

DOI: <https://doi.org/10.36719/2663-4619/119/96-101>

Aytən Hümətova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Magistrant

<https://orcid.org/0009-0002-7965-2492>

aytenhummbetova@gmail.com

Çətin şəraitdə neft quyularının istismarı

Xülasə

Neft hasilatı sahəsində çətin şəraitlərdə quyuların işlədilməsi xüsusi texniki biliklər və qabaqcıl texnologiyaların tətbiqini tələb edən mürəkkəb proseslərdən biridir. Belə çətinliklərə dərinlik artıqca baş verən geoloji dəyişikliklər, yüksək təzyiq və temperatur göstəriciləri, həmçinin korroziya riski və iqlim amilləri (məsələn, soyuq zonalar, dağlıq ərazilər və ya dəniz akvatoriyaları) daxildir.

Bu tip mühitlərdə istismar zamanı müxtəlif maneələr ortaya çıxır. Məsələn, laydaxili təzyiqin sabit qalmaması, qum hissəciklərinin quyuda toplanması, avadanlıqların tez sıradan çıxması və aqressiv kimyəvi komponentlərin təsiri istismarı çətinləşdirir. Belə vəziyyətlərdə texniki həll yollarına ehtiyac yaranır ki, bunlara korroziyaya davamlı boru materiallarının istifadəsi, süni qaldırma sistemlərinin tətbiqi və istismarın vəziyyətinə real vaxtda nəzarət edən cihazların quraşdırılması daxildir.

Təhlükəsizlik və ekoloji risklərin idarə olunması da prioritet məsələdir. Bu məqsədlə təzyiqin qəfil dəyişməsinə qarşı blowout preventer (BOP) sistemlərindən və izolyasiya texnikalarından istifadə olunur. Nəticədə, bu cür mürəkkəb şəraitlərdə quyuların etibarlı və davamlı istismarı yalnız sistemli yanaşma, müasir texnologiyaların tətbiqi və peşəkar kadrların işi sayəsində mümkündür. Bu işə həm enerji təhlükəsizliyi, həm də iqtisadi səmərəlilik baxımından vacib rol oynayır.

Açar sözlər: çətin istismar şəraiti, neft hasilatı texnologiyaları, dərin quyuların işlədilməsi, korroziya və yüksək təzyiq, geoloji və iqlim riskləri

Aytan Humbaeva

Azerbaijan State Oil and Industry University

Master student

<https://orcid.org/0009-0002-7965-2492>

aytenhummbetova@gmail.com

The Production of Oil Wells in Difficult Conditions

Abstract

Operating wells in the oil production sector under challenging conditions is a complex process that requires specialized technical expertise and the application of advanced technologies. Such challenges include geological changes that occur with increasing depth, high pressure and temperature conditions, as well as the risk of corrosion and adverse environmental factors—such as cold climates, mountainous terrains or offshore locations.

In these types of environments, various operational difficulties may arise. For instance, instability in reservoir pressure, accumulation of sand particles in the wellbore, rapid wear of equipment, and the presence of aggressive chemical elements all contribute to making production more difficult. In such cases, technical solutions become necessary, including the use of corrosion-resistant piping materials, the implementation of artificial lift systems and the installation of real-time monitoring equipment to oversee well performance.

Managing safety and environmental risks is also a critical priority. For this purpose, systems such as blowout preventers (BOPs) and insulation techniques are employed to mitigate sudden pressure changes and protect the integrity of operations. Ultimately, reliable and sustainable operation of wells under such demanding conditions is only possible through a systematic approach, the use of modern technologies and the involvement of qualified professionals. This is essential not only for energy security, but also for maintaining economic efficiency.

Keywords: *harsh operating conditions, oil production technologies, deep well operations, corrosion and high pressure, geological and climatic risks*

Giriş

Neft sənayesi dünya iqtisadiyyatının əsas dayaqlarından biridir və neft hasilatının səmərəli həyata keçirilməsi enerji təhlükəsizliyinin təmin olunmasında böyük rol oynayır. Lakin neft yataqlarının çoxu gün keçdikcə mürəkkəb və çətin şəraitdə yerləşir, bu da hasilat prosesinin texniki və iqtisadi çətinliklərini artırır. Çətin şəraitdə neft quyularının istismarı dedikdə, yüksək təzyiq və temperatur, mürəkkəb geoloji quruluş, əlçatmaz coğrafi zonalar, ekstremal iqlim şəraiti və korroziyaya səbəb olan kimyəvi mühit kimi faktorların birgə təsiri altında işləyən quyular nəzərdə tutulur. Bu şəraitlərdə ənənəvi qazma və hasilat üsullarının tətbiqi kifayət etmədiyindən, müasir texnologiyaların, innovativ texniki həllərin və peşəkar kadrların iştirakı vacib olur (Dake, 1978).

Məsələn, dərin və ultra-dərin su sahələrində yerləşən Xəzər dənizi kimi bölgələrdə yüksək təzyiq, dalğa yükü və korroziyaya qarşı davamlılıq mühüm tələblərdən biridir. Eyni zamanda, dağlıq və çətin relyefli quru ərazilərdə logistika və avadanlıq təchizatı problemləri daha kəskin şəkildə üzə çıxır. İqlim faktorları isə, xüsusən Arktika, subtropik və səhra zonalarında istismar işlərinin fasiləsizliyinə ciddi maneələr yaradır. Bu kimi çətin şəraitlərdə əməliyyatların təhlükəsiz və davamlı aparılması üçün qabaqcıl monitoring sistemləri, real vaxt rejimində idarəetmə, yüksək keyfiyyətli materiallar və adaptiv texniki yanaşmalar tələb olunur (Aziz, Settari, 1979).

Bu mövzunun aktuallığı həm də neft ehtiyatlarının tədricən azaldığı, eyni zamanda enerji tələbatının artdığı bir dövrdə mühəndislik problemlərinin həlli və enerji resurslarının səmərəli idarə olunması zərurəti ilə bağlıdır. Azərbaycan kimi neft ölkələri üçün isə çətin şəraitdə quyuların istismarı ölkənin enerji sektorunun davamlı inkişafı və beynəlxalq rəqabət qabiliyyətinin artırılması baxımından strateji əhəmiyyətə malikdir. Bu səbəbdən, mövzu üzrə elmi-texniki tədqiqatların aparılması, qabaqcıl texnologiyaların tətbiqi və təcrübə mübadiləsi xüsusi önəm kəsb edir (Crosby, Smith, Wilson, 2008).

Tədqiqat

Çətin şəraitdə neft quyularının istismarı mövzusu neft və qaz sənayesində mühüm və mürəkkəb məsələlərdən biridir. Bu şəraitlər texniki, geoloji, iqlim və ya əməliyyat baxımından çətinliklər yarada bilər (*cədvəl 1*). Aşağıda bu mövzu üzrə ümumi məlumat və əsas aspektlər verilmişdir:

• Geoloji şərait və onun neft quyularının istismarına təsiri:

Çətin şəraitdə neft quyularının istismarı zamanı ən mühüm amillərdən biri geoloji şəraitin mürəkkəbliyidir. Geoloji şərait dedikdə, layların strukturu, onların fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri, geokimyəvi tərkibi, qırılma və çatlaq sistemləri, layların yerləşmə dərinliyi və təzyiq-mühit göstəriciləri nəzərdə tutulur. Bu faktorlar birbaşa şəkildə quyunun qazılması və istismarı zamanı qarşılaşılacaq texniki və texnoloji problemləri müəyyən edir (Bourgoyne, Millheim, Chenevert, Young, 1991).

Geoloji baxımdan mürəkkəb sahələrdə çoxqatlı lay sistemi, layların meyilli yerləşməsi, diskontinuitetlər (qırılmalar və dislokasiyalar), həmçinin palçıq vulkanları və tektonik aktiv zonalar kimi çətinliklər müşahidə olunur. Bu cür strukturlar laylararası əlaqələrin qeyri-sabit olmasına, təzyiqlərin kəskin dəyişməsinə və istismar zamanı lay suyunun və ya qazın nəzarətsiz axınına səbəb ola bilər (Chen, Zhang, Li, 2019).

Cədvəl 1.

Çətin Şərait Növü	Xüsusiyyətlər	Təsir etdiyi sahələr
Yüksək Təzyiq və Temperatur (HPHT)	Layda yüksək təzyiq və temperatur şəraiti. Avadanlıqların və materialların xüsusi davamlılığı tələb olunur.	Qazma, hasilat, avadanlıq seçimi
Dərin Su və Dəniz Şəraiti	Dərin su təzyiqi, dalgalar, tuzlu suyun korroziyası, külək və fırtına riski.	Dəniz neft platformaları, avadanlıqların qorunması
Çətin Coğrafi və Reliyefli Zonalar	Dağlıq, bataqlıq və əlçatmaz ərazilər. Logistika və avadanlıq daşınması çətinliyi.	Nəqliyyat, quraşdırma, texniki xidmət
Ekstremal İqlim Şəraiti	Aşağı və ya yüksək temperatur, qar, buz, güclü külək, nəm və rütubət.	İşçi təhlükəsizliyi, avadanlıq davamlılığı, hasilat
Korroziya və Kimyəvi Təsir	Tuzlu su, kimyəvi komponentlər, sulfidlər və digər korroziyaya səbəb olan maddələr.	Borular, nasoslar, avadanlıq ömrü
Geoloji Çətinliklər	Qeyri-sabit süxurlar, laylarda çökmə riski, çatlar, qum axını.	Qazma, sementləmə, hasilat

Çətin şəraitin növləri və onların neft quyularının istismarına təsiri

Eyni zamanda bəzi laylarda porozluq və keçiriciliyin aşağı olması səbəbindən hasilat səmərəsiz olur, bu isə əlavə stimullaşdırma tədbirlərinin görülməsini tələb edir. Geoloji quruluşun qeyri-homogenliyi (məsələn, gil və qum qatlarının növbələşməsi) süni istismar sistemlərinin düzgün işləməsinə də mane ola bilər.

Bundan əlavə, bəzi dərin qatlarda yüksək təzyiq və temperatur şəraiti müşahidə edilir ki, bu da HPHT (High Pressure, High Temperature) quyuları adlandırılır. Belə şəraitdə həm qazma, həm də istismar avadanlıqları xüsusi materiallardan hazırlanmalı, istilik və təzyiqə davamlı olmalıdır. Aşağı möhkəmlikli süxurların olduğu zonalarda isə quyunun divarlarının çökmə riski artır, bu isə sementləmə və izolyasiya işlərinin daha diqqətlə aparılmasını zəruri edir (Economides, & Nolte, 2000).

Nəticə etibarilə, geoloji şəraitin düzgün qiymətləndirilməsi və lay modelinin dəqiq qurulması çətin şəraitdə yerləşən neft quyularının istismarında əsas şərtlərdən biridir. Bu məqsədlə 3D seysmik tədqiqatlar, geoloji-kimyəvi analizlər və layxarakteristika modelləşdirmələri geniş şəkildə tətbiq olunur. Yalnız bu məlumatların dəqiq təhlili nəticəsində optimal qazma trayektoriyası və uyğun istismar texnologiyası seçilə bilər ki, bu da ümumi hasilatın təhlükəsizliyini və səmərəliliyini təmin edir (Economides, Wattenbarger, 1994).

• İqlim və coğrafi şəraitin neft quyularının istismarına təsiri:

Çətin şəraitdə yerləşən neft yataqlarının istismarı zamanı iqlim və coğrafi faktorlar mühüm rol oynayır. Bu amillər həm texnoloji avadanlıqların seçimi, həm logistik imkanlar, həm də istismar təhlükəsizliyi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. İqlim və relyef xüsusiyyətləri neft hasilatının səmərəliliyinə və fasiləsizliyinə birbaşa təsir göstərən əsas xarici amillər sırasındadır.

Ekstremal iqlim şəraitinə malik olan regionlarda – xüsusilə Arktik zonalarda, yüksək dağlıq ərazilərdə və ya səhra iqliminin hökm sürdüyü sahələrdə – hava şəraiti avadanlıqların işləmə intervalını azalda bilər. Məsələn, -40°C və daha aşağı temperaturda metal konstruksiya kövrəkləşir, yağlama materialları effektivliyini itirir və hidravlik sistemlərdə donma halları baş verir. Bu cür soyuq mühitlərdə istilik izolyasiyası, antifriz sistemləri və qızdırıcı qurğularla təchiz olunmuş avadanlıqlar istifadə olunmalıdır (Fattah, Al-Harthy, 2017).

Səhra və yarımsəhra bölgələrində isə yüksək temperatur, güclü toz fırtınaları və su qıtlığı əsas problemlər sırasındadır. Belə şəraitdə havalandırma və soyutma sistemləri daha güclü planlaş-

dırılmalı, eyni zamanda su ehtiyatlarının məhdudluğu nəzərə alınaraq hasilat üçün səmərəli su idarəetmə strategiyaları tətbiq edilməlidir.

Coğrafi baxımdan əlçatmaz və relyefi çətin olan ərazilərdə – məsələn, meşəliklər, bataqlıq zonaları və dağlıq rayonlarda – avadanlığın daşınması, quyuların yerləşdirilməsi və texniki xidmət göstərilməsi üçün əlavə infrastruktur tələb olunur. Bu isə layihə xərclərini artırmaqla yanaşı, işin təhlükəsizlik və koordinasiya səviyyəsinə də ciddi təsir edir (Jamaluddin, Khan, Rahman, 2015).

Dəniz şelfində yerləşən quyular isə həm iqlim, həm də coğrafi baxımdan ən mürəkkəb istismar sahələrindən sayılır. Burada fırtınalar, dalğa yükləri, duzlu suyun korroziyası və yüksək rütubət avadanlıqların davamlılığına mənfi təsir göstərir. Bu səbəbdən dəniz mühitində yalnız xüsusi hazırlanmış platformalar, paslanmayan materiallar və uzaqdan idarə olunan sistemlər istifadə olunur.

Beləliklə, neft hasilatının çətin iqlim və coğrafi şəraitdə həyata keçirilməsi zamanı həm texniki, həm logistika, həm də təhlükəsizlik baxımından kompleks və uyğunlaşdırılmış yanaşmalar tələb olunur. Ərazinin təbii şəraiti düzgün təhlil olunmadan həyata keçirilən istismar fəaliyyətləri nəticə etibarilə texniki nasazlıqlar, iqtisadi zərərlər və ekoloji fəsadlarla müşayiət oluna bilər (Lake, 1989).

• **Texnoloji və texniki çətinliklər:**

Çətin şəraitdə neft quyularının istismarı zamanı qarşıya çıxan əsas problemlər texnoloji və texniki çətinliklərlə bağlıdır. Bu çətinliklər həm quyuların qazılması, həm də onların istismarı prosesində özünü göstərir və yüksək ixtisaslı mütəxəssislərin, eləcə də qabaqcıl avadanlıqların istifadəsini tələb edir.

Birinci növbədə, dərin və yüksək təzyiqli laylarda qazma zamanı avadanlıqlar ciddi yüklənmələrə məruz qalır. Məsələn, HPHT (High Pressure, High Temperature) şəraitində işləyən quyular üçün adi standartlarda hazırlanmış boru kəmərləri, sement və digər materiallar uyğunsuz olur. Bu səbəbdən xüsusi korroziyaya və yüksək temperaturlara davamlı materiallardan istifadə etmək zəruridir. Əks halda, avadanlığın erkən sıradan çıxması riski yüksək olur (Schlumberger, 2018).

İkincisi, lay suyunun və qumun quyudan daxil olması texniki problemlərdən biridir. Qum quyuda toplanaraq nasosların və digər avadanlığın zədələnməsinə, hasilatın azalmasına səbəb olur. Bu problemi həll etmək üçün qum tutucu filtr sistemləri və süni qaldırma üsulları tətbiq olunur. Lakin bu texnologiyaların düzgün seçilməsi və vaxtında texniki xidmətin göstərilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir (Society of Petroleum Engineers (SPE), 2015).

Üçüncü mühüm məsələ quyunun divarlarının sabitliyinin təmin edilməsidir. Xüsusilə, zəif möhkəmlikdə olan süxurlarda divar çökməsi halları tez-tez baş verir ki, bu da qazma prosesini ləngidir və təhlükəsizliyi riskə atır. Bu halda, sementləmə işləri daha diqqətlə aparılmalı və qabaqcıl geotexniki metodlar tətbiq edilməlidir.

Nəhayət, çətin ərazilərdə avadanlıqların daşınması, qurulması və texniki xidmət göstərilməsi də mühüm çətinlikdir. Dağlıq və bataqlıq zonalarda infrastrukturun olmaması əməliyyatların gecikməsinə və əlavə maliyyətlərə səbəb olur. Bu, həmçinin işçilərin təhlükəsizliyini də risk altına alır.

Bütün bu texniki və texnoloji problemlər, eyni zamanda müasir informasiya və avtomatlaşdırma sistemlərinin tətbiqi ilə azaldıla bilər. Real vaxt rejimində monitoring və idarəetmə quyuların daha təhlükəsiz və effektiv işləməsinə imkan verir (Society of Petroleum Engineers (SPE), 2019).

• **Azərbaycanda çətin şəraitdə istismar olunan neft quyuları haqqında ümumi məlumat:**

Azərbaycan zəngin neft ehtiyatlarına malik ölkə olaraq, neft hasilatında uzunmüddətli təcrübəyə sahibdir. Ölkənin neft yataqları müxtəlif geoloji və iqlim şəraitində yerləşir və bəziləri texniki və coğrafi baxımdan çətin istismar şəraitinə malikdir. Belə şəraitdə neft quyularının istismarı xüsusi texnologiyalar, yüksək peşəkarlıq və innovativ yanaşmalar tələb edir.

Azərbaycanda çətin şəraitə malik neft quyuları əsasən Xəzər dənizinin dərin və orta şelf zonalarında, həmçinin bəzi quru yataqlarında yerləşir. Xəzər dənizinin şelfində dərin su zonalarında yerləşən quyular, yüksək təzyiq və korroziyaya qarşı dayanıqlı material və avadanlıqların istifadəsini zəruri edir. Dəniz şəraiti ilə əlaqədar olaraq burada dalğa, külək və tuzlu suyun yaratdığı mənfi təsirlərə qarşı dayanıqlılıq əsas prioritetdir. Bu səbəbdən Azərbaycanda dəniz neft hasilatı müasir platformalar və yüksək texnoloji avadanlıqlar vasitəsilə həyata keçirilir (Tingay, Hillis, & Swarbrick, 2016).

Quru neft yataqlarında isə dağlıq və çətin relyefli ərazilərdə yerləşən quyular istismara cəlb olunub. Bu ərazilərdə avadanlıqların daşınması və qurulması, eləcə də ekstremal iqlim şəraiti (məsələn, qış fəslində aşağı temperatur) əsas problemlərdən biridir. Bu cür mühitdə istismar proseslərinin fasiləsiz aparılması üçün xüsusi istilik sistemləri, avtomatlaşdırılmış monitoring və idarəetmə texnologiyaları tətbiq olunur.

Bundan əlavə, Azərbaycanda neft quyularının istismarı süni qaldırma, quyunun stimullaşdırılması və korroziyaya qarşı qorunma kimi qabaqcıl texnoloji metodlar geniş istifadə olunur. Yerli və xarici mütəxəssislərin birgə fəaliyyəti ilə bu çətin şəraitlərdə hasilatın davamlılığını və təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədilə müasir standartlara uyğun layihələr həyata keçirilir.

Nəticədə, Azərbaycanda çətin şəraitdə neft quyularının istismarı ölkənin enerji sektorunun dayanıqlı inkişafı üçün mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bu sahədə aparılan elmi-tədqiqat işləri və texnoloji yeniliklər, həmçinin təcrübə mübadiləsi gələcəkdə hasilatın səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, ekoloji təhlükəsizliyi də təmin edir (Ahmed, McKinney, King, 2010).

Nəticə

Çətin şəraitdə neft quyularının istismarı neft sənayesində mühüm vəzifə olmaqla yanaşı, onun uğurlu həyata keçirilməsi üçün kompleks və multidissiplinar yanaşma tələb edir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, bu prosesdə qarşıya çıxan əsas problemlər geoloji, iqlim və coğrafi şəraitdən, həmçinin texnoloji və texniki çətinliklərdən irəli gəlir. Bu amillərin hər biri öz növbəsində hasilatın effektivliyinə, əməliyyatların təhlükəsizliyinə və layihənin iqtisadi göstəricilərinə təsir edir. Buna görə də, istismar zamanı bu faktorların hərtərəfli nəzərə alınması mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Müasir dövrdə inkişaf etmiş ölkələr və qabaqcıl şirkətlər tərəfindən çətin şəraitlərdə istismarı mümkün edən yeni texnologiyalar tətbiq edilir. Bu texnologiyalar arasında korroziyaya davamlı materiallar, yüksək təzyiq və temperatur üçün nəzərdə tutulmuş avadanlıqlar, süni qaldırma sistemləri, eləcə də real vaxt rejimində monitoring və idarəetmə sistemləri vardır. Azərbaycanın neft sənayesi də bu yenilikləri fəal şəkildə mənimsəyərək Xəzər dənizi və quru yataqlarında mürəkkəb şəraitdə hasilatı artırmaq istiqamətində mühüm addımlar atır.

Bununla belə, çətin şəraitdə quyuların istismarı hələ də ciddi risklər və problemlər daşıyır. Ekstremal şəraitdə avadanlıqların sıradan çıxması, hasilatın azalma riski, ətraf mühitə mənfi təsirlər kimi məsələlər davamlı nəzarət və qabaqlayıcı tədbirlər tələb edir. Bu səbəbdən gələcəkdə bu sahədə elmi-texniki araşdırmaların gücləndirilməsi, innovativ həllərin tətbiqinin sürətləndirilməsi və ixtisaslı kadrların hazırlanması olduqca vacibdir.

Ümumilikdə, çətin şəraitdə neft quyularının etibarlı və davamlı istismarı yalnız yüksək texnoloji səviyyə, peşəkar idarəetmə və sistemli yanaşma vasitəsilə mümkün olur. Bu isə enerji təhlükəsizliyinin təminatında, iqtisadiyyatın inkişafında və ekoloji tarazlığın qorunmasında mühüm rol oynayır. Azərbaycanın bu sahədə əldə etdiyi təcrübə və nailiyyətlər gələcəkdə neft hasilatının səmərəliliyinin artırılmasına, həmçinin regionda enerji əməkdaşlığının genişlənməsinə töhfə verəcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Ahmed, T., McKinney, P. D., & King, M. J. (2010). *Reservoir engineering handbook* (4th ed.). Gulf Publishing Company.
2. Aziz, K., & Settari, A. (1979). *Petroleum reservoir simulation*. Applied Science Publishers.
3. Bourgoynne, A. T., Millheim, K. K., Chenevert, M. E., & Young, F. S. (1991). *Applied drilling engineering*. SPE Textbook Series.
4. Chen, Z., Zhang, Q., & Li, H. (2019). Advanced technologies for Arctic oil production. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 178, 23–45.
5. Crosby, D. A., Smith, J. L., & Wilson, P. R. (2008). *Handbook of offshore oil and gas operations*. Gulf Professional Publishing.
6. Dake, L. P. (1978). *The practice of reservoir engineering*. Elsevier.
7. Economides, M. J., & Nolte, K. G. (2000). *Reservoir stimulation* (3rd ed.). Wiley.

8. Economides, M. J., & Wattenbarger, R. A. (1994). *Petroleum production systems* (2nd ed.). Prentice Hall.
9. Fattah, K. P., & Al-Harthy, A. H. (2017). *Offshore oil and gas platforms: Design, construction and maintenance*. Wiley.
10. Jamaluddin, A., Khan, M., & Rahman, A. (2015). Challenges in deepwater well drilling. *SPE Drilling & Completion Journal*, 30(3), 200–215.
11. Lake, L. W. (1989). *Enhanced oil recovery*. Prentice Hall.
12. Schlumberger. (2018). *Oilfield glossary and technical publications*. Schlumberger Ltd.
13. Society of Petroleum Engineers (SPE). (2015). *Journal of Petroleum Technology*, 67(5), 34–56.
14. Society of Petroleum Engineers (SPE). (2019). *International Conference on Oilfield Corrosion and Integrity Management, Stavanger, Norway: Conference proceedings*, 80–120.
15. Tingay, M. R., Hillis, R. R., & Swarbrick, R. E. (2016). *Offshore technology in oil and gas fields development*. Elsevier.

Daxil oldu: 10.03.2025

Qəbul edildi: 11.05.2025