

**ELVİN ƏHMƏDOV**

**NEFT-QAZ YATAQLARININ  
KARBOHİDROGEN  
EHTİYATLARININ VƏ  
RESURSLARININ  
QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin

İşlər İdarəsi

**PREZİDENT KİTABXANASI**

**BAKI – 2019**

## MÜDƏRİCAT

GİRİŞ .....	4
I. KARBOHİDROGEN EHTİYATLARININ VƏ RESURLARININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNDƏ YENİ YANAŞMALAR .....	5
1.1 Ehtiyatların və resursların yeni təsnifat sxemi və müqayisəli təhlili.....	5
1.2 Hesablama parametrlərinin geoloji-riyazi əsaslandırılması və paylanma qanunauyğunluqları .....	7
1.3 Karbohidrogen ehtiyatlarının Monte-Karlo üsulu ilə hesablanması.....	19
1.4 Karbohidrogen ehtiyatlarının geoloji və hidrodinamik modellər əsasında qiymətləndirilməsi .....	23
II. KARBOHİDROGEN EHTİYATLARININ VƏ RESURLARININ PAYLANMA XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN TƏHLİLİ.....	27
2.1 Hesablama parametrlərinin sahə üzrə paylanma xüsusiyyətləri .....	27
2.2 Karbohidrogen ehtiyatlarının sahə və kəsiliş üzrə paylanma xüsusiyyətləri .....	32
2.3 Qeyri-müəyyən sahələrdə karbohidrogen resurslarının qiymətləndirilməsi .....	38
Nəticə və təkliflər.....	43
Ədəbiyyat.....	44

**E.H.Əhmədov.** Neft-qaz yataqlarının karbohidrogen ehtiyatlarının və resurslarının qiymətləndirilməsi. Bakı, Nafta-Press, 2019, 46 səh.

Müəllif tədqiqat işinin yerinə yetirilməsinə göstərdiyi dəstəyə görə SOCAR-ın “Neftqazəlmütədqiqatlayihə” İnstitutunun Neft-qaz yataqlarının geologiyası və yataqların işlənməsi üzrə direktorun müavini, g.-m.e.d. Ə.M.Salmanova və SOCAR-ın “Neft, qaz laylarının və ehtiyatlarının idarə olunması” şöbəsinin əməkdaşlarına öz dərin minnətdarlığını bildirir.

Ə  $\frac{2503010100-1}{071-2019}$  Qrifli nəşr

## GİRİŞ

Azərbaycanın neft-qaz sənayesinin sürətlə inkişaf edən sahələrindən biri də yataqlarda karbohidrogen ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırılmasıdır. Əcnəbi və yerli mütəxəssislər bu məsələlərin həlli üçün üsulların təkmilləşdirilməsinə çox geniş diqqət ayırmışdır. Bağirov B.Ə., Salmanov Ə.M., Cəfərov R., İvanova, Baharov T., Nəzərova S., Hacıyev A. və s. kimi mütəxəssislər tərəfindən bu məsələlərin həllinə həsr olunmuş çox sayda elmi, təcrübə tədqiqat işləri aparılmış və nəşr edilmişdir. Bunun nəticəsində çoxsaylı üsul və yanaşmalar meydana gəlmişdir. Belə üsullara həcm, maddi balans, statistika və s. ənənəvi üsulları misal göstərmək olar. Hazırda bu üsulların hər birindən istifadə olunur.

Müasir dövrdə qeyd olunan üsullara bir sıra statistik (Monte-Karlo), dinamik və deterministik (yataqların geoloji və hidrodinamik modelləri əsasında) üsullar əlavə olunmuşdur. Bu üsulların tətbiqi üçün proqram paketləri də yaradılmışdır. Mball, Cristalball, İRAP-RMS, TEMPEST və s. proqram paketləri qeyd olunan məsələlərin həlli və təhlili üçün effektiv vasitələr hesab olunur.

Qeyd olunduğu kimi, neft-qaz yataqlarının ehtiyatlarının hesablanması üçün kifayət qədər üsul və yanaşmalar müxtəlif mütəxəssislər tərəfindən təklif edilmişdir. Hazırda neft-qaz yataqlarının karbohidrogen ehtiyatlarının və resurslarının qiymətləndirilməsində olan qeyri-müəyyənliklərin tədqiqi aktual hesab edilir. Bu baxımdan qeyd olunan qeyri-müəyyənliklərin tədqiqinə də ciddi diqqət tələb olunur.

Tərtib olunmuş dərs vəsaitində yuxarıda qeyd edilmiş problemlər və onların həlli üçün üsul, yanaşmalar verilmişdir.

## I. KARBOHİDROGEN EHTİYATLARININ VƏ RESURSLARININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNDƏ YENİ YANAŞMALAR

### 1.1 Ehtiyatların və resursların yeni təsnifat sxemi və müqayisəli təhlili

Karbohidrogen ehtiyatların və resurslarının qiymətləndirilməsində dünya neft-qaz şirkətləri müxtəlif yanaşmalar və standartlardan istifadə etmişdir. Bu da zaman keçdikcə şirkətlərin aktivlərinin idarə olunmasında və beynəlxalq investisiya layihələrində bir sıra çətinliklər yaratmışdır. Bu məqsədlə yeni beynəlxalq və vahid standartlar (SPE-PRMS, SEG və s.) işlənmişdir [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18]. Ölkəmizdə isə neft-qaz ehtiyatları QOST standartı ilə qiymətləndirilir. Son zamanlar SOCAR-ın beynəlxalq layihələrə qoşulması ilə əlaqədar bu yeni standartların Azərbaycan neft-qaz yataqlarında da karbohidrogen ehtiyatlarının və resurslarının qiymətləndirilməsi üçün tətbiqi tələb olunur. Buna görə də neft-qaz yataqlarının karbohidrogen ehtiyatları və resursları beynəlxalq standartlarla (SPE-PRMS) xüsusi proqram paketlərinin köməyi ilə (Mball və Cristalball) qiymətləndirilməlidir. Aşağıdakı cədvəllərdə (cədvəl 1.1 və 1.2) SPE-PRMS və hazırda istifadə olunan QOST standartların müqayisəsi verilmişdir.

Cədvəllərdən göründüyü kimi ehtiyat və resursların hər iki standartda təsnifi izah olunur ki, bu da yataqların, perspektiv strukturların ehtiyat və resurslarının yeni standartla qiymətləndirilməsindən sonra onları müqayisə etməyə imkan verir.

Cədvəl 1.1  
Karbonhidrogen ehtiyatlarının hesablanması standartlarının müqayisə cədvəli

Ehtiyatlar			
SPE-PRMS			
Təsdiq olunmuş (T) (daha çox etibarlı) 1P (T)		Ehtimal olunan (E) (etibarlı) 2P (T+E)	Mümkün olan (M) (az etibarlı) 3P (T+E+M)
QOST			
A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
etibarlı		qiymətləndirilmiş	güman olunan

Cədvəl 1.2  
Karbonhidrogen resurslarının hesablanması standartlarının müqayisə cədvəli

Resurslar	
SPE-PRMS	QOST
Şərti resurslar 1C, 2C, 3C P90, P50, P10	C <sub>3</sub>
Perspektiv resurslar Minimal (P90) Optimal (P50) Maksimal (P10)	D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>

## 1.2. Hesablama parametrlərinin geoloji-riyazi əsaslandırılması və paylanma qanunauyğunluqları

Məlum olduğu kimi, neft və qaz yığımları əsasən mürəkkəb tektonik quruluşla səciyyələnən tələlərdə toplanır. Obyektlərdə olan flüidlərin, təzyiqlərin və temperaturun sahə və dərinlik üzrə paylanılmasının qanunauyğunluqları təsadüfi lokal dəyişmələrlə mürəkkəbləşmiş olur. Onların öyrənilməsi neft və qaz yığımlarından maksimum istifadəsinə zəmin yaradır. Bunu təmin etmək üçün yatağın ayrı-ayrı sahələrində quyular qazılır və əldə olunmuş məlumatlar da nöqtəvi xarakter daşıyır. Quyuların sayını artırmaq mümkün olmadığından nöqtəvi məlumatlarına sahəvi məlumatların aid edilməsi müəyyən bir ehtimalla mümkün ola bilər. Buna görə də neft-qaz yataqlarının işlənilməsi prosesində baxılan məsələlərin həllinin etibarlılığını artırmaq üçün ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistikanın üsullarından istifadə edilir. Üsulların operativ realizəsi müvafiq alqoritmlər əsasında kompüterlərin köməyi ilə həyata keçirilir [1, 3, 11, 12, 13, 14].

Neft-qaz yataqları işlənilmə xüsusiyyətlərindən, onların yerləşdiyi regiondan, layların geoloji-struktur xüsusiyyətlərindən asılı olmayaraq ümumi oxşarlığı müşahidə olunur. Beləliklə, işlənmə obyektlərinə dinamik bir sistem kimi baxılırsa, onun müxtəlif elementlərinin tədqiqində geoloji-riyazi üsullardan istifadə edilməsi vacibdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, geoloji-riyazi üsulların sayı çox və həllətmə qabiliyyəti müxtəlifdir. Hazırda neft-qaz geologiyasında daha çox istifadə olunan riyazi meyarların qısa səciyyəsi aşağıda verilmişdir [1, 2, 3, 15]:

Əsas geoloji-statistik göstəricilər. Hər hansı bir geoloji obyektin parametrlərinin qiymətləri geniş diapazonda dəyişir. Onlardan obyektiv məlumatlar alınması, tədqiq edilən parametrlər

lər haqqında ilk növbədə onun aşağıdakı statistik göstəricilərinin hesablanması tələb edir.

a) orta qiymət (ədədi orta və orta çəki):

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

b) orta çəki qiyməti:

$$X_o = \frac{\sum_{i=1}^n n_i X_i}{n}$$

Burada  $X$  və  $X_o$  - müvafiq olaraq ədədi orta və orta çəki;  
 $X_i$  – parametrlərin qiyməti;  
 $n$  – parametrlərin sayıdır.

Statistik çoxluqda argumentin qiymətlərinin səpələnmə ölçülərindən ən çox istifadə edilənlərdən dispersiya və orta kvadratik meyldir və müvafiq olaraq riyazi şəkildə aşağıdakı kimi ifadə olunur.

Dispersiya:

$$D(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}$$

c) Orta kvadratik meyl:

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}$$

Burada  $X$  – parametrlərin ədədi orta qiymətidir.

Variasiya əmsalı - çoxluğun orta kvadratik meylinin orta ədədi qiymətinə nisbətinin faizlə ifadəsinə deyilir və aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$V = \frac{\sigma}{X} \cdot 100\%$$

d) Moda: Təsadüfi kəmiyyətin ən çox rast gəlinən qiymətinə deyilir (şəkil 1.1).

e) Mediana:  $X$  təsadüfi kəmiyyətinin aldığı qiymətlər sırasını iki bərabər hissəyə bölən ədədə mediana deyilir. Belə halda medianadan bir tərəfdə duran ədədlər ondan kiçik, digər tərəfdə duran ədədlər isə ondan böyük olur. Variantların sayı tək olduqda, yəni  $n = 2k+1$  olduqda,

$$ME = X_{k+1}$$

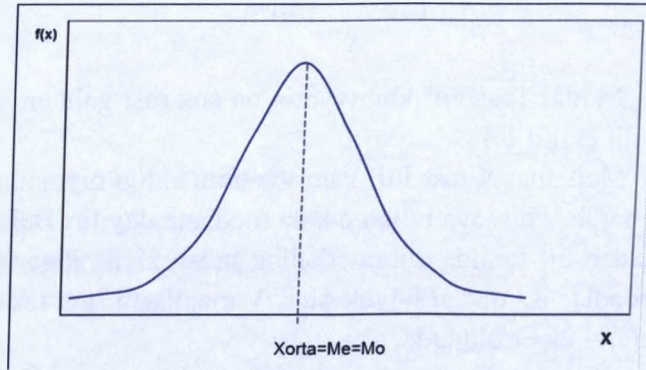
cüt olduqda,

$$ME = \frac{x_k + x_{k+1}}{2}$$

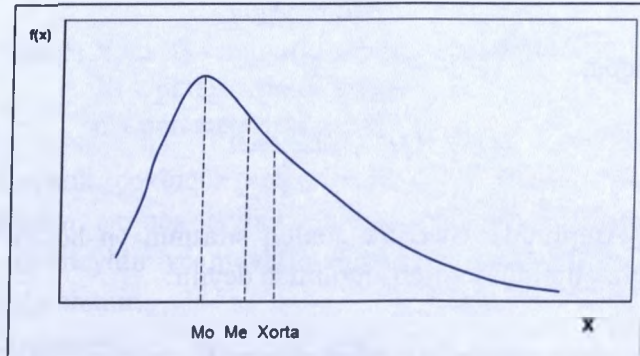
f) Amplituda: Statistik çoxluq sırasının ən böyük və ən kiçik qiymətlərinin fərqi amplituda deyilir:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Bütün bu riyazi ifadələrdən istifadə edərək, parametrlərin paylanma qanunauyğunluqları tədqiq edilir. Bu baxımdan yuxarıda qeyd olunan parametrlər hesablanmalı və zəruri geoloji, geofiziki və mədən parametrlərinin paylanma qrafikləri tərtib edilməlidir. Eyni zamanda geoloji, geofiziki və mədən parametrlərinin paylanma xüsusiyyətləri həm karbohidrogen ehtiyatlarının Monte-Karlo üsulu ilə hesablanması, həm də həssaslıq analizlərinin aparılmasında çox əhəmiyyətlidir.



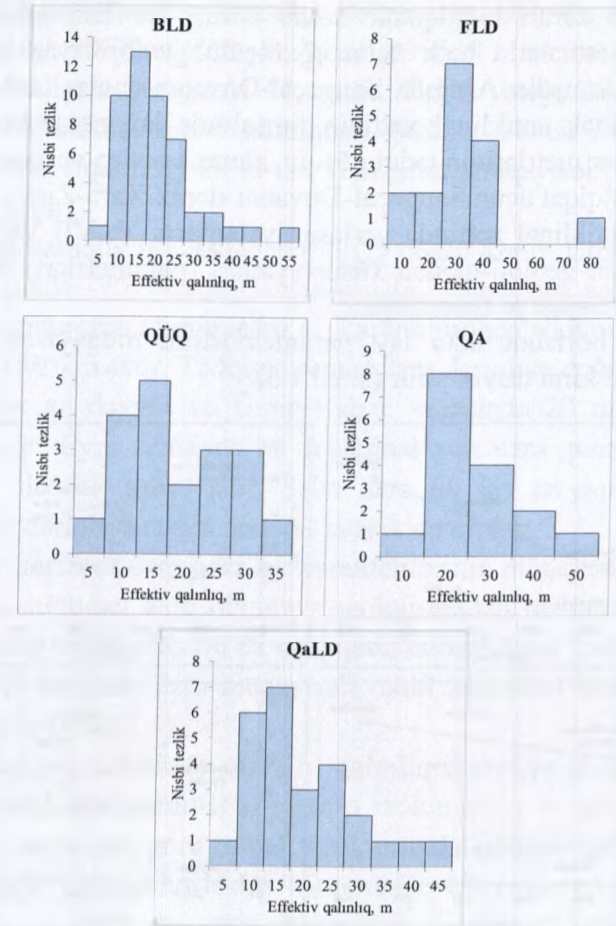
a



b

Şək. 1.1. Paylanma qrafikləri: a – normal; b – loqarfmiş normal

Karbohidrogen ehtiyatlarının və resurslarının qiymətləndirilməsi üçün cari aktual məsələlərdən biri də hesablama parametrlərinin geoloji-texniki əsaslandırılmasıdır. Ümumiyyətlə, bu geoloji-mədən parametrlərinin əsaslandırılması üçün onların statistik təhlilini aparmaq lazım gəlir. Buna görə də paylanma qanunauyğunluqları tədqiq edilir və statistik qiymətləri hesablanır (şəkil 1.2). Tədqiqat işində bu parametrlərin həm statistik, həm də sahə üzrə paylanma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi zəruridir.



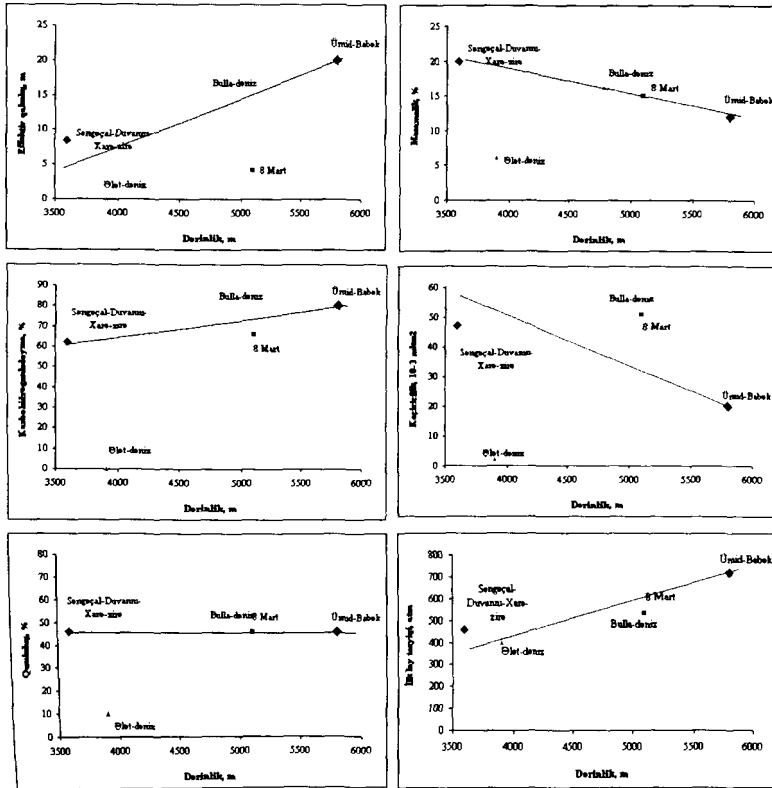
Şək. 1.2. Effektiv qalınlığın paylanma histqramları

Lay parametrlərinin sahə üzrə dəyişməsi və paylanması üçün müxtəlif üsullar (trend analizi, kraykinq analizi və s.) mövcuddur [1, 14]. Sahə və ya müəyyən istiqamətlərdə lay parametrlərinin və flüid parametrlərinin paylanma xüsusiyyətlərinin tədqiq edilməsi həmin şələrdə geoloji modelləşdirmə, ehtiyatların etibarlı şəkildə hesablanması, paylanma xəritələrinin

tərtibində zəruri tədqiqatlar hesab edilir. Bu baxımdan belə aktual məsələlərin həlli üçün çoxölçülü geoloji-riyazi üsullar tətbiq edilmişdir. Aşağıda Səngəçal-Duvannı-dəniz-Xarə-Zirə - Ümid-Babək antiklinal xəttinin timsalında lay parametrlərinin və flüid parametrlərinin tədqiq üsulu, alınmış nəticə verilmişdir.

Tədqiqat üçün Səngəçal-Duvannı-dəniz-Xarə-Zirə - Ümid-Babək antiklinal xəttində yerləşən yataqların V, VII VIII horizontlarının geoloji-mədən xüsusiyyətləri (parametrləri) dərinlik üzrə korrelyasiya olunmuşdur.

V horizont üzrə lay parametrlərinin müqayisəli təhlili aşağıdakı kimi təsvir edilir (şəkil 1.3):



Şək. 1.3. V horizont üzrə lay parametrlərinin yataqlarda paylanması

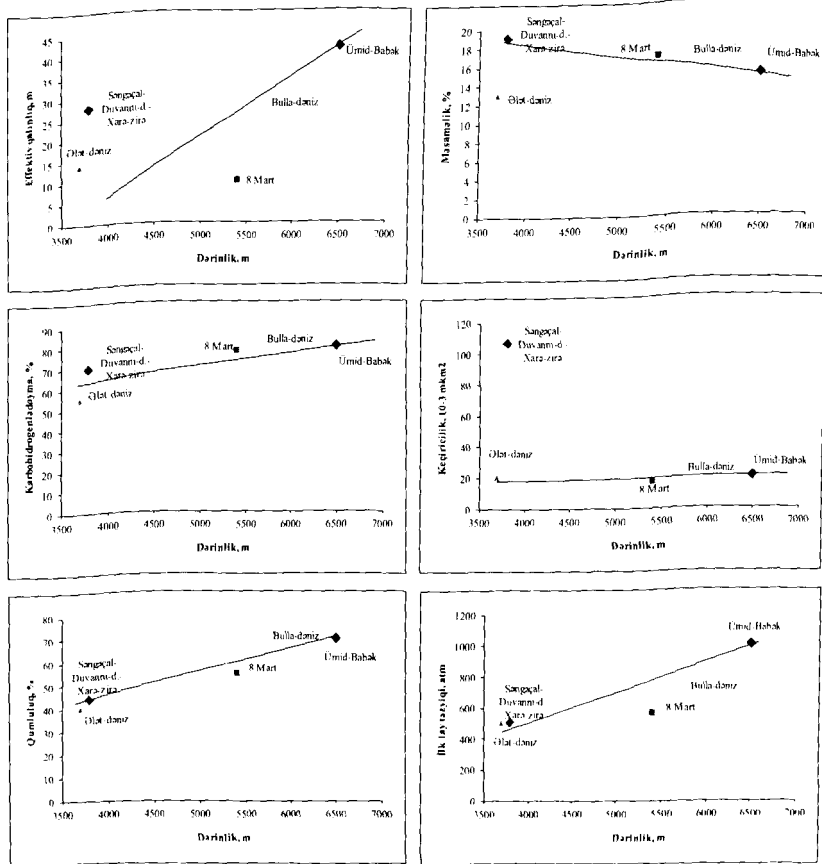
Effektiv qalınlıq dərinliyə doğru artır. Belə ki, Səngəçal-Duvannı-dəniz-Xarə-Zirə yatağında 8-9 m, 8 Mart yatağında 4-5 m, Bulla-dəniz yatağında 14 m-dir. Ümid yatağında qazılmış quyuların karotaj məlumatlarından görünür ki, bu horizontun orta effektiv qalınlığı 20 m-dir. Həmçinin, müqayisəli analiz ilə təsdiq edilir.

Məsaməlik isə əksinə, dərinliyə doğru azalır. Ümid-Babək strukturunda 12% proqnozlaşdırılmışdır. Müqayisəli analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, karbohidrogenləndəymə (qazləndəymə) 80%-ə çatır. Tədqiqat sahəsi üzrə dərinliyə doğru keçiricilik çox az dəyişir və Ümid-Babək sahəsində 20 mD qəbul edilmişdir. Eyni zamanda bu antiklinal xətt üzrə qumluluq da demək olar ki, sabit qalır. Sahə üzrə ilk lay təzyiqini təhlil edərkən, dərinliyə doğru artması müşahidə olunur.

V horizont üzrə bəzi lay parametrlərinin müqayisəli təhlili Ümid yatağından əldə olunmuş geoloji-mədən məlumatları ilə tam vəhdət təşkil edir. Bu da tədqiqatın etibarlılığını ifadə edir.

VII horizont üzrə müqayisəli təhlil aşağıdakı kimi təsvir edilmişdir (şəkil 1.4):

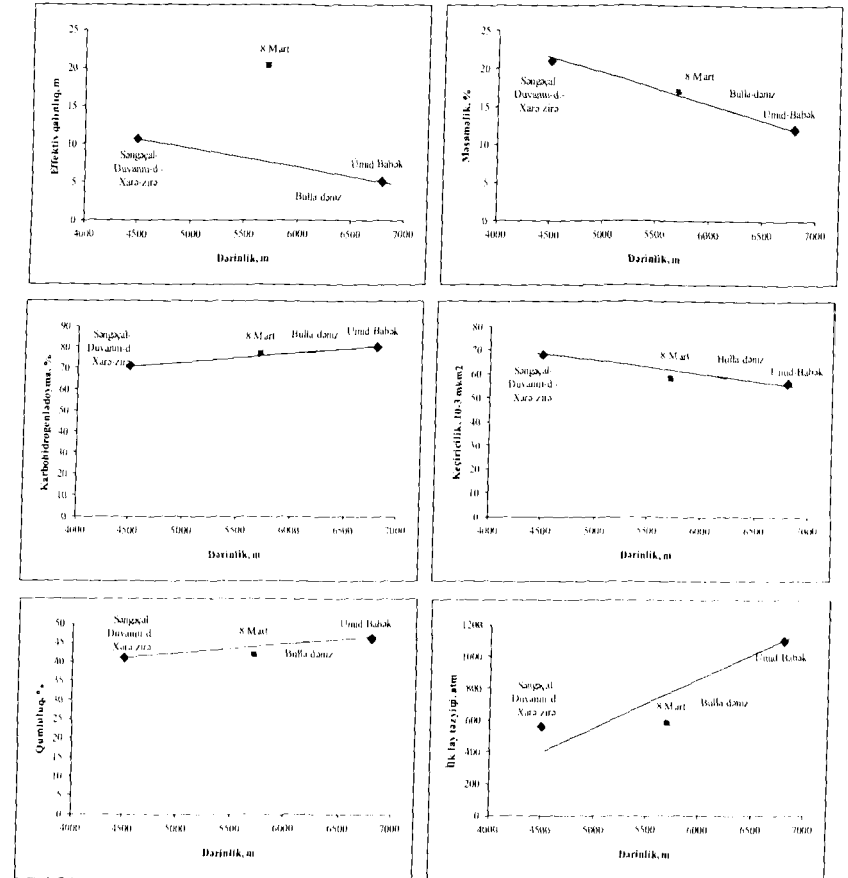
Tədqiqat sahəsində effektiv qalınlıq dərinliyə doğru artır. Ümid yatağında qazılmış quyuların məlumatları və müqayisəli analizin nəticəsinə görə Babək strukturunda effektiv qalınlıq 40 m-dən çox proqnozlaşdırılır. Məsaməlik 15%, karbohidrogenləndəymə (qazləndəymə) 80%, keçiricilik isə 20 mD qəbul edilmişdir. Dərinlik üzrə qumluluq artır və Ümid-Babək sahəsində 70% təyin edilmişdir. Lay təzyiqi də müvafiq olaraq, dərinliyə doğru artır. Ümid yatağında istismarda olan quyuların geoloji-mədən məlumatlarına görə ilk lay təzyiqi 90-100 MPa təyin edilmişdir.



Şək. 1.4. VII horizont üzrə lay parametrlərinin yataqlarda paylanması

Beləliklə, VII horizont üzrə lay parametrləri müqayisəli təhlil olunmuş və qiymətləri müəyyən edilmişdir.

VIII horizont üzrə lay parametrlərinin paylanma qanunauyğunluqları isə aşağıdakı kimi təhlil edilmişdir (şəkil 1.5).



Şək. 1.5. VIII horizont üzrə lay parametrlərinin yataqlarda paylanması

Burada effektiv qalınlıq dərinliyə doğru, cənub-şərq istiqamətində azalaraq, Ümid-Babək sahəsində 5 m qiymətləndirilmişdir. Ona görə ki, bu sahədə VIII horizonta heç bir quyu qazılmamışdır. Bu antikinal xətdə yerləşən yataqların geoloji-mədən məlumatları göstərir ki, layın kollektor xüsusiyyətləri (məsaməlik və keçiricilik) cənub-şərq istiqamətində azalır. Bu istiqamətdə qumluluq çox az dəyişir. Lakin ilk lay təzyiqi artır.

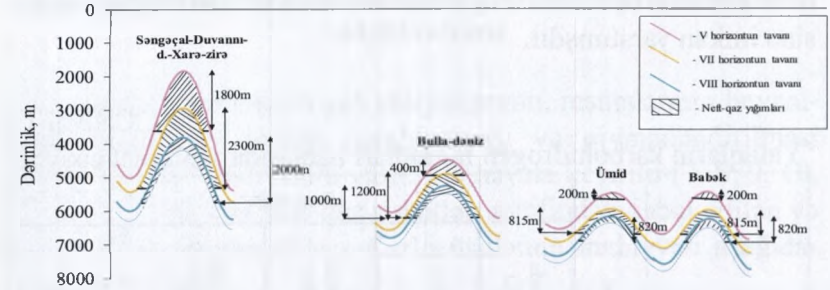


Ümid-Babək sahəsində VIII horizont üzrə ilk lay təzyiqi 110 MPa proqnozlaşdırılır.

Beləliklə, Ümid-Babək strukturlarında əsas geoloji-mədən parametrləri müqayisəli analiz nəticəsində qiymətləndirilmişdir. Bu üsul lay parametrlərinin anoloji üsullarla qiymətləndirilməsi üsullarından daha etibarlı hesab edilir. Alınan nəticələr göstərir ki, geoloji-mədən parametrlərinin proqnoz qiymətləri faktiki məlumatlarla tam uyğunlaşır.

Bildiyimiz kimi strukturlarda aparılacaq axtarış-kəşfiyyat işlərinin həcmi, istiqamətləri, kəşfiyyat quyularının yerləşdirilmə sxemləri və ümumilikdə, kəşfiyyat planı, kəşf olunmamış sahələrin ehtimal olunan karbohidrogen ehtiyatlarının həcmi, paylanması ilə əlaqədardır. Karbohidrogen ehtiyatları isə yalnız lay parametrlərinin dəqiqliyindən deyil, həm də karbohidrogenlə dolma xüsusiyyətlərindən və hüdudlarından çox asılıdır. Bu baxımdan ehtiyatların etibarlılığını təyin etmək, qeyri-müəyyənliklərin və geoloji risklərin azaldılması məqsədilə Ümid-Babək kimi strukturlarının karbohidrogenlə dolma əmsallarının təyin edilməsi çox aktual məsələdir. Problemin yaranmasının əsas səbəbi ondan ibarətdir ki, Ümid-Babək sahəsində aparılmış axtarış-kəşfiyyat işləri və Ümid yatağında qazılmış quyuların məlumatları qaz-su konturunun (QSK) müəyyən edilməsi üçün kifayət etmir. Buna görə də bu strukturlarda karbohidrogenlə dolma əmsalının və QSK-nın təyin edilməsi məsələsi daha həssas yanaşma tələb edir.

Problemin həlli məqsədilə Səngəçal-Duvannı-dəniz-Xarə-Zirə və Bulla-dəniz sahələrində karbohidrogenlə dolma əmsalının təyin edilməsi üçün yataqların hündürlüyü V, VII, VIII horizontlar üzrə təhlil edilmişdir. Alınan nəticələr göstərmişdir ki, dərinliyə doğru yataqların hündürlüyü V, VII, VIII horizontlar üzrə müvafiq olaraq azalır (şəkil 1.6).



Şəkil 1.6. Yataqlarda karbohidrogen ehtiyatlarının kəsiliş üzrə paylanma sxemi

Karbohidrogenlə dolma əmsalı isə aşağıdakı ifadə ilə hesablanmışdır:

$$k = \frac{D_k - D_s}{D_i - D_s}$$

Burada  $D_k$  – qaz-su konturunun dərinliyi, m;

$D_s$  – strukturun tağında dərinlik, m;

$D_i$  – strukturun sonuncu qapanma izohipsinin dərinliyi, m;

$D_k - D_s$  fərqi – yatağın hündürlüyü, m;

$D_i - D_s$  fərqi – strukturun hündürlüyüdür.

Ümid-Babək strukturlarının karbohidrogenlə dolma əmsalı isə həmin antiklinal xətdə yerləşən Səngəçal-Duvannı-dəniz-Xarə-Zirə və Bulla-dəniz yataqlarının karbohidrogenlə dolma əmsalının müqayisəli analizi, yəni, dərinliyə doğru dəyişmə qanunauyğunluqlarının tədqiqi nəticəsində V, VII, VIII horizontlar üzrə müvafiq olaraq, 0,20, 0,74, 0,63 təyin edilmişdir (cədvəl 1.3).

Müqayisəli analiz nəticəsində Ümid-Babək strukturlarında karbohidrogenlə dolma əmsalının təyin olunmuş qiymətlərindən istifadə eərək, müvafiq horizontlar üzrə QSK-nın dərinliyi həmin riyazi ifadə ilə hesablanmışdır ki, bu da geoloji ehtiyatların

hesablanması üçün qazlılıq sahəsinin daha etibarlı təyin edilməsinə imkan yaratmışdır.

Cədvəl 1.3

Yataqların karbohidrogen hüdudları haqqında məlumat cədvəli

Yataq	Horizont	Parametrlər				
		Strukturun təgirdə dərinlik, m (D <sub>1</sub> )	Yatağın hündürlüyü, m (D <sub>2</sub> -D <sub>3</sub> )	Qaz-su konturunun dərinliyi, m (D <sub>4</sub> )	Strukturun qapanma izohipsinin dərinliyi, m (D <sub>5</sub> )	Strukturun karbohidrogenlə dolma əmsəli
Səngəçal-Duvannı-d.-Xarə-zirə	V	1800	1800	3600	5000	0,56
Bulla-dəniz		4500	400	4900	6000	0,27
Ümid		5500	200	5700	6500	0,20
Babək		5500	200	5700	6500	0,20
Səngəçal-Duvannı-d.-Xarə-zirə	VII	3000	2300	5300	5400	0,96
Bulla-dəniz		5000	1200	6200	6500	0,80
Ümid		5900	814	6714	7000	0,74
Babək		5900	814	6714	7000	0,74
Səngəçal-Duvannı-d.-Xarə-zirə	VIII	3800	2000	5800	6000	0,91
Bulla-dəniz		5200	1000	6200	6800	0,63
Ümid		6100	819	6919	7400	0,63
Babək		6100	819	6919	7400	0,63

Yerinə yetirilmiş tədqiqat işi hesablama və digər geoloji-mədən parametrlərinin qeyri-müəyyən strukturlarda, sahələrdə qiymətləndirilməsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb etmişdir. Davamlı olaraq, digər sahələrdə də bu yanaşmadan istifadə olunmuşdur.

### 1.3. Karbohidrogen ehtiyatlarının Monte-Karlo üsulu ilə hesablanması

Hazırda karbohidrogen ehtiyatlarının, resurslarının beynəlxalq standartlara uyğun hesablanması və qiymətləndirilməsi müasir Monte-Karlo üsulu vasitəsilə həyata keçirilir [7, 8, 9, 10, 15, 16, 17]. Bir sıra neft-qaz şirkətləri tərəfindən qəbul edilən və əsas istifadə olunan Monte-Karlo üsulunun mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir.

Müəyyən qədər tədqiq edilmiş kəmiyyətin qiymətini tapmaq tələb olunur. Bunun üçün elə X təsadüfi kəmiyyəti götürülür ki, bu təsadüfi kəmiyyətin riyazi gözləməsi  $a$  ədədinə bərabər olsun:

$$M(X) = a$$

Praktiki cəhətdən isə bu, belə baş verir:  $n$  dənə sınaq aparılır və nəticədə  $X$  təsadüfi kəmiyyəti,  $n$  dənə mümkün qiymət alır; onların cəbri ortası hesablanır və qəbul olunur ki,  $a$  axtarılan ədədinin  $a^*$  qiyməti kimi  $x$  götürülür:

$$a \simeq a^* = \bar{x}$$

Monte-Karlo üsulu, böyük həcmli ədədlər çoxluğu ilə sınaq həyata keçirməyi tələb etdiyindən, onu çox vaxt statistik sınaq üsulu da adlandırırlar. Bu üsulun nəzəriyyəsi göstərir ki,  $X$  təsadüfi kəmiyyətini çox məqsədəuyğun seçməklə onun mümkün qiymətini necə tapmaq olar. Xüsusilə, təsadüfi kəmiyyətin dispersiyasının azaldılması üsulundan istifadə olunur və nəticədə axtarılan  $a$  riyazi gözləməsi onun qiyməti  $a^*$  ilə əvəz olunduqda, yol verilən səhvlərin sayı azalır.

Monte-Karlo üsulu parametrlərin statistik paylanma qanunauyğunluqlarını müəyyənləşdirməklə nəticələrin ehtimallarını aşağıdakı variantlarla hesablayır [3, 4, 7, 8, 9, 10, 15, 17]:

1. Sabit parametrlərin ölçülmüş qiymətləri əsasında;
2. Parametrlər çoxluğunun minimum və maksimum qiymətləri əsasında;
3. Çoxölçülü parametrlərin minimum, maksimum və moda qiymətləri əsasında;
4. Orta qiymət və parametrlərin dispersiyası əsasında;
5. Parametrlərin loqarifmik qiymətləri əsasında hesablama üsulları.

Yuxarıda qeyd olunan hesablamalardan biri optimal olaraq seçilir, ehtiyatların ehtimal qiymətləri hesablanır və nəticələr histqramlar şəkilində əldə olunur.

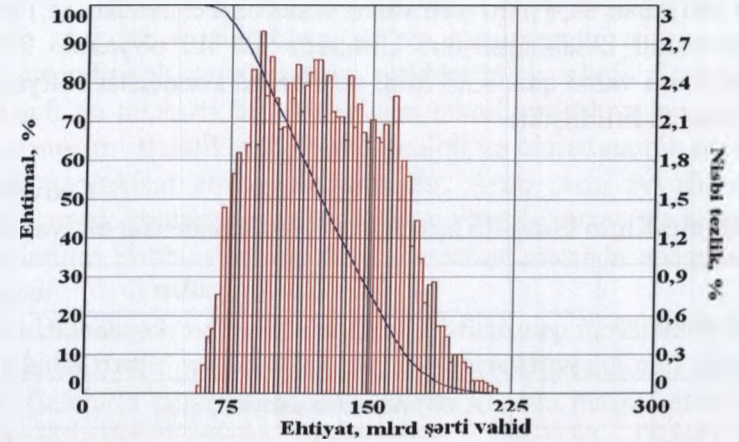
M-Ball və Cristalball proqram paketləri bu məsələlərin həlli üçün əlverişli vəsaitlərdir. M-Ball proqramı ilə ehtiyatların qiymətləndirilməsi üçün "Tool" menyusundan Monte-Karlo modeli seçilir. Bundan sonra "Units" menyusuna daxil olmaqla, hesablamalarda istifadə olunan geoloji-mədən parametrlərinin vahidlər sistemi seçilir.

"Options" menyusuna daxil olub, yataq və işlənmə obyektinə haqqında ümumi məlumatları daxil etmək mümkündür. Əməliyyatları yadda saxlamaq üçün pəncərədə "Done" düyməsi, əksinə isə "Cancel" düyməsi sıxılır.

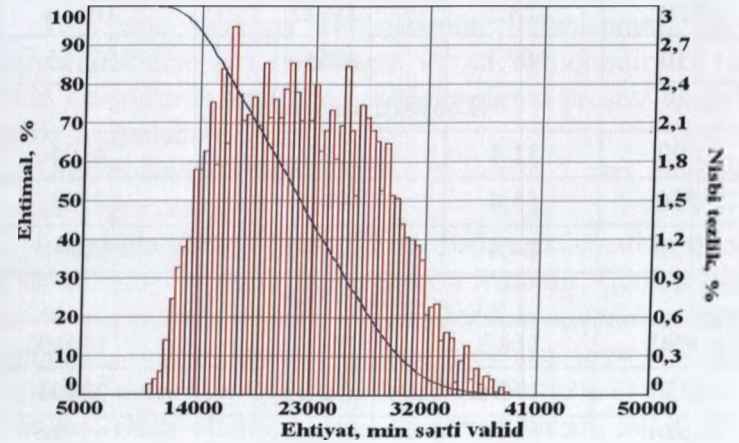
PVT məlumatlarını proqrama daxil etmək üçün "PVT" menyusundan "Fluid properties" sətiri seçilir. Açılmış pəncərədə PVT və flüidin sorğulanan fiziki xüsusiyyətləri haqqında məlumatlar proqrama daxil edilir. Bu məlumatlar qaz-kondensat ehtiyatlarının hesablanmasında daha dəqiqliklə daxil edilməlidir.

Hesablamalar üçün "Calc" düyməsi basılır və bu zaman yeni açılmış pəncərədə təzyiq və temperatur aralığı soruşulur. Bu məlumatları daxil etdikdən sonra "Calc" düyməsi basılır. Nəticədə yeni açılmış pəncərədə təzyiq və temperaturdan asılı olaraq, mədən parametrlərinin həcm asılılıqları cədvəl şəkilində təsvir olunur. Bu pəncərədən həmin asılılıqların qrafik təsvirlərini əldə etmək üçün "Plot" düyməsini sıxaraq, ayrıları izləmək olar.

Hesablama əməliyyatlarına başlamaq üçün "Input" menyusundan "Distributions" seçilir, açılmış pəncərədə ehtiyatların hesablama parametrləri proqrama daxil edilir və hesablama üçün "Calc" düyməsi sıxılır. Sonra açılmış yeni pəncərədən "Plot" düyməsini sıxaraq, ekranda histqramların təsvirini izləmək olar (şəkil 1.7).



a



b

Şək. 1.7. Monte-Karlo histqramları. a – qaz, b – kondensat ehtiyatları

Tədqiq edilən yataqda qaz-kondensat ehtiyatlarının Monte-Karlo üsulu ilə hesablama nəticələri cədvəl 1.4-də verilmişdir. Qaz və kondensat ehtiyatları yatağın A və B obyektlərində P90, P50, P10 kateqoriyaları üzrə hesablanmışdır. A obyektinin cəmi qaz ehtiyatları (P10 kateqoriyası üzrə) 169,1 mlrd. şərti vahid, kondensat ehtiyatları 22,1 mln. şərti vahid, B obyektinin cəmi qaz ehtiyatları 84,4 mlrd şərti vahid, kondensat ehtiyatları 11,1 mln. şərti vahid hesablanmışdır. Ümilikdə isə iki obyektə 253,5 mlrd. şərti vahid qaz, 33,3 mln. şərti vahid kondensat ehtiyatları qiymətləndirilmişdir.

Cədvəl 1.4  
Monte-Karlo üsulu ilə hesablanmış qaz-kondensat ehtiyatları

Kateqoriya	İlk balans ehtiyatları		
	qaz, mlrd şərti vahid	kondensat, min şərti vahid	kondensat, min şərti vahid
A obyekt üzrə ehtiyat			
P90	82,8	14703	10807
P50	123,2	21927	16116
P10	169,1	30156	22165
B obyekt üzrə ehtiyat			
P90	31,4	5583	4104
P50	55,4	9916	7288
P10	84,4	15090	11091
Cəmi ehtiyat			
P90	114,2	20286	14910
P50	178,6	31843	23405
P10	253,5	45246	33256

#### 1.4. Karbohidrogen ehtiyatlarının geoloji və hidrodinamik modellər əsasında qiymətləndirilməsi

Neft-qaz yataqlarının işlənmə planları müəyyən modellərə əsaslanaraq tərtib olunur [18]. Hələ, 1960-cı illərdən başlayaraq, riyazi-statistik lay modelləri işlənməyə başlamışdır. Bu məqsədlə bir sıra proqramlar da yaradılmışdır. Lakin, bu modellər əsasında ehtiyatların hesablanması və mənimsənilməsi prosesini layihələndirmək yenə də uzun müddət tələb edirdi. Sənayenin inkişafı və tələbləri bu məsələlərin təkmilləşdirilməsinə gətirib çıxarmışdır. Beləliklə, üçölçülü geoloji və hidrodinamik modelləşdirmə inkişaf etməyə başlamışdır. Artıq əsrin əvvəllərində yataqların karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması və işlənmə planlarının tərtib işləri məhz bu modellər əsasında aparılmağa başladı.

Beynəlxalq neft-qaz şirkətləri qeyd olunan məsələlərin həlli üçün müxtəlif proqram paketlərinin yaradılmasına nail olmuşdur. Beləliklə üçölçülü modelləşdirmə sürətlə inkişaf etdirildi. Hazırda modelləşdirmə proqramları – Nexsus, TEMPEST, RMS, CMG, Reval, Petrel və s. geniş istifadə olunur.

Yataqların neft-qaz ehtiyatlarının hesablanması da bu proqram paketləri ilə hesablanır və ya dəqiqləşdirilir. Qeyd olunan məsələlərin həlli üçün modelləşdirmə prosesi aşağıdakı sxemdə verilmişdir (şəkil 1.8).

Ümumiyyətlə, modelləşdirmə prosesini 5 əsas mərhələyə ayırmaq doğru olardı.

I mərhələ geoloji-geofiziki və mədən məlumatları bazasının yaradılması və təhlil olunmasından ibarətdir. Geoloji-geofiziki və mədən məlumatlar bazası dedikdə quyuların karotaj diaqramları, yatağın kəsilişi, layların quruluşu, seysmik-kəşfiyyat işlərinin nəticələri, quyuların hasilat məlumatları və s. nəzərdə tutulur. Əldə olunmuş geniş məlumat bazası təhlil edilir, sistemləşdirilərək istifadə olunacaq geoloji-geofiziki və mədən məlumatları seçilir. Həmin məlumatlar modelləşdirmə proqram-

larının tələb etdiyi müəyyən formata çevrilir və proqrama daxil edilir.

S/S	Proses ardıcılığı	Təsvir
1	Geoloji-geofiziki məlumat bazasının toplanması	
2	Məlumat bazasının təhlili və sistemləşdirilməsi - quyu məlumatları - seysmik kəşfiyyat məlumatları	
3	Struktur modelin tərtibi	
4	Geoloji modelin tərtib olunması - fasial model - petrofiziki model - statik model	
5	Geoloji karbohidrogen ehtiyatların hesablanması	
6	Qeyri-müəyyənlik analizi və risklərin qiymətləndirilməsi	
7	İşlənmə ssenarilərinin tərtibi və seçimi	
8	Hidrodinamik modelin tərtibi - quyuların və sınaq nəticələrinin modeləşdirilməsi - PVT məlumatlarının işlənməsi - Tarixin bərpası	
9	Hasılatın proqnozlaşdırılması və çıxarılablən karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması	
10	Qeyri-müəyyənlik və iqtisadi analiz, risklərin qiymətləndirilməsi	
11	İşlənmə layihəsinin tərtibi	

Şək. 1.8. Karbohidrogen ehtiyatlarının geoloji və hidrodinamik modellərinin tərtib prosesinin sxemi

Geoloji modelləşdirmə II mərhələ hesab edilir və struktur-tektonik modellərin tərtibi ilə başlanır [4].

Struktur-tektonik modellərin tərtibi üçün ilk olaraq, yataqda qazılmış quyuların karotaj diaqramları korreliasiya edilir, əsas obyektlər kəsilişdən ayrılır. Hədəflərdən asılı olaraq, modelləşdiriləcək laylar seçilir. Həmin sahədə aparılmış seysmik-kəşfiyyat işləri ilə müqayisəli şəkildə korreliasiya nəticələri modelləşdirilir. Yəni, əsas layların tavan və daban səthlərinin üçölçülü modelləri tərtib edilir. Tektonik qırılmaların tipləri və formalarını təhlil olunaraq, modellərdə öz əksini tapır. Struktur-tektonik modellərin qurulması prosesindən sonra geoloji modellərin tərtibinə başlanır.

Geoloji model – struktur-tektonik, fasial, petrofiziki və flüid (statik) modelləri özündə cəmləşdirir. Geoloji modellər əsasında geoloji karbohidrogen ehtiyatları hesablanır.

Fasial modellər tədqiqat sahəsində çöküntütoplanma şəraitini, fasiya və formasiya sistemini əks etdirir. Fasial modellər yataqlarda çöküntütoplanma prosesi zamanı qum və gil fasiyalarının, paleoçay deltalarının təhlil olunmasına şərait yaradır. Bütün bunlar isə yataqların və layların petrofiziki modellərinin qurulmasına imkan verir.

Petrofiziki modelləşdirmə nəticəsində layların kollektorluq və süzülmə-tutum parametrlərinin (məsaməlik, keçiricilik, neft-qazladoyma və s.) paylanması təhlil etmək mümkün olur. Strukturun qırılmaları mürəkkəbləşməsi, tektonik qırılmaların tipləri, gil-qum nisbətlərinin və süzülmə-tutum xüsusiyyətlərinin paylanması nəzərə alınaraq, laylar xanalara (qridlər) bölünür. Hər bir xanaya məxsus petrofiziki parametrlər və yatağın neft-qaz-su kontaktları modelləşdirildikdən sonra karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması mərhələsinə başlanır.

III mərhələ - Karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması və risklərin qiymətləndirilməsi adlandırılmışdır.

Karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması zamanı proqram poketinə daxil olan həcm, statistik üsullardan istifadə edilir. Həssaslıq analizləri aparılır və geoloji risklər qiymətləndirilir.

Bundan sonra geoloji modelin xanaları hidrodinamik model üçün optimallaşdırılır. Adətən, hidrodinamik modelin xanaları geoloji modelin xanalarından 2 dəfə az olur. Bunun səbəbi isə stimulyasiyanın effektivliyini artırmaqdan ibarətdir. Tələblərdən və yatağın (layın) heterogenlik dərəcəsiindən asılı olaraq, qrid ölçüləri də dəyişir.

IV mərhələ - Hidrodinamik modellərin tərtibinin ilk hissəsi PVT (həcm, təzyiq, temperatur) və hasilatın (tarixin) bərpası ilə başlayır. Tarixin bərpası dedikdə işlənmə obyektlərinin proqnoz hasilat məlumatlarının faktiki məlumatlara uyğunlaşdırılması nəzərdə tutulur. Qeyd olunan proseslərdən sonra seçilmiş işlənmə ssenariləri üzrə stimulyasiya işləri aparılır. Modelləşdirmə nəticələri əsasında hasilat proqnozlaşdırılır və çıxarılabilən karbohidrogen ehtiyatları hesablanır.

V mərhələdə isə qeyri-müəyyənlik, iqtisadi analizlər yerinə yetirilir və geoloji, texnoloji, texniki, ekoloji, iqtisadi risklər qiymətləndirilir. Beləliklə, yatağın işlənmə layihəsi tərtib edilir.

## **II. KARBOHİDROGEN EHTİYATLARININ VƏ RESURSLARININ PAYLANMA XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN TƏHLİLİ**

### **2.1 Hesablama parametrlərinin sahə üzrə paylanma xüsusiyyətləri**

Hesablama parametrlərinin sahə üzrə paylanma xüsusiyyətləri Kraykinq analizinin köməyi ilə həyata keçirilir. Bu üsul ənənəvi xəritəalma üsullarından daha əlverişli hesab olunur. Kraykinq üsulunun üstünlüyü, geoloji obyektin sahəsində lay parametrlərinin dəyişməsinə əks etdirən zaman onun müstəsna çevikliyidir və sahənin hər bir hissəsində həmin dəyişənləri qiymətləndirərkən, kəmiyyət göstəricilərini təyin etmək imkanıdır [5, 14, 16, 17].

Xəritəalma zamanı ehtimallardan azad olan Kraykinq, bütün müşahidə nöqtələrində də parametrlərin ədədi çəkisini ciddi olaraq nəzərə alır. Yataq üzrə geoloji ehtiyatların hesablanmasında istifadə olunan parametrlərin paylanma xəritələri qurulur və xətlər hesablanır. Kraykinq termini 1966-cı ildə Fransada C. Materon tərəfindən işlənmə üsulu ifadə etmək üçün istifadə edilmişdir. Üsulun adı Cənubi Afrikalı dağ mühəndisi D.E.Krayk tərəfindən ilk dəfə xətti ehtiyatların hesablanmasında tətbiq etdiyindən onun şərəfinə adlandırılmışdır.

Geoloji parametrlərin orta qiymətinin digər üsullarla tərtib olunmuş xəritələrlə müqayisədə bu üsul parametrlərin qiymətini ən yaxın nöqtələrinə görə qiymətləndirir. Burada fərz olunur ki, daha uzaqda yerləşən nöqtələrin təsiri yaxında olan nöqtələrin təsirindən azdır. Geoloji fəzada parametrlərin fərqlənmə dərəcəsi varioqram vasitəsilə ifadə edilə bilər. Varioqramın forması məlumdursa, onda baxılan sahədə istənilən nöqtədə parametrlərin qiymətini müəyyən etmək mümkündür. Bu halda iki xəritə tərtib olunur: birinci, ayrı-ayrı nöqtələrdə (quyularda) parametrlərin faktiki qiymətlərinə əsaslanır. İkincisi isə xəritənin xətasıdır və

qiymətləndirmənin dəqiqliyini ifadə edən etibarlılıq dərəcəsinə göstərir. Bu üsuldə çəkirlərin optimal çoxluğunu tapmaq, sınaqma nöqtələrindən fərqli olan nöqtələrdə səthi qiymətləndirmək məqsədilə yarımvarioqramlardan istifadə edilir. Yarımvarioqram müşahidələr arasında məsafə funksiyasını daşdığından, çəkirlər sınaqma nöqtələrinin geoloji vəziyyətinə müvafiq dəyişilir. Adi xəritəalma üsullarından fərqli olaraq, Kraykinq üsulu optimal statistik xassələrə malikdir. Ən vacib odur ki, bu üsul izoxəttlərlə təsvir olunan səthin xətasının ölçülməsini təmin edir.

Ümumiyyətlə sahə üzrə geoloji parametrlərin paylanması tədqiq edən zaman varioqramın analizi əsasında xəritələr tərtib olunur. Varioqramın izahı şərti tərtib olunmuş məlumat bazası əsasında riyazi şəkildə aşağıda verilmişdir.

Tutaq ki, ixtiyari nöqtədən hər 10 m məsafədə olan nöqtələrdə lay səthinin dərinliyi 1 m artır. Bu zaman varioqramın hesablanması üçün aşağıdakı riyazi düstur istifadə olunur:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Burada  $\gamma(h)$  - varioqram;

$n$  - qiymətlərin (nöqtələrin) sayı;

$h$  - nöqtələr arasındakı məsafə;

$Z(x_i)$  - tədqiq edilən parametrlin qiymətidir.

Əgər,

$$\Delta k = Z(x_i) - Z(x_i + h)$$

olarsa, ifadəni aşağıdakı ikimi yazmaq olar:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [\Delta k_i]^2$$

Qeyd olunan riyazi ifadə ilə varioqramlar hesablanır və göstəricilər aşağıdakı cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2.1 və 2.2).

Cədvəl 2.1

Hesablama cədvəli

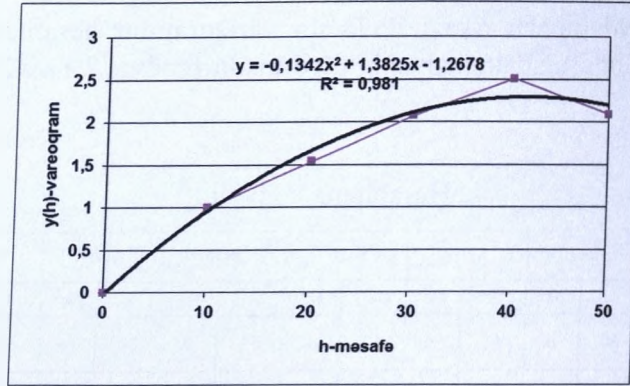
Dərinlik (k), m	h=0		h=10		h=20		h=30		h=40		h=50	
	k	$\Delta k^2$	k	$\Delta k^2$	k	$\Delta k^2$	k	$\Delta k^2$	k	$\Delta k^2$	k	$\Delta k^2$
60	60	0	61	1	62	4	63	9	64	16	60	0
61	61	0	62	1	63	4	64	9	60	1		
62	62	0	63	1	64	4	60	4				
63	63	0	64	1	60	9						
64	64	0	60	16								
60	60	0										
Orta	61,7	0	62,0	4,0	62,3	5,3	62,3	7,3	62,0	8,5	60,0	0

Cədvəl 2.2

Varioqramın hesablanma cədvəli

Məsafə (h), m	Varioqram, $\gamma(h)$
0	0,00
10	1,00
20	1,54
30	2,07
40	2,51
50	2,09

Sonrakı mərhələdə cədvəlin qiymətləri əsasında qrafik tərtib olunur və təqdim edilir (şəkil 2.1).



Şək. 2.1. Varioqram

Qeyd olunanlardan aydın olur ki, hər hansı bir geoloji parametrin sahə üzrə paylanma xəritələrinin tərtib olunması və tədqiqi zamanı varioqramların təhlil edilməsi çox mühüm əhəmiyyət daşıyır. Varioqramların təhlili və modifikasiyaları haqqında dünya ədəbiyyatında geniş informasiya verilmişdir.

Ümumiyyətlə, kraykinqin hər hansı qoyulmuş məsələyə aid praktiki tətbiqi yalnız kompüter texnologiyasının köməyi ilə mümkün olur. Çünki hər hansı bir sahədə geoloji parametrin dəyişməsinə səciyyətləndirmək üçün qiymətləndirmə müxtəlif nöqtələr üçün təkrar həyata keçirilməlidir. Kraykinq analizi artıq müasir iki və üçölçülü geoloji proqramların tərkib hissəsinə daxil edilmişdir.

Kraykinq üsulu xüsusi alqoritm və proqram əsasında realizə edilir.

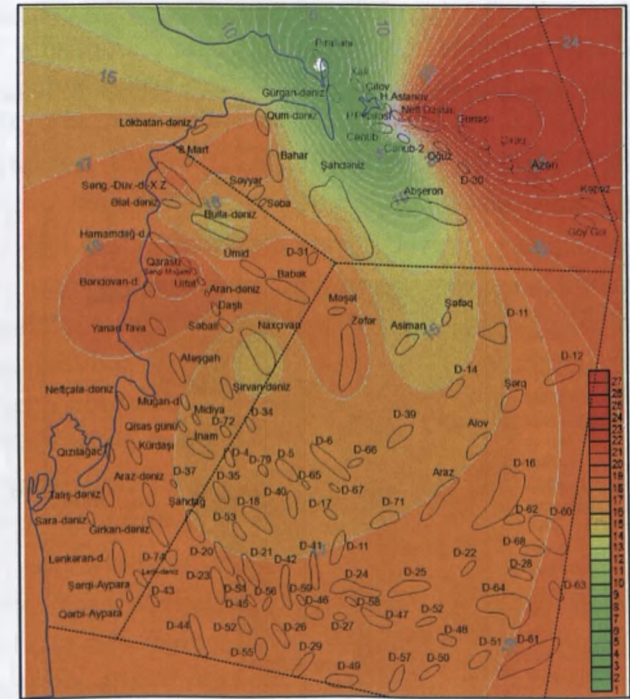
Lay parametrlərinin sahə üzrə differensiasiya xəritələri tərtib olunur və karbohidrogen ehtiyatlarının müxtəlif üsullarla (statistik, detministik) hesablanmasında istifadə edilməsinə imkan verir.

Tədqiqat işində CXÇ-nin MQ çöküntülərinin ehtiyat və şərti karbohidrogen resurslarının hesablanması zamanı qeyd olunan geoloji-mədən parametrlərinin paylanma qanunauyğunluqları

nəzərə alınmışdır. Eyni zamanda bəzi lay parametrlərinin də sahə üzrə differensiasiyası xarakterizə olunmuş və təhlil edilmişdir.

Hesablama parametrlərinin sahə üzrə differensiasiya xəritələri yaradılmış məlumat bazasından istifadə etməklə, tərtib edilmişdir.

Şəkil 2.2-də CXÇ üzrə FLD-nin orta məsaməlik xəritəsi verilmişdir. Bu tip xəritələr bütün geoloji-mədən parametrlərinin sahə üzrə paylanma xüsusiyyətlərini xarakterizə edir və həmin parametrlərin qeyri-müəyyən sahələrdə proqnozlaşdırılmasına imkan verir.

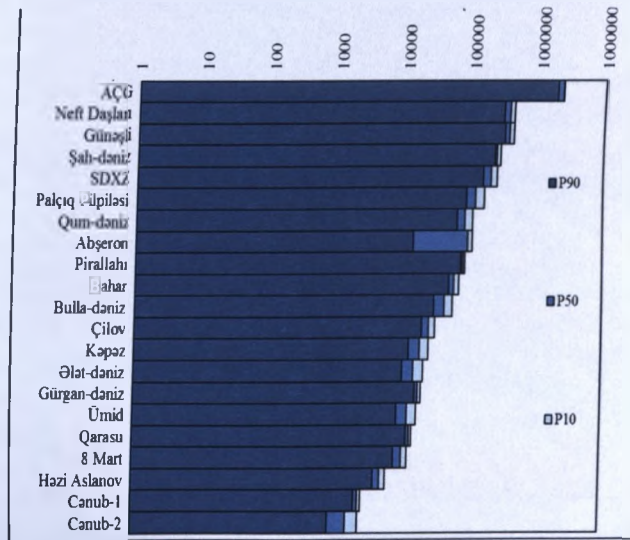


Şək. 2.2. CXÇ üzrə FLD-nin məsaməlik xəritəsi

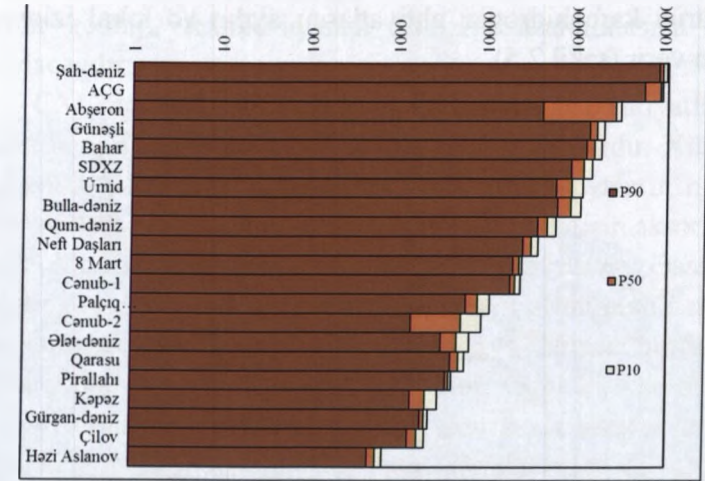


## 2.2. Karbohidrogen ehtiyatlarının sahə və kəsilis üzrə paylanma xüsusiyyətləri

Neft-qaz ehtiyatlarının və resurslarının sahə üzrə paylanma xarakterinin təhlili və ifadə olunması üçün mütləq paylanma xəritələri və ya sxemi tərtib olunmalıdır. Yuxarıda qeyd olunan tədqiqatların nəticə və məlumat bazasından istifadə edərək, CXÇ-nin Azərbaycan sektoru üzrə MQ çöküntülərinin karbohidrogen ehtiyatlarının paylanma sxemi tərtib edilmişdir (şəkil 2.3 və 2.4). Hər iki sxemdən aydın olur ki, iri həcmli karbohidrogen yataqlarının P10 kateqoriyalı ehtiyatları digərlərinə nisbətə daha az qiymətləndirilmişdir. Bu yataqlarda karbohidrogen ehtiyatlarının həcmi daha çox diqqət cəlb etdiyi üçün burada kəşfiyyat işləri nisbətən tam miqyasda əhatə olunmuşdur. Nəticə etibarilə bu yataqlarda (AÇG, Neft Daşları, Dayaz Sulu Günəşli, Şahdəniz, SDXZ, Bahar və s.) karbohidrogen ehtiyatlarının qeyri-müəyyənliyi qeyd olunmur.



Şəkil 2.3. Neft və kondensat ehtiyatlarının yataqlar üzrə paylanma sxemi



Şəkil 2.4. Qaz ehtiyatlarının yataqlar üzrə paylanma sxemi

Abşeron, Cənub-2, Ümid, Kəpəz, Ələt-dəniz, Qum-dəniz, Bulla-dəniz yataqlarında isə karbohidrogen ehtiyatlarının qeyri-müəyyənliyi nisbətən nəzərə çarpır. Həmin yataqlarda geoloji risklərin minimallaşdırılması tələb olunur. Bu baxımdan bu sahələrdə əlavə axtarış-kəşfiyyat işlərinin planlaşdırılması lazım gələ bilər. Növbəti tədqiqat mərhələsi MQ çöküntülərinin karbohidrogen ehtiyatlarının və şərti resurslarının CXÇ üzrə paylanma xəritəsinin tərtibi və təhlili olmuşdur. Bu tip xəritələrin adətən təhlili interpalıyaya üsulları (Kraykinq, bərabər paylanma və s.) ilə tərtib edilir. Regional miqyasda nöqtələr (lokal sahələr) arasında interpalıyaya qiymətlərinin qeyri-dəqiqliyi isbat edilir. Yəni, karbohidrogen ehtiyatları yalnız tələlərdə toplaşdığı üçün hövzənin bütün sahələrində interpalıyaya oluna bilməz. Buna görə də tədqiqat işində hövzənin karbohidrogen ehtiyatlarının və şərti resurslarının differensiasiyasını xarakterizə etmək üçün “onlayn” 3D histoqram paketindən istifadə edilmişdir. Bu üsul ilə tərtib olunmuş xəritələr hər bir yataq və ya

stukturun karbohidrogen ehtiyatlarını aydın və lokal izləməyə imkan verir (şəkil 2.5).



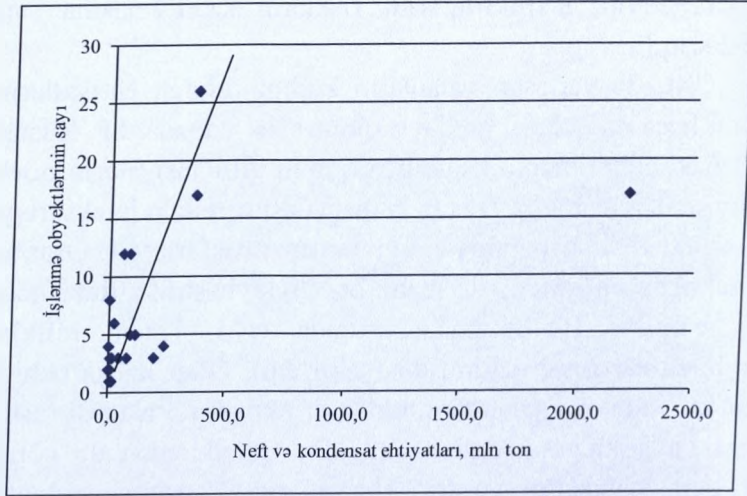
Şək. 2.5. CXÇ MQ çöküntülərinin karbohidrogen ehtiyatları və şərti resurslarının paylanma xəritəsi

Xəritədən görüldüyü kimi, CXÇ-nin MQ çöküntüləri üzrə karbohidrogen ehtiyatlarının böyük həcmi Abşeron arxepelaqında yerləşən və işlənmədə olan AÇG, Şahdəniz, Dayaz Sulu Günəşli, Neft Daşları yataqları ilə əlaqədardır. Digər qalan həcmi isə Abşeron və Bakı arxepelaqlarının qərb hissəsində yerləşmiş yataqlarda cəmləşmişdir. Karbohidrogen resurslarına gəldikdə isə qeyd etmək olar ki, şərti resurslar əsasən Bakı arxepelaqı (Ümid, Babək və Naxçıvan sahələri) və Dərin Xəzərin mərkəzi sahələrində (Zəfər və Şəfəq-Asiman) proqnozlaşdırılmışdır. Tərtib olunmuş paylanma və risk xəritələrinin birgə təhlili axtarış-kəşfiyyat sahələrinin növbəliyi üçün daha çox perspektiv sahələrin müəyyənləşdirməsinə imkan verəcəkdir ki,

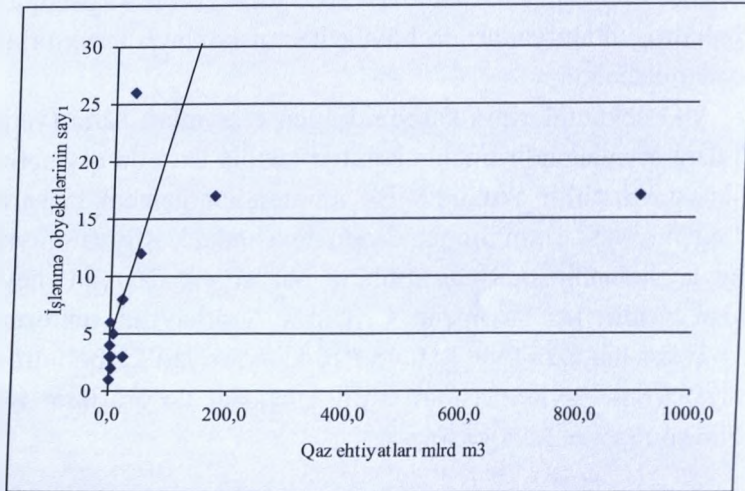
bu da geoloji, texniki-iqtisadi risklərin azaldılmasına şərait yaradacaqdır.

CXÇ-də yerləşən yataqların karbohidrogen ehtiyatlarının həcmi həm də onların çoxsaylı olması ilə əlaqədardır. Xüsusilə MQ çöküntüləri litoloji tərkibcə qumlu-gilli fasiyaların növbələşməsindən ibarətdir. Hövzədə formalaşmış tələlərin əksəriyyəti gil örtükləri ilə qapanmış antiklinal tip strukturlardır. Əsas karbohidrogen ehtiyatları da məhz bu çoxsaylı strukturlara miqrasiya etmişdir. Bu baxımdan aşağıda qeyd olunan qrafiklərin tərtibi aktual hesab edilmişdir (şəkil 2.6). Odur ki, karbohidrogen ehtiyatlarının yataqların çoxsaylı olması ilə əlaqəsi (asililiq qanunauyğunluğu) tədqiq edilmişdir. Qrafiklərdən də görünür ki, neft, kondensat və qaz ehtiyatlarının həcminə yataqların çoxsaylı olma dərəcəsi yüksək təsir edən amillərdən biridir. Bu da onu göstərir ki, gələcəkdə hövzədə kəşf ediləcək yataqların karbohidrogen ehtiyatlarının böyük həcmi çoxsaylı strukturlarla əlaqədar olacaqdır.

MQ çöküntülərinin karbohidrogen ehtiyatları sahə (yataqlar) üzrə qiymətləndirilməklə bərabər kəsiliş üzrə də qiymətləndirilməsi və təhlili aktualdır. Bu məlumatlar gələcəkdə karbohidrogen resurslarının proqnozlaşdırılmasında, kəşfiyyat quyularının layihələndirilməsində mühüm əhəmiyyət daşıyan meyarlardan biridir. Bu baxımdan CXÇ-nin Azərbaycan sektorunda MQ-ın kəsilişi üzrə P90, P50 və P10 kateqoriyalı karbohidrogen ehtiyatlarının paylanmasının təhlili məqsədi ilə qrafiklər tərtib edilmişdir (şəkil 2.7 a və b).

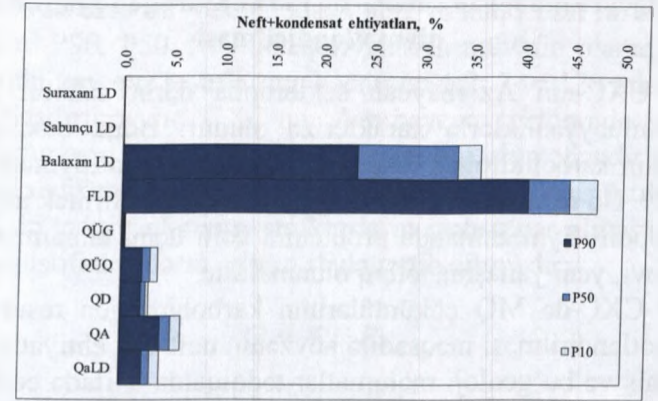


a

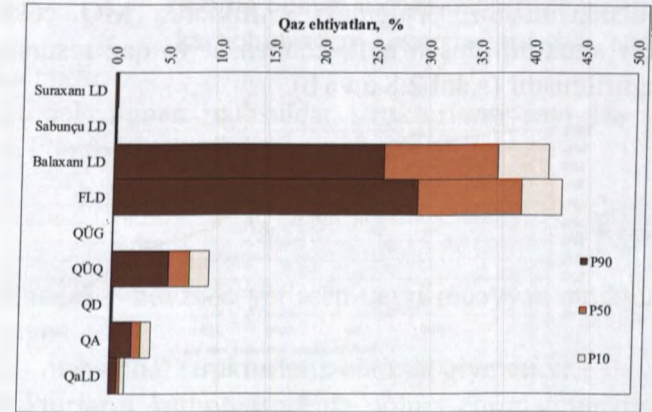


b

Şək. 2.6. Karbohidrogen ehtiyatlarının işlənə obyektlərinin sayından asılılıq qrafikləri: a – neft və kondensat ehtiyatları; b – qaz ehtiyatları



a



b

Şək. 2.7. MQ-ın kəsilişi üzrə karbohidrogen ehtiyatlarının paylanma sxemi

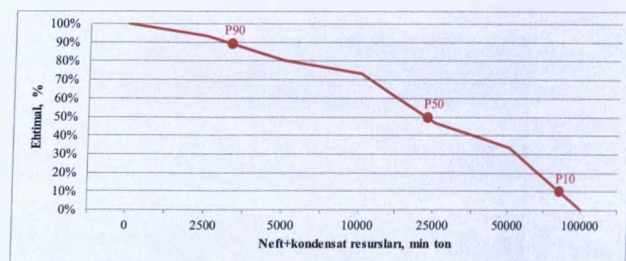
Burada a - neft və kondensat, b - isə qaz ehtiyatlarının kəsiliş üzrə paylanma qrafikləridir.

Qrafiklərin təhlili göstərir ki, kəşf olunmuş yataqlar üzrə MQ-ın kəsilişində BLD və FLD karbohidrogen ehtiyatlarının həcminə görə daha zəngindir. Yəni, ehtiyatların 80%-dən çoxunu təşkil edir. 18%-ə qədər MQ alt şöbəsi, digər 2%-i isə Sabunçu və Suraxanı lay dəstələri ilə əlaqədardır.

### 2.3. Qeyri-müəyyən sahələrdə karbohidrogen resurslarının qiymətləndirilməsi

CXÇ-nin Azərbaycan sektorunda dərin sahələr yüksək qeyri-müəyyənliklərlə xarakterizə olunur. Buna baxmayaraq, ərazinin karbohidrogen resursları böyük həcmdə qiymətləndirilmişdir. Bu resursların etibarlılığını müəyyənləşdirmək aktual bir məsələdir. Eyni zamanda problemin həlli üçün tamamilə qeyri-ənənəvi, yeni yanaşma tətbiq olunmalıdır.

CXÇ-də MQ çöküntülərinin karbohidrogen resurslarının qiymətləndirilməsi məqsədilə hövzənin neft-qaz ehtiyatları təhlil edilmiş və bu geoloji məlumatlar tədqiqatda istifadə edilmişdir. Karbohidrogen resursları beynəlxalq standartlara uyğun şəkildə qiymətləndirilmişdir. Aşağıdakı qrafiklərdə MQ çöküntüləri üçün bir struktura düşən neft, kondensat və qaz resursları qiymətləndirilmişdir (şəkil 2.8 a və b).



a



b

Şəkil 2.8. CXÇ-də MQ çöküntüləri üzrə bir struktura düşən karbohidrogen resurslarının qiymətləndirilməsi qrafikləri

Hövzə üzrə bir yatağa düşən neft və kondensat resurslarının həcmi P90, P50, P10 kateqoriyalarına müvafiq olaraq, 3,2; 24; 75 mln ton, qaz resurslarının həcmi isə 1,2; 7 və 120 mlrd. m<sup>3</sup> proqnozlaşdırılmışdır. CXÇ-nin Azərbaycan sektorunda yerləşən strukturların karbohidrogen resurslarının qiymətləndirilməsi məqsədilə yuxarıda qeyd olunan həcməldən və Bayes üsulunun köməyi ilə tədqiq olunmuş strukturların məhsuldar olması ehtimalından istifadə edərək, riyazi ifadə tərtib edilmişdir:

$$Q = X_m \cdot P$$

Burada  $Q$  – karbohidrogen resurslarının həcmi;

$X_m$  – ehtimal olunan məhsuldar strukturların sayı;

$P$  – karbohidrogen resurslarının bir struktura düşən həcmidir.

Ehtimal olunan məhsuldar strukturların sayı isə Bayes üsulunun köməyi ilə hesablanır:

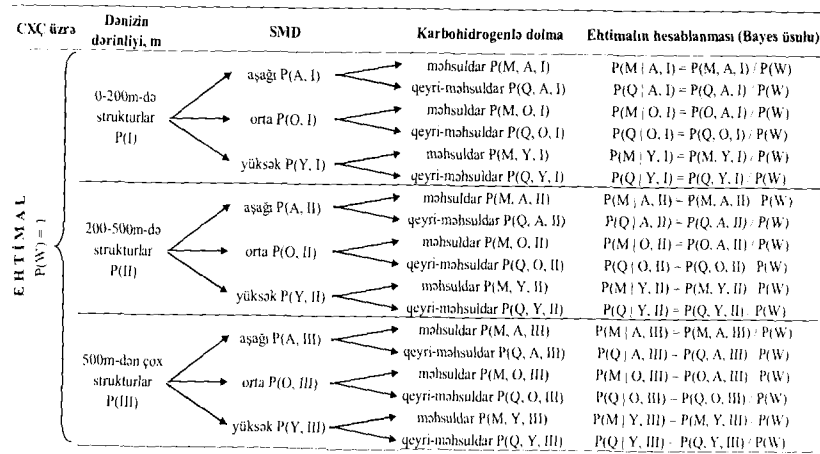
$$X_m = S \cdot P_m$$

Burada  $S$  – hövzədə yerləşən qeyri-müəyyən strukturların ümumi sayı;

$P_m$  – məhsuldar strukturların ehtimal qiymətidir.

Strukturların karbohidrogenlə dolma ehtimalının qiymətləndirilməsi üçün geoloji-geofiziki, geokimyəvi, paleohidrogeoloji, paleotektonik üsullarla yanaşı Bayes üsulu mövcuddur. Tədqiqat sxemi şəkil 2.9-da verilib. Sxemdə qeyd edildiyi kimi, dənizin dərinliyindən asılı olaraq üç qrup strukturun əvvəlcə mürəkkəblilik dərəcələrinin ehtimalı, sonra isə karbohidrogenlə dolma ehtimalı qiymətləndirilməlidir. Hər bir qrup üçün və ümumi miqyasda müxtəlif variantların ehtimalı da qiymətləndirilə bilər. Tədqiqat işi dənizin dərinliyindən və SMD-dən asılı olaraq, qeyri-müəyyən strukturların məhsuldarlıq ehtimalını qiymətləndirməyə imkan verir. Bu da növbəti axtarış-kəşfiyyat

işlərinin növbəlik sxemini müəyyənləşdirmək üçün istifadə oluna bilər [4, 7, 8].



Sək. 2.9. CXÇ-də strukturların Bayes üsulu ilə tədqiqat sxemi

Hövdədə aparılmış kompleks geoloji-geofiziki, axtarış-kəşfiyyat işləri nəticəsində qeyri-məhsuldar və ya məhsuldarlığı sübut edilmiş 29 strukturun 27-nin karbohidrogenlə dolması təyin edilmişdir (cədvəl 5.12). Bunlardan 6-ı aşağı, 8-i orta, 15-i isə yüksək mürəkkəblik dərəcəsinə malik olan strukturlardır. Xali və Oğuz strukturlarında karbohidrogen yığımları izlənmişdir. Bunlar dənizin dərinliyi 200 m-dən az olan sahələrdə yerləşir ki, müvafiq olaraq, yüksək və aşağı mürəkkəblik dərəcəsinə malikdirlər. Məhsuldar ehtimal olunan strukturlarda proqnoz resurslarının həcmələrinin qiymətləndirilməsi məqsədilə sxemdə qeyd olunan Bayes üsulu tətbiq edilmişdir:

1. Aşağı mürəkkəblik dərəcəli qeyri-məhsuldar strukturların ehtimalı hesablanmışdır;

$$P(Q|A) = \frac{P(Q,A,I) + P(Q,A,II) + P(Q,A,III)}{P(A)} = \frac{0,03 + 0,00 + 0,00}{0,21} = 0,14$$

2. Orta mürəkkəblik dərəcəli qeyri-məhsuldar strukturların ehtimalı aşağıdakı kimi hesablanmışdır;

$$P(Q|O) = \frac{P(Q,O,I) + P(Q,O,II) + P(Q,O,III)}{P(O)} = \frac{0,00 + 0,00 + 0,00}{0,28} = 0,00$$

3. Yüksək mürəkkəblik dərəcəsinə malik olan qeyri-məhsuldar strukturların ehtimalı hesablanmışdır;

$$P(Q|Y) = \frac{P(Q,Y,I) + P(Q,Y,II) + P(Q,Y,III)}{P(Y)} = \frac{0,03 + 0,00 + 0,00}{0,52} = 0,06$$

4. Qeyri-məhsuldar strukturların ehtimalı hesablanmışdır;

$$P(Q) = \frac{P(Q,I) + P(Q,II) + P(Q,III)}{P(W)} = \frac{0,07 + 0,00 + 0,00}{1,00} = 0,07$$

5. Məhsuldar strukturların ehtimalı hesablanmışdır;

$$P(M) = P(W) - P(Q) = 1,00 - 0,07 = 0,93$$

CXÇ-də qeyri-müəyyən strukturların sayı 91-dir. Məhsuldar strukturların ehtimalı 93 % olduğuna görə sayı təqribən 85-ə bərabər olacaqdır. Bundan sonarə P90, P50 və P10 kateqoriyaları üzrə hər bir struktura düşən karbohidrogen həcmələrini 85-ə ədədi vurmaqla, proqnoz resursları qiymətləndirilmişdir.

Beləliklə, yuxarıda qeyd olunan üsullar ilə CXÇ-də MQ çöküntülərinin Q50 kateqoriyalı perspektiv resursları qiymətləndirilmiş və aşağıdakı cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2.3).

Cədvəl 2.3

MQ çöküntüləri üzrə qiymətləndirilmiş karbohidrogen resurslarının cədvəli

Karbohidrogenlər	Proqnoz resurslar
Neft+kondensat, mln ton	2040
Qaz, mlrd. m <sup>3</sup>	2595

CXÇ-də proqnoz resursların mümkün həcmi Q50 kateqoriyası ilə qəbul edilə bilər və 2 mlrd. ton neft-kondensat, 2595 mlrd. m<sup>3</sup> qaz proqnozlaşdırılır.

Həmçinin, şərti və perspektiv karbohidrogen resurslarının gözlənilən həcmi əsasında CXÇ-də ehtiyatların həcminin artımını proqnozlaşdırmaq mümkündür.

## Nəticə və təkliflər

Dünya neftqazçıxarma prosesinin sürətli tərəqqisi karbohidrogen ehtiyatlarının qiymətləndirilməsinə də öz müsbət təsirini göstərmişdir. Beləki, beynəlxalq neft-qaz şirkətləri karbohidrogen ehtiyatlarının vahid standartlarda qiymətləndirilməsinə daha çox diqqət yönəldirlər. Ona görə ki, həmin şirkətlər üçün iri həcmli layihələrin investisiya tələblərini daxili maliyyə imkanları hesabına ödəmək çətinliklər yaradır. Bu da şirkətlərin öz aktivlərini (karbohidrogen ehtiyatları, səhmlər və s.) beynəlxalq standartlarda qiymətləndirilməsi və təsdiq etdirilməsini zərurləşdirir.

Bu baxımdan ölkəmizin neft-qaz yataqlarında da karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması beynəlxalq standartlar tətbiq olunur. Standartların icra edilməsi üçün yanaşmalar daim təkmilləşdirilir.

Tərtib olunmuş dərs vəsaitində aşağıdakı məsələlərə aydınlıq gətirilmişdir:

1. Karbohidrogen ehtiyatlarının və resurslarının yeni təsnifat sxemi müqayisəli təhlil edilmişdir;
2. Hesablama parametrlərinin geoloji əsaslandırılması və paylanma qanunauyğunluqları işlənib hazırlanmışdır;
3. Karbohidrogen ehtiyatlarının hesablanması üçün yeni üsullar izah edilmişdir;
4. Karbohidrogen ehtiyatları və resurslarının sahə, kəsiliş üzrə paylanma xüsusiyyətləri işlənmişdir;
5. Perspektiv strukturlarda karbohidrogen resurslarının qiymətləndirilməsi metodikası işlənmişdir.

Metodiki vəsait "Geologiya mühəndisliyi" ixtisasında bakalavr və magistr pilləsi üzrə təhsil alan tələbələr və istehsalatda çalışan mütəxəssislər üçün faydalı nəzəri-təcrübi əhəmiyyət kəsb edir. Diplom layihələrində, dissertasiya işlərində və müstəqil tədqiqatlarda istifadə oluna bilər.

## Ədəbiyyat

1. Bağırov B.Ə., Calalov Q.İ., Nəzərova S.Ə. Riyazi geologiyanın əsasları. Bakı: Realkom, 2001, 64 s.
2. Bağırov B.Ə. Neft-qaz mədən geologiyası. Bakı: ADNA, 2011, 311 s.
3. Bağırov B.Ə., Salmanov Ə.M., Əhmədov E.H. Neft-qaz yataqlarında geoloji risklər və qiymətləndirilmə üsulları. Bakı: AMEA-GGI, 2018, 46 s.
4. Salmanov Ə.M., Əhmədov E.H. Cənubi Xəzər çökəkliyində Məhsuldar Qat çöküntülərinin karbohidrogen potensialının qiymətləndirilməsi və axtarış-kəşfiyyat işlərinin səmərəli istiqamətlərinin müəyyən edilməsi // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2018, №7-8, s. 15-19
5. Salmanov Ə.M., Eminov Ə.Ş., Əhmədov E.H. Neft-qaz yataqlarında ehtiyatların paylanma xüsusiyyətləri və geoloji risklər Günəşli yatağının təmsalında // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2015, №11, s. 3-6
6. Абасов М.Т., Алияров Р.Ю., Гулиев И.С. О геологических проблемах развития нефтегазодобычи в Азербайджане // Известия НАН Азербайджана. Серия Наук о Земле, 2003, №3, с. 110-123
7. Ампилов Ю.Л., Герт А.А. Экономическая геология. Москва: Геоинформарк, 2006, 339 с.
8. Ампилов Ю.П. Методы геолого-экономического моделирования ресурсов и запасов нефти и газа с учетом неопределенности и риска. Москва: Геоинформарк, 2002, 200 с.
9. Ахмедов Э.Г., Рагимов Ф.В., Керимов С.В. Вероятностная оценка нефтяных запасов с учётом неопределённости и геологических рисков / 69-я Международная молодежная научная конференция «Нефть и газ - 2015». Москва: 2015, с. 17
10. Ахмедов Э.Г. Уточнение запасов нефти современными методами и оценка геологических рисков / XXI Международная (заочная) научно-практическая конференция по всем наукам «Интеграция мировых научных процессов как основа общественного прогресса». Казань: 2015, с. 24-28
11. Аффифи А.А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир. 1982, 488 с.
12. Багаров Т.Ю. Статистические методы оценки запасов нефти. Баку: Элм, 1978, 100 с.
13. Наливкин В.Д., Абасов М.Т. Прогнозирование геолого-экономического качества ресурсов нефти и газа. Москва: Наука, 1985, 168 с.
14. Салманов А.М. «Оценка запасов длительно разрабатываемых месторождений на основе динамических и статистических моделей», Баку, Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, 2007, №4 (50), с 11-16
15. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. Москва: Наука, 1985, 80 с.
16. Эминов А.Ш., Керимов Н.С., Ахмедов Э.Г. Сопоставление результатов подсчета запасов нефти геолого-математическими методами // Известия ВТУЗов Азербайджана, 2015, №4, с. 21-27
17. Ahmadov E.H. Estimation of oil and gas reserves applying various mathematical and geological methods / II Итоговая Международная (заочная) научно-практическая конференция по всем наукам «Интеграция мировых научных процессов как основа общественного прогресса». Казань: 2014, с. 21-25
18. Ahmed T., McKinney P.D. Advanced reservoir engineering. New-York: GPP, 2011, p. 424

**ELVİN HACIQULU OĞLU ƏHMƏDOV**

**NEFT-QAZ YATAQLARININ  
KARBOHİDROGEN EHTİYATLARININ  
VƏ RESURLARININ  
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

**BAKİ – 2019**

Çapa imzalanmışdır: 04.09.2019. Sifariş № 11. Həcmi 3 ç.v.  
Formatı 60x84<sup>1/16</sup>. Tirajı 150 nüsxə. Qiyməti müqavilə ilə.

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası  
Geologiya və Geofizika İnstitutunun mətbəəsi  
Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539 39 72*