



# **E L M İ X Ə B Ə R L Ə R**

---

**RİYAZIYYAT VƏ TƏBİƏT ELMLƏRİ**

**№ 1, 2023**

## REDAKSIYA HEYƏTİ

1. **İbrahimov Nətiq (BAŞ REDAKTOR)**  
*Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan*
2. **Şəmmədov Ramiz (APARICI REDAKTOR)**  
*Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan*
3. **Əliyev Nihan**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
4. **Əhmədov Nətiq**  
*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
5. **Əzizov Əbdülsəid**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
6. **Əliyev Ələkbər**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
7. **Əliyev Elvin**  
*Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan*
8. **Əsgərov İdrak**  
*Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan*
9. **Hüseynov Hidayət**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
10. **Hümbətov Zaur**  
*Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
11. **Hüseynov İsa**  
*Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan*
12. **İsmayılov Çingiz**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
13. **Kozlov Mixail**  
*Zoologiya İnstitutu, Sankt Peterburq, Rusiya*
14. **Qasimov Yusif**  
*Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
15. **Qardaşov Rauf**  
*AMEA-nın Akademik Həsən Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*
16. **Qurbanov Elşad**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
17. **Mehdiyev Məhəmməd**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
18. **Məmmədov Tofiq**  
*AMEA-nın Dendrologiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*
19. **Mənsimov Kamil**  
*AMEA-nın Kibernetika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*
20. **Məhərrəmov Mikayıl**  
*Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan*
21. **Məmmədov Hüseyn**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
22. **Mirzoev Karaxan**  
*Moskva Dövlət Universiteti, Moskva, Rusiya*
23. **Nuriyev Urfat**  
*Ege Universiteti, İzmir, Türkiyə*
24. **Pələngov Əbülfət**  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
25. **Reşidoğlu Xanlar**  
*Mersin Universiteti, Mersin, Türkiyə*
26. **Vasilyev Feodr**  
*Moskva Dövlət Universiteti, Moskva, Rusiya*
27. **Yaqub Qabil**  
*Kafkas Universiteti, Kars, Türkiyə*
28. **Zeynalov Eldar**  
*AMEA-nın Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*

## EDITORIAL BOARD

1. **Ibrahimov Natig** (*EDITOR IN-CHIEF*)  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
2. **Shammadov Ramiz** (*MANAGING EDITOR*)  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
3. **Aliyev Nihan**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
4. **Ahmadov Natig**  
Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan
5. **Azizov Abdulsaid**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
6. **Aliyev Alakbar**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
7. **Aliyev Elvin**  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
8. **Askerov Idrak**  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
9. **Huseynov Hidayat**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
10. **Humbatov Zaur**  
Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan
11. **Huseynov Isa**  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
12. **Ismayilov Chingiz**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
13. **Kozlov Mikhail**  
Institute of Zoology, Saint-Petersburg, Russia
14. **Gasimov Yusif**  
Azerbaijan University, Baku, Azerbaijan
15. **Gardashov Rauf**  
ANAS Institute of Geography, Baku, Azerbaijan
16. **Gurbanov Elshad**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
17. **Mekhdiev Mahammad**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
18. **Mammadov Tofiq**  
ANAS Institute of Dendrology, Baku, Azerbaijan
19. **Mansimov Kamil**  
ANAS Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan
20. **Maharramov Mikayil**  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan
21. **Mammadov Huseyn**  
Baku State University, Baku, Azerbaijan
22. **Mirzoev Karakhan**  
Moscow State University, Moscow, Russia
23. **Nuriyev Urfat**  
Ege University, Izmir, Turkey
24. **Palangov Abulfat**  
Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan
25. **Reshidoghlu Khanlar**  
Mersin University, Mersin, Turkey
26. **Vasilyev Feodr**  
Moscow State University, Moscow, Russia
27. **Yagub Gabil**  
Kafkas University, Kars, Turkey
28. **Zeynalov Eldar**  
ANAS Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry, Baku, Azerbaijan

## MÜNDƏRİCAT

- 1. Bəxtiyar Allahverdiyev, Gilas Qurbanova, Səbuhi Əliyev, Zakir Cəfərov, Arzu Həsənova**  
Xam neftin müxtəlif qatılıqlarının ağ amur balıq körpələrinin toxumalarında lipidlərin peroksidli oksidləşmə (İpo) məhsullarının miqdarına təsirinin öyrənilməsi ..... 5
- 2. Ramin Əliyev**  
Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması və insan resurslarının istifadəsi..... 15
- 3. Ziyafət Ağayev, Zülfiəli Rasuloğlu, Qalib Əmənov**  
Azərbaycan Respublikasının cənub-şərq hissəsinin yeraltı ehtiyatları və onların əhəmiyyəti ..... 26
- 4. Габил Ягуб, Натиг Ибрагимов, Мерве Зенгин**  
Необходимое условие в задаче оптимального управления для нелинейного уравнения шредингера со специальным градиентным слагаемым..... 34

## XAM NEFTİN MÜXTƏLİF QATILIQLARININ AĞ AMUR BALIQ KÖRPƏLƏRİNİN TOXUMALARINDA LİPIDLƏRİN PEREKİSLİ OKSİDLƏŞMƏ (LPO) MƏHSULLARININ MİQDARINA TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

**Bəxtiyar Allahverdiyev**

**Gilas Qurbanova**

**Səbuhi Əliyev**

**Zakir Cəfərov**

**Arzu Həsənova**

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

e-mail: baxtallah@mail.ru

e-mail: quliyevab.s@gmail.com

e-mail: Sabuhi80s@mail.ru

e-mail: zakirceferov1950@gmail.com

e-mail: arzu2ne1@gmail.com

DOI :10.30546/2960-1975.2023.1.5.

**Xülasə.** Apardığımız bu tədqiqat işində biz Xəzər dənizindən götürülmüş xam neftin müxtəlif qatılıqlarının (50,100, 150 mq/l suda miqdarı) su hövzələrində yaşayan amur balıq körpələrinin qaraciyər və əzələ toxumalarında perəkisli oksidləşmə məhsullardan olan Hp (hidroperekis) və MDA (malondialdehid)-nin miqdarının dəyişilməsinə təsirinin və bu təsir nəticəsində balıqların orqanizmində baş verən fizioloji -biokimyəvi funksiyaların dəyişilməsinin öyrənilməsini qarşımıza məqsəd qoymuşuq.

Aparılan təcrübələrdən məlum olmuşdur ki xam neftin 50 mq/l suda qatılığının 3-72 saat təsir müddətində ağ amur balığının erkən postontogenezdə qaraciyər və əzələ toxumalarında lipidlərin perəkisli oksidləşməsi məhsullarının Hp ( hidroperekis) və MDA ( malondialdehid) miqdarının intensivliyinə nəzərə carpaçaq dərəcədə təsir etmir (HP- 6,8; 8.08, MDA- 4.08; 6.30). Xam neftin 100 mq/l suda qatılığında lipidlərin perəkisli oksidləşməsi kontrola (təmiz su) nisbətən intensivliyi 3-12 saatlarında bir qədər yüksəlir ( Hp- 8.47; 8.87; MDA- 6.58; 6.98) və 24-72 saatlarında bu intensivlik daha yüksək olur.( Hp 8.91; 11.16; MDA- 7.07; 8.94). Xam neftin 150 mq/l suda qatılığında isə bu göstəricilər daha yüksək, yəni orta hesabla kontrola nisbətən 2.2 dəfə çox olur.Tədqiqatların nəticəsində məlum olmuşdur ki, 3-12 saatlarında lipidlərin perəkisli oksidləşmə məhsullarının miqdarında ( Hp- 11.48; 12.43; MDA- 9.12; 9.98) artım başlayır və 24-72 saat müddətində bu artım dahada yüksəlir ( Hp- 12.58; 13.63; MDA- 10.11; 11.58) .LPO məhsullarının miqdarının artması fermentlərin fəallığının azalmasına, bu dəyişikliklər nəticəsində orqanizmdə baş verən fizioloji-biokimyəvi proseslərin və eləcədə orqanizmin stasionar halının pozulmasına və son nəticədə orqanizmin məhviniə səbəb olur

**Acar sözlər:** Ağ amur balığı, HP (hidroperekis), MDA (malondialdehid), xam neft, əzələ, qaraciyər

## Giriş

Son illər Xəzər dənizində yeni qaz və neft yataqlarının işlənməsi, müxtəlif zəhərli və çirkab maddələrinin dənizə axıdılması, kimyəvi maddələrin gəmilərlə daşınması zamanı qəzaların olması və s. amillərdən dənizdə və çaylarda antropogen təsir artmışdır. Bunun nəticəsində müxtəlif su hövzələrində lokal çirklənmiş sahələr əmələ gəlmişdir. Laboratoriya şəraitində aparılan tədqiqatlardan və ədəbiyyat məlumatlarından məlumdur ki, neft və neft məhsullarının, müxtəlif kimyəvi və zəhərli maddələrin və s. müəyyən qatılıqları suda yaşayan orqanizmlərin yaşamasına, böyüməsinə mənfi təsir edir və bu təsirin uzunmüddətli olması sonda bu orqanizmlərin məhv olmasına gətirib çıxarır [1,2,3]. Lakin ətraf mühitdə çirklənmiş sahələrdə yaşayan balıqlarda bu xroniki təsirlərin nəticəsində onların orqanizmində hansı dəyişikliklərin əmələ gəlməsi çox az öyrənilmişdir. Bu baxımdan müxtəlif neft məhsullarının təsirindən çirklənmiş su hövzələrində yaşayan balıqların orqanizmində fizioloji funksiyaların dəyişilməsinin öyrənilməsi daha çox əhəmiyyət kəsb edir.

Əvvəlki tədqiqatlarımızdan və son ədəbiyyat məlumatlarından məlum olur ki, müxtəlif neft məhsulları balıqların yaşamasına, onların çəkisinə, artımına və onların orqanizmində gedən fizioloji-biokimyəvi proseslərə çox güclü mənfi təsir edir [4,5,6,7]. Bu təsir nəticəsində balıqların orqanizmində bir çox struktur-funksional pozuntular əmələ gəlir. Aparığımız əvvəlki tədqiqat işlərindən məlum olmuşdur ki, hüceyrə və toxumalarda bir çox aminturşuların, zülalların və s. qatılıqlarının azalmasına səbəb suyun müxtəlif zəhərli maddələrlə çirklənməsidir. Belə ki, bu çirklənmənin nəticəsində balıqların toxumalarında olan LPO məhsullarının hidroperekis (HP) və malondialdehidi (MDA) artır və nəticədə müxtəlif SH qruplarının miqdarı azalır ki, bu da fermentlərin, zülalların struktur dəyişilmələrinə səbəb olur. Ədəbiyyat məlumatlarından məlumdur ki, neft çirkabının təsirindən balıqların əzələ və qaraciyər toxumalarında olan LPO məhsullarının miqdarında ciddi dəyişikliklər əmələ gəlir.

Orqanizmin normal fəaliyyəti üçün hüceyrə və toxumalarda baş verən lipidlərin peroksidli oksidləşməsi prosesi çox zəruridir. Müxtəlif toxuma və hüceyrələrdə LPO məhsullarının daima mövcud olması orqanizmdə müəyyən stasionar səviyyəsi ilə xarakterizə olunur ki, bu da bir çox fizioloji funksiyaların həyata keçirilməsində mühüm rol oynayır. Prostoqlandinlərin və leykotrifenlərin sintezi, hüceyrələrin bölünməsi, membran keçiriciliyinin tənzimlənməsi və oksidləşdirici fosforlaşma [8,9,10] üçün LPO məhsullarının oksidləşməsinin mühüm rolu vardır.

Hüceyrə və toxumalarda müxtəlif potoloji dəyişikliklərin əmələ gəlməsi orqanizmdə lipidlərin peroksidli oksidləşməsi məhsullarının intensivləşməsi ilə bağlıdır. Aparılan tədqiqatlar və ədəbiyyat məlumatları göstərir ki, neftin müxtəlif qatılıqlarının təsirindən toxuma və hüceyrələrdə olan LPO məhsulları intensivləşir ki, son nəticədə də hüceyrə membranlarında toksiki lipoperekislərin əmələ gəlməsinə səbəb olur [11, s. 12]. Bunun nəticəsində orqanizmdə stasionar tarazlıq prosesinin pozulması baş verir. Nəticədə lipidlərin peroksidli oksidləşmə məhsullarının sürətlənməsi ciddi potoloji dəyişikliklər törədir. Lipid-zülal

kompleksinin davamlılığının pozulmasına səbəb LPO-nun aralıq məhsullarından olan sərbəst radikallı birləşmələr membran keçiriciliyinin dəyişdirməsidir. LPO məhsullarının intensivliyi hüceyrə membranlarında qlikoliz və fosforlaşma proseslərini pozur, hüceyrə və toxumalar üçün energetik mənbə olan ATF birləşmələrinin azalmasına gətirib çıxarır [14, s. 15]. Bu proseslərin nəticəsində orqanizmin hüceyrə metabolizmində dəyişikliklər əmələ gəlir. Və son nəticədə bu dəyişikliklər orqanizmdə gedən fizioloji-biokimyəvi prosesləri pozur, inkişaf dayanır, orqanizm məhv olur.

Bütün yuxarıda qeyd etdiklərimizi və problemin elmi təcrübi əhəmiyyətini nəzərə alaraq bizim qarşımıza qoyduğumuz məqsəd Xəzər dənizindən götürülmüş xam neftin su hövzələrində yaşayan Ağ amur balıqlarının qaraciyər toxumalarında peroksidli oksidləşmə məhsullarının miqdarının dəyişməsinə təsirinin öyrənilməsi olmuşdur.

### **Material və metodlar**

Tədqiqatlar üçün ağ amur balıqlarının körpələri götürülmüşdür. Balıq körpələri 8 aylıq, orta çəkili 30-40q, uzunluqları 9-15sm olmuşdur. Təcrübələr xüsusi hazırlanmış 40 litrlik su tutan vannalarda aparılmışdır. Suya neft daşlarından gətirilmiş xam neft qatışdırılmışdır. Təcrübələr 4 variantda və xam neftin aşağıdakı qatılıqlarında aparılmışdır.

- 1) Kontrol (təmiz su) - 6 fərd balıq
- 2) Neftin qatılığı 50 mq/l - 24 fərd balıq
- 3) Neftin qatılığı 100 mq/l - 20 fərd balıq
- 4) Neftin qatılığı 150 mq/l - 20 fərd balıq

Təcrübələrdə xam neftin 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 saat təsirindən sonra balıqların qaraciyər və əzələ toxumalarından nümunələr analiz üçün götürülmüşdür.

Təcrübələr Azərbaycan Elm və Təhsil nazirliyinin akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunu laboratoriyasında aparılmışdır.

Lipidlərin peroksidli oksidləşmə məhsullarının dəyişməsi T.Asakova, S.Masasuşita metodu ilə təyin olunmuşdur [16]. LPO məhsullarının təyini göstəriciləri “SF-26” spektrofotometrində qeydə alınmışdır. Alınmış nəticələrin statistik işlənməsi Studentin T kriteriyasına uyğun olaraq aparılmış [13]. Nəticələrdəki fərq  $P \leq 0.05$  olduqda etibarlı hesab edilmişdir.

### **Aparılan tədqiqat işinin müzakirəsi**

Aparığımız tədqiqatlar göstərir ki, balıqların əzələ və qaraciyər toxumalarında lipidlərin peroksidli oksidləşmə intensivliyinə xam neftin sudakı yüksək qatılığı çox güclü təsir edir. Beləki, təmiz suda yaşayan ağ amur balığının körpələrinin əzələ və qaraciyər toxumalarında HP-in (nisbi vahid) 6,32, MDA-nın miqdarı isə 4,57 (mol/mq zülal) bərabərdirsə, suda neftin qatılığı artdıqca LPO məhsullarının miqdarında dəyişikliklər əmələ gəlir.

Suda xam neftin 50 mq/l qatılığı 3-6 saat təsir müddətində ağ amur balığının körpələrinin qaraciyər və əzələ toxumalarında LPO məhsullarının oksidləşməsinin sürətinə az təsir göstərir. LPO məhsullarının miqdarında az dəyişir (HP-6.83, MDA-4.98; HP-7.11, MDA-5.19). Alınmış nəticələr intakt balıqlardakı uyğun göstəricilərdən statistik az fərqlənir və 12 saat təsirdən sonra arım müşahidə olunmağa başlayır (HP- 7.18,MDA- 5.67) və yalnız neftin bu qatılığının 24 saat təsirdən sonra bu artım statistik etibarlıq dərəcəsində olmuşdur. (HP-7,22, MDA-5,22;). (Cədvəl 1). Xam neftin 48-72 saat müddətində LPO məhsullarının miqdarında artım müşahidə olunur (HP-7,83, MDA-6,19; HP-8,69, MDA-6,30). Xam neftin 96 saatlıq təsir müddətində LPO məhsullarının oksidləşməsinin intensivliyində atım daha çox olur. (Hp-9,69; MDA-7,08). Bu artım HP-in miqdarında özünü daha çox göstərir. Alınmış nəticələrdən məlum olur ki, bu təsir müddətində əzələ və qaraciyər toxumalarında HP-in miqdarı kontrola (təmiz su) nisbətən 1,5 dəfə çox olur. Bu da onu göstərir ki, bu qatılığın uzun müddətli olması orqanizmə zərər vurur. Bunun subutu 96 saatlıq təsirdə özünü göstərir, yəni balıqlar çox halsız olur, hərəkət etməirlər, qidalanmırlar.

Cədvəl 1

**Ağ amur balq körpələrinin qaraciyər toxumalarında xam neftin təsiri nəticəsində əmələ gələn HP (nisbi vahid) və MDA (nmol/mq zülal) miqdarı**

1	Xam neftin təsir müddəti	Fərdlərin sayı	Qaraciyər	
			HP	MDA
Kontrol (təmiz su)		6	6,32±0,13	4,57±0,11
50	3 saat	3	6,83±0,14	4,98±0,15
	6 saat	3	7,11±0,16	5,19±0,31
	12 saat	3	7.18±0,18	5.67 ±0,28
	24 saat	3	7,22±0,22	5,88±0,12
	48 saat	4	7,83±0,19	6,19±0,23
	72 saat	4	8.08±0,21	6,30±0,18
	96 saat	4	9,69±0,24	7,08±0,14
100	3 saat	3	8,47±0,22	6,58±0,23
	6 saat	3	8,72±0,27	6,78±0,22
	12 saat	3	8.87±0,25	6.95±0,21
	24 saat	3	8,91±0,25	7,07±0,24



	48 saat	4	9,95±0,21	7,98±0,21
	72 saat	4	11,16±0,28	8,94±0,23
	96 saat			
150	3 saat	3	11,48±0,21	9,12±0,19
	6 saat	3	12,13±0,24	9,79±0,10
	12 saat	3	12,43±0,22	9,98±0,12
	24 saat	3	12,58±0,18	10,11±0,13
	48 saat	4	13,02±0,11	10,87±0,11
	72 saat	4	13,63±0,14	11,58±0,17
	96 saat			

Xam neftin 100 mq/l suda qatılığında balıq körpələrinin qaraciyər toxumalarında lipidlərin peroksidləşmə məhsullarının miqdarında artım sürəti dəyişir. LPO məhsullarından olan HP və MDA-nın miqdarının artımı təmiz suda yaşayan balıqlarla müqayisədə statistik etibarlıq dərəcəsi yüksək olmuşdur. Xam neftin 3-6 saatlıq təsir müddətində HP-in və MDA-nın miqdarı kontrola (təmiz su) nisbətən artım az olursa, ( HP-8.47, MDA-6.58; HP-8.72, MDA-6.78) 12 saatdan sonra HP-in və MDA-nın miqdarı atımağa başlayır (HP- 8.87, MDA- 6.94 ) və bu artım 24-72 saatlarda daha da sürətlənir (HP-8.91, MDA-7.14; HP-9.95, MDA-7.98; HP-11.16, MDA-8.94). Təsirin 96 saat müddətində isə orqanizm toksiki zəhərlənməyə və sonda isə orqanizmdə gedən fizioloji-biokimyəvi proseslər pozularaq balıqların ölməsinə gətirib çıxarır.

Xam neftin suda qatılığı 150 mq/l olduqda LPO məhsullarının intensivliyi sürətlənmiş olur. Belə ki, 3-6 saatlarında HP-in miqdarı kontrola (təmiz su) nisbətən təxminən 1,6 dəfə artırsa, 12 saatda 1.9 dəfə, 24-72 saatlarında bu artım 2,2 dəfə təşkil edir. Eləcədə MDA-nın miqdarı 3-6 saatlarında kontrola (təmiz su) nisbətən 2,1 dəfə, 12-72 saatlarında isə 2,4 dəfə artım müşahidə olunur.

Apardığımız təcrübələrin nəticəsindən məlum olur ki, xam neftin suda olan müxtəlif qatılıqlarının ( 100, 150 mq/l) təsirinin 96 saat müddətində fərdlər məhv olur. LPO məhsullarının miqdarının xam neftin bu müddəti və qatılığının təsirindən balıqların əzələ və qaraciyər toxumalarında güclü artım orqanizmdə toksiki zəhərlənməyə gətirib çıxarır ki, bu da sonda orqanizmin ölümünə səbəb olur.

Tədqiqatlardan aldığımız nəticələri elmi ədəbiyyatda olan nəticələrlə müqayisəli analiz etdikdə, məlum olur ki, xam neft və neft məhsullarının, çirkab maddələrinin qatılığının və təsir müddətindən asılı olaraq LPO məhsullarının miqdarında dəyişikliklər əmələ gəlir. Qatılıq və təsir müddəti artıqca LPO məhsullarının miqdarı artır.

Əvvəlki illərdə apardığımız elmi işlərin nəticəsində bizə məlumdur ki, qanda hemoqlobinin və qan zərdabının zülallarının miqdarının azalmasına səbəb suyun nüxtəlif neft məhsulları ilə çirklənməsidir. Məlumdur ki, qan zərdabının zülalları orqanizmdə gedən biokimyəvi proseslərdə katalaza fermenti kimi iştirak edir və hidrogen peroksidi parcalayır. Burdan belə nəticəyə gəlmək olar ki, qaraciyər və əzələ toxumalarında hemoqlobinin və qan zərdabı zülallarının azalmasına səbəb neftin təsirindən qaraciyər və əzələ toxumalarında hidrogen peroksidin miqdarının azalmasıdır.

Ədəbiyyat məlumatlarından məlumdur ki, neft ilə çirklənmiş su mühitində balıqların orqanizmində fizioloji-biokimyəvi proseslər pozulur, balıqlar çox zəif hərəkət edirlər, passiv qidalanırlar. Bu proseslərin nəticəsində hemoqlobinin və qan zərdabı zülallarının miqdarı toxumalarda azalır. Bizə məlumdur ki, orqanizmdə hidrogen-peroksida qarşı güclü müdafiə sistemləri mövcuddur. Buna görə də neftin təsirindən qan zərdabı zülallarının miqdarı azalmış olsada, bəzi zülal fraksiyalarının aktivliyi artmış olur. Buna isə orqanizmin adaptiv bir funksional halı kimi baxmaq lazımdır. Ədəbiyyatdan və apardığımız elmi tədqiqatlardan məlum olur ki, lipidlərin peroksidli oksidləşmə məhsullarından olan MDA orqanizmdə formalin kimi bütün toxumalara yayılaraq hüceyrələri məhv edir. MDA-nın əzələ və qaraciyər toxumalarında yığılıb artması fizioloji proseslərin pozulmasına, balıqların ölməsinə səbəb olur. Məlumdur ki, hüceyrə membranının bir hissəsini lipidlər təşkil edir. Neftin təsirindən lipidlərin peroksidli oksidləşməsi məhsullarının artması membran keçiriciliyinin pozulmasına səbəb olur ki, bu da orqanizmdə gedən proseslərdə tarazlığı pozur. Bunun nəticəsində orqanizm məhv olur.

Aldığımız nəticələrdən və ədəbiyyat məlumatlarından belə nəticəyə gəlmək olar ki, xam neftin təsirindən HP və MDA-nın əzələ və qaraciyər toxumalarında miqdarının artmasının səbəbi qanda hemoqlobinin zərdab zülallarının miqdarının kəskin sürətdə aşağı düşməsidir. Apardığımız tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlirik ki, balıqları təmiz suya salsaq və qida rejimlərini bərpa etsək qanda hemoqlobin və zərdab zülallarının miqdarı normaya yaxınlaşır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bu bərpa prosesi xam neftin 50 mq/l suda qatılığında mümkündür. Xam neftin 100 mq/l və 150 mq/l suda qatılığında bu pozulmuş tarazlıq prosesi bərpa olunmur.

Apardığımız elmi tədqiqat işlərindən belə nəticəyə gəlmək olar ki, xam neftin suda qatılığının 100 mq/l –dən yuxarı olması ağ amur balığı körpələri üçün toksiki xassəli maddə kimi qəbul edilə bilər. Belə vəziyyətdə orqanizmin immun sistemi zəifləyir və bu sistemin zəifləməsi nəticəsində orqanizmdə gedən bütün fizioloji-biokimyəvi proseslərin dinamikası pozulur və sonda orqanizm məhv olur.

### **Nəticə**

1. Suda xam neftin 50 mq/l qarılığı 3-72 saat təsir müddətində ağ amur balığı körpələrinin əzələ və qaraciyər toxumalarında lipidlərin peroksidli oksidləşmə məhsullarının

miqdarının artamsına az təsir göstərir. Xam neftin suda qatılığı artdıqca (100 mq/l, 150 mq/l) LPO məhsullarının oksidləşməsi intensivləşir.

2. Xam neftin qatılığı və təsir müddəti ilə LPO məhsullarının miqdarının artımı düz mütənasibdir.

3. Xam neftin təsirindən toxumalarda LPO məhsullarının miqdarı artır ki, bu da orqanizmdə fizioloji-biokimyəvi proseslərin pozulmasına və sonda orqanizmin məhvinə səbəb olur. Alınmış nəticələr xam neftin mühitə və orada yaşayan canlılara təsirini və vurduğu zərəri müəyyən etmək üçün istifadə edilə bilər.

### Ədəbiyyat

1. Allahvardiyev B.H, Babayev X.F, Cabbarov M.İ. (2005). *Karp baliqlarının baş beyin və qaraciyərində nəqliyyat AF-azalarının fəallığına xam neftin təsiri*. AMEA, Müqayisəli fiziologiya və biokimyənin müasir problemləri, Bakı, 44-48 s.
2. Аббасов Р.Ю. (1997). *Влияние аминокислотной селитры на активность изоферментов каталазы сыворотки крови у молодых курицкого осетра*. Междун. Симп. Этологичес. Физиолог. И биохимии. Осетровых рыб Ярославл, с. 7-9
3. Аллахвердиев Б.Г., Джабаров М.И. (2004). *Физиолого-биохимические показатели сазана под воздействием реагентов олигомера пропилен*. «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек». Астрахань, 7-9 июля, г, с.21-23
4. Антонов В.Ф. (1982) *Липиды и ионная проницаемость мембран*. М. Наука, с.150
5. Ажгихин И.С. (1978). *Простогландины – новый класс биологически активных веществ Простогландины – М. Медицины, с.6-38*
6. Владимиров Ю.А. (1972) Аргаков А.И. *Перекисное окисление липидов и биологических мембранах*. М.Наука, с.252
7. Гераскин П.П., Металлов Г.Ф., Аксенов В.П., Галатионова М.Л. (2005). *Нефтяное загрязнение Каспийского моря как один из факторов негативного влияния на физиологическое состояние осетровых рыб*. Мат. Первой международ. Экосистемы месторождений Астархань, с. 54-60
8. Грубинко В.В., Леус Ю.М., Вроск О.М. (1996). *Перекисное окисление липидов в тканях карпа при действии аммиака*. Гидробиологический журнал. 32.34, с.52-57
9. Джавадова Л.Л., В.И.Крючков. (1991). *Исследование влияния сырой нефти из различные месторождений на сывороточные белки крови курицкого велуги*. Тез. Докл. 1 Межд. Конф. По пробл. Каспийского моря, Баку Элм. с.5-6

10. Касимов Р.Ю., Рагимова Н.Г., Рустамов Э.Л. (2000). *Влияние нефтяного загрязнения на рыб Каспийского моря*. Баку, Известия № 4-6, с.138-151
11. Касимов Р.Ю. (1987). *Эколого- физиологические особенности развития ценных промысловых рыб Азербайджана* Баку Элм., с.132
12. Малышева Т.Д., Сытник Ю.М. (2000). *Влияние тяжелых металлов на интенсивность перекисного окисления липидов у самок карпа*. В кн. Экологическая физиология и биохимия рыб Ярославль, Т-2, с.48-49
13. Лакин Г.Ф. *Биометрия 4-ое изд.* М. высшая Школа, с.352
14. Рустамов Ш.А., (1990). Касумов Р.Ю. *Влияние нефтяного токсиканта на важнейшие физиологические функции рыб*. «Известия АН Азербайджана», 1977, №3, с.105-109
15. Патин С.А. (1997). *Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа*. М. Изд-ва ВНИРО, с.343.
16. Asakawa T., Matsushito S. (1980). *Coloring conditions of thiobarbituric acid test for detesting lipid hydroperoxides*, v. 15, № 3, p. 137-1405

## **IMPACT OF THE EFFECT OF DIFFERENT CRUDE OIL SOLIDS ON THE AMOUNT OF LIPID PEROXIDATION (LPO) PRODUCTS IN THE TISSUES OF WHITE AMUR BABY FISH**

**Bakhtiyar Allakhverdiev**

**Gilas Gurbanova**

**Sabuhi Aliev**

**Zakir Cafarov**

**Arzu Hasanova**

Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan Institute of Physiology named after Abdulla Garayev, Baku, Azerbaijan

Azerbaijan State Academy Physical education and Sport, Baku, Azerbaijan

Baku State University, Baku, Azerbaijan

In this research, we investigated the effect of different concentrations of crude oil taken from the Caspian Sea (50, 100, 150 mg/l in water) on changes in the amount of Hp (hydroperoxy) and MDA (malondialdehyde), which are products of peroxygen oxidation, in the liver and muscle tissues of Amur fish babies living in water bodies. and as a result of this effect, we set ourselves the goal of studying the changes in physiological-biochemical functions occurring in the body of fish. From the conducted experiments, it was found that the concentration of crude oil in water at 50 mg/l during 3-72 hours of exposure does not significantly affect the intensity of the amount of Hp (hydroperoxide) and MDA (malondialdehyde) of lipid peroxide oxidation products in the liver and muscle tissues of white carp in the early postontogenesis (HP - 6.8; 8.08, MDA- 4.08; 6.30). Peroxide oxidation of lipids at a concentration of 100 mg/l of crude oil compared to the control (pure water) slightly increases in 3-12 hours (Hp- 8.47; 8.87; MDA- 6.58; 6.98) and this intensity is higher in 24-72 hours. Hp 8.91; 11.16; MDA- 7.07; 8.94). At a crude oil concentration of 150 mg/l in water, these indicators are higher, that is, on average, 2.2 times

more than the control. As a result of the research, it was found that in 3-12 hours, the amount of lipid peroxidation products (Hp- 11.48; 12.43; MDA- 9.12; 9.98) the increase begins and within 24-72 hours this increase increases even more (Hp- 12.58; 13.63; MDA- 10.11; 11.58). The increase in the amount of LPO products leads to a decrease in the activity of enzymes, as a result of these changes, the physiological-biochemical processes occurring in the body, as well as the body's stationary it leads to the deterioration of the condition and ultimately the destruction of the organism

**Keys words:** Lipid peroxidation products, antioxidant, slops substances, crude oil

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СУХИХ ВЕЩЕСТВ НЕФТИ НА КОЛИЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПЕРЕОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ (ПОЛ) В ТКАНЯХ МАЛЕНЬКИ БЕЛОЙ АМУРСКОЙ РЫБЫ

**Бахтияр Аллахвердиев**

**Гилас Гурбанова**

**Сабухи Алиев**

**Закир Джафаров**

**Арзу Гасанова**

Министерство Науки и Образования Республика Азербайджан Институт Физиологии имени Абдулла Караева, Баку, Азербайджан

Азербайджанская Государственная Академия Физического Воспитания и Спорта, Баку, Азербайджан

Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

В данном исследовании мы исследовали влияние различных концентраций сырой нефти Каспийского моря (50, 100, 150 мг/л в воде) на изменение количества Hp (гидроперокси) и МДА (малонового диальдегида), которые являются продуктами перекисного окисления в печени и мышечных тканях детенышей амурских рыб, обитающих в водоемах, и в результате этого воздействия мы поставили перед собой цель изучить изменения физиолого-биохимических функций, происходящие в организме рыб. Из проведенных опытов установлено, что концентрация сырой нефти в воде 50 мг/л в течение 3-72 часов воздействия не оказывает существенного влияния на интенсивность количества ГП (гидропероксид) и МДА (малоновый диальдегид) перекиси липидов. продукты окисления в печени и мышечных тканях белого амура в раннем постнатогенезе (ГП - 6,8; 8,08, МДА - 4,08; 6,30). Перекисное окисление липидов при концентрации сырой нефти 100 мг/л по сравнению с контролем (чистая вода) незначительно возрастает через 3-12 часов (Hp- 8,47; 8,87; МДА- 6,58; 6,98), причем эта интенсивность выше через 24 часа. -72 ч. Л.с. 8,91; 11,16; МДА- 7,07; 8,94). При концентрации сырой нефти в воде 150 мг/л эти показатели выше, то есть в среднем в 2,2 раза больше, чем в контроле. В результате исследований установлено, что через 3-12 часов количество продуктов перекисного окисления липидов (Hp- 11,48; 12,43; МДА- 9,12; 9,98) начинается увеличение и в течение 24-72 ч это увеличение еще больше усиливается (Hp- 12,58; 13,63; МДА- 10,11; 11,58). продуктов ПОЛ приводит к снижению активности ферментов, в результате этих изменений происходящих в организме физиолого-биохимических процессов, а также стационарного состояния организма приводит к ухудшению состояния и в конечном итоге к разрушению организм Установлено, что воздействие сырой нефти в концентрации 50 мг/л в течение 3-72 часов не оказывает значительного влияния на динамику содержания продуктов перекисного окисления (ПОЛ) липидов в ткани печени и мыш у мелков карпа. Воздействие сырой

нефти в концентрации 100 мг/л приводит к увеличению ПОЛ в два раза относительно контроля (чистая вода), а при концентрации 150 мг/л содержание ПОЛ еще выше.

**Ключевые слова:** Рыба, печен, мышца, гидроперекиси, мономерный диальдегид, сырая нефть

Daxil oldu: 02.05.2023;

Çapa qəbul edildi: 14.06.2023;

Çap edildi: 23.06.2023

## ASTARA İNZİBATI RAYONUNDA ƏHALİNİN MƏSKUNLAŞMASI VƏ İNSAN RESURSLARININ İSTİFADƏSİ

**Ramin Əliyev**

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

e-mail: Ram794@list.ru

DOI :10.30546/2960-1975.2023.1.15

**Xülasə.** Məqalə ölkənin cənub-şərq ucqarı olan Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması və insan resurslarının optimal istifadəsinin tədqiqinə həsr edilmişdir. Astara inzibati rayonunda əhali məskunlaşmasının ərazi təşkilinin metodoloji əsasları bu sahə üzrə mövcud elmi mənbələr üzrə araşdırılmış və statistik materiallar əsasında müvafiq cədvəllər hazırlanmışdır. İlk növbədə Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşmasına təsir edən təbii və iqtisadi amillər təhlil olunmuşdur. Tədqiqat ərazisində əhalinin məskunlaşması və insan resurslarının istifadəsinin müasir vəziyyəti və perspektiv imkanlarının təhlil edilməsinə cəhd edilmişdir. Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması və insan resurslarının istifadəsinin tədqiqi ilə bağlı qarşıya çıxan problemlərin həlli üçün statistik, sistemli analiz və digər metodlardan istifadə edilməklə, müvafiq elmi tövsiyələr hazırlanmışdır.

**Açar sözlər:** Astara inzibati rayonu, təbii və iqtisadi amillər, əhalinin məskunlaşması, insan resursları, dövlət proqramları

### Giriş

Astara inzibati rayonu Azərbaycanın cənub-şərq hissəsində yerləşməklə, şimaldan Lənkəran, cənubdan və qərbdən İran İR-sı ilə həmsərhəddir. Rayonun şərq hissəsini Xəzər dənizi, qərb hissəsini Talış dağları əhatə edir[5, s.288]. Rayon əlverişli coğrafi mövqeyi ilə fərqlənərək, Cənub-Şimal tranzit nəqliyyat dəhlizinin vacib hissələrindən birini təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, Astara inzibati rayonu Azərbaycanın əhalisinin və insan resurslarının ümumi sayında unikalığı və etnik tərkibinin müxtəlifliyinə görə ölkənin davamlı inkişafında önəmli yer tutur. Bunun üçün Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması və insan resurslarının istifadəsinin iqtisadi-coğrafi aspektdə tədqiqi böyük elmi və praktiki əhəmiyyət daşıyır. İnzibati rayonda əhali və təsərrüfatın səmərəli ərazi təşkili, insan resurslarından səmərəli istifadə edilməsi məsələlərinin elmi əsaslarının işlənilməsi, həyata keçirilən tədbirlərin çərçivəsində təkliflər və tövsiyələrin verilməsi vacib vəzifə kimi qarşıda qoyulmuşdur. Ölkədə olduğu kimi, tədqiqat ərazisində də insan resurslarının idarə edilməsi (miqrasiya prosesinin tənzimlənməsi) üçün geniş imkanlar mövcuddur və bu imkanlardan maksimum dərəcədə istifadə olunmalıdır.

### Tədqiqatın məqsədi

Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması, insan resurslarının istifadə edilməsi və sosial-iqtisadi vəziyyəti haqqında informasiya toplayıb emal etməklə, mövcud potensialdan istifadə səviyyəsinin qiymətləndirilməsi və təkmilləşdirilməsi haqqında tövsiyələr

hazırlamaqdır.

### **Tədqiqatın vəzifələri**

Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması və insan resurslarının idarə edilməsinin inkişaf vəziyyətini, mövcud imkanları təhlil etmək, əmək ehtiyatları potensiallarından səmərəli istifadə istiqamətlərini müəyyənləşdirməkdir.

**Tədqiqat materialları** kimi “Azərbaycan Respublikasının regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramları”ndan irəli gələn bir sıra qərarlar, ARDSK-nin, ARETSN-nin, AMEA-nın Coğrafiya və İqtisadiyyat institutlarının fond materiallarından, MDB məkanı və digər xarici ölkə alimlərinin əhali məşğulluğu ilə bağlı apardıqları tədqiqatları və praktiki tövsiyələri, çox saylı elmi ədəbiyyatlardan istifadə edilmişdir.

Tədqiqat zamanı müqayisə, statistik, sistemli analiz və digər metodlarından istifadə edilmişdir.

İnsan resursları sosial-iqtisadi kateqoriya olub, cəmiyyətin malik olduğu fiziki və intellektual imkanlarının məcmusunu təşkil edir. Onun tərkibində ən mühüm və aparıcı yeri fiziki və zehni cəhətdən inkişaf etmiş əmək qabiliyyəti yaşında olan əmək qabiliyyətli əhali tutur. Bu isə o deməkdir ki, konkret sosial-iqtisadi tarixi inkişaf mərhələsində, hansı ölkədə ictimai istehsal prosesinin əsasını və subyektini təşkil edən əhalinin fiziki və zehni cəhətdən inkişaf etmiş hissəsi çoxdursa, həmin ölkə daha çox məhsuldar insan resurslarına malikdir. İnsanlar və onların istedadı ölkənin ən qiymətli resursudur. Buna görə də hər bir ölkədə və regionda həmin resursların idarə edilməsi və onlardan səmərəli istifadə olunması strateji vəzifəyə çevrilmişdir. İnsan resurslarının xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, əvvəla, insanlar nə qədər çox peşə fəaliyyətinə qoşulurlarsa, onlar bir o qədər çox həyat və peşə təcrübəsi qazanır, bir o qədər az vaxt ərzində peşə vəzifələrini daha keyfiyyətlə yerinə yetirir, ölkə, müəssisə, təşkilat və sair üçün daha çox dəyərlər yaradırlar; ikincisi, insanlar sosial idarəetmənin ən mürəkkəb obyektidir; üçüncüsü, insanların peşəkar olması üçün fəaliyyət növlərinin peşəkarlaşması çoxlu kapital tutumluluğu tələb edir; dördüncüsü, peşəkarların fəaliyyətinin səmərəliliyinin yüksəkliyi onların imkanlarının düzgün idarə edilməsi sisteminin yaradılması ilə əldə edilir [11, s. 472].

Hər bir ölkədə əhalinin sayı onun inkişafı üçün ən vacib amillərdən biridir. Əhalinin kəmiyyət göstəricisinin dəyəri onun insan potensialından insan kapitalına çevrilməsindən asılıdır. İnsan potensialının kəmiyyət göstəriciləri ilə yanaşı, onların keyfiyyət xüsusiyyətləri də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Rayonda məskunlaşan əhalinin ümumi sayında bilik və bacarıqlara sahib olanların xüsusi çəkisinin artması burada insan kapitalının zənginliyini əks etdirən vacib göstərici sayılır. Bununla yanaşı, əhalinin coğrafiyası insan potensialının insan kapitalına çevrilməsinə böyük təsir edir.

Azərbaycan regionlarının fərqli relyefi, təbii-iqlim şəraiti, tarixi keçmişi və resurs potensialı bilavasitə onların mənimsənilmə səviyyəsini müəyyən etmişdir. Bu amillər əhalinin



məskunlaşması üçün regionların cəlbədiciyində həlledici rol oynamışdır. Bu baxımdan respublikanın bölgələrinin təsnifatını aşağıdakı şəkildə vermək olar:

- \* Çox cəlbədici rayonlar;
- \* Nisbətən cəlbədici rayonlar;
- \* Cəlb etməyən rayonlar;
- \* “Özündən uzaqlaşdıran” xüsusiyyətləri ilə fərqlənən rayonlar.

Son onillikdə respublikada müşahidə edilən sosial-iqtisadi inkişaf təbii ki, hər bir bölgənin vəziyyətinin dəyişməsində öz əksini tapmışdır. Bu səbəbdən regionların yaşayış üçün cəlbədiciyi xeyli artmışdır[9, s. 55].

Əhalinin yayılmasının xüsusiyyətləri bir çox amillərin təsirindən-ərazinin coğrafi mövqeyi, mənimsənilmə səviyyəsi, təbii və iqlim şərait və onlar arasındakı əlaqə başlıca rol oynayır. Ona görə də ərazidə əhali müxtəlif formada məskunlaşmışdır-bəzi ərazilərdə sıx, bəzi ərazilərdə isə seyrək yayılmışdır və elə yerlər də var ki, demək olar ki, orada əhali yaşamır[10, s. 91].

Ölkənin, regionun və ya bölgənin sosial-iqtisadi inkişafının əsasını təşkil edən, maddi və qeyri-maddi istehsal sahələrinin səmərəli ərazi təşkilini təmin edən məhz insan resursudur. İnsan resurslarının tərkibinə daxil olan əhalinin doğum, ölüm və təbii artım göstəriciləri, onun həyat və təsərrüfat fəaliyyətinin yüksəlməsini təmin edən təhsil alması, sosial xidmət və istehsal infrastrukturundan istifadə etməsi, müəyyən ixtisas və peşə hazırlığına yiyələnməsi, ərzaq təminatına əlçatanlığı, etnik, dini, milli və cinsi fərqləri, daxili və xarici miqrasiyalarda iştirakı və s. kompleks bir problem olmaqla, onların tədqiq edilməsi qarşıda duran əsas məsələlərdən biridir.

Əhalinin sayının dinamikası, etnik tərkibində baş verən dəyişiklər, miqrasiya axımlarının istiqamətlərinin transformasiyası və nəticədə, əhalinin məskunlaşmasının yeni mənzərəsi ərazinin sosial-iqtisadi inkişafına böyük təsir göstərir. Buna görə, əhali hər bir ölkənin ən böyük, əvəzedilməz sərvəti, sosial-demoqrafik potensialı və iqtisadi qüdrətidir. Əhalinin sayı, xüsusilə onun əsas tərkib hissəsi olan insan ehtiyatları ölkənin, onun ayrı-ayrı regionlarının mənimsənilməsi, iqtisadi inkişafı, müxtəlif təsərrüfat sahələrinin yaradılması, məhsul istehsalı və onun istehlak edilməsində mühüm rol oynayır [7].

Əhalinin sayının müəyyən edilməsi ölkənin daxili iqtisadi siyasətinin bir çox göstəricilərinə də təsir edir. İnsanlar özlərinə maddi nemətlər yaradır. Əhalinin sayının çox olması istehsal edilən məhsulların miqdarının da çoxluğunu, onların çeşidinin artırılmasını tələb edir. Bu halda istehsal prosesinə cəlb edilən təbii sərvətlərin miqdarı artır, təsərrüfatın inkişaf tempi yüksəlir. Əhalinin sayının və onun nəticəsi kimi əmək ehtiyatlarının sayının yüksək tempə artması istehsalın ekstensiv inkişaf yolunun da həlledici olduğunu tələb edir. Bu zaman yeni istehsal obyektləri yaratmaq, şəhərlər, kəndlər salmaq, yeni əraziləri, burada olan təbii ehtiyatları mənimsəmək lazım gəlir. Ona görə də yaxın bir neçə il və daha uzun müddət üçün əhalinin sayının müəyyən edilməsi vacibdir. Əhalinin sayının yaxın və uzaq

perspektiv dövrlərdə öyrənilməsi ölkənin, onun regionlarının, bu regionlarda olan yaşayış məntəqələrinin sosial-iqtisadi inkişaf istiqamətlərinin müəyyən edilməsi üçün zəruridir. Əhalinin gələcək sayı istehsal edilən məhsulların miqdarı, xidmət sahələrinin yaradılması, onların nə qədər əhaliyə xidmət etmək imkanlarının müəyyən edilməsi, yaşayış evləri, mədəni-məişət, təhsil, səhiyyə, turizm-istirahət obyektlərinin tikintisi üçün lazımdır [10, s. 100-101].

Astara inzibati rayonunun insan potensialı - doğum, təbii və mexaniki artımı, həmçinin yuxarıda qeyd edilən kompleks amillərin qarşılıqlı təsiri altında formalaşmışdır. XX yüzilliyin 60-cı illərindən hal-hazır qədər Astara rayonunda əhalinin sayının dəyişməsi əsasən artım dinamikası üzrə inkişaf etmişdir. Astara inzibati rayonunda 1959-2019-cu illərdə, Azərbaycanda aparılmış əhalinin siyahıyaalma materiallarının təhlilinə əsasəndəmək olar ki, əhalinin sayının dəyişməsi, əvvəlki illərdə olduğu kimi, artım dinamikası üzrə inkişaf etmişdir. Belə ki, 1959-cu ildə Astara inzibati rayonunda əhalinin sayı 25,3 min, 1970-ci ildə 47,1 min, 1979-cu ildə 59,7 min, 1989-cu ildə 69,7 min, 1999-cu ildə 84,3 min, 2009-cu ildə 96,2 min nəfər olmuşdursa, 2019-cu ildə isə 109,7 min nəfər təşkil etmişdir. Təkcə 1989-cu illə müqayisədə 2019-cu ildə əhalinin sayında 63,5% artım qeydə alınmışdır[6].

Rayonda doğum səviyyəsində artım dinamikası müsbət saldoya malik olsa da, lakin ayrı-ayrı illərdə (hər 1000 nəfərə görə) mütləq hesabla həm doğulanlar, həm də təbii artımda azalma, ölənlərin sayında isə əksinə, artma tendensiyası özünü göstərmişdir. Mütləq göstəriciləri nəzərdən keçirdikdə, əksinə olaraq 1990-cı ildən başlayaraq hazırkı dövrə qədər doğulanların ümumi sayında hər 1000 nəfərə görə azalma davam etmiş və 2010-cu illə müqayisədə 2020-ci ildə doğulanların sayı 201 nəfər və ya 11,2% azalmışdır (Cədvəl 1).

Cədvəl 1

**Astara inzibati rayonu üzrə demoqrafik göstəricilər (nəfər)**

İllər		Doğum	Ölüm	Təbii artım
1990	Hər 1000 nəfərə görə	31,9	5,2	26,7
	Mütləq hesabla	2247	370	1877
2000	Hər 1000 nəfərə görə	18,6	5,3	13,3
	Mütləq hesabla	1595	454	1141
2010	Hər 1000 nəfərə görə	18,3	5,4	12,9
	Mütləq hesabla	1788	526	1262
2020	Hər 1000 nəfərə görə	14,4	6,8	7,6
	Mütləq hesabla	1587	750	837

Mənbə: Azərbaycanın regionları. Bakı, DSK. 2021

Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşması ərazinin coğrafi şəraitinin xüsusiyyətlərini əks etdirir. Kənd yerlərinin dağ və düzən ərazilərində yerləşməsindən asılı olaraq, demoqrafik vəziyyət fərqli olur. Bunu doğum, ölüm, miqrasiya, təbii və mexaniki artım göstəricilərin dəyişməsində müşahidə etmək olar. Bunlar, eyni zamana, müxtəlif təbii, sosial-iqtisadi, milli-psixoloji və dini amillərin təsiri ilə əlaqədar artıb, azala bilər.

Demoqrafik göstəricilərin dəyişməsi sosial-iqtisadi amillərin təsiri ilə baş verdiyinə görə ərazidə demoqrafik vəziyyət də əhalinin sosial tərkibinin quruluşu, iqtisadi inkişaf səviyyəsi ilə müəyyən edilir. Demoqrafik vəziyyətə, həmçinin yaşayış məntəqələrinin inkişaf səvəyyəsi, onların istehsal strukturu, insan ehtiyatlarına tələbat və təmin olunma arasındakı nisbət də təsir edir.

İnsan ehtiyatlarına olan tələbatın ödənilməsi və ya əhalinin iş yerləri ilə təmin edilməməsi nəticəsində əhalinin mexaniki hərəkəti güclənir. Nəticədə demoqrafik şəraitdə böyük dəyişikliklər baş verir. Demoqrafik siyasəti müəyyən edən tədbirlər sistemi vasitəsilə ölkədə və onun ayrı-ayrı regionlarında demoqrafik vəziyyətin optimal idarə edilməsi təmin olunur.

Astara inzibati rayonunun cəlbediciliyi bir tərəfdən relikt və endemik meşələrlə örtülü dağ və dağətəyi, digər tərəfdən müalicəvi qara qumlu, zəngin flora və faunalı, dənizsahili, maddi-mədəni abidəli oykümləri, termal sulu, subtropik tipli landşaftları özündə ehtiva edir. Bundan başqa nəqliyyat (şimal cənub nəqliyyat dəhlizi), rekreasiya-turizm (Hirkan Milli parkı) imkanları baxımından da inzibati rayonda sərmayələr və tikintilər fonunda maraqlı da məskunlaşmaya öz təsirini edir.

Təbii artıma təsir edən mühüm demoqrafik göstərici ölüm sayıdır. Bu göstəricinin dəyişməsinə ilk növbədə əhalinin yaşayış səviyyəsi, səhiyyənin inkişafı, əhalinin yaş və cins tərkibi, məişət və əmək şəraiti təsir edir. Əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəlməsi ilə onun orta ömür müddəti artır. Bu isə ölüm səviyyəsinin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Təqaüd yaşlı əhalinin xüsusi çəkisinin çox olması ölümün də çoxalmasına səbəb olur. Ölümə təsir edən əsas amillər sırasına müharibələri, kütləvi xəstəlikləri, epidemiyaları da əlavə etmək lazımdır [3].

Əhalinin təbii artım göstəricilərini doğulanlarla ölənlər arasındakı fərq müəyyən edir. Son 20 ili nəzərə alsaq Astara inzibati rayonunda əhalinin hər 1000 nəfərinə görə doğulanlar 2010-cu ildə 18,3 nəfər, ölənlər 5,4 nəfər olduğu halda, təbii artım 7,6 nəfər təşkil etmişdir. 2010-cu illə müqayisədə 2020-ci ildə təbii artım göstəriciləri 5,3 % azalmışdır. Aparılan təhlil göstərir ki, doğulanların sayı nə qədər çox olmuşdursa, əhalinin təbii artımı da çox olur. Həmçinin, əhalinin təbii artımına təkan verən əsas göstəricilərdən biri uşaqlarda ölənlərin sayının dəyişməsidir. Aparılan statistik təhlillər göstərir ki, 2010-cu illə müqayisədə doğulan uşaqların sayı az olsada, 2020-ci ildə onlarda ölənlərin sayı 1,4 % artmışdır. Burada doğulan uşaq ölümünün artmasının əsas səbəblərinə erkən yaşda ərə gedən (və ya ərə verilən) qızların ailə saxlama və uşaq böyütməyə hazır olmamaları, əhaliyə tibbi xidmətin zəif təşkili və yeni

ailə qurmuş oğlanların iş dalınca paytaxta və xarici ölkələrə getmələri ilə əlaqədardır.

Astara inzibati rayonunda demoqrafik vəziyyətinə təsir edən əsas amillərdən biri də əhalinin cins və yaş tərkibinin, evlənən və boşananların sayının dəyişməsidir. 2021-ci ilin məlumatlarına əsasən, Astara inzibati rayonunda əhalinin ümumi tərkibində kişilərin sayı 55,6 min nəfər və ya 50,2%, qadınların sayı isə 54,9 min nəfər və ya 49,8 % təşkil etmişdir. Buna uyğun olaraq, Astara inzibati rayonunda məskunlaşan şəhər əhalisi 33,9 min nəfər və ya 30,7% təşkil edir ki, bunun da 16,8 min nəfəri və ya 49,6 %-i kişilərin, 17,1 min nəfəri və ya 50.5 %-i isə qadınların payına düşür. Astara şəhəri, Kijəbə və Ərçivan qəsəbələrində isə şəhər əhalisinin sayı müvafiq olaraq – 8.7, 3.2 və 4.9 min nəfər təşkil etmişdir. Ümumilikdə götürdükdə isə Astara inzibati rayonunun əhalisinin ümumi sayında şəhər əhalisinin sayı 33,9 min nəfər və ya 30,7 %, kənd əhalisi isə 76,2 min nəfər və ya 69,3 % təşkil edir [2].

Yerli əhali ilə apardığımız sorğular göstərdi ki, Astara rayonunda istər şəhər, istərsə də kənd yaşayış məntəqələri üzrə əhalinin ümumi sayına dair rəsmi statistik göstəricilər heç də onun demoqrafik mənzərəsini tam əks etdirmir. Belə ki, inzibati rayon qeydiyyatında olan əhalinin bir hissəsi paytaxta və müxtəlif xarici ölkələrə iş dalınca getdikləri üçün burada gənclərin sayı azlıq təşkil edir. Bununla belə Astara inzibati rayonu bir çox demoqrafik göstəricilərə görə Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda, doğulanların sayına və əhali artımına görə respublikada qabaqcıl bölgələrdən sayılır [12].

Nigah və boşanmaların sayında, birincisi sayca üstünlük təşkil edir və rayonda demoqrafik vəziyyətin dəyişməsinə müsbət təsir göstərən əsas amillərdən biridir. Astara inzibati rayonunun əhalisinin ümumi tərkibində 1990-cı ildə nigahların sayı 706, 2000-ci ildə - 374, 2010-cu ildə - 810, 2020-ci ildə - 418 nəfər olduğu halda, qeyd olunan illərdə, müvafiq olaraq - boşanmaların sayı 30, 22, 46 və 120 nəfər təşkil etmişdir. Əhalinin hər 1000 nəfərinə görə nigahların sayı yuxarıda göstərilən illərdə 10%, 4,4%, 8,3% və 3,8% olduğu halda, boşanmaların sayı isə müvafiq olaraq - 0,4%, 0,3%, 0,5% və 1,1 % təşkil etmişdir [13]. Aparılmış statistik təhlillərdən görüldüyü kimi tədqiqat rayonunda ayrı-ayrı illər üzrə boşanmalara nisbətən bağlanan nigahların sayının artması əhalinin təbii artımının uğurlu olmasında özünü doğrultmuş və bu tendensiya davam etməkdədir.

Astara inzibati rayonunda əhalinin ümumi sayında yaş qrupları üzrə bölgüsü və gənclərin xüsusi çəkisinin yüksək olması, ölkənin silahlı qüvvələrinin insan resursları ilə təmin olunması və iqtisadi fəal əhalinin mövcudluğu rayonun gələcəkdə davamlı inkişaf imkanlarını əks etdirir. Ölkənin 2020-ci il üçün rəsmi statistikasına müraciət etsək, Astara inzibati rayonunun əhalisinin ümumi yaş qrupunda 0-19 yaşda olanlar 31,8 %-ni, 20-34 yaşda olanlar 24,5 %-ni, 39-69 yaşda olanlar 40 %-ni, 70 yaş və ondan yuxarılar isə 3,7 %-ni təşkil etmişdir. O cümlədən kişilər üzrə 0-19 yaşda olanlar 33,5 %, qadınlar üzrə 30,1 %, 20-34 yaş qrupu üzrə kişilər 24,8 %, qadınlar 24,2 %, 34-69 yaş qrupu üzrə kişilər 38,6 %, qadınlar üzrə 41,3 %, 70 yaş və ondan yuxarılar üçün kişilər 3,1 % və qadınlar üçün isə 4,3% təşkil etmişdir (cədvəl 2).

**Astara inzibati rayonunun əhalisinin yaş qurupları üzrə bölgüsü**

N	Yaş Qurupları	Cəmi		Kişi		Qadın	
		Nəfər	Faiz	Nəfər	Faiz	Nəfər	Faiz
1	0-19	35198	31,8	18649	33,5	16549	30,1
2	20-34	27080	24,5	13795	24,8	13285	24,2
3	34-69	44162	40	21497	38,6	22665	41,3
4	70 yaş və yuxarı	4105	27	1715	3,1	2390	4,3

*Mənbə: Azərbaycanın regionları. Bakı, DSK. 2021, 842 səh.*

Əhalinin yaş quruplarına müvafiq olaraq 2020-ci il üçün Astara inzibati rayonunun əhalisinin ərazi istehsal vahidləri üzrə məşğulluq səviyyəsi diqqəti cəlb edir. Belə ki, bütün rayon üzrə 51 min nəfərin iqtisadi fəal əhali qurupuna daxil olduğunu görürük ki, bunun da 29 min nəfəri və ya 57%-i kənd təsərrüfatı, meşəçilik və balıqçılıq sahəsində, 0,4%-i hər biri ayrılıqda mədənçixarma sənayesində; elektrik enerjisi, qaz və buxar istehsalı bölüşdürülməsi və təchizatında; informasiya və rabitə; daşınmaz əmlakla əlaqədar əməliyyatlar, peşə, elmi və texniki fəaliyyət sahələrində, 4,3%-i emal sənayesi, 0,2%-i hər biri ayrılıqda-su təchizatı, tullantıların təmizlənməsi və emalında; maliyyə və sığorta fəaliyyəti, 5,3%-i tikinti, 10%-i ticarət və nəqliyyat vasitələrinin təmirində, 2,6%-i nəqliyyat və anbar təsərrüfatı, 0,6%-i turistlərin yerləşdirilməsi və ictimai iaşə, 0,8%-i inzibati və yardımçı xidmətlərin göstərilməsi, 4,7%-i Dövlət idarəetməsi, müdafiə və sosial təminatı, 8,2%-i təhsil, 2,2%-i əhaliyə səhiyyə və sosial xidmətlərin göstərilməsi, 1,7%-i istirahət, əyləncə və incəsənət sahəsində fəaliyyətlə məşğul olmuşlar. Dövlət proqramı çərçivəsində Məşğulluq Xidməti orqanları tərəfindən işsiz, xüsusilə əmək qabiliyyətli ünvanlı sosial yardım alan, habelə sosial müdafiəyə xüsusi ehtiyacı olan və işə düzəlməkdə çətinlik çəkən şəxslərin özünüməşğulluq proqramına cəlb olunması işi davam etdirilmişdir. 2019-2021-ci illərdə Astara inzibati rayonu üzrə 163 nəfər işsiz və işaxtaran şəxs özünüməşğulluq proqramına cəlb olunub, onlardan 129 nəfər kənd təsərrüfatı, 34 nəfər istehsal və xidmət sahələri üzrə proqrama müraciət edib. Proqrama cəlb edilən 163 nəfər işsiz və işaxtaran şəxsdən 12 nəfər əlilliyi olan şəxs, 24 nəfər şəhid ailəsi üzvüdür [1]. Statistikadan göründüyü kimi kənd təsərrüfatında çalışanlar üstünlük təşkil etməklə, həm də daimi məşğul əhali kimi göstərilmişdir. Əslində isə heç də belə deyil. Ona görə ki, bu rayonun kənd təsərrüfatında heyvandarlıqda daimi iş olsa da, əkinçilik mövsümi xarakter daşıyır.

Əhalinin məşğulluğu baxımdan rayon mərkəzi sayılan Astara şəhəri aparıcı mövqeyə malik olmasa da, onun təsərrüfat quruluşunda əsas yeri kənd təsərrüfatı xammalının emalına əsaslanan yeyinti sənayesi müəssisələri təşkil edir. Burada fəaliyyət göstərən çay fabriki, ət-süd və çörəkbişirmə müəssisələri nəinki rayonun, hətta Astara şəhərinin əhalisinin iş yerləri ilə təmin edilməsi problemini həll etmir. Lakin hazırda Astara şəhərində iş yerlərinin azlığı və əsas mərkəz kimi əhalini tənzimləyə bilməməsi burada miqrasiyanın kütləvi xarakter

almasına şərait yaratmışdır. Astara inzibati rayonu ilə yanaşı Astara şəhəri də mənfi miqrasiya balansına malik olması, emal müəssisələrinin və sosial infrastrukturun inkişaf səviyyəsinin ümumrespublika göstəricilərindən geridə qalması rayonun demoqrafik vəziyyətinin dəyişməsinə mənfi təsir göstərir. Bununla yanaşı, Astara rayonun Xəzər dənizi sahilindəki iqtisadi-coğrafi mövqeyi və İran-İslam respublikası ilə mövcud olan mühüm sərhəd-keçid məntəqəsinin burada yerləşməsi gələcəkdə bölgənin sosial-iqtisadi inkişafında əhəmiyyətli rol oynayacağına böyük ümid verir.

Astara inzibati rayonunda əhalinin milli tərkibindəki müxtəliflik onun demoqrafik mənzərəsinə xüsusi rəng verir. İnzibati rayonun əhalisinin ümumi sayında azərbaycanlıların sayı 60,2 %, talışlar 39,7%, ruslar 0,7%, tatarlar 0,01% və digər millətlər 0,02 % təşkil edir ki, bu da ərazidə əhalinin polietnik tərkibinin olmasını və multukultur dəyərlərə söykənməsini təsdiqliyərək, müxtəlif etnik qrupların bir-birinə qaynayıb-qarışmasına şərait yaratmışdır.

Astara inzibati rayonunda əhalinin məskunlaşmasının coğrafiyası istər üfiqi, istərsə də şaquli qurşaqlar üzrə inkişaf etmişdir. Lakin şaquli qurşaqlar üzrə əhalinin məskunlaşması hündürlüklər artdıqca istər yaşayış məntəqələri, istərsə də əhalinin sayı getdikcə azalmaqda davam edir. Belə ki, ərazidə mövcud olan 92 yaşayış məntəqəsindən 23-ü - 0 metr hündürlüyə qədər, 35-i - 1-200 metrə qədər, 12-si - 201-500 metrə qədər, 19-u- 501-1000 metrə qədər, 2-si - 1001-1500 metrə qədər, 1-i isə 1501-2000 metr dəniz səviyyəsindən hündürlükdə yerləşir (cədvəl 3).

Cədvəl 3

**Astara inzibati rayonunda yaşayışməntəqələrinin və əhalinin yüksəklik qurşaqları üzrə yerləşməsi (2009)**

Hündürlük arealı	Yaşayış məntəqələrinin sayı	Ümumi əhali		Şəhər əhalisi		Kənd əhalisi	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
1	2	3	4	5	6	7	8
0 metrə qədər	23	51602	100,0	5197	10,1	46405	89,9
1-200 m	35	33437	100,0	15304	45,8	18133	54,2
201-500 m	12	3170	100,0	-	-	3170	100,0
501-1000 m	19	7034	100,0	-	-	7034	100,0
1001-1500m	2	815	100,0	-	-	815	100,0
1501-2000m	1	85	100,0	-	-	85	100,0
Cəmi r-on üzrə	0,62	96230	100,0	22112	23,0	74118	77,0

*Mənbə: 2009-cu ildə aparılan əhalinin siyahıyaalma materialları əsasında tərtib edilmişdir.*

Ərazinin dağlıq və düzən relyefə malik olması, əlverişli təbii coğrafi şəraiti və iqtisadi-coğrafi mövqeyi bu yerlərin daha yaxşı mənimsənilməsinə və əhalinin məskunlaşmasına böyük imkanlar yaradır. Rayon ərazisinin təbii-coğrafi və iqlim şəraitinin müxtəlifliyi burada

yüksəklik qurşaqları üzrə məskunlaşan əhalinin təsərrüfat sahələrinin, sosial və xidmət sahələrinin də hündürlüklər üzrə müxtəlif səviyyədə məskunlaşmasına səbəb olmuşdur. Burada əhalinin sıxlığı göstəricisi rayon üzrə hər 1 km<sup>2</sup>-də 178 nəfər təşkil etsə də, hündürlüklərə doğru bu göstərici xeyli azalır. Son illər, düzənlik və dağətəyi ərazilərdə əhalinin məskunlaşması xeyli artmışdır, eyni zamanda kiçik və orta sahibkarlığın torpaqlardan istifadə imkanları xeyli genişlənməmişdir [4, s. 30-33].

Göstərilənlərlə yanaşı, tədqiqat rayonunda əhalinin artımı və təsərrüfat fəaliyyətinin intensivləşdirilməsi, ərazinin kurort-turizm sahəsi kimi istifadə edilməyə başlanması, sərhəd-keçid məntəqələrinin intensivləşdirilməsi ilə əlaqədar olaraq ətraf mühitə antropogen təsir güclənir. Həmin təsirlər torpaqların eroziyası, meşələrin qırılması ilə yanaşı, axar suların, dəniz sahillərinin çirklənməsinə təsir göstərməyə başlamışdır. Məsələn, Astara rayonu ərazisindən Xəzər dənizinə olan 5 axarın qarşısı alınsa da, tamamilə ləğv edilməmişdir. Bala Şahağacı kanalı ilin yağıntılı aylarında sahil ərazisini su basmaması üçün dənizə çıxışı yenidən açılmışdır. Şəhər kanalizasiya şəbəkəsi (22 km-dir) qəza vəziyyətindədir. Gündəlik formalaşan 120 min m<sup>3</sup>-dən artıq məişət-çirkab sularının bir qismi qəza yerlərindən laylara hopub yeraltı sulara qarışır, digər qismi isə Kələdəhnə kollektoruna tökülərək Xəzər dənizinə axır. Kollektorun qəza yerindən götürülmüş su nümunələrində ammonium ionları 9,1, nitritlər 2,0, neft məhsulları 88,0, OBT<sub>5</sub>-30,0, asılı maddələr isə 3,76 dəfə yol verilən həddən artıq müəyyən edilmişdir. Kanalizasiya xətti dağıldığından formalaşan məişət-fekal suları onsuz da istismara yararsız olan təmizləyici qurğuya (TQ-yə) gedib çatmır. Rayonun Şahağacı və digər yaşayış məntəqələrində formalaşan bərk tullantıları bu ərazinin sahil zolağına atılaraq yeni zibilxanaların əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur [8, s. 115-116].

Sahilboyu salınmış istirahət və yaşayış obyektlərinin kanalizasiya və məişət tullantı problemlərinin ümumi həlli mövcud deyil. Astara inzibati rayonunda məişət tullantılarının toplanması, çeşidlənməsi və utilizasiya prosesləri qonşu Lənkəran rayonu ilə, eləcə də tələb olunan standartlarla müqayisədə xeyli geridə qalır.

### **Nəticə**

Astara inzibati rayonunda əhali məskunlaşması və insan resurslarının istifadəsi ilə bağlı apardığımız tədqiqatın nəticəsi kimi aşağıdakılar əldə olunmuşdur:

-Astara inzibati rayonun İran İslam Respublikası ilə həmsərhəd olması və strateji coğrafi mövqeyi, Şimal-Cənub nəqliyyat dəhlizinin buradan keçməsi, ərazidə azad iqtisadi zonanın yaradılması rayonun demoqrafik problemlərinin həllinə və ilk öncə yeni iş yerlərinin açılmasına köməklik edəcəkdir;

-Rayonun dağlıq ərazilərinin mənimsənilməsi burada məskunlaşan əhali üçün təbii-resurs potensialından istifadə edilməsi istiqamətində yeniəməl müəssisələrinin və turizm mərkəzlərinin yaradılmasına dövlət dəstəyi artırılmalıdır;

-Astara inzibati rayonununun təbii-iqlim şəraitininin əlverişliliyi və ərazidə kənd

təsərrüfatına yararlı torpaqların geniş yayılması əhalinin sıx məskunlaşmasına təsir edən əsas amillərə aid etmək olar. Əhalinin təbii artımı, məskunlaşma xüsusiyyətləri, miqrasiyası, polietnik tərkibi, sosial-iqtisadi-ekoloji vəziyyəti məsələlərinin sistemli şəkildə tənzimlənməsi Astara inzibati rayonunda insan resurslarının optimal idarə edilməsinə imkan verəcəkdir.

### Ədəbiyyat

1. *Azərbaycan Respublikasında Regionların sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramı* (2019-2023-cü illər), 29 yanvar 2019-cu il
2. *Azərbaycanın regionları*. 2010-2021-ci illər. Bakı, DSK. 2021, 842 s.
3. *Azərbaycanın regionları*. (2017). Bakı, DSK., 806 s.
4. ARDSK Astara Rayon Statistika İdarəsi (2021). *Astara rayonunun iqtisadi göstəriciləri*. Astara, 65 s.
5. *Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası*. (2014). Bakı
6. *“Azərbaycan SSR Xalq Təsərrüfatı” və “Azərbaycan rəqəmlərdə” adlı statistik külliyyat*. Bakı, 1962-1991-ci illər
7. *Əhalinin sayının dinamikası. Lənkəran-Astara iqtisadi-coğrafi rayonunda demoqrafik inkişaf problemləri və əhalinin məskunlaşması*. (2019). Monoqrafiya. Bakı, 216 s.
8. Əzizov S. (2019). *Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda əhalinin məskunlaşmasının nizamlanması problemləri*. Bakı, 165 s.
9. İsmayılov Ç.N., İbrahimovç, A.İ., Seyfullayeva N.S. (2016). *Azərbaycan Coğrafiyası*. Bakı, 199 s.
10. İsmayılov Ç.N. (2010). *İqtisadi və sosial coğrafiyanın əsasları*. Bakı, 328 s.
11. Muradov Ş.M. (2004). *İnsan potensialı: əsas meyllər, reallıqlar, problemlər*. Bakı, 660 s.
12. Paşayev N.Ə., Əyyubov N.H., Eminov Z.N. (2010). *Azərbaycan Respublikasının İqtisadi, Sosial və Siyasi Coğrafiyası*. Bakı., 416 s.
13. *2009-cu ildə aparılan əhalinin siyahıyaalma materialları*. (2010). Bakı

## POPULATION IN THE ASTARA ADMINISTRATIVE DISTRICT AND USE OF HUMAN RESOURCES

**Aliyev Ramin**

Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan

The article is devoted to the study of settlement and optimal use of human resources in the Astara administrative region in the south-eastern part of the country. Methodological bases of territorial organization of population settlement in Astara administrative region were studied on the basis of



available scientific sources in this field and relevant tables were prepared on the bases of statistical materials. First of all, the natural and economic factors affecting the settlement of the population in the Astara administrative region were analyzed. An attempt was made to analyze the current state and prospects of human settlement and use of human resources in the study area. Relevant scientific recommendations were prepared using statistical, systematic analysis and other methods to solve the problems related to the study of human settlement and use of human resources in the Astara administrative region.

**Key words:** Astara administrative region, natural and economic factors, population settlement, human resources, state programs

## НАСЕЛЕНИЕ АСТАРИНСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА И ИСПОЗОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

**Алиев Рамин**

Лянкаранский государственный университет, Лянкярань, Азербайджан

Статья посвящена изучению расселения населения и оптимального использования трудовых ресурсов в Астаринском административном районе юго-восточной части страны. На основе имеющихся научных источников в этой области изучены методологические основы территориальной организации расселения населения Астаринского административного района и на основе статистических материалов подготовлены соответствующие таблицы. В первую очередь были проанализированы природно-экономические факторы, влияющие на расселение населения в Астаринском административном районе. Сделана попытка проанализировать современное состояние и перспективы расселения и использования человеческих ресурсов на изучаемой территории. С использованием статистического, систематического анализа и других методов подготовлены соответствующие научные рекомендации для решения задач, связанных с изучением расселения и использования трудовых ресурсов в Астаринском административном районе.

**Ключевые слова:** Астаринский административный район, природно-экономические факторы, расселение населения, трудовые ресурсы, государственные программы

Daxil oldu: 02.05.2023;

Çара qəbul edildi: 14.06.2023;

Çap edildi: 23.06.2023

## AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ CƏNUB-ŞƏRQ HİSSƏSİNİN YERALTI SU EHTİYATLARI VƏ ONLARIN ƏHƏMİYYƏTİ

**Ziyafət Ağayev**

**Zülfəli Rasulov**

**Qalib Əmənov**

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Həsən Əliyev adına

Coğrafiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

e-mail: kreativagayev@gmail.com

e-mail: zulfeli.rasulov@mail.ru

e-mail: 75winner@mail.ru

DOI :10.30546/2960-1975.2023.1.26.

**Xülasə.** Müasir dövrdə istənilən regionun davamlı inkişaf etdirilməsində su ehtiyatlarının rolu çox böyükdür. Yerüstü və yeraltı su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi çox mühüm, məsuliyyətli, kifayət qədər mürəkkəb və çətin prosesdir. Bunu nəzərə alaraq Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2020-ci il 27 iyul tarixli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş “Su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin təmin edilməsinə dair 2020-2022-ci illər üçün Tədbirlər Planı”nda su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi, inventarlaşdırılması, modelləşdirilməsi və bununla bağlı məlumatların “Elektron su təsərrüfatı” informasiya sistemində inteqrasiya olunması tapşırılmışdır. Su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi üçün ilk növbədə artıq qiymətləndirilmiş ehtiyatlar haqqında mövcud məlumatların təhlili və sistemləşdirilməsi zəruridir. Məqalədə Azərbaycan Respublikası ərazisinin cənub-şərq hissəsinin yeraltı su ehtiyatları, həm Talış dağları məsamə-çat suları, həm də Lənkəran ovalığı məsamə-lay suları hövzəsində yerləşməsi, ümumi yeraltı su ehtiyatları və onların çay axımlarında payı, istismar ehtiyatları və bu ehtiyatlardan istifadə imkanları, onların minerallaşma dərəcəsi və su sərfələrinə görə bir-birindən fərqli xüsusiyyətləri, termal sular, onların temperatur və kimyəvi xüsusiyyətlərinə görə fərqli cəhətləri tədqiq olunmuş, onların sənaye və məişət tullantıları ilə çirklənmə dərəcəsi təhlil edilmişdir.

**Açar sözlər:** çat-damar, çat-kaset,çat-məsamə, bulaqların sərfi, reqresiya, sulu horizont

### Giriş

Azərbaycanın bütün regionlarının son illərdəki intensiv sosial-iqtisadi inkişafı, yeni kənd və qəsəbələrin, digər yaşayış məntəqələrin salınması, sənaye və kənd təsərrüfatı müəssisələrin yaradılması, turizmin inkişafı, sənayenin müxtəlif sahələrinə investiyalarının cəlb olunması və s. su ehtiyatlarının kəmiyyət və keyfiyyəti ilə biləvasitə əlaqədar olduğundan ölkəmizdə su təminatı kəskin pisləşir. Su mənbələrindən, başlıca olaraq çaylardan və yeraltı sulardan qeydiyyatı aparılmadan götürülən suyun miqdarının getdikcə artması ölkə ərazisində axan əsas çayların rejimində ciddi dəyişmələrə səbəb olaraq onların axımının il ərzində təbii paylanma qanunauyğunluqları pozulmuş, yeraltı suların keyfiyyət və kəmiyyət göstəricilərinin dəyişməsinə gətirib çıxarmışdır. Su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi sudan istifadənin düzgün planlaşdırılması, su tələbatının müəyyən edilməsi, bu sahədə mövcud olan problemlərin aradan

qaldırılması və davamlı inkişafının təmin edilməsi baxımından çox vacibdir.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2020-ci il 27 iyul tarixli 2178 nömrəli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş “Su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin təmin edilməsinə dair 2020-2022-ci illər üçün Tədbirlər Planı”nın 1.1-ci bəndi ilə su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi, inventarlaşdırılması, modelləşdirilməsi və bununla bağlı məlumatların “Elektron su təsərrüfatı” informasiya sistemində inteqrasiya olunması tapşırılmışdır.

Yerüstü və yeraltı su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi çox mühüm, məsuliyyətli, kifayət qədər mürəkkəb və çətin prosesdir. Su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi üçün ilk növbədə artıq qiymətləndirilmiş ehtiyatlar haqqında mövcud məlumatların təhlili və sistemləşdirilməsi zəruridir. Yeraltı su horizontları, bulaqlar, kəhrizlər, digər təbii su çıxışları, istismarda olan su quyuları inventarlaşdırılmalı, qiymətləndirilmiş yeraltı su ehtiyatlarının və bütün su çıxışlarının kadastr və kataloqları, dislokasiya xəritələri tərtib edilməlidir.

Şimaldan cənuba doğru 125 km, şərqdən qərbə doğru isə ən geniş hissədə 96 km uzanmış bu regionun 55%-i dağlıq, qalan hissəsi isə düzənliklərdən ibarətdir. Sahəsi 6 min km<sup>2</sup> -dən çox olan bu region respublikamızın ümumi sahəsinin 7,2%-ni təşkil edir. Regionun ümumi su ehtiyatları 1,64 km<sup>3</sup> (Z.Ağayev, 1999) təyin edilmişdir ki, orta hesabla bunun 29%-i (0,48 km<sup>3</sup> ) yeraltı suların payına düşür. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan Respublikası ərazisinin cənub–şərq hissəsində yaşayan əhalinin içməli su ilə təmin edilməsi və sürətlə inkişaf edən müxtəlif təsərrüfat tədbirlərinin həyata keçirilməsi ərazidə yeraltı suların istər kəmiyyət və istərsə də keyfiyyət göstəricilərinin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Lakin region əhalisinin əsas su mənbələrindən biri olan yeraltı suların keyfiyyət və kəmiyyət göstəriciləri lazımi səviyyədə öyrənilməmişdir. Azərbaycan Respublikası ərazisində yaşayan əhalini və gündən-günə sürətlə inkişaf edən təsərrüfat sahələrinin su ilə təmin edilməsi məqsədilə ərazidə yeraltı suların kəşfiyyatı aparılmış və onların ehtiyatları təsdiq edilmişdir. Bu ehtiyatlardan istifadə imkanlarını araşdırmaq məqsədilə regionlarda əhatəli tədqiqatlar aparılmış və təkliflər verilmişdir. Nəticədə minlərlə su istismar quyuları qazılmış və indi də bu proses davam etməkdədir. Bu baxımdan respublikamızın cənub-şərq hissəsinin yeraltı suları və onların ümumi ehtiyatlarının elmi əsaslarla tədqiq olunması çox vacib məsələlərdən hesab olunur.

### **Təhlil və müzakirə**

Qeyd etmək lazımdır ki, Alp qırışıqlıq zonasında yerləşən Talış dağlıq ərazisində çat, çat-damar, çat-kaset və çat-məsamə suları yayıldığı halda ərazinin dağətəyi düzənliklərində əsasən məsamə-lay və təzyiqli suları yayıldığından hidroloji baxımdan bir-birindən fərqlənir[2,3].

Talış dağları məsamə-çat suları hövzəsində çoxsaylı bulaqlar dördüncü dövrdən karbon və devonadək bütün stratiqrafik vahidlərlə əlaqədardır. Çatlı, bəzi sahələrdə karstlaşmış əhəng daşları daha çox sulu, vulkanogen süxurlar az, intruziv törəmələr xüsusilə çox zəif sululuğa malikdir. Relyefin intensiv drenlənməyə səbəb olan kəskin parçalanması, yaranma zonasının məhdudluğu və kəskin qidalanma mənbələri Talışda mürəkkəb hidrogeoloji şəraitin yaranmasına

səbəb olmuşdur[4].

Geostruktur region xüsusiyyətlərinə görə Respublikanın cənub-şərq hissəsini əhatə edən Lənkəran təbii vilayəti ərazisinin hidrogeoloji rayonlaşdırılmasının taksonomik bölgüsünə görə Kiçik Qafqaz dağ qırışıqlıq sisteminə daxil olan Talış dağları məsamə-çat suları hövzəsi və Kür-Araz düzənliyinin davamı olan Lənkəran ovalığı məsamə-lay suları hövzəsi olmaqla iki hidrogeoloji rayona ayrılır ki, bu aşağıdakı xəritədə əyani şəkildə göstərilmişdir[1].

Ərazidə yerləşən bulaqlar həm Talış dağları məsamə-çat suları, həm də Lənkəran ovalığı məsamə-lay suları hövzələrində yerləşir. Dağlarda yeraltı su bulaqların sərfi 0,1 l/san -2-3 l/san arasında dəyişir. Bəzi hallarda bu rəqəm 9-10 l/san-yə çatır. Dağlıq ərazidən fərqli olaraq Lənkəran dağətəyi düzənliyi məsamə-lay suları hövzəsi içməyə yararlı və az duzlu yeraltı sularla daha zəngin olan regiondur.

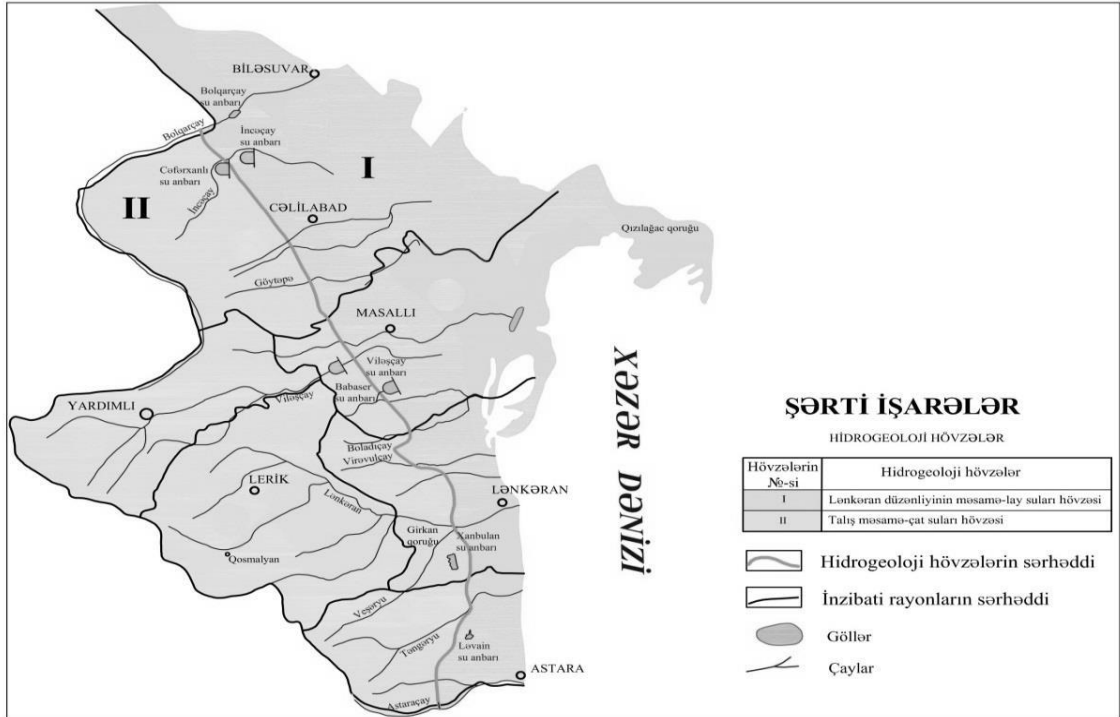
Əsasən atmosfer yağıntılarından və kondensasiya sularından qidalanan ərazinin yeraltı sularının çıxar hissəsini axan sular və bulaqlar təşkil edir. Ərazinin bulaqları minerallaşma dərəcəsinə görə bir-birindən fərqlənir. Belə ki, dağətəyi düzənliklərdən Talış dağlarına doğru qalxdıqca bulaqların minerallaşma dərəcəsi aşağı düşür.

Fiziki-coğrafi regionun ərazisində yeraltı suların təsdiq edilmiş istismar ehtiyatları 162 min  $m^3$  /gün təşkil edir. Dağətəyi düzənliklərdə bunun 59,5 min  $m^3$ / gunu Cəlilabad rayonundakı yatağın, 56,2 min  $m^3$ /gunu Masallı rayonundakı yatağın, 24,7 min  $m^3$ /gunu Lənkəran rayonundakı yatağın, 21,6 min  $m^3$ /gunu isə Astara rayonundakı yatağın, 20, 5 min  $m^3$ /gün Lerik rayonun, 14,2 min  $m^3$ /gün Yardımlı rayonun payına düşür. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, dağlıq bölgələrində yeraltı sular zəif öyrənilmişdir və əsasən lay-qat, qat-damar tiplidirlər. Talışın şimal-qərbində və şimal-şərqində menosen və oliqosen çatlı çökmə və vulkanogen-çökmə suxurlarda sulu horizontlar mövcuddur. Talış dağların yüksək dağlıq sahələrində bulaqların su sərfi 0,1-2,5 l/san arasında dəyişirlər [3,5]. Burada suyun temperaturu 11-16<sup>0</sup> arasında dəyişilir. Əsasən suyu şirin olan bu bulaqlarda minerallaşma dərəcəsi 0,5-1,6 q/l arasında dəyişilir. Suyun tərkibi hidrokarbonatlı-kalsiumlu, natrium-maqneziumlu, hidrokarbonatlı-sulfatlı, hidrokarbonatlı-xloridli, kalsiumlu-maqneziumlu olur. Burovar dağ sistemində bulaqların su sərfi 1-3 l/san arasında dəyişilir. Suyun minerallaşması 0,2-1,5 q/l, suyun temperaturu isə 10-16<sup>0</sup> arasında tərəddüd edir [3,5].

Azərbaycan hidrogeologiyasında müstəsna əhəmiyyətə malik olan Lənkəran dağətəyi düzənliyi məsamə-lay hövzəsi suları içməyə yararlı və az duzlu yeraltı sularla zəngin olan regiondur. Lənkəran dağətəyi düzənliyi Talış dağları ilə Xəzər dənizi arasında yerləşir. Şerti olaraq şimalda Viləşçayla, cənubdan isə Astaraçayla sərhədlənir. Bu ərazidən axan çayların gətirmələri, həmçinin, Xəzərin transqressiyası və reqressiyası düzənliyin sululuq və hidrokimyəvi şəraitinə öz təsirini göstərmişdir. Belə ki, materik mənşəli suxurların yayıldığı ərazilərdə yeraltı suların ehtiyatı nisbətən çox, duzluluğu isə azdır. Dəniz mənşəli suxurların yayıldığı ərazilərdə isə yeraltı suların ehtiyatı az, suyun duzluluğu isə çox olur. Bu zonanın dağətəyi düzənliklərində dördüncü dövrün müxtəlif mənşəli çöküntü suxurlarında üç sulu horizont müəyyən edilmişdir.

Bunlardan ikisi təzyiqli sulu horizont, biri isə yatma dərinliyi təxminən 1-3 m olan üst qrun t suları horizontudur [4,5]. Xəzər sahili hissələrdə onların yatma dərinliyi azalır və nəticədə burada bataqlıqlar, göllər və gölməçələr yaranır. Hidrorelyefin mailliyi 0,003-0,001% olan ərazinin qərbində isə qrun t suları horizontunun qalınlığı 1,4-65 m arasında dəyişilir. Dağətəyi yerlərdə qrun t suları horizontunun qalınlığı 20-30 m-dən çox olur ki, burada süzülmə əmsalı 40 m<sup>3</sup>/günə çatır.

### Lənkəran təbii vilayətinin hidrogeoloji rayonlaşma xəritəsi



Lənkəran çayının dərəsində süzülmə əmsalı 50-100m<sup>3</sup>/gün arasında dəyişir. Ərazidə onun tavanı quyular vasitəsi ilə 20-60 m dərinliklərdə açılıb. Sulu suxurlar qumlar, çaqıl-çınqıllar olub onların qalınlığı 1,5-85 m, süzülmə əmsalı isə 43 m<sup>3</sup>/gün, xüsusi su sərfi isə 0,03-3,31 m<sup>3</sup>/s.-dir [4,5]. İkinci təzyiqli sulu horizont (Bakı mərtəbəsində) birinci təzyiqli sulu horizontun yayıldığı sahələrdədir. Qrun t suları horizontunun və birinci təzyiqli sulu horizontun suları dağətəyi bölgələrdə adətən şirin olur. Bu sularda minerallaşma 0,2-1 q/l arasında dəyişilir. Xəzərə doğru onların minerallaşması artır və ərazinin şimalında 10-25 q/l-ə çatır. Buna uyğun olaraq yeraltı suların kimyəvi tərkibi də dəyişir. Belə ki, hidrokarbonatlı, kalsiumlu və sulfatlı-hidrokarbonatlı, natriumlu-kalsiumludan xloridli-sulfatlı, xloridli-natriumlu və natriumlu-maqneziumluya çevrilir.

Yeraltı suların rejimində maksimum səviyyə mart-iyun və oktyabr-noyabr aylarında müşahidə edilir. İllik amplituda 0,6-6 m arasında dəyişir. Mövsüm ərzində minerallaşmanın təərəddüdü 0,1-0,5 q/l olur. Suyun kimyəvi tərkibi adətən dəyişmir [4].

Bölgənin bir çox yaşayış məntəqələrində əhalinin əsas su təchizatı mənbəyi yeraltı sulardır. Lənkəran şəhəri və ətraf kəndlərin içməli suya olan tələbatı əsasən sonralar yaradılmış

Xanbulaqçay su kompleksi hesabına olur. Həmçinin Göytəpənin də su təchizatı yeraltı sular hesabına həyata keçirilir. Ümumiyyətlə bölgədə yeraltı sulardan sutkalıq istifadə həcmi gündəngünə artır.

Qrunt sularının səviyyəsi yer səthinə yaxın olduğuna görə sənaye və məişət tullantıları onu çirkləndirir. Digər tərəfdən Azərbaycanın əsas tərəvəzçilik rayonu hesab edilən bu ərazidə kənd təsərrüfatında istifadə edilən gübrələr və pestisidlər əsas çirkab mənbələri kimi bu regionun içməli su mənbələrini ciddi surətdə çirkləndirmişdir.

Tədqiq olunan ərazidə yeraltı sular qeyri bərabər paylandığı kimi, onların minerallaşma dərəcəsi və kimyəvi tərkibi də müxtəlifdir. Bir tərəfdən suların hərəkəti istiqamətində hidrogeoloji şərait dəyişilir, digər tərəfdən texnogen təsir nəticəsində suların tərkibində hidroloji proseslər gedir ki, bu da suların istifadəsinin yararlılığına mənfi təsir göstərir. Bu dəyişikliklər ən çox ovalıqda və dağətəyi düzənliklərdə özünü göstərir. Dağətəyi düzənliklərdə qrunt və təzyiq suları çox zaman şirin olduğuna görə bütün məqsədlər üçün istifadə edilir. Belə ki, regionun dağətəyi düzənliklərindəki suların tərkibi hidrokarbonat-kalsiumlu, minerallaşma dərəcəsi isə 0,5 q/l olur. Xəzərə yaxınlaşdıqca ovalıqda suyun minerallaşması artır, kimyəvi tərkibi isə zərərli duzlar hesabına çoxalır ki, bu da onlardan istifadəni yararsız hala salır.

Qrunt suların intensiv buxarlanması nəticəsində minerallaşma 50q/l- qədər çatır, kimyəvi tərkibi isə hidrokarbonat-kalsiumludan xloridli-sulfadlı natriumluya çevrilir [3]. Bu ərazinin hidrogeoloji şəraitin dəyişməsinə ərazidə yaradılan irili-xırdalı su anbarları da təsir göstərir.

Bölgənin dağlıq hissələrində, xüsusilə Talış dağları məsamə-çat suları hövzəsində yeraltı sular əsasən lay-qat, qat-damar tipli olub zəif öyrənilmişdir. Dağların məsamə-çat suları hövzəsində çoxsaylı bulaqlar dördüncü dövrdən karbon və devon dövrünədək bütün stratigrafik vahidlərlə əlaqədardır. Burada relyefin intensiv drenləməyə səbəb olan kəskin parçalanması yaranma zonasının məhdudluğu və zəif qidalanma mənbələri Talış dağlarında mürəkkəb hidrogeoloji şəraitin yaranmasına səbəb olmuşdur. Dağətəyi düzənliklər yeraltı suların əsas formalaşdığı hövzə olub ehtiyatları dəqiq müəyyənləşdirilmişdir. Bu ərazinin yeraltı su ehtiyatları V.A.Listerqarten, Q.A.Hüseynov və başqaları tərəfindən hesablanmışdır.

Respublikamızın cənub-şərq hissəsində termal sular Lənkəran ovalığı ilə Talış dağları arasında yerləşən tektonik çatlarda çox geniş yayılmışdır. Hələ 1964-1970-ci illərdə bu zonada termal suların öyrənilməsi məqsədi ilə geoloji-kəşfiyyat işləri aparılmış və 17 ədəd kəşfiyyat quyusu qazılmış və bu quyuların hamısında 38-64<sup>0</sup>C olan termal sular aşkar edilmişdir. Bu istiqamətdə tədqiqatlar sonrakı illərdə də davam etdirilmiş və müəyyən edilmişdir ki, bölgədə termal suların proqnoz ehtiyatları Lənkəran düzənliyində 8000 m<sup>3</sup>/gün, Talış dağlıq bölgəsində isə 15000 m<sup>3</sup>/gün - dən artıqdır. Temperaturları isə müvafiq olaraq Lənkəran düzənliyi termal bulaqlarında 44-64<sup>0</sup>C, Talış dağlarında 31-43<sup>0</sup>C müəyyən edilmişdir. Onlardan istifadə etmək məqsədi ilə fəraş tərəvəzin yatişdirilməsi üçün onlarla oranjəriya yaradılmış il ərzində 2-3 dəfə məhsulun alınmasının mümkünlüyü müəyyən edilmişdir. Ümumi su sərfi 25 l/san olan bu bulaqlarda suyun temperaturu Masallıda 48-65<sup>0</sup>C, Lənkəranda isə 37-43<sup>0</sup> C arasında dəyişir.

Suyun minerallaşması isə Lənkəran termal bulaqlarında 3,6-4,5q/l, Masallı bulaqlarında 12 q\l-dir. Astara termal mineral bulaqlar qrupunda ümumi su sərfi 2,5-2,7 l/san olub minerallaşması 19-22q\l, suyun temperaturu isə 43-48<sup>0</sup> C arasında tərəddüd edir. Suların kimyəvi tərkibi çox mürəkkəb olub əsasən xlorlu natrium-kalsiumlu, hidrokarbonatlı kalsium-natriumlu-maqneziumlu, hidro-karbonatlı natriumlu və s. tipli olub tərkibində çoxlu miqdarda kükürd, metan, azot qazı vardır [3,5].

### Nəticə

Bu regionun yeraltı su ehtiyatları Bakı VODQEO filialı tərəfindən hesablanmış və yeraltı suların regional istismar ehtiyatları 454 min.m<sup>3</sup> /gün qiymətləndirilmişdir(5). Tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Respublikamızın cənub-şərq regionunda sutoplayıcı hövzəsi daha hündürdə yerləşən bulaqların keyfiyyəti daha yüksəkdir. Son illərdə “Azərsu” Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin “Sukanal” Elmi Tədqiqat və Layihə İnstitutu tərəfindən aparılan tədqiqat işlərinin nəticələrinə görə müəyyənləşdirilmişdir ki, Lənkəran rayonu ərazisində yerləşən bulaqların suların tərkibində pH göstəricisi normadan aşağı, minerallaşma və ümumi codluğu yüksəkdir. Ümumiyyətlə bəzi bulaqlar istisna olmaqla bu regionda yerləşən bulaqların əksəriyyətinin suyu “ГОСТ 2874-82” standartına uyğun olduğu müəyyən edilmişdir.

Ərazi üzrə bulaqların sularının keyfiyyətinin təhlili zamanı bulaqların əksəriyyətinin sularının yüksək keyfiyyətə malik olması müəyyən olunmuşdur. Xüsusilə sutoplayıcı hövzəsi daha hündürdə yerləşən bulaqların keyfiyyəti daha yaxşı olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Yeraltı sular ilk növbədə əhalinin su təchizatı üçün istifadə edilməli olduğu halda regionda ilin isti dövründə su ehtiyatları çatışmadığına görə yeraltı suların suvarmada geniş istifadə edilir. Bu da qrunut sularının səviyyəsinin aşağı düşməsinə, yeraltı sularının istismar ehtiyatlarının azalmasına səbəb olur.

Tədqiq olunan ərazidə torpaq qatı və aerasiya zonası suxurları təbii olaraq müxtəlif şoranlaşma dərəcələrinə malikdirlər. Lənkəran dağətəyi düzənliyində torpaq örtüyünün orta şoranlaşma dərəcəsi 0,45%-dir [3,5]. Bu da zəif şoranlaşma hesab olunur.

Təbii çirklənmə ilə yanaşı torpaq qatı və aerasiya zonası daha çox texnogen çirklənməyə məruz qalmışdır. Bu çirklənmələr xüsusilə məişət və sənaye tullantıları hesabına olur.

Respublika prezidentimizin sərəncamına uyğun olaraq Azərbaycanda, o cümlədən, Azərbaycanın cənub-şərq regionunda yeraltı sular üzrə əvvəlki illər ərzində aparılmış tədqiqatların yararlılığı və yetərliliyi qiymətləndirildikdən sonra aparılacaq zəruri tədqiqatların müəyyənləşdirilib dəqiqləşdirilməsi məqsədi ilə hidrogeoloji quyuların qazılması, hidrogeoloji təyinatlı geofiziki tədqiqatların, quyularda suçəkmə sınaqlarının, laboratoriya tədqiqatlarının, əlavə monitorinq quyuları qazılmaqla hidrogeoloji müşahidələrin, yeraltı və yerüstü suların qarşılıqlı əlaqəsinin təyini üçün xüsusi tədqiqatların aparılması zəruri hesab edilir. Bu məqsədlə yeraltı suların resurs və istismar ehtiyatları haqqında məlumatlar təhlil edilib sistemləşdirilərək, yeraltı su horizontları, bulaqlar, kəhrizlər, digər təbii su çıxışları, istismarda olan su quyuları

inventarlaşdırılmalı, yeraltı su mənbələrinin kadastr və kataloqları hazırlanmalı, istismar ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi metodları təhlil edilməklə onların yenidən qiymətləndirilməsi həyata keçirilməlidir.

### Ədəbiyyat

1. Ağayev Z., İsmayılov R. (2018). *Lənkəran təbii vilayətində yerləşən bulaqlar və onların hidrogeokoloji təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi*. Lənkəran Dövlət Universitetinin Elmi xəbərləri, N2. 115-125 s.
2. Азярбайсан Respublikası Milli Атласы. (2014). Бақы, с.444
3. Гидрогеология СССР. Том XII. Азербайджанская ССР. (1969). *Под редакцией Н.В.Роговский*, Недра. Москва, с.408
4. Листенгартен В.А. (1983). *Потоки подземных вод Приталышинской равнины. Закономерности формирования, особенности методики оценки ресурсов и перспективы использования маломинерализованных подземных вод равнин Азербайджанской ССР*. Баку, ЭЛМ, с. 51-62
5. Ялийев Ф.Ш. (2000). *Азярбайсан республикасынын йералты сулары, ещтийатлардан истифадыя вя щидрогеоложи проблемляр*. Бақы, Чашыгоьлу, с.325

## UNDERGROUND WATER RESOURCES OF THE SOUTHEASTERN PART OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN AND THEIR IMPORTANCE

**Ziyafat Agayev**

**Zulfiali Rasulov**

**Galib Amanov**

Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan Institute of Geography named after academician Hasan Aliyev, Baku, Azerbaijan  
Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan

In modern times, the role of water resources in the sustainable development of any region is very large. Assessment of surface and underground water resources is a very important, responsible, rather complex and difficult process. Taking this into account, the "Measure Plan for 2020-2022 on ensuring the efficient use of water resources" approved by the Decree of the President of the Republic of Azerbaijan dated July 27, 2020, includes the assessment, inventory, modeling of water resources and related information in the "Electronic water was assigned to be integrated into the "farm" information system. For the assessment of water resources, first of all, it is necessary to analyze and systematize the existing information about the already assessed resources. In the article, the underground water resources of the south-eastern part of the territory of the Republic of Azerbaijan, the location of both Talysh Mountains pore-crack water and Lankaran plain pore-bed water basin, total underground water resources and their share in river flows, exploitable resources and the possibilities of using these resources, their different properties according to the degree of mineralization and water consumption, thermal waters, different aspects according to their temperature and chemical properties were studied, their degree of pollution by industrial and household waste was analyzed.

**Key words:** Crack-seal vein, crack-cassette, crack-pore, consumption of springs, regression, watery horizon



## РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ ВАЖНОСТЬ

**Зияфет Агаев**

**Зульфиали Расулов**

**Галиб Аманов**

Министерство науки и образования Азербайджанской Республики, Институт географии имени академика Гасана Алиева, Баку, Азербайджан

Лянкоранский государственный университет, Лянкярань, Азербайджан

В современный период роль водных ресурсов в устойчивом развитии любого региона очень велика. Оценка ресурсов поверхностных и подземных вод является очень важным, ответственным, достаточно сложным и трудоемким процессом. Принимая это во внимание, было поручено оценка, инвентаризация, моделирование водных ресурсов и интегрирование в информационную систему «Электронно-водное хозяйство» в «Плане мероприятий на 2020-2022 годы по обеспечению эффективного использования водных ресурсов», утвержденный Указом Президента Азербайджанской Республики от 27 июля 2020 года. Для оценки водных ресурсов в первую очередь необходимо проанализировать и систематизировать имеющуюся информацию оцененных ресурсов. В статье проанализированы ресурсы подземных вод юго-восточной части территории Азербайджанской Республики, местонахождение как поровых вод Талышских гор, так и бассейна поровых вод Ленкоранской равнины, общие ресурсы подземных вод и их доля в речных стоках, эксплуатационные ресурсы и возможности использования этих ресурсов, их разные свойства по степени минерализации и водопотребления, термальные воды, разные аспекты по их температурным и химическим свойствам и изучено степень их загрязнения промышленными и бытовыми отходами.

**Ключевые слова:** Трещина-жила, трещина-кассета, трещина-пора, расход родников, регрессия, водный горизонт

Daxil oldu: 02.05.2023;

Çapa qəbul edildi: 14.06.2023;

Çap edildi: 23.06.2023

## НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ В ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА СО СПЕЦИАЛЬНЫМ ГРАДИЕНТНЫМ СЛАГАЕМЫМ

**Габиль Ягуб**

**Натиг Ибрагимов**

**Мерве Зенгин**

Кафказский университет, Карс, Турция

Лянкаранский государственный университет, Лянкярань, Азербайджан

э-почта: gabilya@mail.ru

э-почта: natiq\_ibrahimov@mail.ru

э-почта: merveezengin14@gmail.com

DOI :10.30546/2960-1975.2023.1.34.

**Резюме.** В данной работе рассматривается задача оптимального управления для нелинейного нестационарного одномерного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом, когда критерий качества является финальным функционалом и роль управления играют измеримые ограниченные коэффициенты уравнения, то есть вещественные и мнимые части комплексного потенциала, зависящие только от временной переменной. При этом сперва доказывается формула для градиента рассматриваемого функционала. Далее устанавливается необходимое условия для решения рассматриваемой задачи оптимального управления в виде вариационного неравенства.

**Ключевые слова:** Нелинейное уравнение Шредингера, задача оптимального управления, градиентное слагаемое, комплексный потенциал, необходимое условие.

### Введение

Задачи оптимального управления для линейного и нелинейного нестационарного уравнения Шредингера часто возникают в квантовой механике, ядерной физике, нелинейной оптике и в других областях современной физики и техники и изучение этих задач носит как теоретический, так и практический интересы [1,3]. Известно, что если заряженная частица движется в постоянном однородном магнитном поле, то ее состояние описывается уравнением Шредингера со специальным градиентным слагаемым (см. [1,стр.182]). Подобные задачи оптимального управления для линейного и нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым ранее изучены, например, в работах [4, 5, 10, 15, 18, 19] и др. Следует отметить, что во всех этих работах в задачах оптимального управления, когда управляющие функции зависят от временной переменной, от управляющих функций потребовались дифференцируемость по времени. Поэтому данная работа, посвященная изучению задачи оптимального управления для нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым, когда управления являются вещественными и мнимыми частями комплексного потенциала и выбираются

из класса измеримых ограниченных функций, зависящих только от временной переменной, представляет немалый научный интерес. Отметим, что подобная задача оптимального управления с интегральным критерием качества по границе области для линейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым ранее изучена в работе [12].

## 2. Постановка задачи.

Пусть  $l > 0$ ,  $T > 0$  - заданные числа,  $0 \leq x \leq l$ ,  $0 \leq t \leq T$ ,  $\Omega_t \equiv (0, l) \times (0, t)$ ,  $\Omega = \Omega_T$ ;  $C^k([0, T], B)$ - банахово пространство функций,  $k$ -раз непрерывно дифференцируемых на отрезке  $[0, T]$  со значениями в банаховом пространстве  $B$ ;  $L_p(0, l)$ -лебегово пространство функций, суммируемых по модулю на промежутке  $(0, l)$  со степенью  $p \geq 1$ ;  $L_2(0, T; B)$ - банахово пространство функций, определенных и суммируемых по модулю с квадратом на отрезке  $[0, T]$  со значениями в банаховом пространстве  $B$ ;  $L_\infty(0, T; B)$ -банахово пространство измеримых ограниченных на  $(0, T)$  функций со значениями в банаховом пространстве  $B$ ; Соболевы пространства  $W_p^k(0, l)$ ,  $W_p^{k,m}(\Omega)$   $p \geq 1$ ,  $k \geq 0$ ,  $m \geq 0$ , определены, например, в работах [8, 9, 16].

Рассмотрим следующую задачу оптимального управления о минимизации функционала:

$$J_\alpha(v) = \|\psi(\cdot, T) - y\|_{L_2(0, l)}^2 + \alpha \|v - \omega\|_H^2 \quad (2.1)$$

на множестве:

$$V = \left\{ v = v(t) = (v_0(t), v_1(t)) : v_s \in L_2(0, T), |v_s(t)| \leq b_s, s = 0, 1, \forall t \in (0, T) \right\}$$

при условиях:

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} + a_0 \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + ia_1(x, t) \frac{\partial \psi}{\partial x} - a(x) \psi + v_0(t) \psi + iv_1(t) \psi + a_2 |\psi|^2 \psi = f(x, t), (x, t) \in \Omega, \quad (2.2)$$

$$\psi(x, 0) = \varphi(x), x \in (0, l), \quad (2.3)$$

$$\psi(0, t) = \psi(l, t) = 0, t \in (0, T), \quad (2.4)$$

где  $i = \sqrt{-1}$ ;  $a_0 > 0, b_s > 0, s = 0, 1, \alpha \geq 0$ , - заданные числа;  $a_2$ -комплексное число, удовлетворяющее условиям:

$$a_2 = \operatorname{Re} a_2 + i \operatorname{Im} a_2, \operatorname{Im} a_2 > 0, \operatorname{Re} a_2 < 0, \operatorname{Im} a_2 \geq 2|\operatorname{Re} a_2|; \quad (2.5)$$

$a(x), a_1(x, t)$ - вещественнозначные измеримые ограниченные функции, удовлетворяющие условиям:

$$0 \leq a(x) \leq \mu_1, \left| \frac{da(x)}{dx} \right| \leq \mu_2, \left| \frac{d^2a(x)}{dx^2} \right| \leq \mu_3, \forall x \in (0, l), \mu_1, \mu_2, \mu_3 = \text{const} > 0; \quad (2.6)$$

$$|a_1(x, t)| \leq \mu_4, \left| \frac{\partial a_1(x, t)}{\partial x} \right| \leq \mu_5, \left| \frac{\partial^2 a_1(x, t)}{\partial x^2} \right| \leq \mu_6, \forall (x, t) \in \Omega, \mu_3, \mu_4, \mu_5, \mu_6 = \text{const} > 0; \quad (2.7)$$

$\varphi(x), f(x, t), y_0(t), y_1(t)$  - комплекснозначные функции, удовлетворяющие условиям:

$$\varphi \in \overset{0}{W}_2(0, l), f \in \overset{0}{W}_2(\Omega), y \in L_2(0, l); \quad (2.8)$$

$\omega \in H$  - заданный элемент,  $H \equiv L_2(0, T) \times L_2(0, T)$  и символ  $\overset{0}{\forall}$  означает “при почти всех”.

Задачу об определении функции  $\psi = \psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v)$  из условий (2.2)-(2.4) при каждом  $v \in V$  будем называть редуцированной задачей. Ясно, что редуцированная задача является первой начально-краевой задачей для нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым.

**Определение 2.1.** При каждом  $v \in V$  под решением редуцированной задачи (2.2)-(2.4) будем понимать функцию  $\psi = \psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v)$  из пространства  $\overset{0}{W}_2^{2,1}(\Omega)$ , удовлетворяющую уравнению (2.2) для почти всех  $(x, t) \in \Omega$ , а начальному условию (2.3) для почти всех  $x \in (0, l)$  и краевым условиям (2.4) для почти всех  $t \in (0, T)$ .

Редуцированные задачи, то есть начально-краевые задачи для линейного и нелинейного нестационарного уравнений Шредингера со специальным градиентным слагаемым, ранее изучены, например, в работах [6,14,17] и др. Однако начально-краевые задачи для нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым, когда потенциал является комплекснозначной измеримой ограниченной функцией, зависящей только от временной переменной, мало изучены. Вторая начально-краевая задача для линейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым ранее изучена в работе [11]. Отметим, что первая начально-краевая задача для нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым, когда потенциал является комплекснозначной измеримой ограниченной функцией, зависящей только от временной переменной ранее изучена в работе [13] и доказана следующая теорема,

**Теорема 2.1.** Пусть число  $a_2$  и функции  $a(x), a_1(x, t), \varphi(x), f(x, t)$  удовлетворяют условиям (2.5)-(2.8). Тогда редуцированная задача (2.2)-(2.4) при каждом  $v \in V$  имеет единственное решение из пространства  $\overset{0}{W}_2^{2,1}(\Omega)$  и для этого решения верна оценка:

$$\|\psi\|_{W_2(\Omega)}^{0,2,1} \leq c_0 \left( \|\varphi\|_{W_2(0,l)}^{0,2} + \|f\|_{W_2(\Omega)}^{0,2,0} + \|\varphi\|_{W_2(0,l)}^{0,1} + \|f\|_{W_2(\Omega)}^{0,1,0} \right), \quad (2.9)$$

где  $c_0 > 0$  некоторая постоянная.

Следует отметить, что вопрос существования и единственности решения задачи оптимального управления (2.1)-(2.4) ранее изучена в работе [13]. Поэтому в дальнейшем будем изучать вопрос необходимого условия для решения рассматриваемой задачи оптимального управления (2.1)-(2.4).

### 3. Дифференцируемость критерия качества.

В этом параграфе будем доказать дифференцируемость функционала (2.1). Пусть  $\Phi = \Phi(x, t)$  является решением следующей сопряженной задачи:

$$i \frac{\partial \Phi}{\partial t} + a_0 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + i \frac{\partial}{\partial x} (a_1(x, t) \Phi) - a(x) \Phi + v_0(t) \Phi - i v_1(t) \Phi + 2\bar{a}_2 |\psi|^2 \Phi + a_2 \psi^2 \Phi = 0, (x, t) \in \Omega, \quad (3.1)$$

$$\Phi(x, T) = -2i(\psi(x, T) - y(x)), x \in (0, l), \quad (3.2)$$

$$\Phi(0, t) = \Phi(l, t) = 0, t \in (0, T), \quad (3.3)$$

где  $\psi = \psi(x, z) \equiv \psi(x, t; v)$  - решение редуцированной задачи (2.2)-(2.4) при  $v \in V$ . Эту краевую задачу (3.1)-(3.3) будем называть сопряженной задачей к задаче оптимального управления (2.1)-(2.4).

Здесь число  $a_2$  и функции  $a(x), a_1(x, t), \varphi(x), f(x, t), y(x)$  удовлетворяют условиям (2.5)-(2.8). Наряду с этими условиями предположим, что функция  $a_1(x, t)$  удовлетворяют еще условию:

$$\left| \frac{\partial^3 a_1(x, t)}{\partial x^3} \right| \leq \mu_7, \forall (x, t) \in \Omega, \mu_7 = const > 0, \quad (3.4)$$

**Определение 3.1.** Под решением сопряженной задачи (3.1)-(3.3) будем понимать функцию  $\Phi(x, t)$  из пространства  $C^0([0, T], L_2(0, l))$ , удовлетворяющую следующему интегральному тождеству:

$$\int_{\Omega} \left[ \Phi \left( -i \frac{\partial \bar{\eta}_1}{\partial t} + a_0 \frac{\partial^2 \bar{\eta}_1}{\partial x^2} - i a_1(x, t) \frac{\partial \bar{\eta}_1}{\partial x} - a(x) \bar{\eta}_1 + v_0(t) \bar{\eta}_1 - i v_1(t) \bar{\eta}_1 + 2\bar{a}_2 |\psi|^2 \bar{\eta}_1 \right) \right] dx dt + \int_{\Omega} a_2 \psi^2 \bar{\Phi} \bar{\eta}_1 dx dt = -2 \int_0^l (\psi(x, T) - y(x)) \bar{\eta}_1(x, T) dx \quad (3.5)$$

для любой функции  $\eta_1 \in W_2^{0,2,1}(\Omega)$ , удовлетворяющей условиям  $\eta_1(x, 0) = 0, \forall x \in (0, l)$ .

Используя методику доказательства существования и единственности решения

сопряженных задач к задачам оптимального управления из работы [7], нетрудно доказать следующую теорему:

**Теорема 3.1.** Пусть число  $a_2$  и функции  $a(x), a_1(x, t), \varphi(x), f(x, t), y(x)$  удовлетворяют условиям (2.5)-(2.8), (3.4) и  $v \in V$ . Тогда сопряженная задача (3.1)-(3.3) имеет единственное решение из пространства  $C^0([0, T], L_2(0, l))$  и для этого решения справедлива оценка:

$$\|\Phi(\cdot, t)\|_{L_2(0, l)} \leq c_1 \left( \|\varphi\|_{W_2^2(0, l)}^2 + \|f\|_{W_2^{0, 2, 0}(\Omega)}^2 + \|\varphi\|_{W_2^1(0, l)}^3 + \|f\|_{W_2^{0, 1, 0}(\Omega)}^3 + \|y\|_{L_2(0, l)} \right), \forall t \in [0, T], \quad (3.6)$$

где  $c_1 > 0$  постоянная не зависит от  $t$ .

**Теорема 3.2.** Предположим, что выполнены условия теоремы 3.1 и  $\omega \in H$  заданный элемент. Тогда функционал  $J_\alpha(v)$  дифференцируем по Фреше на множестве  $V$  и для любого  $v \in V$  справедлива следующие формулы для градиента функционала:

$$J'_\alpha(v) = (J'_{\alpha_0}(v), J'_{\alpha_1}(v)), \quad (3.7)$$

$$J'_{\alpha_0}(v) = \int_0^l \operatorname{Re}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) dx + 2\alpha(v_0(t) - \omega_0(t)), \quad (3.8)$$

$$J'_{\alpha_1}(v) = -\int_0^l \operatorname{Im}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) dx + 2\alpha(v_1(t) - \omega_1(t)), \quad (3.9)$$

где функции  $\psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v), \Phi(x, t) \equiv \Phi(x, t; v)$  являются решениями редуцированной задачи (2.2)-(2.4) и сопряженной задачи (3.1)-(3.3) при  $v \in V$ .

**Доказательство.** Пусть  $\delta v \in B = L_\infty(0, T) \times L_\infty(0, T)$ -приращение любого элемента  $v \in V$  такое, что  $v + \delta v \in V$ . Тогда ясно, что  $\delta \psi = \delta \psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v + \delta v) - \psi(x, t; v)$  будет решением следующей начально-краевой задачи:

$$i \frac{\partial \delta \psi}{\partial z} + a_0 \frac{\partial^2 \delta \psi}{\partial x^2} + i a_1(x, t) \frac{\partial \delta \psi}{\partial x} - a(x) \delta \psi + (v_0(t) + \delta v_0(t)) \delta \psi + i(v_1(t) + \delta v_1(t)) \delta \psi + a_2(|\psi_\delta|^2 + |\psi|^2) \delta \psi + a_2 \psi_\delta \psi \delta \bar{\psi} = -\delta v_0(t) \psi(x, t) - i \delta v_1(t) \psi(x, t), (x, t) \in \Omega, \quad (3.10)$$

$$\delta \psi(x, 0) = 0, x \in (0, l), \delta \psi(0, t) = \delta \psi(l, t) = 0, t \in (0, T), \quad (3.11)$$

где  $\psi(x, t) \equiv \psi(x, t; v), \psi_\delta = \psi_\delta(x, t) \equiv \psi(x, t; v + \delta v)$ -решения редуцированной задачи (2.2)-(2.4) при  $v \in V, v + \delta v \in V$ , соответственно и  $\delta v \in B$ .

Для решения этой начально-краевой задачи можно установить справедливость следующей оценки:

$$\|\delta\psi(\cdot, t)\|_{L_2(0,l)}^2 + \left\| \frac{\partial \delta\psi(\cdot, t)}{\partial x} \right\|_{L_2(0,l)}^2 \leq c_2 \|\delta v\|_B^2, \forall t \in [0, T]. \quad (3.12)$$

где  $c_2 > 0$  - постоянная не зависит от  $\delta v$ .

Рассмотрим приращение функционала  $J_\alpha(v)$  на любом элементе  $v \in V$ . С помощью формул (2.1) имеем:

$$\begin{aligned} \delta J_\alpha(v) &= J_\alpha(v + \delta v) - J_\alpha(v) = 2 \int_0^l \operatorname{Re}[(\psi(x, T) - y(x)) \delta \bar{\psi}(x, T)] dx + \\ &+ 2\alpha \int_0^T (v_0(t) - \omega_0(t)) \delta v_0(t) dt + 2\alpha \int_0^T (v_1(t) - \omega_1(t)) \delta v_1(t) dt + \|\delta\psi(\cdot, T)\|_{L_2(0,l)}^2 + \alpha \|\delta v\|_H^2. \end{aligned} \quad (3.13)$$

Теперь преобразуем первое слагаемое правой части этой формулы. Ясно, что решение начально-краевой задачи (3.10), (3.11) удовлетворяет условию  $\delta\psi \in W_2^{0,2,1}(\Omega)$ . Тогда эта функция для  $\forall \eta \in L_2(\Omega)$  будет удовлетворять следующему интегральному тождеству:

$$\begin{aligned} &\int_\Omega \left[ i \frac{\partial \delta\psi}{\partial t} + a_0 \frac{\partial^2 \delta\psi}{\partial x^2} + ia_1(x, t) \frac{\partial \delta\psi}{\partial x} - a(x) \delta\psi + (v_0(t) + \delta v_0(t)) \delta\psi + \right. \\ &+ i(v_1(t) + \delta v_1(t)) \delta\psi + a_2(|\psi_\delta|^2 + |\psi|^2) \delta\psi + a_2 \psi_\delta \psi \delta \bar{\psi} \left. \right] \bar{\eta}(x, t) dx dt = \\ &= - \int_\Omega \delta v_0(t) \psi(x, t) \bar{\eta}(x, t) dx dt - \int_\Omega i \delta v_1(t) \psi(x, t) \bar{\eta}(x, t) dx dt. \end{aligned}$$

В этом интегральном тождестве вместо пробной функции  $\eta \in L_2(\Omega)$  возьмем решение  $\Phi \in C^0([0, T], L_2(0, l))$  сопряженной задачи (3.1)-(3.3). Тогда получим справедливость равенства:

$$\begin{aligned} &\int_\Omega \left[ i \frac{\partial \delta\psi}{\partial t} + a_0 \frac{\partial^2 \delta\psi}{\partial x^2} + ia_1(x, t) \frac{\partial \delta\psi}{\partial x} - a(x) \delta\psi + (v_0(t) + \delta v_0(t)) \delta\psi + \right. \\ &+ i(v_1(t) + \delta v_1(t)) \delta\psi + a_2(|\psi_\delta|^2 + |\psi|^2) \delta\psi + a_2 \psi_\delta \psi \delta \bar{\psi} \left. \right] \bar{\Phi}(x, t) dx dt = \\ &= - \int_\Omega \delta v_0(t) \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t) dx dt - \int_\Omega i \delta v_1(t) \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t) dx dt. \end{aligned} \quad (3.14)$$

Теперь в интегральном тождестве (3.5) для решения  $\Phi \in C^0([0, T], L_2(0, l))$  сопряженной задачи (3.1)-(3.3) вместо пробной функции  $\eta_1 \in W_2^{0,2,1}(\Omega)$ , удовлетворяющей условиям  $\eta_1(x, 0) = 0, \forall x \in (0, l)$ , возьмем функцию  $\delta\psi \in W_2^{0,2,1}(\Omega)$ , удовлетворяющей условиям  $\delta\psi(x, 0) = 0, \forall x \in (0, l)$ . Тогда имеем:

$$\int_{\Omega} \left[ \left( -i \frac{\partial \delta \bar{\psi}}{\partial t} + a_0 \frac{\partial^2 \delta \bar{\psi}}{\partial x^2} - ia_1(x, t) \frac{\partial \delta \bar{\psi}}{\partial x} - a(x) \delta \bar{\psi} + v_0(t) \delta \bar{\psi} - iv_1(t) \delta \bar{\psi} \right) \Phi \right] dxdt +$$

$$+ \int_{\Omega} \left[ 2\bar{a}_2 |\psi|^2 \delta \bar{\psi} \bar{\Phi} + a_2 \psi^2 \delta \bar{\psi} \bar{\Phi} \right] dxdt = -2 \int_0^l (\psi(x, T) - y(x)) \delta \bar{\psi}(x, T) dx .$$

Комплексное сопряжение этого равенства вычтем из равенства (3.14). Тогда получим следующее равенство:

$$2 \int_0^l (\bar{\psi}(x, T) - \bar{y}(x)) \delta \psi(x, T) dx = \int_{\Omega} \left[ a_2 (|\psi_{\delta}|^2 + |\psi|^2) \delta \psi \bar{\Phi} + a_2 \psi_{\delta} \psi \delta \bar{\psi} \bar{\Phi} \right] dxdt -$$

$$- \int_{\Omega} \left[ 2a_2 |\psi|^2 \delta \psi \bar{\Phi} + \bar{a}_2 \bar{\psi}^2 \delta \psi \bar{\Phi} \right] dxdt +$$

$$+ \int_{\Omega} \delta v_0(t) \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t) dxdt + \int_{\Omega} i \delta v_1(t) \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t) dxdt +$$

$$+ \int_{\Omega} \delta v_0(t) \delta \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t) dxdt + \int_{\Omega} i \delta v_1(t) \delta \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t) dxdt . \quad (3.15)$$

Суммируя это равенство с его комплексным сопряжением, имеем:

$$2 \int_0^l \operatorname{Re} \left[ (\psi(x, T) - y(x)) \delta \bar{\psi}(x, T) \right] dx =$$

$$= \int_{\Omega} \operatorname{Re}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_0(t) dxdt - \int_{\Omega} \operatorname{Im}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_1(t) dxdt +$$

$$+ \int_{\Omega} \operatorname{Re}(\delta \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_0(t) dxdt - \int_{\Omega} \operatorname{Im}(\delta \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_1(t) dxdt +$$

$$+ \int_{\Omega} \operatorname{Re}(a_2 \psi_{\delta} \bar{\Phi}) |\delta \psi|^2 dxdt + \int_{\Omega} \operatorname{Re}(a_2 \psi \bar{\Phi}) |\delta \psi|^2 dxdt +$$

$$+ \int_{\Omega} \operatorname{Re}(a_2 (\delta \psi)^2 \bar{\psi} \bar{\Phi}) dxdt . \quad (3.16)$$

С учетом этого равенства приращение функционала можно представить в виде:

$$\delta J_{\alpha}(v) = J_{\alpha}(v + \delta v) - J_{\alpha}(v) =$$

$$= \int_{\Omega} \operatorname{Re}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_0(t) dxdt - \int_{\Omega} \operatorname{Im}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_1(t) dxdt +$$

$$+ 2\alpha \int_0^T (v_0(t) - \omega_0(t)) \delta v_0(t) dt + 2\alpha \int_0^T (v_1(t) - \omega_1(t)) \delta v_1(t) dt + R(\delta v), \forall v \in V, \quad (3.17)$$

где  $R(\delta v)$  определяется формулой:



$$\begin{aligned}
 R(\delta v) = & \int_{\Omega} \operatorname{Re}(\delta \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_0(t) dx dt - \int_{\Omega} \operatorname{Im}(\delta \psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) \delta v_1(t) dx dt + \\
 & + \int_{\Omega} \operatorname{Re}(a_2 \psi_{\delta} \bar{\Phi}) |\delta \psi|^2 dx dt + \int_{\Omega} \operatorname{Re}(a_2 \psi \bar{\Phi}) |\delta \psi|^2 dx dt + \int_{\Omega} \operatorname{Re}(a_2 (\delta \psi)^2 \bar{\psi} \bar{\Phi}) dx dt \\
 & + \|\delta \psi(\cdot, T)\|_{L_2(0, l)}^2 + \alpha \|\delta v\|_H^2.
 \end{aligned} \tag{3.18}$$

Теперь оценим остаточное слагаемое  $R(\delta v)$ . Используя формулы (3.18) можем написать следующее неравенство:

$$\begin{aligned}
 |R(\delta v)| \leq & \int_{\Omega} |\delta \psi(x, t)| |\Phi(x, t)| |\delta v_0(t)| dx dt + \int_{\Omega} |\delta \psi(x, t)| |\Phi(x, t)| |\delta v_1(t)| dx dt + \\
 & + \int_{\Omega} |a_2| |\psi_{\delta}| |\Phi| |\delta \psi|^2 dx dt + 2 \int_{\Omega} |a_2| |\psi| |\Phi| |\delta \psi|^2 dx dt + \|\delta \psi(\cdot, T)\|_{L_2(0, l)}^2 + \alpha \|\delta v\|_H^2.
 \end{aligned}$$

В силу неравенства Коши-Буняковского имеем:

$$\begin{aligned}
 |R(\delta v)| \leq & \|\Phi\|_{L_2(\Omega)} \|\delta \psi\|_{L_2(\Omega)} \|\delta v_0\|_{L_{\infty}(0, T)} + \|\Phi\|_{L_2(\Omega)} \|\delta \psi\|_{L_2(\Omega)} \|\delta v_1\|_{L_{\infty}(0, T)} + \\
 & + |a_2| \|\psi_{\delta}\|_{L_{\infty}(0, T; L_2(0, l))} \|\Phi\|_{L_{\infty}(0, T; L_2(0, l))} \|\delta \psi\|_{L_2(0, T; L_{\infty}(0, l))}^2 + \\
 & + 2|a_2| \|\psi\|_{L_{\infty}(0, T; L_2(0, l))} \|\Phi\|_{L_{\infty}(0, T; L_2(0, l))} \|\delta \psi\|_{L_2(0, T; L_{\infty}(0, l))}^2 + \|\delta \psi(\cdot, T)\|_{L_2(0, l)}^2 + \alpha \|\delta v\|_H^2.
 \end{aligned} \tag{3.19}$$

В силу теоремы вложения можем написать следующее неравенство:

$$\|\delta \psi\|_{L_2(0, T; L_{\infty}(0, l))} \leq c_3 \|\delta \psi\|_{W_2^{1,0}(\Omega)}.$$

Отсюда с учетом оценки (3.12) получим справедливость оценки:

$$\|\delta \psi\|_{L_2(0, T; L_{\infty}(0, l))}^2 \leq c_4 \|\delta v\|_B^2. \tag{3.20}$$

Ввиду того, что  $\psi, \psi_{\delta} \in \overset{0}{W}_2^{2,1}(\Omega)$  и пространство  $\overset{0}{W}_2^{2,1}(\Omega)$  вложено в пространство  $L_{\infty}\left(0, T; \overset{0}{W}_2^{0,1}(0, l)\right)$ , а пространство  $\overset{0}{W}_2^{0,1}(0, l)$  вложено в пространство  $L_{\infty}(0, l)$  с помощью оценки (2.9) и ее аналога для  $\psi_{\delta}$  нетрудно установить справедливость неравенств:

$$\|\psi\|_{L_{\infty}(\Omega)} \leq c_5, \|\psi_{\delta}\|_{L_{\infty}(\Omega)} \leq c_5. \tag{3.21}$$

Используя эти неравенства и оценки (2.9), (3.12), (3.20), а также оценку (3.6) для решения сопряженной задачи, для остаточного слагаемого  $R(\delta v)$  получим следующее неравенство:

$$|R(\delta v)| \leq c_6 \|\delta v\|_B^2. \tag{3.22}$$

Здесь  $c_6 > 0$  постоянная не зависит от  $\delta v$ . Это означает, что

$$R(\delta v) = o(\|\delta v\|_B). \quad (3.23)$$

Если учесть это в формуле приращения функционала, то имеем:

$$\begin{aligned} \delta J_\alpha(v) &= J_\alpha(v + \delta v) - J_\alpha(v) = \\ &= \int_0^T \left[ \int_0^l \operatorname{Re}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) dx + 2\alpha(v_0(t) - \omega_0(t)) \right] \delta v_0(t) dt + \\ &+ \int_0^T \left[ -\int_0^l \operatorname{Im}(\psi(x, t) \bar{\Phi}(x, t)) dx + 2\alpha(v_1(t) - \omega_1(t)) \right] \delta v_1(t) dt + o(\|\delta v\|_B), \forall v \in V. \end{aligned} \quad (3.24)$$

Используя определение дифференцируемости по Фреше функционалов в функциональных пространствах и методику доказательства дифференцируемости функционалов в замкнутых множествах (см.[2,7]) из этой формулы получаем справедливость утверждения теоремы. Теорема 3.2 доказана.

#### 4. Необходимое условие оптимальности.

Теперь укажем необходимое условие оптимальности для решения задачи оптимального управления (2.1)-(2.4).

**Теорема 4.1.** Пусть выполнены условия теоремы 3.2 и  $v^* \in V$  является любым решением задачи оптимального управления (2.1)-(2.4). Тогда для любого  $v \in V$  справедливо следующее неравенство:

$$\begin{aligned} &\int_0^T \left[ \int_0^l \operatorname{Re}(\psi^*(x, t) \bar{\Phi}^*(x, t)) dx + 2\alpha(v_0^*(t) - \omega_0(t)) \right] (v_0(t) - v_0^*(t)) dt + \\ &+ \int_0^T \left[ -\int_0^l \operatorname{Im}(\psi^*(x, t) \bar{\Phi}^*(x, t)) dx + 2\alpha(v_1^*(t) - \omega_1(t)) \right] (v_1(t) - v_1^*(t)) dt \geq 0. \end{aligned} \quad (4.1)$$

Здесь функции  $\psi^*(x, t) \equiv \psi(x, t; v^*)$ ,  $\Phi^*(x, t) \equiv \Phi(x, t; v^*)$  являются решением редуцированной задачи (2.2)-(2.4) и сопряженной задачи (3.1)-(3.3) при  $v^* \in V$ .

**Доказательство.** Пусть  $v^* \in V$  любое решение задачи оптимального управления (2.1)-(2.4), а  $v \in V$  любой элемент и  $\theta \in [0, 1]$  любое число. Нетрудно проверить, что  $v^* + \theta(v - v^*) \in V$ , ибо из структуры множества  $V$  ясно, что оно является выпуклым.

Теперь рассмотрим следующий разность  $J_\alpha(v^* + \theta(v - v^*)) - J_\alpha(v^*)$ , которая удовлетворяет условию:

$$J_\alpha(v^* + \theta(v - v^*)) - J_\alpha(v^*) \geq 0, \forall v \in V. \quad (4.2)$$

В силу теоремы 3.2 функционал  $J_\alpha(v)$  дифференцируем по Фреше на множестве  $V$ . Тогда используя (4.2) можем написать следующее равенство:

$$0 \leq J_\alpha(v^* + \theta(v - v^*)) - J_\alpha(v^*) = \langle J'_\alpha(v^*), \theta(v - v^*) \rangle_B + o(\theta), \forall v \in V. \quad (4.3)$$

Здесь

$$\lim_{\theta \rightarrow +0} \frac{o(\theta)}{\theta} = 0. \quad (4.4)$$

Из неравенства (4.3) имеем:

$$\theta \langle J'_\alpha(v^*), (v - v^*) \rangle_B + o(\theta) \geq 0, \forall v \in V.$$

Если обе части этого неравенства делить на  $\theta > 0$  и переходить к пределу, то при  $\theta \rightarrow +0$  получим справедливость неравенства:

$$\langle J'_\alpha(v^*), (v - v^*) \rangle_B \geq 0, \forall v \in V. \quad (4.5)$$

В этом неравенстве учитывая формулы для градиента  $J'_\alpha(v)$  из теоремы 3.2 при  $v = v^*$  и используя интегральное представление линейного функционала в пространстве  $B = L_\infty(0, T) \times L_\infty(0, T)$ , получим следующее неравенство:

$$\begin{aligned} & \int_0^T \left[ \int_0^l \operatorname{Re}(\psi^*(x, t) \bar{\Phi}^*(x, t)) dx + 2\alpha(v_0^*(t) - \omega_0(t)) \right] (v_0(t) - v_0^*(t)) dt + \\ & + \int_0^T \left[ -\int_0^l \operatorname{Im}(\psi^*(x, t) \bar{\Phi}^*(x, t)) dx + 2\alpha(v_1^*(t) - \omega_1(t)) \right] (v_1(t) - v_1^*(t)) dt \geq 0, \forall v \in V. \end{aligned}$$

Здесь функции  $\psi^*(x, t) \equiv \psi(x, t; v^*)$ ,  $\Phi^*(x, t) = \Phi(x, t; v^*)$  соответственно являются решением редуцированной и сопряженной задач при  $v^* \in V$ . Отсюда следует утверждение теоремы. Теорема 4.1 доказана.

### Литература

1. Бутковский А.Г., (1984). Самойленко Ю.И. *Управление квантовомеханическими процессами*. М.: Наука, 256 с.
2. Васильев Ф.П. *Методы решения экстремальных задач*. М.: Наука, 1981, 400 с.
3. Журавлев В.М. (2001). *Нелинейные волны в многокомпонентных системах с дисперсией и диффузией*. Ульяновск, УлГУ, 200 с.
4. Зенгин М., Ибрагимов Н., Ягуб Г. (2021). Существование и единственность решения задачи оптимального управления с граничным функционалом для нелинейного стационарного уравнения квазиоптики со специальным градиентным слагаемым. *Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Серия Математических и Естественных наук*, 1, с. 27-42

5. Искендеров А.Д., Ягуб. Г., Салманов В., Акцой Н.Й. (2019). Задача оптимального управления для нелинейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом. *Научные труды Нахичеванского Гос. Университета, Серия физико-математических и техн. наук*, № 4 (101), с. 32-44.
6. Искендеров А., Ягуб Г., Салманов В. (2018). Разрешимость начально-краевой задачи для нелинейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом. *Научные труды Нахичеванского Гос. Университета, Сер. физико-математических и технических наук*, № 4 (93), с. 28-43.
7. Искендеров А.Д., Ягубов Г.Я., Мусаева М.А. (2012). *Идентификация квантовых потенциалов*. Баку, Чашыюглу, 548 с.
8. Ладыженская О.А. (1973). *Краевые задачи математической физики*. М: Наука, 408 с.
9. Ладыженская О.А., Солонников В.А., Уралцева Н.Н. (1967). *Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа*. М: Наука, 736 с.
10. Ягуб Г., Ибрагимов Н., Мусаева М., Зенгин М. (2017). Вариационный метод решения обратной задачи об определении квантового потенциала в нелинейном нестационарном уравнении Шредингера с комплексным коэффициентом в нелинейной части. *Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Естественные науки, сер.2*, с.7-30
11. Ягуб Г., Ибрагимов Н., Сулейманов Н. (2022). Вторая начально-краевая задача для уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с измеримым ограниченным комплексным потенциалом, зависящим от времени. *Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Серия Математических и Естественных наук*, 1, с. 13-30.
12. Ягуб Г., Ибрагимов Н., Зенгин М. (2022). Задача оптимального управления с граничным функционалом для уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом, зависящим от времени. *Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Серия Математических и Естественных наук*, 2, с. 40-78.
13. Ягуб Г., Ибрагимов Н.С. (2023). Задача оптимального управления с финальным критерием качества для нелинейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым. *Материалы II Международной конференции «Теоретические и прикладные проблемы математики», Сумгаитский государственный университет*, 25-26 Апреля, Сумгаит, с. 159-162.
14. Ягубов Г., Салманов В., Ягубов В., Зенгин М. (2017). Разрешимость начально-

- краевых задач для нелинейного двумерного уравнения Шредингера. *Научные труды Нахичеванского Гос. Университета, Серия физико-матем. и технических наук*, № 4 (85), с. 7-21.
15. Aksoy N.Y., Celik E., and. Zengin M On optimal control of a charged particle in a varying electromagnetic field. *Waves in Random and Complex Media*, DOI: 10.1080/17455030.2022.2142695, 16 p.
  16. Lions J.-L., Magenes E. (1972). *Non-homogeneous boundary value problems and applications* - vol. 2. Berlin, 307 p.
  17. Yagub G., İbrahimov N.S. and Zengin M. (2018). The solvability of the initial-boundary value problems for a nonlinear Schrodinger equation with a special gradient term. *Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry*, № 2, pp. 214-232.
  18. Yagubov G., Toyoğlu F., Subaşı M. (2012). *An optimal control problem for two-dimensional Schrödinger equation. Applied Mathematics and Computation*, vol. 218, iss.11, pp.6177-6187.
  19. Yakub G., İbrahimov N.S, Zengin M. (2021). Optimal control problem for the stationary quasi- optics equation with a special gradient term. *Advanced Mathematical Models and Applications*, Vol. 6, № 3, pp. 252-265.

## XÜSUSİ QRADİYENT HƏDLİ QEYRİ-XƏTTİ ŞREDİNGER TƏNLIYI ÜÇÜN OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİNDƏ GƏRƏK ŞƏRT

**Qabil Yaqub**

**Nətiq İbrahimov**

**Merve Zengin**

Kafkas Universiteti, Qars, Türkiyə

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan

Bu işdə xüsusi qradiyent hədlı və zamandan asılı kompleks potensiallı qeyri-xətti bir ölçülü Şredinger tənliyi üçün optimal idarəetmə məsələsinə baxılır. Bu məsələdə keyfiyyət meyarı final funksionaldır və idarəetmə rolunu tənliyin ölçülən məhdud əmsalları, yəni yalnız zaman dəyişənindən asılı kompleks potensialın həqiqi və xəyali hissələri oynayır. Bu işdə əvvəlcə funksionalin qradiyenti üçün düstur isbat edilir. Daha sonra baxılan optimal idarəetmə məsələsinin həlli üçün variasiya bərabərsizliyi şəklində gərək şərt əldə edilir.

**Açar sözlər:** Qeyri-xətti Şredinger tənliyi, optimal idarəetmə məsələsi, qradiyent hədd, kompleks potensial, gərək şərt

## A NECESSARY CONDITION IN THE OPTIMAL CONTROL PROBLEM FOR A NONLINEAR SCHRÖDINGER EQUATION WITH A SPECIAL GRADIENT TERM

**Gabil Yagub**

**Natiq Ibrahimov**

**Merve Zengin**

Kafkas university, Kars, Turkiye

Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan

In this paper, we consider the optimal control problem for a nonlinear one-dimensional Schrödinger equation with a special gradient term and with a complex potential, when the performance criterion is an final functional and the role of control is played by bounded measurable coefficients of the equation, that is, the real and imaginary parts of complex potential, depending only from a time variable. At the same time, the formula for a gradient of the functional under consideration is first proved. Next, the necessary condition is established for solving of the optimal control problem under consideration in the form of a variational inequality

**Key words:** Nonlinear Schrödinger equation, optimal control problem, gradient term, complex potential, necessary condition

Daxil oldu: 02.05.2023;

Çapa qəbul edildi: 14.06.2023;

Çap edildi: 23.06.2023



Elmi xəbərlər jurnalı Lənkəran Dövlət Universitetinin  
mətbəəsində çap olunmuşdur

---

Yığıma verilmişdir: 02.05.2023

Çapa imzalanmışdır: 23.06.2023

Kağızın formatı:  $60 \times 84^{\frac{1}{8}}$

Çap vərəqi: 5.75 c.v., tiraj: 100

---

Ünvan: Az 4200, Lənkəran şəhəri, General Həzi Aslanov xiyabanı 50

e-mail: [elmi\\_meqale@lsu.edu.az](mailto:elmi_meqale@lsu.edu.az)

[www.lsu.edu.az](http://www.lsu.edu.az)