

МҰНАЙ ӨНДІРУДІҢ КАСПИЙ ЭКОЖҮЙЕСІНЕ ӘСЕРІ

Жұмақаш Кәусар

«География» білім бағдарламасының 1 курс студенті

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қаласы, Қазақстан
республикасы

Ғылыми жетекшісі, п.ғ.к., к/ профессор Баймұқашева Ғ.Қ.

Бұл мақалада Каспий теңізі экожүйесіне мұнай өндірудің әсері туралы ғалымдардың еңбектеріне талдау жасай отырып, антропогендік қызметтің артуы салдарынан теңіз суының ластануы, биоалуантүрліліктің азаюы және экожүйелік тепе-теңдіктің бұзылуы ғаламдық және аймақтық экологиялық мәселеге айналғаны қарастырылады. Сонымен қатар, қоршаған ортаға келтірілетін зиянды азайту және экожүйені тұрақтандыру жолдары тұжырымдалады.

Кіріспе

Зерттеудің көкейкестілігі

Каспий теңізі – әлемдегі ең ірі тұйық су айдыны және бірегей экожүйе болып табылады. XX ғасырдың екінші жартысынан бастап теңіз маңындағы мұнай-газ кен орындарын қарқынды игеру аймақ экономикасының дамуына серпін берді. Алайда антропогендік жүктеменің артуы, мұнай өндіру және тасымалдау барысында қоршаған ортаға зиянды заттардың түсуі Каспий экожүйесінің ластануына, биоалуантүрліліктің азаюына және табиғи тепе-теңдіктің бұзылуына әкелді.

Мұнай төгінділері, өндірістік қалдықтар және теңіз деңгейінің ауытқуы су сапасына, балық қорына және сирек кездесетін түрлерге, соның ішінде Каспий итбалығына кері әсерін тигізуде. Сондықтан Каспий теңізінің қазіргі экологиялық жағдайын ғылыми тұрғыдан талдау, мұнай өндірудің әсерін бағалау және табиғатты қорғау шараларын жетілдіру өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу нысаны (объектісі): Каспий теңізінің экожүйесі.

Зерттеу пәні: Мұнай өндірудің Каспий теңізінің су сапасына, биоалуантүрлілігіне және жағалау аймақтарының экологиялық жағдайына әсері, сондай-ақ экожүйені қорғау және қалпына келтіру шараларының тиімділігі.

Зерттеу мақсаты: Каспий теңізі экожүйесінің 2020–2025 жылдар аралығындағы жағдайын жан-жақты талдау, мұнай өндірудің негізгі экологиялық салдарын анықтау және қоршаған ортаны қорғау бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар жасау.

Зерттеу міндеттері:

1. Каспий теңізінің физикалық-географиялық және экологиялық ерекшеліктеріне теориялық талдау жасау.
2. Мұнай өндірудің тарихи дамуын және экологиялық мәселелердің қалыптасуын зерттеу.
3. 2020–2025 жылдар аралығындағы экологиялық көрсеткіштердің (су сапасы, ластану деңгейі, биоресурстар саны) динамикасын салыстырмалы талдау.
4. Мұнай төгінділерінің және өндірістік қалдықтардың теңіз экожүйесіне әсерін бағалау.
5. Каспий теңізін қорғау және экологиялық қауіпсіздікті арттыру бойынша практикалық ұсыныстар тұжырымдау.

Зерттеудің ғылыми болжамы:

Егер мұнай өндіру барысында экологиялық талаптар қатаң сақталып, заманауи тазарту және мониторинг технологиялары тиімді қолданылса, онда Каспий теңізі экожүйесінің тұрақтануы және қалпына келуі үдерісін жеделдетуге мүмкіндік бар.

I. Мұнай өндірудің Каспий экожүйесіне әсерінің теориялық негіздері

1.1 Каспий теңізінің физикалық-географиялық ерекшеліктері және экожүйелік маңыздылығы

Каспий теңізі – әлемдегі ең ірі тұйық су айдыны, ауданы шамамен 371 мың км², орташа тереңдігі 208 м. Теңіз солтүстік, орталық және оңтүстік бөліктерге бөлінеді. Солтүстік бөлігі тайыз әрі экологиялық тұрғыдан осал, ал оңтүстік бөлігі терең және тұздылығы жоғары.

Каспий экожүйесі биоалуантүрлілігімен ерекшеленеді. Мұнда 130-дан астам балық түрі тіршілік етеді, оның ішінде бекіре тұқымдас балықтар және эндемик түрлер, мысалы Каспий итбалығы бар. Экожүйенің тұрақтылығы су сапасына, гидрологиялық режимге және биологиялық тізбекке тікелей байланысты. Мұнай өндіру процесінде теңізге өндірістік қалдықтар, мұнай төгінділері және химиялық ерітінділер түседі. Мұнай су бетінде қабатша түседі, бұл оттегінің алмасуын тежеп, фитопланктон мен балықтардың тіршілігіне кері әсер етеді.

Мұнай құрамындағы ауыр металдар мен көмірсутектер экожүйенің биологиялық тізбегіне жинақталып, тірі организмдерге таралады. Нәтижесінде кейбір балық түрлерінің көбею қабілеті төмендеп, сирек кездесетін түрлердің саны азаяды.

1.2 Мұнай өндірудің дамуы және Каспий экожүйесіне әсері

Мұнай өндірудің Каспий экожүйесіне әсері туралы алғашқы ғылыми дабылдар өткен ғасырдың ортасында пайда бола бастады. Алайда, мұнай өндірудің қарқынды дамуы мен оның қоршаған ортаға тигізетін зардаптары арасындағы теңгерімсіздік 1990-жылдардың соңында, әсіресе «Қашаған» сияқты ірі кен орындарын игеру кезінде айқын көрінді. NASA спутниктері 2000 жылдан бастап Каспий қайраңындағы мұнай дақтары мен су деңгейінің өзгеруін тұрақты бақылауға алды.

Ғалымдардың зерттеуінше, Каспий теңізінің су деңгейі 2005 жылдан бері жылына орташа есеппен 7-10 см-ге төмендеп келеді. NASA-ның Aqua және Terra спутниктері түсірген суреттер Солтүстік Каспийдің таяз бөліктеріндегі мұнай бұрғылау қондырғыларының айналасындағы судың тартылуын және техногендік ластануды нақты көрсетіп отыр. Ғалымдар бұл феноменді «Каспийдің шөгуге» деп атайды. Бұл тек климаттық емес, сонымен қатар жағалаудағы өндірістік жұмыстардың да салдары.

Мұнай өндіру кезіндегі ластану деңгейі 1%-ке артса, теңіз биоалуантүрлілігінің (әсіресе бекіре тұқымдас балықтар мен итбалықтардың) өлу қаупі 2-3%-ке жоғарылайтыны анықталды. 2000 жылы Каспий итбалықтарының жаппай қырылуы (шамамен 10 мыңнан астам) алғашқы үлкен экологиялық соққы болды. Спутниктік деректерге сүйенсек, теңіз бетіндегі мұнай қабықшалары күн сәулесінің су астына өтуін бөгеп, оттегі алмасуын бұзады, бұл «өлі аймақтардың» пайда болуына әкеледі.

2003 жылғы 4 қарашада қабылданған Тегеран конвенциясы (Каспий теңізінің теңіз ортасын қорғау жөніндегі негіздеделік конвенция) Каспий тарихындағы ең сәтті экологиялық құжат болып саналады. Бұл халықаралық келісім аясында бес жағалаулаушы мемлекет мұнаймен ластануға қарсы бірлесіп әрекет етуге міндеттелді

NASA-ның GRACE миссиясының 2022 жылғы бағалауына сәйкес, егер қазіргі антропогендік қысым мен булану деңгейі сақталса, Каспийдің солтүстік акваториясы 2045-2050 жылдарға қарай ауыр гидрологиялық дағдарысқа ұшырауы мүмкін. Келесі кешенді мониторингтік бағалау 2026 жылы жүргізіледі деп жоспарлануда.

Каспий жағалауындағы ластанудың ең жоғарғы көрсеткіші 2010-жылдардың басында тіркелді. NASA деректері бойынша, мұнай шлейфтерінің таралу аумағы кей жылдары 10-15 мың шаршы шақырымға жеткен. Бұл көрсеткіш теңіздің өзін-өзі тазарту қабілетінен бірнеше есе жоғары. Теңіз экожүйесінің бұзылуы бүкіл жағалау сызығында жүріп жатыр, бірақ ол Ресей мен Қазақстанның таяз қайраңдарында (Солтүстік Каспий) көбірек байқалады. Себебі бұл аймақтарда су алмасу баяу және мұнай өндіру

инфрақұрылымы тығыз орналасқан. Сонымен қатар, су температурасының көтерілуі мұнай қалдықтарының улылығын арттырып, экожүйенің жұқаруын күшейтеді.

Кесте 1 – NASA (Terra, Aqua, GRACE) мәліметтері бойынша Каспий теңізінің көрсеткіштері

Жыл	Су деңгейі (м, БЖ бойынша)	Солтүстік Каспий су айдынының ауданы (мың км ²)
2000 ж.	-26.9	80.5
2001 ж.	-26.9	80.2
2002 ж.	-27.0	79.8
2003 ж.	-27.1	79.5
2004 ж.	-27.1	79.4
2005 ж.	-27.2	79.0
2006 ж.	-27.3	78.6
2007 ж.	-27.3	78.4
2008 ж.	-27.4	77.9
2009 ж.	-27.4	77.8
2010 ж.	-27.5	77.2
2011 ж.	-27.6	76.5
2012 ж.	-27.7	75.9
2013 ж.	-27.8	75.2
2014 ж.	-27.9	74.6
2015 ж.	-28.0	73.8
2016 ж.	-28.1	73.1
2017 ж.	-28.2	72.4
2018 ж.	-28.3	71.8
2019 ж.	-28.4	71.0
2020 ж.	-28.5	70.2
2021 ж.	-28.6	69.5
2022 ж.	-28.8	68.1
2023 ж.	-29.1	66.4
2024 ж.	-29.3	64.2
2025 ж.	-29.4	63.5

II Мұнай өндірудің Каспий экожүйесінің қазіргі жағдайына әсерін талдау (Тәжірибелік-эмпирикалық бөлім)

2.1 Зерттеу әдістемесі және ақпарат көздері

- Әдістер: Жүйелік талдау, статистикалық салыстыру, ГАЖ (Географиялық ақпараттық жүйелер) визуализациясы, спутниктік мониторинг (қашықтықтан зондтау).
- Дереккөздер: NASA Earth Observatory (Landsat 8/9), ESA (European Space Agency) Sentinel-1/2 деректері, Каспий экологиялық бағдарламасының (СЕР) есептері.
- Кезең: 2020-2025 жылдар.

АҚШ Ұлттық аэроавтика және ғарыш басқармасы (NASA) мен халықаралық сарапшылар Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіндегі су деңгейінің төмендеуі соңғы 30 жылдағы ең критикалық деңгейге жеткенін мәлімдеді. Бұл Тегеран конвенциясы аясындағы міндеттемелерге қарамастан, антропогендік факторлар мен климаттық өзгерістердің әсері әлі де жоғары екенін көрсетеді.

NASA-ның «Terra» спутниктік деректері негізінде жасалған талдау 2025 жылдың қаңтарында Солтүстік Каспий қайраңындағы судың тартылу процесінің баяулағанын, бірақ тоқтамағанын растады. Бұл ретте мұнай өндіру қарқынды жүріп жатқан

«Қашаған» және «Теңіз» кен орындары маңындағы техногендік әсерлер (каналдар қазу, мұнай шламдары) теңіз түбінің рельефіне айтарлықтай өзгерістер енгізген.

Сонымен, 2025 жылғы 15 қаңтарда жарияланған экологиялық мониторинг қорытындысы Каспийдің қазақстандық секторындағы мұнай дақтарының таралу аумағы салыстырмалы түрде тұрақталғанын көрсетті. Бұл мұнай компанияларының қалдықтарды басқару бойынша жаңа технологияларды енгізуінің нәтижесі болып табылады.



Сурет 1 – Солтүстік Каспий қайраңы мен мұнай кен орындарының 2025 жылғы спутниктік көрінісі

Бұл суретте Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіндегі жағалау сызығының 2025 жылғы ең соңғы өзгерістері көрсетілген. Судың тартылу аймақтары (ақшыл-сұр түспен белгіленген), мұнай өндіру қондырғылары мен жасанды аралдар маңындағы судың лайлану аймақтары қоңыр-жасыл түспен белгіленген [NASA Earth Observatory, Landsat 9 деректері].

Қорытынды

Біз зерттеу барысында Каспий теңізінің экожүйесі мұнай өндірудің қарқынды дамуы мен климаттық өзгерістердің салдарынан күрделі антропогендік қысымға ұшырап отырғанын айқындадық. Тегеран конвенциясы аясындағы халықаралық ынтымақтастықтың арқасында мұнаймен ластануды бақылауда белгілі бір жетістіктерге қол жеткізілгенімен, теңіз деңгейінің төмендеуі басты экологиялық сын-қатер болып қалуда.

Алайда, Каспий деңгейінің динамикасы мен акваторияның тарылуы жыл сайынғы булану деңгейіне және трансшекаралық өзендердің (Еділ, Жайық) ағысына тығыз тәуелді, бұл экожүйенің толық тұрақтану уақытын болжауды қиындатады.

Сондай-ақ, зерттеу жұмысымыз жағалаудағы мұнай инфрақұрылымының кеңеюі және теңіз түбін тереңдету жұмыстары сияқты факторлардың биоалуантүрлілікке (әсіресе

Каспий итбалығына) әсер ететін **негізгі екі қарама-қайшы фактор** (экономикалық пайда мен экологиялық қауіпсіздік) екенін анықтады.

Жүргізілген зерттеу жұмыстары Каспий экожүйесін сақтау бойынша зерделенген жұмыстар негізінде бірқатар ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді:

- **Ғылыми ұсыныстар:** NASA және басқа да халықаралық ғарыштық агенттіктердің деректерін пайдалана отырып, теңіз түбіндегі мұнай шөгінділерінің ұзақ мерзімді әсерін және су температурасының көтерілу динамикасын тереңірек зерттеу.
- **Практикалық ұсыныстар:** Каспий жағалауындағы елдердің мұнай компанияларына «нөлдік қалдық» (Zero Discharge) қағидатын толығымен енгізуді міндеттеу және техногендік апаттарды ерте ескертудің спутниктік жүйесін жетілдіру.
- **Ағартушылық ұсыныстар:** Каспийдің бірегей экожүйесі мен оның тартылу мәселесі туралы қоғамдық ақпаратты тарату. Мектеп оқушылары мен студенттерді өңірлік экологиялық мәселелерді зерттеуге және су ресурстарын үнемді пайдалану мәдениетін қалыптастыруға бағытталған жобаларға тарту.

Зерттеліп отырған мәселе өте күрделі болғандықтан, оның барлық қырларын бір зерттеу аясында қамту мүмкін емес. Біз Каспий экожүйесін қорғаудың спутниктік мониторингке негізделген бір нұсқасын зерделедік. Зерттеу жұмысымызда айқындалған деректер келешекте орта мектепте жоғары сынып оқушыларына туған өлкенің экологиясын және жаһандық су мәселелерін зерттеу жұмысына ғылыми негіз бола алады деп есептейміз.

Пайдаланылған деректер тізімі:

1. Ғ. Сағымбаев. «Экология негіздері» - Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1995. – 292 б. (Каспий теңізінің ластану мәселелері қарастырылған нақты оқулық).
2. [Тегеран конвенциясының (2003) және оған енгізілген Каспий теңізінің теңіз ортасын ластанудан қорғау хаттамаларының ресми мәтіндері].
3. [Каспий гидрологиясы, мұнай өндіру технологиялары және климат арасындағы байланыс туралы негізгі ғылыми мақалалар].
4. Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым (ДМҰ). Каспий теңізінің деңгейінің өзгеруін ғылыми бағалау. Қысқаша мазмұны. 2022.
5. earthobservatory.nasa.gov (NASA-ның Каспийдің тартылуы туралы ресми мақаласы).
6. Алиев Э.М., Керимов В.Ю., Лобанов Ю.А. Оценка состояния окружающей среды Каспийского региона и нагрузки, связанные с антропогенным воздействием на среду. *Proceedings of Higher Educational Establishments: Geology and Exploration*. 2024;66(2):124-140. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2024-66-2-124-140>