yerləşməsinə və buna görə eyni mənbədən qidalanmasına baxmayaraq, geoloji riskləri son dərəcə fərqlidir. Buna görə də, bu nümunədən istifadə edərək riskləri və mənbələri qiymətləndirmək üçün təklif olunan kompleks metodu nümayiş etdirilir.

Qəbul edilən Oligosen-Miosen ana süxurları strukturun şimalında 2,5-3 km qalınlığa çatır. Yaranan karbohidrogenlər daha sonra çökəkliyin mərkəzindən kənarlara diametrik olaraq axır (Şəkil 16)

Trinity proqramında Monte Carlo metodundan istifadə edərək, təklif olunan strukturun drenaj sahəsindəki əmələ gələn KH-in həcm-lərini təxmin etmək mümkündür.



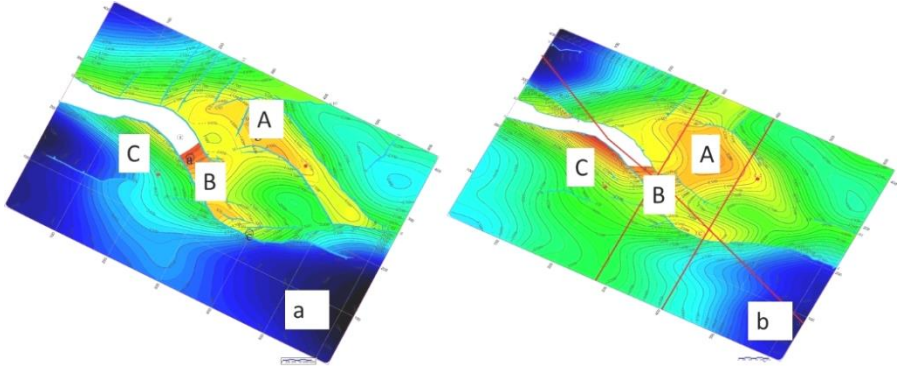
Şəkil 16. Şimali Abşeron çökəkliyində əmələ gələn KH-in miqrasiya sxemi



Şəkil 17. Təklif olunan strukturun drenaj zonasında yaranan KH həcmələrinin ehtimal paylanması

Şəkildən də görüldüyü kimi, minimal vəziyyətdə drenaj zonasında 640 milyon ton neft və 110 milyard kubmetr qaz generasiya oluna bilər. Strukturun ölçüsünün nisbətən kiçik olmasını nəzərə alaraq, bu həcm tələnı doldurmaq üçün kifayət etməlidir. İndi rezervuarın həcmını qiymətləndirək. Model olaraq bu ərazidə yerləşən struk-

turlardan birini götürək. Aşağıdakı xəritədən (Şək 18) görüldüyü kimi, bu sahə MQ-ın dabanına əsasən üç təcrid olunmuş tələdən və Təbaşir çöküntülərinin yuyulma səthinə görə üç günbəzdən ibarətdir.



**Şəkil 18. Tədqiq olunan sahənin səthlər boyunca struktur modelləri:  
a - MQ-nin dabanı və b - Maikop seriyasının dabanı**

KH miqrasiyası şimaldan baş verdiyi üçün minimum vəziyyətdə yalnız A zonası məhsuldar ola bilər. Bu variantda Miosen mərhələsi üçün sıfır seçim baxılmır. Ümumi sahənin ən ehtimal olunan ölçüsü A + B sahələrinin cəmi kimi qəbul edilə bilər. Maksimal variant kimi A + B + C sahələridir. Beləliklə, Miosen mərhələsinin neftli sahəsinin paylanması 5.2 - 15.7 - 18 km<sup>2</sup> ölçülü müvafiq parametrləri olan üçbucaq qaydası ilə təsvir edilə bilər. Təbaşir çöküntülərinə gəldikdə, fərdi tələləri ayırmaq mümkün deyil. Buna görə effektiv sahənin 0-dan 18 km<sup>2</sup>-ə qədər müntəzəm olaraq paylanmasını qəbul edə bilərik. Kəsilişdə Oligosen-Miosen yataqlarının qalınlığı 500-1000 metr arasında dəyişdiyini hesab edirik. Qumdaşının həqiqi qalınlığını qiymətləndirmək üçün yaxın ərazilərdə qazılmış quyulardan istifadə edilə bilər. Bu hissələrin petrofiziki analizlərinin nəticələrinə görə qumluluq əmsalı təmiz/ümumi nisbət (net/gross) 0,15-0,7 arası - orta qiymət 0,4, məsaməlik əmsalı isə 0,15-0,21 arası, orta qiyməti 0,17 dəyişir. Bu qiymətlər kəsilişin ümumi qumluluğunu və məsaməliyini təsvir edən üçbucaqlı paylanmanın parametrləri kimi qəbul edilə bilər. Təbaşir çöküntüləri hissəsindəki rezervuarlara gəldikdə, onlar haqqında məlumatlar son dərəcə qeyri-müəyyəndir. Burada bəzi qum daşlarının ola biləcəyini ehtimal etmək olar. Təbaşir rezervuarları ilə

əlaqəli riski təyin etmək üçün, qalınlığını orta qiyməti 100 metr olaraq eksponensial paylanma ilə, məsaməlik isə Oliqosen-Miosen çöküntüləri kimi üçbucaqlı paylanma ilə təsvir oluna bilər. Miosen rezervuarının HC-doyma paylanmasının loqormal olduğu, ortalama dəyəri 0,35 və standart kənarlaşma 0,1 olduğu qəbul edilir. Eyni zamanda, rezervuarın tamamilə su ilə doyma riski 0,3 olaraq qəbul ediləcəkdir. Təbaşir rezervuarı üçün, mürəkkəb miqrasiya yolları səbəbindən risk daha yüksək olacaqdır. Şərti olaraq 0,6-ya bərabər götürərək. Son ehtiyat qiymətləndirmə üçün daha iki parametrim - neftin sıxlığının (ortalama dəyəri 0,85 və standart kənarlaşma 0,02 olan normal paylanmaya tabe olduğunu nəzərə almaqla) və rezervuar təzyiqinin paylanmasını ayırmaq lazımdır. Analoq ərazilərdəki məlumatlardan istifadə edərək, orta rezervuar təzyiqinin bölüşdürülməsinin ortalama 180 atm və Miosen çöküntüləri üçün 10 standart kənarlaşma ilə normal və minimum 300 atm ilə loqnormal, ortalama 360 atm və 30 standart kənarlaşma ilə paylanmasını hesab etmək olar.

Bütün bu parametrləri Crystal Ball simulyatoruna yerləşdirərək aşağıdakı proqnoz resursları hesablamaq olar. Qeyd edək ki, mövcud məlumatlar karbohidrogenlərin faza tərkibini əminliklə proqnozlaşdırmağa imkan vermir: neft, qaz və ya qaz papağı olan neft. Bu səbəbdən qiymətləndirmə neft və qaz üçün ayrıca aparılır.

Şəkil 19-dakı qrafiklər həm resursları, həm də geoloji riskləri əks etdirir. Beləliklə, Miosen çöküntülərində geoloji risklər (yığımların tamamilə olmaması ehtimalı) 20%, Təbaşirdə isə 60% təşkil edir. Təbaşir yığımları Miosenə nisbətən daha çox riskli, həm də resurs baxımından daha kiçikdir.

Resursların qiymətləndirilməsinə gəldikdə, maksimum halda (P10), Təbaşir çöküntülərində neft ehtiyatları 55 şərti vahid, Miosen çöküntülərində isə 300 şərti vahid təşkil edə bilər. Həm də qaz baxımından, Təbaşir çöküntüləri maksimum halda (P10) 25 şərti vahiddən yüksək olmayacaq və Miosendə 65 şərti vahid təşkil edə bilər. Ümumiyyətlə araşdırılan hipotetik ərazinin geoloji ehtiyatları median –P(50) varianında 150 şərti vahid neft və ya 35 şərti vahid qaz təşkil edə bilər. Maksimal (P10) variantında isə 350 şərti vahid neft və ya demək olar ki, 80 şərti vahid qaz ola bilər.



**Şəkil 19.** Tədqiq olunan strukturdakı neft resurslarının qiymətləndirilməsi: a - Miosen kompleksində, b - Təbaşir çöküntülərində, c - ümumi qiymətləndirmə və qaz resurslarının qiymətləndirilməsi: a - Miosen kompleksində, b - Təbaşir çöküntülərində, c - ümumi qiymətləndirmə

*İqtisadi risklərin təhlili üçün təbiiqlər. Potensial strukturların müəyyən edilməsi və qiymətləndirilməsi mərhələsində seysmik məlumatların pul dəyəri.*

Fərz edək ki, müəyyən perspektivli bir sahə qiymətləndirilir. Uğur ehtimalı  $p_s$ , uğursuzluq ehtimalı isə sırasıyla  $p_f = 1 - p_s$  olsun. Hesab edək ki, uğurlu olduğu təqdirdə, gözlənilən mənfəət  $G$  və bir quyunun qazma qiyməti  $C$  təşkil edir,

Nəticənin gözlənilən pul dəyəri EMV (expected monetary value) aşağıdakı düstur ilə hesablanı bilər

$$EMV = p_s(G - C) - (1 - p_s)C$$

EMV dəyəri əlavə məlumatların pul dəyərini qiymətləndirmək üçün istifadə edilə bilər. Tutaq ki, quyunu birbaşa qazmaq əvəzinə əlavə məlumat əldə etmək mümkündür. Ümumiliyi məhdudlaşdırmadan, fərz edək ki, məlumatları xərclər  $C_1$  ola biləcək seysmik kəşfiyyat yolu ilə əldə edə bilərik. Əldə edilən məlumatlar həm kəşfiyyat quyusunun müvəffəqiyyət ehtimalını, həm də potensial kəşf həcmlərinin təxminlərini dəyişməlidir -  $G_1$ . Üstəlik, müvəffəqiyyət ehtimalı arta da bilər, azala da bilər. Yəni, yeni məlumatlar mütləq riski azaltmır, amma qeyri-müəyyənliyi azaldır.

Tutaq ki, ilk mərhələdə sahənin struktur xüsusiyyətlərini aydınlaşdırmaq üçün seysmik kəşfiyyat işlərinin aparılmasına qərar verildi. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, işin xərcləri  $C_1$  olacaq. Uğurluluq ehtimalı  $p_s^*$ -ilə ifadə etdiyimiz müvəffəqiyyət halında, bir kəşfiyyat quyusunun qazılmasına qərar verilir. Əks təqdirdə, perspektivli qazma işlərindən imtina edilir. Geofiziki işlər nəticəsində əldə edilən yeni məlumatlar potensial ölçülərin ( $G_1$ ) və quyunun uğur ehtimalının qiymətlərini dəyişir -  $p_s^{**}$ . Bir quyu qazma dəyəri birinci halda olduğu kimi qalır ( $C$ ). Bu vəziyyətdə  $EMV_1$  aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$EMV_1 = p_s^* (p_s^{**} (G_1 - C) - (1 - p_s^{**})C) - (1 - p_s^*)C$$

Əlavə məlumatların əldə edilməsi yalnız  $EMV_1 > EMV$  olduqda məna verə bilər. Fərq ( $EMV_1 - EMV$ ) seysmik məlumatların pul dəyərinin kəmiyyət qiymətləndirməsidir.

Bir hipotetik nümunəyə baxaq. Tutaq ki, məhdud geofiziki məlumatlara əsaslanan bir strukturun dəlili var, amma tələyə dair heç bir dəlil yoxdur. Eyni zamanda, seysmik profillərdə karbohidrogenlərin birbaşa seysmik əlamətləri var (bunlar yığının mövcudluğunun sübutu deyil, lakin riskləri azaldır). Eyni zamanda, seysmik anomaliyaların təbiəti elədir ki, qaz yığınının ehtimalı neftə nisbətən daha çoxdur. Beləliklə, birbaşa axtarış qazmasını aparmaq üçün axtarış layihəsinin risklərini qiymətləndirək.

Tutaq ki, söhbət Azərbaycanın quru ərazisindən gedir və ana süxurlarla bağlı risklər cüzidir. Sahənin yaxınlığında sənaye əhəmiyyət

yətli yataqlarının olması da bunu göstərir. Regional tədqiqatlar həmçinin karbohidrogenlərin miqrasiya yollarının karbohidrogen yataqlarının, xüsusən də qazın əmələ gəlməsi üçün əlverişli olduğunu göstərir. Yaxında olan sahələrdən məlumatlar əsasında kifayət qədər etibarlılıq dərəcəsi ilə rezervuar qatlarının mövcudluğunu proqnozlaşdırmaq mümkündür.

Örtük süxurları əlbəttə mövcuddur, lakin struktur haqqında etibarlı məlumatların olmaması bu sahə üçün orta risk olduğunu göstərir. Nəhayət, ən böyük qeyri-müəyyənlik tələnin mövcudluğundadır. Beləliklə, bu hipotetik sahə üçün geoloji riskləri (daha doğrusu, müvəffəqiyyət ehtimalı) aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:

Ana süxurların mövcudluğu - 1.0

Miqrasiya yolları - 0.9

Kollektorların mövcudluğu - 0.9

Kollektor xüsusiyyətləri - 0.8

Örtüklər - 0.7

Tələnin olması - 0,5.

Ümumi müvəffəqiyyət dərəcəsi 0.22-dir (bu, 78% risk deməkdir).

EMV -nin dəyərini qiymətləndirmək üçün quyunun xərci və uğurlu olacağı təqdirdə potensial mənfəət haqqında fərziyyələr irəli sürmək lazımdır. Quyu qazmasının qiymətinin 6 milyon AZN olacağını düşünmək olar. Eyni zamanda, bir quyudan (bölgədəki digər qaz quyularına bənzətməklə) təxminən 24 milyon manat xalis mənfəət əldə edilə biləcəyini də güman etmək olar. Quyu uğurlu olarsa, bir sahənin kəşfi haqqında danışmaq mümkün deyil, çünki strukturu xəritələşdirmədən ehtiyatları təxmin edə bilmərik. Beləliklə, (5.9.1) düsturu ilə hesablanır

$$EMV = 0.22 \times 20,000,000 - 0.78 \times 6,000,000 = 600,000 \text{ manat.}$$

Alternativ plan 3,3 milyon manat xərc tələb edən seysmik kəşfiyyət işlərinin aparılmasıdır. Seysmik tədqiqatların mənfəi nəticə verəcəyi təqdirdə, qazmadan imtina səbəbiylə  $6 - 3.3 = 2.7$  milyon manat qənaət haqqında danışa bilərik. Ancaq tələ müəyyən edildikdə risklər əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Əlavə məlumatların ana süxurlar, miqrasiya, rezervuarlar və örtüklər haqqında biliklərimizi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirmədiyini düşünək. Sadəlik üçün, yalnız bir tələnin olması və ya olmaması haqqında məlumat gözlədiyimizi və müvəffə-

qiyyətli olarsa, tələnin ehtimalının 0,9-a yüksəldiyini düşünək. Və bu vəziyyətdə ümumi müvəffəqiyyət ehtimalı 0,41-ə yüksələcək (fərdi komponentlərin risklərinin məhsulu olaraq). Xatırladaq ki, birinci variantda tələnin olması ilə bağlı risklər 0,5 kimi qiymətləndirilmişdir. Beləliklə, istifadə olunan parametrlər aşağıdakı kimi olacaq:

$p_s^* = 0.5$  (seysmik məlumatı olmayan tələ ehtimalı),  $p_s^{**} = 0.41$ .  $C_1$  - qeyd edildiyi kimi, seysmik işlərin dəyəri 3,3 milyon qiymətləndirilir və quyunun qazılması  $C = 6$  milyon manatdır. Mənfəəti burada hesablamaq daha çətindir - sahə kəşf edildikdə  $G_1$ . Açıılışın potensial ölçüsünün 5 milyard m<sup>3</sup> olduğunu düşünsək, təxminən 450 milyon manatlıq bir pul təxmini verə bilərik. Və bu halda (2) düsturuna görə hesablanmış  $EMV_1$  88.8 milyon manata bərabər olacaq və seysmik məlumat olmadan  $EMV$  -nin cəmi 0.6 milyon manat olduğunu nəzərə alsaq, burada seysmik məlumatın dəyərinin olduğunu güman etmək olar. fərziyyə işi 88 milyon manatı keçdi.

*İqtisadi risklərin təhlili üçün tətbiqlər. Təxmini Risk Düzəliş edilmiş Dəyər və Kapital.*

Fərz edək ki, şirkət bütün riski öz üzərinə götürmək istəmir, lakin bəzi kəşfiyyat müəssisələrində səhm iştirakına ( $0 < W < 1$ ) razılıq verir. Bu vəziyyətdə düstur belə yazıla bilər.

$$EMV = W(p_s(G - C) - (1 - p_s)C)$$

Əlavə düzəlişlər üçün yeni bir iqtisadi parametr - "risk iştahı", RT (risk tolerance) tətbiq etmək lazımdır. Bu parametr şirkətin göstəricisidir və şirkətin riski qəbul etməsi səviyyəsini göstərir. Bu parametri istifadə edərək, Cozzolino, riskini nəzərə alaraq RAV (risk adjacent Value) qiymətləndirilən dəyərin qiymətləndirilməsi üçün bir formula təklif etdi.

$$RAV = -RT \ln[p_s \exp(-W(G - C)/RT) + (1 - p_s) \exp(WC/RT)]$$

Düsturu  $W$  -ə görə differensialını taparaq, RAV -ı maksimuma çıxaracaq  $W_{opt}$  -un optimal şərik payını tapa bilərsiniz.

$$W_{onm} = \{ \ln(p_s(G - C) / (1 - p_s)C) \} RT / (C + V)$$

Əgər  $EMV > 0$ .

Cosollino düsturu parabolik formada da yazıla bilər

$$RAV = W[EMV - 0.5p_s(1 - p_s)WG^2/RT],$$

burada  $0 < W < \min(1, 2ERT / (p_s(1 - p_s)G^2))$



Bu halda

$$W_{onm} = \min\{1, EMV RT / (p_s(1-p_s)G^2)\}$$

İndi eyni anda iki axtarış imkanını nəzərdən keçirəcəyik və şirkətin müəyyən bir B miqdarı ilə məhdudlaşdırılan büdcəsi olduğunu düşünək. Sonra onu formada yazı bilərik.

$$B = W_1 C_1 + W_2 C_2$$

burada - müvafiq olaraq  $W_1$  və  $W_2$ , birinci və ikinci müəssisədəki kapital iştirakı. Sonra RAV riski nəzərə alınmaqla qiymətləndirilən dəyərin ümumi təxmini kimi təqdim edilə bilər

$$RAV = W_1 [EMV_1 - 0.5p_{s,1}(1-p_{s1})W_1 G_1^2/RT] + W_2 [EMV_2 - 0.5p_{s,2}(1-p_{s2})W_2 G_2^2/RT]$$

$$W_2 = (B - W_1 C_1) / C_2 \text{ əvəz etmək}$$

RAV -ı artıracaq  $W_1$  və  $W_2$  dəyərlərini tapa bilərik

$$W_1 = D^{-1} [EMV_1 C_1^{-2} -$$

$$- EMV_2(C_1 C_2)^{-1}(1-(B/C_2)p_{s,2}(1-p_{s2})EMV_2^{-1} G_2^2/RT]$$

$$W_2 = D^{-1} [EMV_2 C_2^{-2} -$$

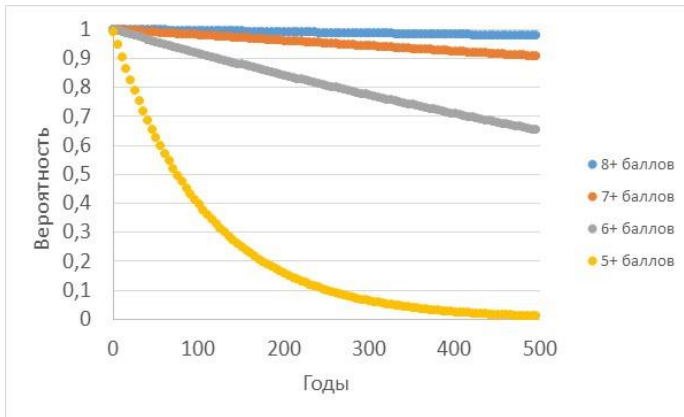
$$- EMV_1(C_1 C_2)^{-1}(1-(B/C_1)p_{s,1}(1-p_{s1})EMV_1^{-1} G_1^2/RT]$$

$$D = (p_{s,1}(1-p_{s1}) G_1^2 C_1^{-2} + p_{s,2}(1-p_{s2}) G_2^2 C_2^{-2})/RT$$

Bu düsturlardan istifadə edərək, məhdud büdcə ilə kapital iştirakının optimal faizini tapa bilərsiniz.

## **VI fəsil. İnsanlar, bina və tikililər üçün təhlükə yaradan geoloji kataklizmlərlə əlaqəli risklərin kəmiyyət qiymətləndirilməsinin metodoloji əsasları.**

*Zəlzələ ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.* Bu hissə zəlzələləri proqnozlaşdırmaq və ya bunlara səbəb olan hadisələrin dinamikasını öyrənmək vəzifəsi qoymur. Tapşırıq, statistik məlumatlara əsasən müəyyən bir tarixi müddət ərzində Cənubi Xəzərin hər-hansı bir bölgəsində müəyyən güclü zəlzələnin baş verməsi risklərini (və ya ehtimallarını) qiymətləndirməkdir. Zəlzələlərin sayının müəyyən bir müddət ərzində paylanması təsvir etmək üçün Puason prosesi istifadə edilmişdir. Təsadüfi prosesin parametrləri zəlzələlərə dair tarixi məlumatlar əsasında qiymətləndirilmişdir. Xəzər dənizindəki Çırağ ərazisi üçün zəlzələ riski sahələri Şək. 20-də göstərilmişdir.



**Şəkil 20. N il ərzində Çıraq ərazisində zəlzələ baş verməyəcəyi ehtimalının qrafiki.**

Bundan əlavə, seysmik dalğaların ən çox ehtimal olunan istiqamətləri proqnozlaşdırılıb. Bütün bunlar platformaların və digər dəniz infrastrukturunun inşası zamanı mümkün seysmoloji təsirlərin nəzərə alınmasını imkan verir.

*Palçıq vulkanlarının püskürmə tezliyinin və müəyyən bir vulkanda növbəti püskürmə üçün gözləmə müddətinin qiymətləndirilməsi.*

Vulkan püskürmələri, güclü zəlzələlər qədər "nadir hadisələr"-dir. Buna görə Puasson prosesinin modeli püskürmələrin tezliyini təsvir etmək üçün də əlverişlidir. Metodlardakı fərq, boşluqlarla statistika analizindədir. Zəlzələlər seysmik qəbuledicilər tərəfindən qeydə alınarsa, əksər hallarda yaşayış məntəqələrindən uzaqda yerləşən vulkan püskürmələri diqqətdən kənar qala bilər. Püskürmələrin qeydə alınmaması ehtimalı onun gücü və hadisənin baş vermə zamanı ilə bağlıdır. Həqiqətən, püskürmə nə qədər güclüdürsə, diqqətdən kənar qalma ehtimalı o qədər azdır. Digər tərəfdən, əgər 19-cu əsrdə püskürmələr sənədlərdə təsadüfi bir şəkildə qeydə alınırıdysa, artıq 20-ci əsrin 70-80-ci illərindən başlayaraq vulkanlar diqqətlə öyrənilmiş və hər il geoloq-vulkanoloqlar tərəfindən öyrənilmişdir. Müəllif yuxarıda göstərilən amilləri nəzərə alaraq, boşluqlarla püskürmə tezliyinin statistik təhlili üçün bir metod hazırlamışdır. Vulkan fəaliyyətinin gücünə görə bəzi təsnifatlarını inkişaf etdirərək və son 2 əsrdə

sabit püskürmələrin dinamikasını aşkar edərək, nəticəyə gələ bilər ki, hər il Azərbaycanda təxminən 9-10 palçıq vulkan püskürməsi baş verir ki, bunlardan 3-4-ü güclü və ya orta intensivdir. Bundan əlavə, bu rəqəmi müxtəlif vulkanlara paylayaraq, orta püskürmə tezliyini tapmaq mümkündür və ən yaxın hadisə üçün gözləmə müddətini təyin edə bilər. Xüsusilə, məsələn, Lökbatan vulkanında ən yaxın fəaliyyət üçün orta gözləmə müddəti təxminən bir il, orta və ya güclü püskürmə üçün isə təxminən 4 il ola bilər. 150-dən çox vulkanda ümumiyyətlə palçıq püskürməsi qeydə alınmayıb. Ancaq o demək deyil ki, bu vulkanlarda püskürmə ola bilməz. Belə vulkanlarda püskürmə üçün gözləmə müddəti 95 il kimi qiymətləndirilib, orta və ya şiddətli bir kataklizm üçün gözləmə müddəti 272 ilə çata bilər.

*Palçıq vulkanlarının püskürməsi zamanı qazın alovlanması təhlükəsi ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi.*

Tarixi məlumatların statistik təhlili (boşluqlarla) vulkan püskürmələri zamanı alov hündürlüyünün orta qiymətinin təxminən 75 metr olduğunu müəyyənləşib, lakin alovun hündürlüyünün bir kilometr sütununa çatdığı hallar da var. Risk qiymətləndirməsi baxımından püskürən mərkəzdən insanlar və texnologiya üçün etibarlı məsafəni planlaşdırmaq üçün ortalama dəyərlər deyil, ən pis ssenarilər əsas götürülür. Bu məqsədlə krater ətrafındakı istilik paylanması hesablaya bilən alovun dinamik və istilik modeli qurulmuşdur. Model həmçinin alovun üfüqə bucağını, küləyin istiqamətini və gücünü nəzərə alır. Çünki güclü küləklərin fəaliyyəti alovları yerə basaraq yanğın təhlükəsini daha da artırır. Real müşahidələrə söykənən məlumatlar əsasında modellərə görə, alovun ətrafında insan həyatı üçün təhlükə yaradan sahə, alovun hündürlüyündən və küləyin sürətindən asılı olaraq 1-2 km-dən 10-13 km-ə qədər uzana bilər.

*Palçıq axınlarının yaratdığı risklərin qiymətləndirilməsi.*

Palçıq vulkanlarının püskürmələri, vulkanın yamaclarından aşağıya doğru sürüşərək yüz metrlik uzunluğunda və on metrlik qalınlığında axımlar əmələ gətirən milyonlarla kubmetr palçıq brekçiyaları ilə müşayiət olunur. Əməliyyatların planlaşdırılması və infrastrukturun qurulması zamanı potensial təhlükələr nəzərə alınmalıdır. Quru vulkanlarında bu risk zonası çoxsaylı müşahidələrə əsasən statistik olaraq qiymətləndirilə bilər. Ancaq suyun altındakı palçıq

axınlarının dinamikası subareal şəraitdən əsaslı şəkildə fərqlənir və buna görə də təhlükəli zonanın bölgüsü də fərqli olacaqdır. Dissertasiya işində topoqrafiyası rəqəmsallaşdırılan vulkan yamacının səthi boyunca su mühitində brekçiyanın hərəkətini təsvir edən dinamik modellərə əsaslanan palçıq axınları ilə əlaqəli risklərin qiymətləndirilməsi üçün bir metod təklif olunur. Müəyyən bir nöqtəyə qoyulmuş hər kiçik palçıq kütləsinin cazibə qüvvəsi və su mühitinin müqaviməti altında yamac səthinin müəyyən bir trayektoriyası boyunca sürüşdüyü güman edilir. Hər axından sonra topoqrafiya düzəldilir və bu bütün həcm sürüşüb palçıq örtüyü əmələ gətirənə qədər davam edir.

Bu vəziyyətdə aşağıdakı fərziyyələr qəbul olunur:

- Palçıq püskürməsinin avtoxton olduğu güman edilir, yəni püskürmə dərhal baş verir və çıxarılan materialın kinematik enerjisi yoxdur (əgər püskürmə uzun müddət davam edərsə, bütün palçıq həcmi ardıcılığa bölmək olar (Əgər püskürmə uzun müddət davam edərsə, Püskürmə məhsullarını ardıcılıqla porsiyalara bölmək olar).

- Materialın daşınma prosesləri su mühitində baş verir, hansı ki, əvvəlcə hərəkətsiz olduğu düşünülür. (sualtı cərəyanlar nəzərə alınmır).

- Palçıq axınının forması və istiqaməti yamacın mövcud topoqrafiyası ilə müəyyən edilir.

- Altdakı palçıq vulkanik brekçiyalar və çöküntülər konsolidasiya olunmamışdır və hər bir hissəcik sərbəst və digərlərindən asılı olmayaraq hərəkət edir.

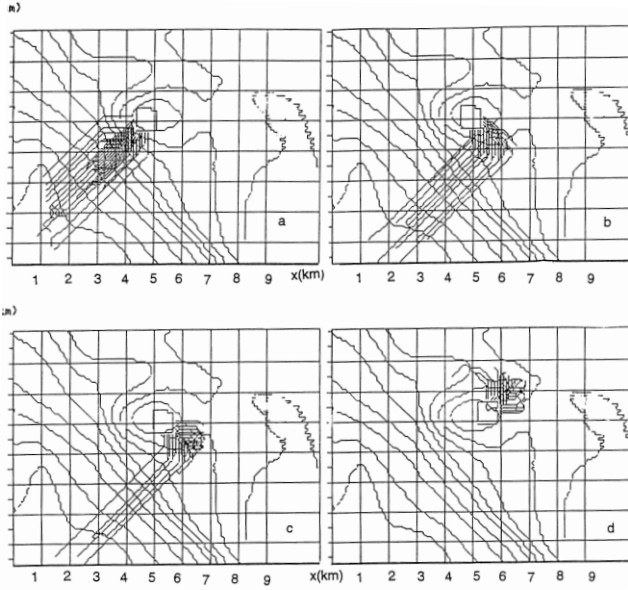
- Vulkanın yamacındakı çöküntülər və onunla birlikdə axan palçıq fərqli litoloji tərkibə malik ola bilər, lakin hər iki halda daha iri dənəli hissəciklər daha incə dənəciklərin altında yerləşir.

- Yamaclarda çöküntülərin məsaməliyi modelləşdirmə prosesində dəyişməz olaraq qalır.

- Brekçiyanın hər bir hissəsinin məsaməliyi, simulyasiya zamanı dəyişməz olaraq qalır, müxtəlif kütlələrdə məsaməliklər fərqli ola bilər.

- Bütün litoloji fraksiyalar eyni sıxlığa malikdir.

- Eroziya və çöküntülərin yenidən yerləşdirilməsini modelləşdirərkən, yamaclardan ibarət olan çöküntü təbəqələrinin qalınlığı və palçıq axınının hündürlüyü dəyişə bilər.



**Şəkil 21. Çıraç vulkanında püskürən mərkəzin müxtəlif mövqelərində palçıq axınlarının hərəkəti.**

Axınların ardıcılığı mümkündür.

- Hər axından sonra səth relyefi yenidən rəqəmsallaşdırılır.

Vulkanik brekçiyanın, çöküntülərin axımı və üç ölçüdə yenidən çökmə prosesini simulyasiya etmək üçün diskret metoddan istifadə edilmişdir. Bu metodun üstünlüyü, kompüter vaxtında əhəmiyyətli qənaətlə modelləşdirmə prosesinə daha çevik nəzarətdir. Bu metodun çatıçmamazlığı deterministik üçölçülü modelləşdirmə ilə müqayisədə zamandan asılı olmamasıdır. Əslində bütün potensial enerjilər hərəkətin sonunda sıfıra enə bilməz və nəticədə quruda yerləşən vulkanlarda tez-tez gördüyümüz bir "sərhəd divarı" yarana bilər. Eyni zamanda, axımın uzunluğu və palçıq örtüyünün qalınlığı ilə müqayisədə bu təsir əhəmiyyətsizdir..

Beləliklə, iş zamanı təhlükəli sahə təklif olunan modeldən istifadə edərək hər bir vulkan üçün təyin edilə bilər. Axımın uzunluğu relyefə görə yüz metrərlə kilometr və daha çox dəyişə bilər (Şək. 21).

*Püskürmə zamanı süxur qırıntıları riskinin qiymətləndirilməsi.*

Vulkan püskürmələri zamanı əhəmiyyətli bir təhlükə də yüksək sürətlə havaya atılan süxur qırıntılarıdır. Maye palçığa düşən bu daş qırıntılarının əksəriyyəti örtülür və beləliklə, yayılma radiusunu statistik olaraq qiymətləndirmək olduqca çətinidir. İşdə özlü mühidə (hava və ya su) daşların tullanışının kinematik modeli təqdim olunur. İlk dəfə süxur parçalarının başlanğıc sürəti və tullanış bucağından, relyefin və dağıntıların uçduğu mühidən asılı olaraq tullanış aralığına təsiri nəzərə alınır. Ümumiyyətlə, havada uçarkən yayılma radiusu 200-300 metr arasında dəyişir. Təpədə yerləşən püskürmə mərkəzindən çıxan tullantılar, dərədə və ya krater divarının arxasındakı püskürmədən daha təhlükəlidir. 100-400 metr hündürlüyündə olan vulkanlar 300-400 metr radiusda təhlükəli bir zona yaradır və təsir gücü daha yüksəkdir. Su mühitindəki püskürmələr zamanı qırıntıların sürəti dərhal azalır. Yalnız bir-iki metr su dərinliyində qırıntılar dəniz səthinə çata bilər və sonra bir neçə on metr uça bilər. Əks təqdirdə, tullanıqların radiusu yalnız bir neçə metrdir.

*Qaz hidratlarının yaratdığı təhlükənin qiymətləndirilməsi.*

Qaz hidratları müəyyən temperatur və təzyiqlik şəraitində mövcuddur. Dənizlərin dərin su hissəsində, arktika zonasında və daimi buzlaq zonalarda əmələ gəlirlər. Qaz hidratları müəyyən temperatur və təzyiqlik şəraitində, xüsusən aşağı temperaturda və yüksək təzyiqlikdə sabit şəkildə saxlanılır. Üstəlik, qaz qarışığındakı az miqdarda etan da hidratın stabillik zonasını genişləndirir. Termobarik xüsusiyyətlərindəki kəskin bir dəyişiklik ilə hidratlar su və qaz qarışığında parçalanmağa başlayır və bu da ciddi nəticələrə səbəb ola bilər: yaxınlıqda yerləşən üzən gəmilər qazlaşmış dəniz suyuna bata bilər; platformanın ətrafında qaz qrifonları əmələ gələ bilər; platformalarda, gəmilərdə və ya tikililərdə insanların kütləvi zəhərlənməsinə səbəb ola bilər. Müəllifin əsərləri, qaz hidratlarının dekompozisiyasına qazın partlaması və alovlanması ilə müşayiət oluna biləcəyi şərtləri də nəzərdən keçirir. Dənizin dibindəki temperatur və təzyiqlik şərtlərinin kəskin dəyişməsinə və müvafiq olaraq təhlükəli nəticələrə səbəb olan hidratların kütləvi parçalanmasına səbəb ola biləcək geoloji proseslər və ya hadisələr hesab olunur. Xüsusilə aşağıdakı hadisələr ətraflı şəkildə nəzərdən keçirilir:

• Çöküntülərin yerdəyişməsi səbəbindən temperatur və təzyiqlik şərtlərindəki dəyişikliklər. Zəlzələlər, vulkan püskürmələri, sürüşmələr səbəbi ilə bəzi kütlə materialları hərəkət edə və yenidən çökə bilərlər. Bu, hidratların çökdüyü zonada təzyiqlik və ya temperatur dəyişikliyinə səbəb olacaqdır.

• Buzlaq şəraitinin dəyişməsi. Buz əriməsi hidratlar üzərindəki təzyiqliki azaltmaqla yanaşı, temperaturu da dəyişdirəcəkdir.

• Dəniz səviyyəsindəki dəyişikliklər səbəbindən hidratların dalğalanması

• Neotektonik proseslər nəticəsində hidratların etan və daha ağır homoloqlarla doyması.

• İllik temperatur dəyişkənliyə görə havada hidratların buxarlanması və yenidən əmələ gəlməsi

Faza keçid sxemləri sadalanan hadisələrin hər biri üçün qurulur.

*Palçıq diapirlərinin hərəkətliliyi ilə əlaqəli risklər.*

Diapirlər statik geoloji cisimlər deyil. Onlar zamanla dəyişirlər və inkişaf edirlər. Duz diapirlərinin hərəkətverici qüvvəsi sıxlığın qeyri-stasionarlığı və lateral gərginliklərdirsə, palçıq diapirlərinə daha bir komponent - hidrodinamiklik əlavə olunur. Mayelər diapirin daxilinə axır və bununla da bu strukturun sərhədlərinin qeyri-müəyyənliyini yaradır. Diapir ilə mürəkkəbləşmiş laylardan sızan flüidlər və ilk növbədə qazlar, kritik bir konsentrasiyaya çatan zaman, püskürmələrə səbəb ola bilərlər və çoxlu miqdarda süxur və mayeləri yer səthinə nəql edə bilərlər. Beləliklə, inkişaf edən diapirlər və onları yer üzündə təmsil edən vulkanlar ətrafdakı çöküntü laylarına təsir göstərir. Diapirin inkişaf modeli təklif olunur.

Diapirin müasir quruluşunun modeli cisimin həndəsi formasını təsvir edən beş əsas nöqtə və yeddi parametr əsasında qurulmuşdur. Məsələn diapirin müasir formasını mümkün qədər yaxından təsvir edən parametrlərin dəyərlərini seçməkdir. Bundan əlavə, hər bir parametr üçün onların zamanla dəyişməsini təyin edən funksiyalar təyin olunur.

Beləliklə, çöküntütoplanma qanunlarının əsasında çoxsaylı parametrlərin qiymətlərini seçərək diapirlərin böyüməsini simulyasiya edə bilərik.

Temperaturun hesablanması metodologiyası standart termal modelləşdirmə prosedurlarından az fərqlənir. Diapirin içərisində olan istilik keçiriciliyi ətraf təbəqələrdəki istilik keçiriciliyindən aşağıdır

və bu da temperatur anomaliyası yaradır.

Abix (Alov) və Vezirov (Zəfər) diapirlər üçün böyümə modelləri qurulmuşdur.

Bu diapirlər 5 milyon il əvvəl Məhsuldar qalınlığın əvvəlində yaranmışdır. Bundan əlavə, çöküntü prosesinə paralel olaraq, diapir də yuxarıdakı layları kəsib, onlarda gərginlik yaradırdı.

Qurulmuş modellərə görə, maksimum gərginlik daha dərin qatlarda baş verərkən, baş verəcək zəlzələlərin səbəbi ola bilər. Eyni zamanda, yer üzünə yaxın zonada kiçik hərəkətlər mümkündür ki, bu da çatların yaranmasına səbəb ola bilər. Qurulmuş modeldə, diapirin gövdəsi ilə ətrafdakı çöküntü süxurları arasında mayələrin hərəkəti qəbul edilməmişdir. Modelə görə, diapir nəhəng bir nasos kimi fəaliyyət göstərir. Təzyiq depressiyası səbəbindən, mayələr diapirin içərisində və ətrafdakı çöküntülərdə daim diapirin içərisinə sorulur və daha sonra püskürmələr zamanı palçıq materialı ilə birlikdə atılır. Nəticədə diapirin özü (ən azından yuxarı hissəsi) çox hərəkətli olur. Bu, çatların, qırılmaların və müvəqqəti adaların meydana gəlməsinə səbəb olur.

Çox sayda ədəbiyyatda göstərilir ki, püskürmələr çox vaxt çatlar və səth qırılmaları ilə müşayiət olunur. Beləliklə, məsələn, 1947-ci ilin sentyabrında Hamamdağ vulkanının püskürməsi zamanı sahil xətti boyunca sahili 5-10 metr qaldıran 1 km uzunluğunda bir qırılma əmələ gəlmişdir. Yeni palçıq vulkanı axınlarının izləri əsasında, belə nəticəyə gəlmək olar ki, püskürmədən əvvəl krater 30-40 metr qalxmışdır, sonra isə batmışdır. Bu zaman konsentrik çatlar şəbəkəsi yaranmışdır. Sahil xəttinə qədər eni 600-800 metr və uzunluğu 1200 metr olan çatlıq zonası yaranmışdır. Qırılmanın şaquli amplitudası 10-20 metrə çatmışdır.

Oxşar qırılmalar digər vulkanlardakı püskürmələr zamanı əmələ gəlmişdir: 1064-cü ildə Ayrantökən, 1950-ci ildə Böyük Kənzidəğ, 1969-cu ildə Kəlanı, 1951-ci ildə Lökbatan, Bozdağ Qobu, Məlikçobanlı, Çeyildağ, Bulla Adası və digərləri. Müəllif statistik məlumatları toplayaraq sistemləşdirmişdir.

Diapirlərin hərəkətliliyi ilə əlaqədar diqqətəlayiq olan və əhəmiyyətli risklər yaradan başqa bir fenomen: müvəqqəti yaranan adalardır. Belə hadisələr əsrlər boyu Cənubi Xəzərdə müşahidə edilmişdir.



Maraqlı olan bir neçə nümunə Kumani, Kornilov-Pavlov, Livanov, Markarov banklarıdır. Bütün bu ərazilərdə çoxlu dib yüksəlişləri və sonra yox olan adaların meydana gəlməsi müşahidə edildi.

Adaların ölçüsü onlarla, bəzən isə yüzlərlə metrə çatırdı. Adanın yoxa çıxması zamanı dənizin dərinliyindəki dəyişiklik 75 metr idi (Livanova). Bu, qazla doldurulmuş diapirlərin tağı vertikal hərəkət edib suyun üzünə çıxmış və puskürmədən sonra yenidən batmışdır. Müvəqqəti adalar haqqında daha ətraflı məlumatı [49] -də tapa bilərsiniz.

*Axtarış-kəşfiyyat mərhələsində fəlakətli qəzada kommertiya itkiləri risklərinin qiymətləndirilməsi.*

Axtarış-kəşfiyyat işlərində standart iki nəticə - "müvəffəqiyyət" və "uğursuzluq"dan başqa, burada üçüncü mümkün nəticə - "fəlakətlə nəticələnən qəza" hesab olunur. Bu nəticə ilə şirkət yalnız axtarış və kəşfiyyat xərclərini itirmir, eyni zamanda qəzanın nəticələrini aradan qaldırmaq üçün əlavə xərclər də çəkir.

Bu vəziyyətdə gözlənilən mənfəət və fərq, düsturlar ilə uyğun olaraq hesablanabilir

$$E_c = p_s G - C - p_c \text{Lik}_v = E - p_c \text{Lik}_v \quad (a)$$

$$\sigma_c^2 = p_s G^2 + p_c \text{Lik}_v^2 - (p_s G - p_c \text{Lik}_v)^2 \quad (b)$$

*Sahənin işlənməsi mərhələsində fəlakətli qəzada kommertiya itkiləri risklərinin qiymətləndirilməsi.*

Fəlakətli qəzalar yalnız axtarış- kəşfiyyat mərhələsində deyil, həm də açıq sahənin işlənməsi zamanı baş verə bilər. Bu hal üçün

$$E_c = p_s G - C - p_s(1-p_n) \text{Lik}_v = E - p_c \text{Lik}_v \quad (a)$$

$$\sigma_c^2 = p_s \{ (1-p_s) G^2 - 2(1-p_s)(1-p_n) G \text{Lik}_v + (1-p_n)(1-p_s(-p_n)) \text{Lik}_v^2 \} \quad (b)$$

### Nəticələr və tövsiyələr

1. Ehtimal və statistik metodlara əsaslanan, və xüsusilə ehtimal paylanmasının qarışıqları nəzəriyyəsiindən istifadə edərək, geoloji risklərin qiymətləndirilməsi üçün vahid nəzəri əsas hazırlanmışdır.
2. Müxtəlif növ hövzələrdə karbohidrogen sistemlərinin yaranma şərtləri sistemləşdirilmiş, ümumiləşdirilmiş və onlardakı geoloji risklə-

- rin qiymətləndirilməsi üçün metodoloji əsaslar hazırlanmışdır.
3. Geoloji riskləri müxtəlif miqyasda (hövzələr, çöküntütoplanma kompleksləri, fərdi sahələr) qiymətləndirmək üçün alqoritmlər yaradılmışdır.
  4. Ehtimal paylanma qarışıqları nəzəriyyəsi əsasında, Azərbaycan ərazisinə tətbiq olunmaqla, hövzə miqyasında axtarış-kəşfiyyat risklərinin qiymətləndirilməsi üçün metodologiya hazırlanmışdır və Azərbaycan ərazisi üçün tətbiq olunmuşdur.
  5. Rəqəmsal alqoritmlər əsasında hövzə modelləşdirmə nəticələrinin istifadəsi ilə əlaqəli minimal hesablama sayı ilə risklərin qiymətləndirilməsi metodikası hazırlanmışdır.
  6. Çökmə mühitinin bərpasına əsasən Cənubi Xəzər hövzəsi üçün KH sistemlərinin müxtəlif komponentləri üçün risk xəritələri qurulmuşdur.
  7. Vahid simulyasiya prosesi (Monte Carlo) istifadə edərək fərdi sahələrdə axtarış-kəşfiyyat işləri zamanı risklərin və resursların qiymətləndirilməsi üçün metodika hazırlanmışdır.
  8. Ehtimal-statik və dinamik modellər əsasında Cənubi Xəzərdəki geoloji təhlükələr ilə əlaqəli risklərin kəmiyyət qiymətləndirilməsi verilmişdir. Xüsusən konstruksiyalar, infrastruktur və quyu qazma işləri zamanı təhlükəsiz ərazilərin təyin edilməsi üçün kataklizmlərin ən yaxın proqnozlaşdırma müddətini qiymətləndirmək üçün metodlar hazırlanmışdır.

### **Dissertasiyanın mətni aşağıdakı dərc olunmuş işlərdə öz əksini tapmışdır**

1. Багиров Э.Б. Нижние оценки хвостов распределений некоторых функций от нормально распределенных случайных величин // Доклады Академии Наук СССР, 1990, т.41, №2, с. 261-263.
2. Багиров Э.Б. Новые следствия формулы Колмогорова для бесконечно делимых распределений // Теория вероятностей и ее применения, 1991, т.36, №1, с. 138-143.
3. Bagirov, E.B., Geological Space Definition as the Basis of Geological Task Formalization // Russian Geology and Geophysics, 1992, v. 33, N 1, p. 6-9.
4. Багиров Э.Б. Метод выделения стадий разработки нефтяных и газовых месторождений // Нефть и Газ (Труды

- АЗИНЕФТЕХИМ), 1994, №1, с. 36-39.
5. Багиров Э.Б., Зейналов Г.А. Классификация грязевых вулканов Нижнекуринской впадины // АНХ, 1994, №6, с. 47-52
  6. Лерч И., Багиров Э.Б. Опасность гидратов в Южно-Каспийском бассейне // Известия Академии Наук Азербайджана, Серия Наук щ Земле, 1993/1994, №№ 1-6, с. 116-124
  7. Багиров Э.Б., Багирова Н.Д. Статистические методы оценки экранирующих свойств разрывных нарушений в нефтяных залежах// Ученые записки АГНА, 1995, №1, с. 8-29.
  8. Багиров Э.Б., Надиров Р.С. Метод определения «силы» извержения грязевого вулкана // Нефть и газ (Труды АЗИНЕФТЕХИМ), 1995, №2, с.3-8.
  9. MacKay, J.A., Bagirov, E., and Lerche, I., Similarity, Dependence and Correlation Considerations for Risk Adjusted Values in Hydrocarbon Exploration // Energy Exploration and Exploitation, 1996, Vol. 14, No.5, p. 463-493.
  10. Bagirov, E., Nadirov, R., and Lerche, I., Flaming Eruptions and Ejection from Mud Volcanoes in Azerbaijan: Statistical Risk Assessment from the Historical Records// Energy Exploration and Exploitation, 1996, Vol. 14, No. 6, p. 535-583.
  11. Bagirov, E., Nadirov, R., and Lerche, I., Earthquakes, Mud Volcano Eruptions and Fracture Formation Hazards in the South Caspian Basin: Statistical Inferences from the Historical Record // Energy Exploration and Exploitation 1996, Vol. 14, No. 6, p.p. 585-606.
  12. Lerche, I., Bagirov, E., Nadirov, R., Tagiyev, M., and Guliyev, I., Evolution of the South Caspian Basin: Geologic Risks and Probable Hazards. Baku, Nafta Press, 1996, 625 p.
  13. Nadirov R.S., Bagirov E., Tagiyev M., Lerche I. Flexural Plate Subsidence, Sedimentation Rates, and Structural Development of the Super-deep South Caspian Basin // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 4-5.
  14. Tagiyev M.F., Nadirov R., Bagirov E., Lerche I., Geohistory, thermal history and hydrocarbon generation history of the north-west South Caspian Basin // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute

- of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 6-7.
15. Nadirov R., Bagirov E., Lerche I., Predicted hydrocarbon accumulations and pressure evolution for a 2D Section of the South Caspian Basin // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 8-9.
  16. Bagirov E., Lerche I., Probability and sensitivity analysis of a 2D basin modeling results // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 10-11.
  17. Bagirov E., Lerche I., Risk assessment of basin analysis results for an offshore 2D seismic section in the South Caspian basin // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 12-13
  18. Bagirov E., Nadirov R., Lerche I. Dynamic, thermal and hydrocarbon evolution across a north-south section of the South Caspian basin // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 14-15.
  19. Bagirov E., Lerche I. Risk assessment of basin analysis results for an offshore north-south seismic section in the South Caspian // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 16-17.
  20. Bagirov E., Lerche I. Quantitative modeling of mud diapirism: evolution of the Vezirov mud diapir // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 18-19.
  21. Bagirov E., Lerche I. Influence of mud diapirs on the evolution of surrounding formations using 2d basin modeling techniques // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 21.
  22. Bagirov E., Lerche I. Flaming eruptions and ejections from mud

- volcanoes in Azerbaijan: statistical risk assessment from the historical records // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 22-23.
23. Bagirov E., Lerche I. Dynamic modeling of mud flow for offshore mud volcanoes // Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 24-25.
  24. Bagirov E., Lerche I. Earthquakes, mud volcano eruptions, and fracture formation hazards in the South Caspian basin: statistical inferences from the historical record// Evolution of the South Caspian Basin: geological risks and probable hazards. Geological Institute of the Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, 1996, p. 26-27.
  25. Bagirov E., Lerche I. Dynamic modeling of mud flows for offshore mud volcanoes // AAPG/ASPG research symposium "Oil and gas petroleum systems in rapidly subsiding basins". Baku, 1996.
  26. Tagiyev M.F., Nadirov R., Bagirov E., Lerche I., Geohistory, thermal history and hydrocarbon generation history of the north-west South Caspian Basin // AAPG/ASPG research symposium "Oil and gas petroleum systems in rapidly subsiding basins". Baku, 1996.
  27. Nadirov R.S., Bagirov E., Tagiyev M., Lerche I. Flexural Plate Subsidence, Sedimentation Rates, and Structural Development of the Super-deep South Caspian Basin // AAPG/ASPG research symposium "Oil and gas petroleum systems in rapidly subsiding basins". Baku, 1996.
  28. Tagiyev, M.F., Nadirov, R.S., Bagirov, E.B., and Lerche, I., Geohistory, Thermal History and Hydrocarbon Generation History of the North-West South Caspian Basin // Marine and Petroleum Geology, 1997, vol. 14, N 4, p. 363-382.
  29. Nadirov, R.S., Bagirov, E.B., Tagiyev, M.F., and Lerche, I., Flexural Plate Subsidence, Sedimentation Rates, and Structural Development of the Super-deep South Caspian Basin // Marine and Petroleum Geology, 1997, vol. 14, N 4, p. 383-400.
  30. Багиров Э.Б., Лерч И. Моделирование грязевых потоков при извержениях морских грязевых вулканов // АНХ, 1997, № 5, с.1-9.

31. Lerche, I., Ali-Zade, A., Guliev, I., Bagirov, E., etc. (eds.) South Caspian Basin: Stratigraphy, Geochemistry and Risk Analysis. Baku Nafta-Press, 1997, 430 p.
32. Bagirov, E., Nadirov, R., and Lerche, I., Dynamical, Thermal and Hydrocarbon Evolution for a North-South Section of the South-Caspian Basin // Marine and Petroleum Geology. 1997, vol. 14, No. 7/8, p.p. 773-854.
33. Bagirov, E., Lerche, I., Hydrates Represent Gas Source, Drilling Hazard // Oil & Gas Journal, Dec, 1, 1997, p. 99-104.
34. Lowrie, A., Max, M., Hamiter, R., Lerche, I., Bagirov, E., Hydrate Stability Zone Permanence Along Dynamic Louisiana Offshore // Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, vol. XLVII, 1997, p.p. 311-315.
35. Багиров Э.Б., Лерч И. Моделирование распространения пламени и тепла при извержениях грязевых вулканов с целью оценки опасности // АНХ, 1997, №№ 11-12, с. 23-30.
36. Bagirov, E., Lerche, I., Risk and Uncertainty Assessment of Basin Modeling Results in: IAMG-97-Processing of the Third Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, Part 2, ed. Vera Pawlovsky Glahn, CIMNE, Barcelona, Spain, 1997, p.p. 573-578.
37. Bagirov E., Lerche, I., Mud Volcano Hazards in the South Caspian Basin in: IAMG-97 – Proceedings of the Third Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, Part 2, ed. Vera Pawlovsky Glahn, CIMNE, Barcelona, Spain, 1997, p.p 597-602.
38. Bagirov E., Lerche, I., Mud diapirism and its influence on the formation and distributions of oil and gas fields // Тезисы Международного совещания-семинара «Новейшая тектоника и ее влияние на формирование и размещение залежей нефти и газа». Баку, 1997, с. 34-35.
39. Bagirov E., Lerche, I. Dynamic models of the offshore mud volcanoes flows // Тезисы Международного совещания-семинара «Новейшая тектоника и ее влияние на формирование и размещение залежей нефти и газа». Баку, 1997, с. 35-37.
40. Bagirov E., Lerche, I. Flaming eruptions in the South Caspian basin

- and heating hazards // Тезисы Международного совещания-семинара «Новейшая тектоника и ее влияние на формирование и размещение залежей нефти и газа». Баку, 1997, с. 37-38.
41. Lerche, I., Bagirov E. Deformation and stress caused by the rising mud diapir // Тезисы Международного совещания-семинара «Новейшая тектоника и ее влияние на формирование и размещение залежей нефти и газа» Баку, 1997, с. 121-122.
  42. Lerche I., Bagirov E. Neotectonic precesses and gas hydrates forming // Тезисы Международного совещания-семинара «Новейшая тектоника и ее влияние на формирование и размещение залежей нефти и газа». Баку, 1997, с. 122-124.
  43. Bagirov, E., Lerche, I., Potential Oil-Field Discoveries for Onshore and Offshore Azerbaijan // Marine & Petroleum Geology, 1998, vol. 15, с.11-19.
  44. Lerche, I., Bagirov, E., Guide to Gas Hydrate Stability in Various Geological Settings // Marine & Petroleum Geology, vol. 15, 1998, 427-437.
  45. Bagirov, E., Lerche, I., Hydrate Hazards in the South Caspian Basin. OTC 8642, 1998, 125-131.
  46. Bagirov, E., and Lerche I., Probability and Sensitivity Analysis of Two-Dimensional Basin Modeling Results. In: Numerical Experiments in Stratigraphy: Recent Advances in Stratigraphic and Sedimentologic Computer Simulations, SEPM Special Publications. 1999, N 62, p.p. 35-68.
  47. Багиров Э.Б., Лерч И. Вероятностный анализ результатов бассейнового моделирования // Геология нефти и газа, 1998, №7, с. 27-33.
  48. Bagirov, E., Lerche, I., Flame Hazards in the South Caspian Basin // Energy Exploration & Exploitation, 1998, vol. 16, N 4, p.p. 373-397.
  49. Lerche, I., Bagirov, E., Impact of Natural Hazards on Oil and Gas Extraction: The South Caspian Basin// Kluwer Academic/Plenum Publisher, 1999, 338 pages.
  50. Bagirov, E., Lerche, I., Breccia Hazards in the South Caspian Basin // Energy Exploration & Exploitation, 1998, v.16, p.p. 153-184
  51. Bagirov, E., Lerche, I., Thermal Anomalies and Turbidite

- Hazards in Offshore South Caspian Basin// Zentralblatt für Geologie und Paleontologie. Teil I. 1997, 10-12, p.p. 1347-1374.
52. Bagirov, E., Bagirov, B., Lerche, I., Mamedova, S., The South Caspian Oil Fields: Onshore and Offshore Reservoir Properties // Natural Resources Research, 1999, vol. 8, N 4, p. 299-313.
  53. Bagirov, E., Lerche, I., Rising Mud Diapirs and Their Thermal Anomalies. In "Geothermics in Basin Analysis" Forster A. Merriam D. eds /. Springer Science+Business Media LLC, 1999, p. 203-218.
  54. Bagirov, E., Lerche, I., Bagirov, B., Mamedova, S., Reservoir Characteristics for South Caspian Oil Fields. - OTC-99 Proceedings, 10887. Vol.1, p.p. 553-562.
  55. Granath J.W., Soofi K.A., Baganz O.W., Bagirov E. Gravity modeling and its implications to the tectonics of the South Caspian Basin // AAPG Regional International conference, Istanbul, Turkey, 2000, p. 43-44.
  56. Lerche, I., Bagirov, E., Dynamic Hydrate Changes with Time, - OTC 14031, Proceedings of the Offshore Technology Conference, May, 2002 p. 1-16.
  57. Bagirov E., Baganz O.W., Ballard J.H., Buchanan J., Krenov M. Mud diapirism and its effect on the hydrocarbon system in the South Caspian// ASPG, EAGE, NCAG International Conference, Baku, 2002, p. 120-121.
  58. Bagirov E., Baganz O.W., Krenov M., Dynamics of mud diapirs in the South Caspian Basin and its influence on the petroleum system// AAPG Annual Meeting, Salt Lake City, Utah, 2003, p.
  59. Bagirov, E., Lerche. I., Statistical Assessment of Mud Volcano Eruptions from Historical Data (Analysis of the Data with Unrecorded Events), Proceedings of the IAMG Conference, September 2003, Portsmouth, UK, p.
  60. Bagirov, E., Lerche. I., Estimation of the Hazards Related Mud Volcano Eruptions Based on Computer Models, Proceedings of the IAMG Conference, September 2003, Portsmouth, UK, p.10-11
  61. Lerche, I., Bagirov, E. World estimates of Hydrate Resources, Basic Properties of Hydrates, and Azerbaijan Hydrates // Energy Exploration and Exploitation, v. 22, 2004, N 1, p. 3-56.
  62. Granath, J.W., Soofi, K.A., Baganz O.W., Bagirov, E. Gravity



- Modeling and its Implication to the Tectonics of the South Caspian Basin, in Oil and Gas of the Greater Caspian Area// AAPG Studies in Geology 55, Eds. Yilmaz, P.O., Isaksen, G.H, 2007, p. 43-46.
63. Baganz, O.W., Bagirov, E., Michael, G. E., Shultz, A. W. Productive Series Play of the Paleo-Volga Delta, South Caspian Basin – Exploration History, Sedimentation and Petroleum System// AAPG Memoir 95 “Lacustrine Sandstone Reservoirs and Hydrocarbon Systems, 2012, p.p. 57-70.
64. Гулиев И.С., Багиров Э.Б. Статистический прогноз объема неразведанных ресурсов углеводородов в Азербайджане // АНХ, 2016, N 5, с. 3-8.
65. Гулиев И.С., Багиров Э.Б. Роль флюидоупоров в формировании залежей углеводородов в Южно-Каспийском бассейне и прогноз скоплений в прибрежной зоне Абшерона. Часть 1 // АНХ, 2016, N 6, с. 3-12.
66. Гулиев И.С., Багиров Э.Б. Роль флюидоупоров в формировании залежей углеводородов в Южно-Каспийском бассейне и прогноз скоплений в прибрежной зоне Абшерона. Часть 2 // АНХ, 2016, N 7-8, с. 3-10.
67. Гулиев И.С., Багиров Э.Б. Основные направления научных исследований по обеспечению природных запасов углеводорода в Азербайджане // *Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri. Yer Elmləri*. 2016, №3-4, s. 3-11.
68. Багиров Э.Б. Флюидоупорность покрышек и их роль в формировании залежей в Южно-Каспийском бассейне // *Tematik konfrans “Karbonhidrogenlərin yaranması, miqrasiyası və toplanması. Akademiklər Ə.Əlizadə və Ş.Mehdiyev nəzəriyyələrinin inkişafı”*, Bakı, 2016, s. 5.
69. Aliyeva X., Jafarov I., Seyidova A., Abdullayeva A., Muradov E., Bagirov E., Depositional environment and sedimentary rock types in the productive series Qala suit. Western part of Absheron sill // SPE/EAGE/ANGC International conference “The Caspian Region: peculiarities of the geology (the offshore and adjacent oil and gas areas)” Baku, 2017, p. 21-22.
70. Bagirov E. Chase new petroleum systems in the Mesozoic

- section of the South Caspian Basin// SPE/EAGE/ANGC International conference “The Caspian Region: peculiarities of the geology (the offshore and adjacent oil and gas areas)” Baku, 2017, p. 2.
71. Багиров Э.Б. Поиски новых углеводородных систем в Южно-Каспийском бассейне // *Azərbaycan Geoloqu*, 2018, №22, s. 16-23.
  72. Саламофф А., Кейси Е.К., Багиров Э.Б., Новые технологии 21-го века и направления развития геофизики. // *Azərbaycan da geofizika yenilikləri*, 2018, № 4, s. 46-48.
  73. Багиров Э.Б. Мезокайнозойский осадочный комплекс Среднего Каспия и оценка геологических рисков. АНХ, №8, 2019, с.с. 4-8.
  74. Bagirov E. 2019 A new view on the evolution of the Kura Basins and oil and gas presence there based on the currently obtained geological and geophysical data. Third International Conference on Geology of the Caspian Sea and Adjacent Areas. Baku p.p. 1-6.
  75. Seyidova A., Hamzayeva T., Aliyeva L., Najafzadeh G., Ismayilzadeh S., Naghiyev R., Mahyaddinli E., Karimov E., Mammadov I., Huseynova D. and Bagirov E.B. 2019 Sequence Stratigraphic Framework of the Upper Jurassic-Cretaceous Section of Khizi-Altyagaj Area (Eastern Part of the Greater Caucasus). Third International Conference on Geology of the Caspian Sea and Adjacent Areas. Baku, с. 1-5.
  76. Seyidova A., Hamzayeva T., Aliyeva L., Najafzadeh G., Ismayilzadeh S., Naghiyev R., Mahyaddinli E., Karimov E., Mammadov I., Huseynova D. and Bagirov E.B. 2019 Structural Styles and Tectonic History of the Candy Cane Mountains (Eastern Part of the Greater Caucasus). Third International Conference on Geology of the Caspian Sea and Adjacent Areas. Baku, p.p. 1-5
  77. Вагіров Е.В., Муратов Е. 2019, Нефт Даşлары yатағынын ıxарылабилен нефт ehtiyatlarının dеqiqlәşdirilmәsində yeni yanaşma. ANТ, № 9, s.s. 42-46.
  78. Багиров Э.Б., Алиева Х., Джафаров И., Сеидова А. 2019. Изучение условий осадконакопления Калининской свиты западной части Апшеронского порога с целью оптимизации разработки и определения направлений поисково-разведочных работ. *Azərbaycan Geoloqu*, № 23, s. 18-32.

Dissertasiyanın müdafiəsi 22 noyabr 2021-ci il tarixində saat 14<sup>00</sup> AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1143, Azərbaycan, Bakı şəh. H.Cavid pr. 119.

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

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 19 oktyabr 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb 01.10.2021

Kağızın formatı 60x84<sup>1/16</sup>

Həcm 79021

Tiraj 30 nüsxə