

## **Yüksək özlülüklü neftlərlə səciyyələnən yataqlarda neftvermənin modelləşdirilməsi (Azərbaycanın dəniz yataqları təmsalında)**

### **Neft və qaz**

**Bağirov B.Ə., Süleymanova V.M., Zeynalova S.A.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*

E-mail: vefa\_ferid@mail.ru

Dəniz akvatoriyasında istismar olunan yüksək özlülüklü neft yataqlarının işlənilməsinin səmərəli başa çatdırılmasına baxılmışdır. Bu məqsədlə riyazi modelləşdirmə üsulu həyata keçirilmişdir ki, bu da işlənmə prosesində hər bir lay parametrlərinin rolunu aşkar etməyə imkan verir. Geoloji-riyazi modellər üzərində prosesə təsir edən parametrlərin həssaslıq analizləri aparılmışdır. Məqalədə modelin geoloji interpretasiyası verilməklə yanaşı, neftvermə əmsalının artırılması məqsədilə istilik üsullarının tətbiqi və horizontal quyuların qazılması da təklif olunmuşdur.

*Açar sözlər:* yataq, neft, özlülük, çətin çıxarılabılən ehtiyatlar, korrelyasiya analizi, neftvermə modeli.

### **Giriş**

Araşdırmalara görə yataqların işlənilmə nəticələrinə təsir göstərən amillərdən biri də lay fluidlərinin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləridir. Məsələn, ağır və yüksək özlülüklü neftlərin lay şəraitində hərəkəti məhduddur. Dünya neftqazçıxarma təcrübəsindən məlumdur ki, təbii bitumlarda və ağır, yüksək özlülüklü neft yataqlarının kollektorlarında olan ehtiyatların həcmi orta və yüngül neftlərdən ibarət yataqların ehtiyatlarından daha çoxdur. Belə neftlərin xeyli hissəsi 48 nəhəng neft yataqları ilə əlaqədardır ki, onlar da əsasən Kanada, ABŞ, Rusiya, Yaxın Şərq və Cənubi Amerika və s. ölkələrdə yerləşmişdir [14, 15]. Belə neft yataqları Qazaxıstanda, Azərbaycanda, Rumıniyada, Karib hövzəsində, Cənub-Şərqi Asiyada da açılmışdır. Gələcəkdə, də orta və yüngül neftlərdən ibarət yataqların ehtiyatları tükəndikdə, enerji resursları bazarının formalaşmasında məhz belə yataqların ehtiyatlarının böyük rol oynayaçağı şübhə doğurmur.

### **Məsələnin qoyuluşu**

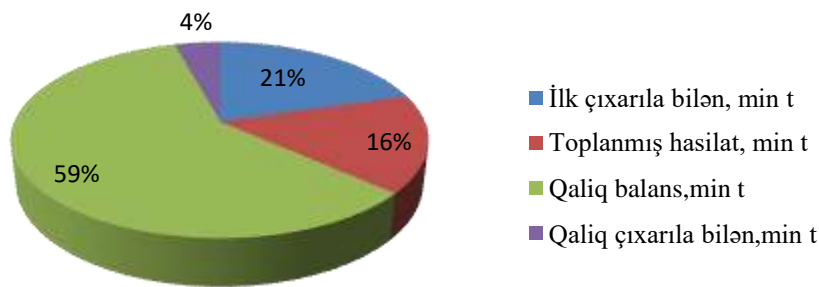
Müasir dövrdə neftqazçıxarma sənayesi qarşısında duran global məsələlərdən biri də yüksək özlülüklü neft yataqlarında işlənilmənin səmərəli başa çatdırılması yollarının əsaslandırılmasıdır. Bu problemin həlli dəniz yataqları üçün daha aktualdır. Belə ki, bu yataqların qısa zaman çərçivəsində işlənilməsinin başa çatdırılması tələbatı onların ehtiyatlarının daha yüksək templərlə realizəsi problemini qarşıya qoyur.

### **Həll üsulları**

Tədqiqat işinə Abşeron arxipelaqında yerləşən yüksək özlülüklü neftlərlə səciyyələnən 6 yataq (Pirallahı, Darwin bankası, Abşeron bankası, Qərbi Abşeron, Palçıq Pilpələsi, Çilov adası,) cəlb edilmişdir (cədvəl bax). Bu yataqların kəsilişində yüksək özlülüklü neftlərlə səciyyələnən 28 istismar obyektini ayırmışdır. Obyektlər üzrə geoloji ehtiyatın həcmi 300 mln. tona yaxındır (şəkil 1). İşlənmənin əvvəlindən hazırkı dövrdəki laylardan 58 mln. ton (16 %) neft hasil edilmişdir. Cari neftvermə əmsalı 0, 21-ə bərabərdir.

Cədvəl. Azərbaycanın dənizdə yerləşən yüksək özlüklü neft yataqları haqqında məlumat

Sıra sayı	Yataq	İşlənilmə obyektü	Effektiv qalınlıq, m (X <sub>1</sub> )	Məsaməlik, % (X <sub>2</sub> )	Keçiricilik, 10 <sup>-3</sup> mcm <sup>2</sup> (X <sub>3</sub> )	Qumluluq, % (X <sub>4</sub> )	Gillilik, % (X <sub>5</sub> )	Neftin özlütlüyü, mPa s (X <sub>6</sub> )	Bölinmə (X <sub>7</sub> )	Sulaşma, % (X <sub>8</sub> )	Təzyiq düşgüsü, MPa (X <sub>9</sub> )	Qaz amili, m <sup>3</sup> /t (X <sub>10</sub> )	İşlənmə tempi, % (X <sub>11</sub> )	Son neftvermə əmsali
1	Pirallahı şimal qırışıq	QDü	13	24	75	44	36	36	3.6	72	3.9	56	2.6	0.3
2		QDa	15.5	26	28	43	35	38	3.9	70	4.3	55	3.3	0.32
3		QA	17.4	28	255	69	28	42	3.8	54	5	35	2.4	0.37
4	Pirallahı cənub qırışıq	QD üa	15	25	28	52	35	24	4.2	86	5	11	4.7	0.20
5		QA p	19	28	27	49	36	23	3.2	80	5.9	25	3.7	0.18
6		QA üa	23.3	28	100	60	22	18	3.2	86	5	12	4.7	0.42
7	Darvin bankası	QDü	16.3	24	210	43	31	29	12	33	7.3	11	4.76	0.32
8		QDa	11.4	26	110	47	31	32	6.7	22	9	11	2.93	0.31
9		QA	10.7	27	190	51	25	25	3.3	33	7.9	12.4	2.72	0.34
10	Abşeron bankası	QD	12	27	86	60	26	22	12.7	48	1.3	38	1.8	0.20
11	Qərbi Abşeron	QD	10	25	240	60	26	15	12.7	27	4.8	38	1.8	0.20
12		QA	11	24	250	65	22	15	4.2	5	2.5	50	0.05	0.18
13	Palçıq pilpilasəsi	QÜG	6	28	110	33	62	20.1	2	28	1	30	0.78	0.12
14		QÜQ	6.5	28	110	56	25	21.1	2.0	22.0	1.3	30.0	3.0	0.25
15		QD	12.0	27	86	39	60	22.3	9.8	10.0	1.9	25.0	2.8	0.10
16		QA	10.5	25	50	56	24	22.2	7.3	23.0	3.5	36.0	1.7	0.13
17		QaLD1	13.0	23	40	44	29	23.3	5.3	17.0	8.5	77.0	4.3	0.21
18		QaLD2	11.2	24	200	41	46	24.6	4.7	20.0	6.5	50.0	4.3	0.30
19		QaLD3	13.0	22	150	49	36.4	20.8	6.7	58.0	6.7	80.0	3.6	0.20
20		QaLD4	14.7	21	180	48	35.5	20.1	6.4	54.0	8.9	84.0	3.9	0.20
21	Çilov	QÜQ	7.5	22	150	51	47.2	15	5	26	2	79	5	0.25
22		QD	11	20	150	41	32.8	15	4.4	12	2	91	2	0.15
23		QA ü	23.1	19	150	56	23	15	4.2	57	2.8	91	2.4	0.48
24		QA üa	20.6	19	150	54	35	15	3.9	64	4.2	91	3.8	0.35
25		QaLDüü	11.3	19	150	46	33	15	2.4	11	4	91	2.7	0.18
26		QaLDaü	9.5	18	150	48	29.5	15	3.4	73	4	91	1.6	0.24
27		QaLDüüa	12.9	18	150	53	33	15	2	50	4	91	4.2	0.20
28		QaLDaüa	9.4	18	150	51	27	15	2.4	25	9	91	7.6	0.34



Şəkil 1. Azərbaycanın dəniz sahəsində işlənmədə olan yüksək özlüklü neft yataqlarının ehtiyatlarının faiz göstəriciləri

Müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən Azərbaycanın neft yataqlarının kəşilşində ehtiyatı çətin çıxarılabilən işlənmə obyektləri ayrılmışdır. Məlumdur ki, belə yataqların işlənilməsinin səmərəli başa çatdırılması üçün müxtəlif qoyuluşlara istinad edilmişdir. Bu baxımdan neftvermənin modelləşdirilməsi istiqamətində aparılan işlər xüsusilə aktualdır .

Riyazi modelləşdirmə üsulu dedikdə, özündə müxtəlif parametrləri əks etdirən elə riyazi funksiya nəzərdə tutulur ki, onun köməyi ilə işlənmə prosesini tənzimləmək mümkün olsun. Buna görə də daha çox hallarda çoxölçülü korrelyasiya-reqressiya analizi əsasında tərtib olunmuş modellərdən istifadə olunur. Bu modellərin alınmasında əsas prinsip ondan ibarətdir ki, analiz zamanı cəm korrelyasiya əmsalına əhəmiyyətli dərəcədə təsir etməyən faktorlar tədricən modeldən çıxarılmaqla, analiz üçün onların ən əhəmiyyətlisi saxlanılır [1, 5, 6, 8 ].

Tədqiqat işində Azərbaycanın dəniz sahəsində işlənmədə olan 28 yüksək özlüklü neft yataqlarında neftvermənin modelləşdirilməsi üçün aşağıdakı geotexnoloji parametrlərin qiymətlərindən istifadə edilmişdir: layların effektiv qalınlığı ( $X_1$ ), süxurların məsaməliliyi ( $X_2$ )%, keçiriciliyi ( $X_3$ ) mkm<sup>2</sup>, çöküntülərin qumluluğu ( $X_4$ )%, gilliliyi ( $X_5$ ) %, neftin özlülüyü ( $X_6$ ) mPas, bölünmə ( $X_7$ ), hasilatın sulaşması ( $X_8$ ) %, işlənmə prosesində təzyiq düşgüsü ( $X_9$ ) mPa, qaz amili ( $X_{10}$ ) m<sup>3</sup>/t, işlənmənin ilk mərhələsində neftçıxarma tempi ( $X_{11}$ ) % (cədvələ bax).

Alınmış reqressiya tənliyi aşağıdakı şəkildədir:

$$Y = 0,053 + 0,526X_1 - 0,31X_3 - 0,262X_6 - 0,26X_7 - 0,278X_9 + 0,289X_{11}$$

$$\text{Cəm korrelyasiya əmsalı } R_{\text{cəm}} = 0,84.$$

Modeldə layların effektiv qalınlığı, işlənilmənin ilk mərhələsində neftçıxarma tempi müsbət, süxurların keçiriciliyi, neftin özlülüyü, çöküntülərin bölünməsi, təzyiq düşgüsü isə mənfi parametrlər qismində iştirak edir.

Aşağıda modeldə iştirak edən parametrlərin təhlili verilmişdir ki, bu da yeni istismara verilən yataqlarda işlənilmə prosesinin elementlərini əvvəlcədən proqnozlaşdırmağa imkan verir.

*Layların neftlə doymuş effektiv qalınlığı* ( $X_1$ ). Bu parametr modeldə müsbət yüklü olmaqla iştirak edir. Təbii ki, layların effektiv qalınlığı artdıqca, işlənmə nəticələrinə müsbət təsir göstərəcəkdir.

*Kollektor süxurların keçiriciliyi* ( $X_3$ ) – məlumdur ki, flüidlərin lay şəraitində hərəkətinin tənzimlənməsinə süxurların keçiriciliyi böyük təsir göstərir. Modeldə bu göstəricinin mənfi təsiri öz əksini tapmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq olunan obyektlərin əksəriyyətində süxurların keçiriciliyinin qiymətləri kiçikdir. Məhz bu baxımdan da həmin obyektlərdə ehtiyatların realizə dərəcələri çox aşağı olduğundan, onlar ehtiyatı çətin çıxarıla bilən yataqlar kateqoriyasında təsnif olunmuşdur.

*Neftin özlülüyü* ( $X_6$ ) – Neftlərin özlülüyü əsas işlənmə göstəricilərindən biri olub, lay şəraitində onların hərəkətmə dərəcəsini səciyyələndirir. Məlum olduğu kimi, neftin özlülüyü artdıqca onların lay şəraitində hərəkəti məhdudlaşır. Tədqiqat işinə cəlb edilmiş yataqlar yüksək özlüklü olduğundan (neftlərin özlülüyü 10-42 mPas, sıxlığı 910-926 kq/m<sup>3</sup> arasında dəyişir) bu göstərici reqressiya tənliklərində mənfi yüklə iştirak edir.

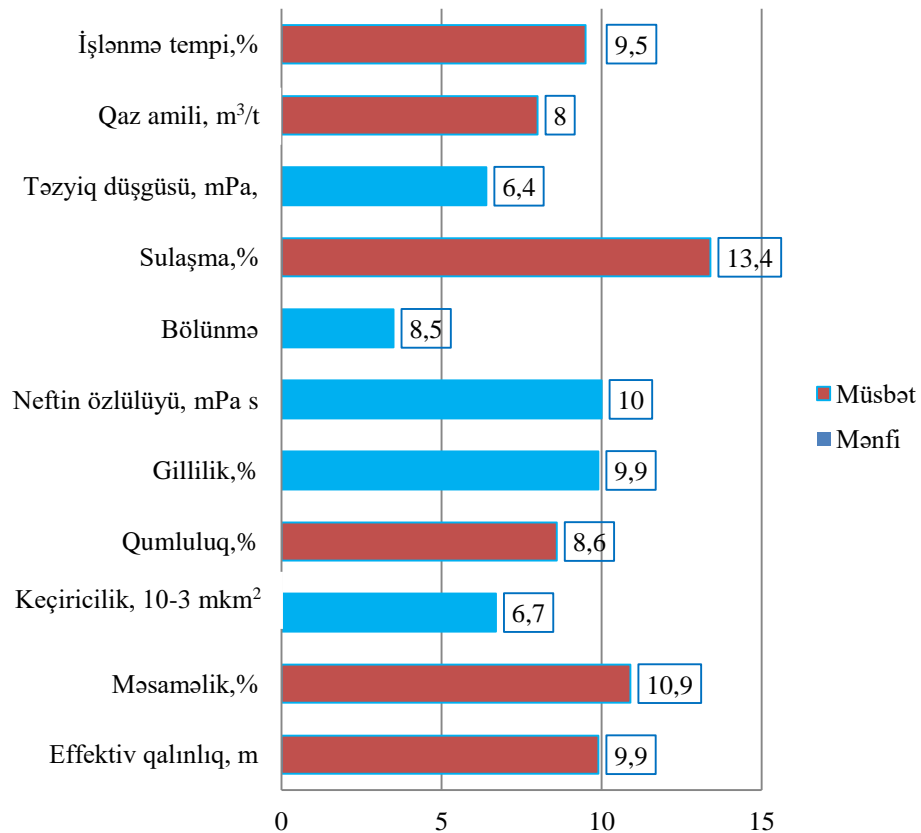
*Çöküntülərin bölünmə əmsalı ( $X_7$ )* – ehtiyatı çətin çıxarıla bilən obyektlər bilavasitə məhsuldar qatın qeyri-bircins layları ilə əlaqədar olduğundan burada bölünmə əmsalının qiyməti yüksəkdir (orta qiyməti 5-ə bərabərdir). Odur ki, göstərici son neftvermə əmsalına mənfi təsir göstərir.

*Təzyiq düşgüsü ( $X_9$ )*. Qeyd edildiyi kimi, tədqiqata cəlb edilmiş yataqlar mürəkkəb təbii geoloji mühitlə səciyyələnir. Bu yataqlarda laya süni təsir üsulları müsbət nəticələr verməmişdir. Bu isə öz növbəsində təzyiq düşgüsünə öz təsirini göstərmişdir. Bu göstərici modeldə mənfi təsirlə iştirak edir.

*İşlənmənin ilk mərhələsində neftçıxarma tempi ( $X_{11}$ )*. Məlumdur ki, işlənmənin ilk illərində yatağa çoxlu sayda quyular qazılır. Bununla əlaqədar olaraq illik hasilatın həcmi də artır. Buna görə işlənmənin ilk illərində işlənmə tempinin qiyməti yüksək olduğundan, bu göstərici neftverməyə müsbət təsir göstərmişdir.

Modeldə öz əksini tapmayan digər parametrlərin də hər birinin işlənmə prosesində özünə məxsus rol oynadığı heç bir şübhə doğurmur. Lakin alınmış modeldə onların əhəmiyyətli təsiri qeyd olunmadığından, haqlarında məlumat verilməmişdir.

Aparılan təhlili nəticələrdən istifadə edərək, həssaslıq diaqramı qurulmuşdur (şəkil 2). Həssaslıq analizləri dedikdə qeyd olunan geoloji-mədən parametrlərin qiymətlərinin neftvermə əmsalına təsiri nəzərdə tutulur. Diaqram neftverməyə təsir edən bütün parametrlərin təsir dərəcəsini faiz ilə göstərir [10]. Azərbaycanın dəniz sahəsində işlənədə olan yüksək özlülüklü neft yataqlarının həssaslıq analizi diaqramlarından göründüyü kimi, neftverməyə ən böyük təsir edən parametrlər hasilatın sulaşması (13,4%), süxurların məsaməliyi (10,9%), layların effektiv qalınlığı (9,9%), işlənmənin ilk mərhələsində neftçıxarma tempidir (9,5%). Digər parametrlər isə (neftlə-doyma, neftin sıxlığı və s.) isə çox aşağı təsir dərəcəsinə malikdir. Mənfi təsir dərəcəsinə malik olan parametrlər ilk növbədə neftlərin özlülüyü (10%), çöküntülərin gilliliyi (9,9%), keçiricilik (6,7%), təzyiq düşgüsü (6,4%) və çöküntülərin bölünməsidir (3,5%).



Şəkil 2. Parametrlərin neftverməyə təsirini əks etdirən diaqram

## Nəticə

Yüksək özlülüklü yataqlarda qalıq ehtiyatların realizəsi üçün istilik üsullarının tətbiqi, eləcə də işlənmədən təcrid olunmuş bir neçə sahələrin eyni zamanda işlənməyə cəlb edilməsi məqsədilə horizontal quyuların qazılması daha səmərəlidir [2, 7, 9, 13].

Beləliklə, işdə Azərbaycanın dəniz sahəsində işlənmədə olan neft yataqlarının kəsilişində iştirak edən yüksək özlülüklü istismar obyektləri ayrılmış, onların neftvermə modeli alınmış və interpretasiya edilmişdir. Əldə edilən nəticələrdən elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasında və geoloji-texnoloji layihələrin tərtibində istifadə edilə bilər.

## Ədəbiyyat

1. Багиров Б.А. Нефтепромысловая геология. – Баку, 2011. – 254 с.
2. Багиров Б.А., Мамедов Т.М., Салманов А.М. Геологические основы выбора нефтяных залежей месторождений Азербайджана для разработки горизонтальными скважинами. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1994, №6. – С.33-36.
3. Багиров Б.А., Салманов А.М., Гасаналиев М.Г. Об определении качества запасов нефти. // Геология нефти и газа. – 1998, №1. – С.22-25.
4. Багиров Б.А., Багиров Е.Б., Салманов А.М. Классификация нефтяных залежей Азербайджана с трудноизвлекаемыми запасами для определения очередности их освоения. // Материалы IX Международного симпозиума Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения. – Петербург, 1992. – С.119-120.
5. Bağirov B.Ə., Süleymanova V.M. Neft yataqlarının işlənilmə nəticələrinin müxtəlifliyi barədə. // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. – Bakı, 2004, №3(31). – Səh.15-19.
6. Bağirov B.Ə., Quliyeva T.Ə., Süleymanova V.M. Abşeron yataqlarının neftvermə modelləri haqqında. // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. – Bakı, 2005, №3(37). – Səh.22-24.
7. Юсуфзаде Х.Б. Состояние и перспективы развития нефтегазодобычи в Азербайджане. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2000, №11-12. – С.29-39.
8. Салманов А.М., Гасаналиев М.Г. Выделение залежей Азербайджана с трудноизвлекаемыми запасами нефти и рекомендации по их рациональной доработке. // Научная конференция, посвященная 80-летию АГНА. – Баку, 2000. – С.16-17.
9. Салманов А.М. О проблеме доработки месторождений Азербайджана горизонтальными скважинами. // Геология нефти и газа. – 2004, №6. – С.41-43.
10. Bağirov B.Ə., Salmanov Ə.M., Əhmədov E.H. Neft-qaz yataqlarında geoloji risklər və qiymətləndirilmə üsulları. // Dərs vəsaiti. – Bakı, 2017. – 48 səh.
11. Халимов Э.М. Стимулирование разработки трудноизвлекаемых запасов нефти. // Геология нефти и газа. – 1997, №8. – С.26-29.
12. Власенко В.В., Титунина М.А. и др. Повышение эффективности разработки трудноизвлекаемых запасов нефти. // Науч. труды ВНИИ им. акад. Крылова А.П. – М., 1988, №103. – 156 с.
13. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1985. – 308 с.
14. Липаев А.А., Янгузарова З.А. Разработка месторождений природных битумов. // Учебное пособие. Альметьевский государственный нефтяной институт. – 2007. – 92 с.
15. Николин И.Г. Методы разработки тяжелых нефтей и природных битумов. // Наука – фундамент решения технологических проблем развития России. – 2007, № 2.

**Резюме**

**Багиров Б.А., Сулейманова В.М, Зейналова С.А.**

**Моделирование нефтеотдачи пластов, характеризующихся высоковязкими нефтями (на примере морских месторождений Азербайджана)**

Рассмотрена рациональная доработка морских месторождений Азербайджана, характеризующихся высоковязкими нефтями. С этой целью был применен метод математического моделирования, позволяющий выявить роль каждого параметра в процессе нефтеизвлечения. На основе геолого-математических моделей проведен анализ чувствительности параметров, влияющих на процесс разработки. В статье с целью увеличения коэффициента нефтеотдачи дается интерпретация модели, а также предлагаются применение тепловых методов и бурение горизонтальных скважин.

*Ключевые слова:* месторождение, нефть, вязкость, трудноизвлекаемые запасы, корреляционный анализ, модель нефтеотдачи.

**Summary**

**Bagirov B.A., Suleymanova V.M., Zeynalova S.A.**

**Modeling of oil recovery in the fields characterized by high-viscous oils (on the example of Azerbaijan offshore oil fields)**

The rational development of the offshore fields in Azerbaijan, which are characterized with high-viscous oils, is considered. For this purpose, the method of mathematical modeling was applied, which allows to reveal the role of each parameter in the process of oil recovery. On the basis of geological and mathematical models, analysis of the sensitivity of parameters affecting the development process, was carried out. In the article, in order to increase the oil recovery coefficient, the model is interpreted, and the application of thermal methods and the drilling of horizontal wells are proposed.

*Key words:* field, oil, viscosity, hardly-recovered reserves, correlation analysis, oil recovery model.