

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

**«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы**

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Туребекова Сабина Саматовна

**Спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысының шөлейттену мәселесін
зерттеу**

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07303- Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Маркшейдерлік іс және
геодезия» кафедрасының
меңгерушісі,

Т.ғ.к., қауым. профессор

Г.Мейрамбек

«04» 06 2025 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысының
шөлейттену мәселесін зерттеу»

6B07303 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Орындаған

Туребекова Сабина Саматовна

Рецензент:

Т.ғ. магистрі,

Ө.А.Байқоңыров атындағы ҚазҰУ

аға оқытушысы

Байдаулетова Г.К.

Ғылыми жетекші:

PhD, қауым. профессор

АКС Кенесбаева А.

«26» 05 2025 ж



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6B07303 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

БЕКІТЕМІН
«Маркшейдерлік іс және
геодезия» кафедрасының
менгерушісі,
Т.ғ.к., ағым, профессор
Г. Мейрамбек
« 04 » 06 2025 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Туребекова Сабина Саматовна

Тақырыбы: «Спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысының шөлейттену мәселесін зерттеу»

Академиялық мәселелер жөніндегі проректор 2025 жылғы «29» қаңтар 26-П/Ө
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «24» мамыр 2025ж

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: 2000–2020 жылдар аралығындағы Landsat спутниктік суреттері, климаттық мәліметтер (температура, жауын-шашын), топырақ пен жер жамылғысы деректері, әкімшілік-географиялық карта қабаттары және ғылыми әдебиеттер.

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын тізімі:

а) Маңғыстау облысын зерттеу

б) ЖҚЗ деректерімен мониторингтеу

в) Шөлейттену индекстерін есептеу, динамикасын бағалау

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): MODIS MCD12Q1 – 2001, 2015, Proba-V (COPERNICUS) - 2023 мәліметтерімен жасалған карталар. Маңғыстау облысының NDVI, MDVI, LAI индекстері бойынша жасалған карта, графиктер.

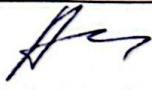
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

- 1 Нұртаева С. Қ., Әлиев Қ. Ж. Шөлейттену және топырақ эрозиясын ғарыштық технологиялармен бақылау. География және экология. - Алматы: 2018 жыл.
- 2 Абдуллаев А. Б., Сүлейменов, Ж. Шөлейттенудің ғарыштық бақылауы: Маңғыстау облысындағы экологиялық жағдайларды зерттеу. Астана: Экология ғылыми баспасы, - Астана, 2017 жыл.

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Объект туралы жалпы мәлімет	16.03.2025	Ескерту жоқ
Шөлейттену мәселесін зерттеу	20.04.2025	Ескерту жоқ
Маңғыстау облысындағы мәселені зерттеу. Облыстағы шөлейттенудің себептері мен салдары	12.05.2025	Ескерту жоқ

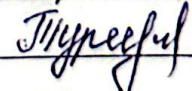
Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күн	Қолы
Объект туралы жалпы мәлімет	Кенесбаева А. PhD, қауым. профессор	26.05.2025	
Шөлейттену мәселесін зерттеу	Кенесбаева А. PhD, қауым. профессор	26.05.2025	
Маңғыстау облысындағы мәселені зерттеу. Облыстағы шөлейттенудің себептері мен салдары	Кенесбаева А. PhD, қауым. профессор	26.05.2025	
Норма бақылаушы	Кенесбаева А. PhD, қауым. профессор	27.05.2025	

Ғылыми жетекшісі

Білім алушы тапсырманы оырындауға алды

Күні

 Кенесбаева А.
 Түребекова С.С.
 «26» 05 2025ж

АҚДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысындағы шөлейттену мәселесі зерттеледі. Шөлейттену — бұл экологиялық мәселе, жердің құнарлылығын жоғалтуына және экожүйенің бұзылуына әкеледі. Жұмыста спутниктік суреттер мен деректер арқылы шөлейттену процесінің өзгерістері талданды, соңғы 20 жылдағы әр 5 жыл аралықта зерттелген болатын. Спутниктік қашықтықтан зондау технологиялары жер пайдаланудың өзгерістерін, эрозия мен шөлейттенуге ұшыраған аймақтарды анықтап, сондай-ақ өсімдік жамылғысы мен топырақ қабаттарының динамикасын талдауға мүмкіндік берді. Өртүрлі индекстер қарастырылған болатын. Маңғыстау облысында шөлейттенудің себептері мен салдарын анықтау және оны алдын алу үшін ұсыныстар жасалды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе исследуется проблема опустынивания в Мангистауской области с использованием спутниковых данных. Опустынивание-это экологическая проблема, которая приводит к потере плодородия земли и разрушению экосистемы. В работе были проанализированы изменения процесса опустынивания с помощью спутниковых изображений и данных, которые изучались каждые 5 лет в течение последних 20 лет. Технологии спутникового дистанционного зондирования позволили выявить изменения в землепользовании, районы, подверженные эрозии и опустыниванию, а также проанализировать динамику растительности и слоев почвы. Были рассмотрены различные индексы. Разработаны рекомендации по выявлению причин и последствий опустынивания в Мангистауской области и его профилактике.

ANNOTATION

This thesis examines the problem of desertification in the Mangystau region using satellite data. Desertification is an environmental problem that leads to loss of land fertility and ecosystem destruction. The work analyzed changes in the desertification process using satellite images and data that have been studied every 5 years over the past 20 years. Satellite remote sensing technologies have made it possible to identify changes in land use, areas prone to erosion and desertification, as well as analyze the dynamics of vegetation and soil layers. Various indexes were considered. Recommendations have been developed to identify the causes and consequences of desertification in the Mangystau region and its prevention.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Объект туралы жалпы мәлімет	8
1.1 Маңғыстау облысының физика-географиялық сипаттамасы	8
1.2 Маңғыстау облысының экологиялық мәселелері	11
1.3 Қазақстандағы шөлейттену мәселесі	13
2 Шөлейттену мәселесін зерттеу әдістері	17
2.1 Ғарыштық мәліметтер бойынша шөлейттенген аймақтарды анықтау	19
2.2 Шөлейттену дәрежесін бағалау индекстері	22
2.3 Геоақпараттық жүйелерді қолданып су тапшылығын зерттеу	24
2.4 Шөлейттену мәселесін шешуге арналған қолданыстағы бағдарламалар	25
3 Маңғыстау облысының мәселесін зерттеу	28
3.1 Облыстағы шөлейттенудің себептері мен салдары	28
3.2 Шөлейттену үдерісінің динамикасын талдау	31
3.3 Шөлейттенуге қарсы ұсынылатын инновациялық әдістер	37
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40
А қосымшасы	41
В қосымшасы	42

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары бүкіл дүние жүзі бойынша шөлейттену мәселесі барған сайын өзекті бола түсуде. Бұл жағдай Қазақстан үшін де өте маңызды болып табылады. Себебі, елімізде болып жатқан құрғақшылық ауыл шаруашылығына және жергілікті халықтың тұрмысына кері әсерін тигізіп, әлеуметтік шиеленісті тудыруы мүмкін.

Климаттың жаһандық өзгеруі жағдайында табиғи ресурстарды басқарудың тұрақты стратегияларын әзірлеу аса маңызды, соның ішінде құрғақшылыққа ұшыраған жерлерді қалпына келтіру және тиімді ауыл шаруашылығы технологияларын енгізу қажетті болып табылады.

Жерді қашықтықтан зондтау деректерінің арқасында Маңғыстау облысындағы шөлейттену процесін зерттеу мүмкіндігі жақсарды. Облыстағы климаттың өзгеруі, жерді біркелкі пайдаланбау және басқа да факторлар топырақтың деградациясына және құнарлылығының жоғалуына әкелуде. Дегенмен, қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) саласындағы жетістіктердің арқасында шөлейттенуді бағалау мен бақылаудың жаңа әдістері пайда болуда.

Маңғыстау облысының шөлейттенуін зерттеу тек Қазақстан үшін ғана емес, Еуразияның барлық елдері үшін де үлкен маңызға ие.

Маңғыстау облысындағы шөлейттену дәрежесін анықтап, оның кеңістіктік таралуын бағалау – аймақты тұрақты басқару мен табиғи ресурстарды тиімді пайдаланудың маңызды шарттарының бірі болып саналады. Осы орайда, заманауи технологиялар мен әдістерді қолдану, соның ішінде ғарыштық мониторинг пен геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) арқылы шөлейттену үрдісін бақылау мен бағалау – ғылыми тұрғыдан да, тәжірибелік жағынан да үлкен маңызға ие.

Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде, объект жайлы жалпы мәлімет, Маңғыстау облысының климаты, гидрологиясы, топырақ және өсімдік жамылғысы, экологиялық мәселелері, Қазақстанның шөлейттену мәселесі қарастырдым.

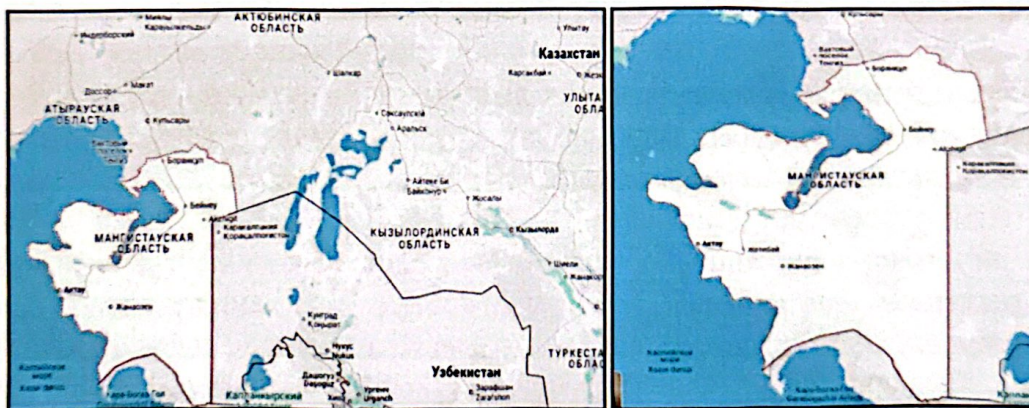
Екінші бөлімде, шөлейттенудің зерттеу әдістері, бағалау индекстер, геоақпараттық жүйелерді қолданып су тапшылығын зерттеу мәселесі де, шөлейттену мәселесін шешуге арналған бағдарламалар жайлы да жаздым.

Соңғы үшінші бөлімде, Маңғыстау облысындағы шөлейттенудің себептері мен салдары жайлы жазылған. Жауын-мөлшері есептелді, жерасты сулары да қарастырылды. Жалпы шөлейттену динамикасын зерттедім, ол дегеніміз NDVI, MDVI, LAI индекстеріне тоқталдым. Бұл бөлімде MODIS Land Cover 2001ж. және 2015ж. Prova-V Copernicus 2023ж. жайлы айтылды. Спектрлік индекстердің нәтижелері арқылы жер жамылғысының класификациялау картасын 2001ж, 2015ж, 2023ж картасы жасалды. Зерттеу нәтижелері Маңғыстау облысындағы шөлейттенудің кеңістіктік ерекшеліктері мен қарқындылығын анықтап, болашақта экологиялық жағдайды жақсартуға бағытталған ұсыныстар әзірлеуге негіз бола алады.

1 Объект туралы жалпы мәлімет

1.1 Маңғыстау облысының физика-географиялық сипаттамасы

Маңғыстау облысы – Қазақстан Республикасының оңтүстік-батысында орналасқан әкімшілік аймақ. Ол солтүстігінде Атырау және Ақтөбе облыстарымен, шығысында Қарақалпақстанмен (Өзбекстан), батысында Каспий теңізімен шектеседі. Маңғыстау өзінің бай мұнай-газ қорларымен, тарихи және мәдени мұраларымен, географиялық ерекшеліктерімен және стратегиялық маңызымен ерекшеленеді. Облыс халқы шамамен 800 мың адамды құрайды (2024 ж. мәліметі бойынша). Маңғыстау — Қазақстан экономикасының энергетикалық жүрегі. Бұл аймақ — еліміздегі мұнай мен газ өндіретін басты өңірлердің бірі. Соңғы 20 жылдың ішінде Каспий теңізінде орналасқан көптеген ірі мұнай және газ кен орындары игеріле бастады. Өңірде шөлейттену, жер деградациясы, топырақ эрозиясы, су тапшылығы және мұнай өндірісінің экологиялық әсері сынды мәселелер өзекті. Қазіргі кезде бұл проблемаларды шешу үшін ғарыштық мониторинг, геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) мен жасанды су ресурстарын дамыту әдістері қолданыла бастады (1-сурет).



1-сурет – Зерттеу объектісі-Маңғыстау облысы

Географиялық координаталары 44° – 46° солтүстік ендік және 50° – 56° шығыс бойлық аралығында жатыр. Облыстың жалпы жер аумағы 165,6 мың км², бұл Қазақстан аумағының шамамен 6,1%-ын құрайды. Облыс аумағының көп бөлігін қоңыр топырақтарда бұталы өсімдік жамылғысы бар жусанды-сортанды шөл алып жатыр: беті ішінара тұзды батпақтармен, тақыр тәрізді сортандармен және өте сирек өсімдіктері бар құмдармен жабылған. Маңғыстау облысының жер бедері күрделі және алуан түрлі. Аймақтың көп бөлігін Маңғыстау үстірті алып жатыр, ол Үстірт жазығының батыс жалғасы болып саналады. Қарақия ойысы теңіз деңгейінен -132 м төмен, Қазақстандағы және ТМД елдеріндегі ең төмен нүкте (2-сурет).



2-сурет – Қарақия ойысы

Маңғыстау таулары (Ақтау, Қаратау, Қосқара, Бесшоқы) – биіктігі 200–600 м аралығында. Үстірт жазығы – аймақтың шығысында созылып жатқан үлкен борлы жазық. Түпқараған және Бозашы түбектері – Каспий теңізіне сұғына еніп жатқан құрлық бөліктері.

Маңғыстау облысының климаттық жағдайы өңірдің Еуразия материгінің орталығында, әлемдік теңіз және мұхиттан алыс қашықтықта орналасуына байланысты қалыптасады. Аймаққа тән сипаттама: жазы өте ыстық, осы ендік бойынша қысы суық, жылдық және тәуліктік температураның күрт ауытқуы, жауын-шашыны аз және жыл мезгілі бойынша тең таралмаған, ауасы құрғақ, бұлтты аспаннан гөрі, ашық күндері мол. Осының бәрі аймақтың қиыр солтүстігінде және солтүстік-батысында дала, орталығында шөлейт және оңтүстігінде нағыз шөлді өңірлердің қалыптасуына әкеліп соқтырады

Климаты. Маңғыстау облысы шөл және шөлейт климаттық белдеуде орналасқан. Климатының қаталдығына байланысты су көздері өте тапшы, өсімдік жамылғысы сирек және топырақтың эрозиясы қарқынды жүреді. Аймақтың климаты шұғыл континенттік, өте құрғақ, бұл мынадай ерекшеліктермен сипатталады (3-сурет).

Жазғы температура: +35...+45°C дейін жетеді.

Қысқы температура: -10...-25°C дейін төмендейді.

Жылдық жауын-шашын мөлшері: 90–150 мм (кейбір жылдары 50 мм-ден аспайды). Ауа ылғалдылығы төмен, булану жоғары (булану мөлшері 1500–2000 мм) [1].

және тақырлы топырақтар; сортаңданған және гипсті топырақтар; қызғылт қоңыр және сұр топырақтар. Өсімдіктердің басым бөлігі құрғақшылыққа төзімді шөптер мен бұталардан тұрады: жусан, сораң, баялыш, сексеуіл, адыраспан – шөлді өсімдіктер. Құмды аймақтарда – жүзгін, тораңғы, ақ сексеуіл кездеседі (5-сурет).



5-сурет – Топырақ және өсімдік жамылғысы

1.2 Маңғыстау облысының экологиялық мәселелері

Маңғыстау облысы – Қазақстандағы экологиялық жағдайы күрделі аймақтардың бірі. Бұл өңірде шөлейттену, су тапшылығы, өнеркәсіптік ластану, радиациялық қалдықтар және биоәртүрліліктің азаюы сияқты мәселелер өзекті болып отыр. Өнеркәсіптік және мұнай-газ секторының әсері. Маңғыстау облысы – Қазақстандағы мұнай мен газ өндіретін негізгі аймақтардың бірі. Өнеркәсіптің қарқынды дамуы қоршаған ортаға теріс әсерін тигізуде: атмосфераның ластануы: мұнай өндіру және өңдеу зауыттары ауаға көмірсутектер, күкіртті газдар, азот оксидтері сияқты зиянды заттарды шығарады. Жердің ластануы: мұнай қалдықтары мен төгілген мұнай топырақтың деградациясына алып келеді. Судың ластануы: өндірістік ағындар мен мұнай қалдықтары жерасты суларын ластайды, бұл ауызсу сапасына кері әсер етеді. Су тапшылығы және теңіз деңгейінің өзгеруі Аймақтың су қоры өте шектеулі. Облыс өзендерге бай емес, негізгі су көзі – Каспий теңізі, жерасты сулары және жасанды су қоймалары. Каспий теңізі деңгейінің өзгеруі: соңғы жылдары теңіз деңгейінің төмендеуі теңіз флорасы мен фаунасына қауіп төндіріп, жағалаудағы экожүйеге зиян келтіруде. Тұщы су жетіспеушілігі: ауызсу негізінен Маңғыстау-Астрахань су құбыры мен жерасты сулары арқылы қамтамасыз етіледі, бірақ олардың сапасы мен қоры шектеулі.

Экологиялық тұрғыда өңірдегі ең қауіпті орын ретінде алдымен ауызға «Қошқар ата» қалдықтар қоймасы ілінеді. Деректерде ел арасында «улы көл»

атанған «Қошқар ата» қоймасына өңірдегі Каспий аймақтық тау-кен металлургия комбинатының үш зауытының 105 млн тоннадан астам қалдығы жиналған және қалдықтар арасында жиынтық белсенділігі 11,2 мың кюри 51,8 млн тонна әлсіз радиоактивті қалдық бар делінеді (6,7-сурет).



6-сурет – Қошқар ата улы көлі



7-сурет – Маңғыстаудың экологиялық ахуалы

Маңғыстау облысы – Қазақстандағы шөлейттенуге ең бейім аймақтардың бірі. Бұл келесі факторларға байланысты: Климаттың құрғауы және жауын-шашынның аз болуы (жылына 90–150 мм ғана), мал жайылымдарының шамадан тыс тозуы; жел эрозиясы (топырақтың құнарлы қабаты жойылып, құм басу процесі күшейіп келеді). Қошқар-Ата қалдық сақтау орны – бұрынғы уран өндіру өндірісінен қалған радиоактивті және химиялық қалдықтардың көзі. Бұл жердің экологиялық қауіпсіздігіне үлкен қатер төндіреді. Өнеркәсіптік қалдықтар – мұнай өңдеу және химия өндірістерінің улы қалдықтары топырақ пен судың ластануына себепші болып отыр. Биологиялық әртүрліліктің азаюы. Өсімдіктер жамылғысының деградациясы – өсімдік жабыны азайып,

шөлейттену қарқыны артып келеді. Сирек кездесетін жануарлар санының азаюы: Қарақұйрық, дала бүркіті, ителгі және басқа да сирек жануарлардың популяциясы төмендеп барады. Браконьерлік пен антропогендік қысым: аңшылық пен адам әрекеті табиғиэкожүйелерге кері әсер етуде.

1.3 Қазақстандағы шөлейттену мәселесі

Бүгінгі таңда шөлейттену процестері Қазақстанның барлық өңірлерінде жүріп жатыр. Сонымен қатар, оларды жеделдету үрдісі бар. 272,5 миллион гектар жердің 180 миллионға жуығы шөлейттенуге бейім. Алғаш рет Қазақстанның шөлейттенуін сараптамалық-экстраполяциялық әдіспен бағалауды 1987-1988 жылдары КСРО мен Қазақстанның ортаазиялық бөлігінің шөлейттену картасын жасау кезінде ірі ғалымдар жүргізді. Шөлейттенуге қарсы күрес жөніндегі БҰҰ Конвенциясы (БҰҰ КБО) шеңберінде шөлейттену проблемаларымен айналысатын қазақстандық ғалымдар 1998 жылға қарай жаңа есептеулер жүргізіп, 179,9 миллион гектар шөлейттенген жерлер анықталды, ал 2004 жылға қарай тозу дәрежесіне жеткен жайылымдар саны 26,6 миллион гектарға, ал қазіргі уақытта 27,1 миллион гектар анықталды [2].

Қазақстандағы шөлейттену мәселесі – бұл қоршаған ортаға зиян келтіретін және адам өміріне теріс әсер ететін үлкен экологиялық проблема. Шөлейттену, негізінен, жердің құнарсыздануы және топырақтың деградациясы нәтижесінде пайда болады. Бұл процесс Қазақстанда әсіресе дала және шөлді аймақтарда байқалады, себебі климаттың құрғақ болуына байланысты топырақтың құнарлығы төмендеуде. Қазақстанның көптеген аймақтарында шөлейттенудің күрт өсуі жергілікті экожүйелердің бұзылуына, ауыл шаруашылығының төмендеуіне және өмір сүру жағдайларының нашарлауына әкеліп соғуда (8-сурет).

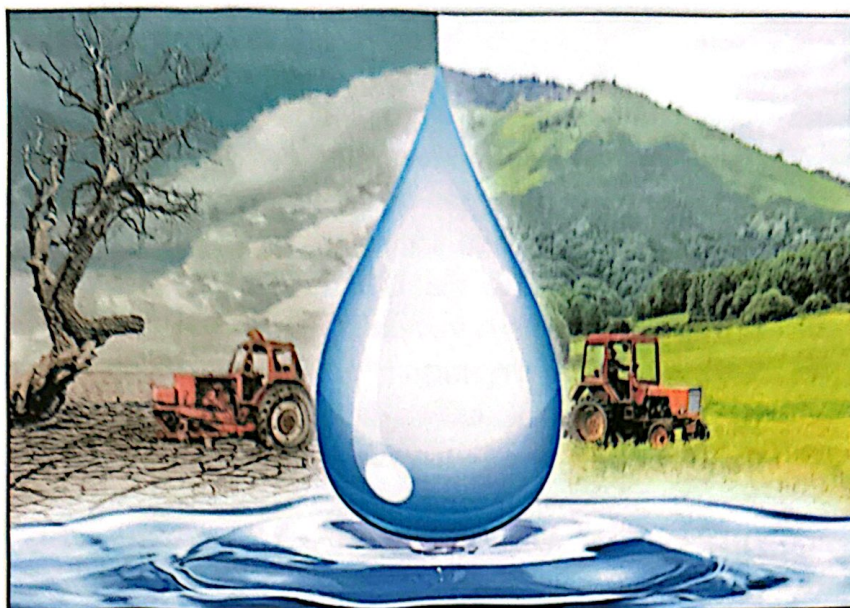


8-сурет – Шөлейттену

Қазақстанның нысаналы және тыңайған жерлерін игеру бағдарламасы (1954-1960 жылдар) бұрынғы Кеңес Одағында орман-дала, дала және құрғақ дала аймақтарындағы егістікті кеңейту жолымен астық өндіру көлемін ұлғайтуға бағытталған. Соңғы жылдар ауа-райының аз әсерімен және қатты желдің болуымен сипатталатын егіншіліктің аймақтарға бөлінген қаупіне жатады. Бұл бағдарлама Қазақстанның әртүрлі табиғи-ауыл шаруашылығы аймақтарында жердің тозуының әртүрлі дәрежесін қамтамасыз етуге, топырақ құнарлылығының деңгейін төмендетуге әкелді. 1970-1980 жылдары Қазақстанның мал шаруашылығын дамытудың әртүрлі бағдарламалары мал басының ұлғаюымен және ірі мал шаруашылығы кәсіпорындарының ұйымдастырылуымен ерекшеленді. Алайда, экологиялық үнемдеу технологияларының болмауы жайылымның күшеюіне және жайылымдардың нашарлауының жеделдеуіне, ондағы шөлейттену процестерінің дамуына әкелді. Осы бағдарламаларды іске асырудың салдары және олар тудырған экологиялық проблемалар қазіргі уақытта да байқалады. Республиканың мал шаруашылығын дамытудың жемшөп негізі ретінде жайылымдар елдің бүкіл жер қорының 67,6% - алып жатыр, бұл 184,3 миллион гектарды құрайды және әлемдегі бесінші даналыққа сәйкес келеді. Қазақстанның ерекше құрғақ жағдайында мал шаруашылығын дамытудың көптеген үрдістері жайылымдық жерлер деңгейіне кері әсерін тигізді. 73 миллион гектардан астам жайылым орташа және тәуелсіз деградацияға ұшырады, бұл мал шаруашылығының өнімділігіне теріс әсер етті. Жалпы жайылымдарды, әсіресе ауылдарға жақын орналасқан жайылымдарды шамадан тыс пайдалану экологиялық проблемаға айналды. Елді мекендердің төңірегінде орналасқан жайылымдарда үй малын жаю оның басының өсуі нәтижесінде күшейтіледі, шектес жайылымдардың ықтимал мүмкіндіктері артады. Мұндай жағдай бағалы жайылымдық өсімдіктерді жоюға, арамшөптерді жаюға, топырақтың жоғарғы қабатының бұзылуына, жайылымдық мал шаруашылығының шөлейттенудің дамуына әсерінің күшеюіне алып келеді.

Республиканың барлық дерлік өңірлерінде су эрозиясы, дефляция (жел эрозиясы) және екінші рет сортаңдану байқалады. Республиканың егістік аумағының 60% -ында топырақты дегумациялау процесі байқалады. Қазақстанда батпақты егістіктің жалпы көлемінің 1,5 миллион гектарын құнарсыздандыру есебінен шөлейттенген (9-сурет).

Шөлейттену салдарлары. Шөлейттену ауыл шаруашылығының өнімділігін төмендетіп, мал шаруашылығына зиян келтіреді. Бұл Қазақстан экономикасына үлкен зиян келтіреді, себебі ауыл шаруашылығы елдің негізгі салаларының бірі болып табылады. Экожүйенің бұзылуы мен биоауантүрліліктің төмендеуі. Топырақтың эрозиясы, су мен жел әсерінен тозуы. Шөлейттенген аймақтарда тұрғындардың өмір сүру сапасы төмендейді, жұмыссыздық артып, көші-қонның көбейуі байқалады.



9-сурет – Шөлейттену процесі

Шөлейттенудің негізгі себептері. Қазақстанның үлкен бөлігін құрғақ және жартылай құрғақ климатты аймақтар құрайды. Жауын-шашынның тапшылығы, жоғары температуралар мен желдің күшеюі шөлейттену процестерін жеделдетеді. Тығыз егістік алқаптарын пайдаланған кезде топырақтың құнарлығы төмендеп, суармалы жерлердің дұрыс басқарылмауы нәтижесінде жердің деградациясы басталады. Ормандардың азаюы топырақтың эрозиясына әкеледі. Ағаштар топырақты қорғап, судың булануын азайтуға көмектеседі. Малдың көп болуымен табиғи шөптесін өсімдіктер жойылып, топырақтың эрозиясы күшейеді. Топырақтың ылғалын ұстап тұру үшін су көздері өте маңызды, бірақ Қазақстанда өзендер мен су қоймаларының тапшылығы байқалады, бұл шөлейттенудің одан әрі дамуына әсер етеді. Жерді дұрыс өңдеудегі қателіктер мен агротехникалық шаралардың жеткіліксіздігі (мысалы, егіншілік пен мал шаруашылығының тиімсіз жүргізілуі) топырақтың құнарсыздануына әкеледі.

Шөлейттенумен күресу шаралары: Жерді қалпына келтіру: Топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру үшін агротехникалық әдістерді қолдану (мелиорация, суару, өсімдіктерді қайта отырғызу). Орман қорларын қорғау және кеңейту: Орман отырғызу, әсіресе шөлейт аймақтарда ағаштарды өсіру, топырақты желден қорғау. Су ресурстарын тиімді пайдалану: Суармалы егістік әдістерін жетілдіру, су үнемдейтін технологияларды енгізу. Экологиялық білім беру және халықты ақпараттандыру: Халыққа шөлейттенудің себептері мен салдары туралы түсіндіру жұмыстарын жүргізу, тұрақты ауыл шаруашылығын дамыту. Қазақстандағы шөлейттену мәселесі экологиялық тұрғыдан өте маңызды және күрделі тақырыптардың бірі. Шөлейттену дегеніміз – бұл топырақтың құнарлығын жоғалтып, өнімділігі төмендейтін процесс. Шөлейттену көбінесе құрғақшылық, ауа-райының өзгеруі, және адамның іс-

әрекеті (мысалы, артық жайылым, ормандарды кесу, топырақтың дұрыс өңделмеуі) нәтижесінде орын алады.

Климаттық факторлар. Қазақстанның көп бөлігі құрғақ аймақтарда орналасқан, бұл да шөлейттену процесінің жедел жүруіне себеп болуда. Жылдың көп уақытында жауын-шашын аз, және бұл топырақтың құрғауына әкеледі. Сонымен қатар, соңғы жылдары климаттың өзгеруі мен жаһандық жылынудың әсерінен ауа температурасының көтерілуі және жауын-шашынның азаюы байқалады. Жерді дұрыс пайдаланбау. Артық жайылымдар мен егіншілік жұмыстары топырақтың құнарлығын жоғалтуға себеп болуда. Жердің дұрыс өңделмеуі, тыңайтқыштарды тым көп пайдалану немесе химиялық заттарды шамадан тыс қолдану да топырақтың деградациясына алып келеді. Қазақстандағы ормандар шөлейттенуге қарсы күресте үлкен рөл атқарады, себебі олар топырақтың ылғалын сақтап, жел эрозиясын болдырмайды. Ормандарды кесу мен орман алаңдарын дұрыс қалпына келтірмеу шөлейттенуге ықпал етеді. Қазақстанда су ресурстарының жетіспеушілігі байқалады. Суармалы егіншіліктің жоқтығы, су көздерінің аздығы немесе олардың ластануы да шөлейттену мәселесін ушықтыруда.

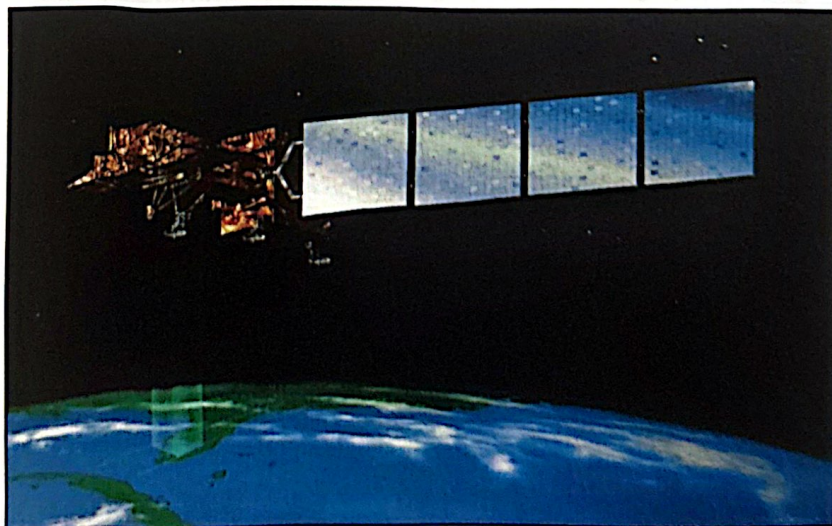
Шөлейттенудің салдары. Біріншіден, топырақтың құнарсыздануы пайда болады, яғни, топырақтың құнарлы қабаты жоғалады, бұл егіншіліктің және жайылымдардың өнімділігін төмендетеді. Екіншіден, жердің жел эрозиясына ұшырауы, Қазақстанның көп бөлігі желді аймақ болғандықтан, құрғақшылық пен шөлейттену жағдайлары топырақтың желмен ұшуына, яғни эрозияға әкеледі. Үшіншіден, Экономикалық шығындар, өнімділік төмендеген сайын ауыл шаруашылығы мен мал шаруашылығындағы табыс азаяды, бұл жергілікті тұрғындардың өмір сүру деңгейіне кері әсерін тигізеді. Қазақстандағы шөлейттену мәселесі тек экологиялық тұрғыдан ғана емес, әлеуметтік және экономикалық тұрғыдан да үлкен қауіп тудырады. Бұл мәселемен тиімді күресу үшін кешенді тәсіл қажет, оған климаттық өзгерістерге бейімделу, экологиялық білім беру, жаңа технологияларды енгізу және табиғатты қорғау шараларын күшейту кіреді. Шөлейттену тек бір аймақтағы мәселе емес, ол еліміздің барлық аумақтарына әсер етеді, сондықтан бүкіл халықтың бірлесіп жұмыс істегені маңызды.

2 Шөлейттену мәселесін зерттеу әдістері

Шөлейттену – бұл климаттық өзгерістер мен антропогендік (адам әрекетінен туындайтын) факторлардың әсерінен құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардың құнарсыздануы, өсімдіктер жабынының азаюы және топырақ эрозиясы процестерінің күшеюі. Бұл мәселені зерттеу үшін әртүрлі әдістер қолданылады. Геоақпараттық технологиялар мен қашықтан зондтау әдістері. Жерсеріктік суреттер мен аэрофототүсірілімдер: Жасанды интеллект пен спутниктік деректерді пайдаланып, шөлейттену динамикасын бақылайды. Мысалы, NASA мен ESA (Еуропалық ғарыш агенттігі) ұсынатын MODIS, Landsat, Sentinel спутниктері арқылы жердің бетіндегі өсімдік жабынының өзгерісін қадағалауға болады (10,11-сурет).



10-сурет – MODIS спутнигі

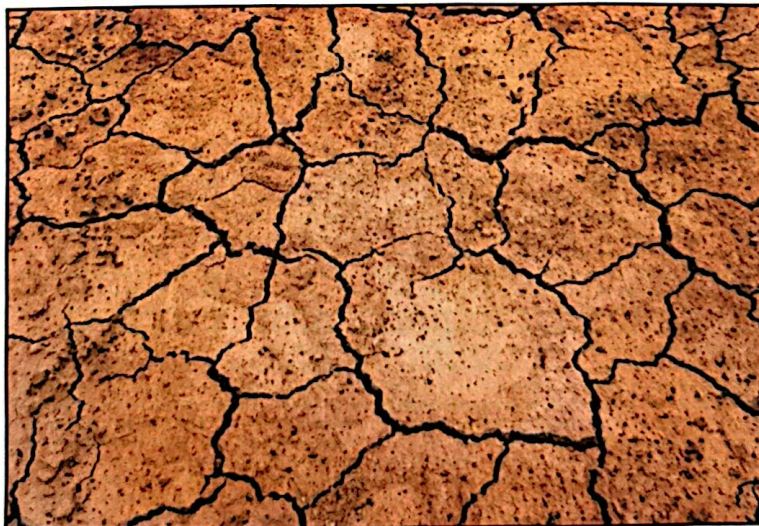


11-сурет – Landsat спутнигі

Геоакпараттық жүйелер (GIS): Шөлейттенудің таралуын, жылдамдығын және факторларын картаға түсіру үшін қолданылады. Мысалы, топырақ эрозиясының деңгейін, жауын-шашынның өзгеруін және өсімдік жабынының жағдайын талдау үшін. Климаттық және метеорологиялық зерттеулер. Ауа райы мен климат деректерін талдау: Жауын-шашын мөлшерінің азаюы, температураның артуы, буланудың күшеюі сияқты көрсеткіштер зерттеледі. Ұзақ мерзімді деректер негізінде шөлейттенудің негізгі климаттық себептері анықталады. Топырақтық зерттеулер. Топырақ құрамы мен құрылымын зерттеу: Топырақтың құнарлылығы, эрозияға төзімділігі және тұздану деңгейі анықталады [3].

Өсімдіктер жабынын зерттеу. Биоиндикаторлық әдіс: Өсімдіктердің түрлік құрамы мен биомассасының өзгеруін бақылау. Құрғақшылыққа төзімді түрлердің көбеюі немесе белгілі өсімдіктердің жойылуы шөлейттену дәрежесін көрсетеді. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) индексі: Жерсеріктік суреттер арқылы өсімдіктердің тығыздығы мен жағдайын бағалайды.

Экономикалық шығындарды бағалау: Шөлейттенудің салдарынан болған экономикалық зиянды есептеу (егістік алқаптарының азаюы, су тапшылығы, т.б.). Математикалық модельдеу және болжам жасау. Климаттық модельдер: Болашақта шөлейттену үрдістерін болжау үшін атмосфералық және климаттық модельдеу қолданылады. Мысалы, CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project) сияқты жаһандық климаттық модельдер қолданылады. Топырақ эрозиясын болжау. USLE (Universal Soil Loss Equation) формуласы сияқты математикалық модельдер арқылы топырақтың жоғалу деңгейін болжау (12-сурет).



12-сурет – Топырақ эрозиясы

Шөлейттенуді зерттеуде бірнеше әдістер қолданылады. Олардың әрқайсысы шөлейттенудің себептері мен салдарын түсінуге және оны шешудің тиімді жолдарын анықтауға мүмкіндік береді. Далалық зерттеу әдістері

шөлейттену процесінің нақты аймақтарда қалай өтетінін бақылауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс бойынша зерттеушілер жергілікті жерге барып, экосистемаларды зерттейді, топырақтың құрамын, оның ылғалдылығын, өсімдіктердің жағдайын және басқа да факторларды бағалайды [4].

Географиялық ақпараттық жүйелер (ГИС) мен қашықтан зондтау әдістері. Қашықтан зондтау және ГИС технологиялары шөлейттену процесін зерттеуде өте маңызды құрал болып табылады. Спутниктер арқылы алынған деректерді өңдеу, шөлейттену аймақтарын, топырақ деградациясын және өсімдіктердің өзгерістерін бақылауға мүмкіндік береді (13-сурет).



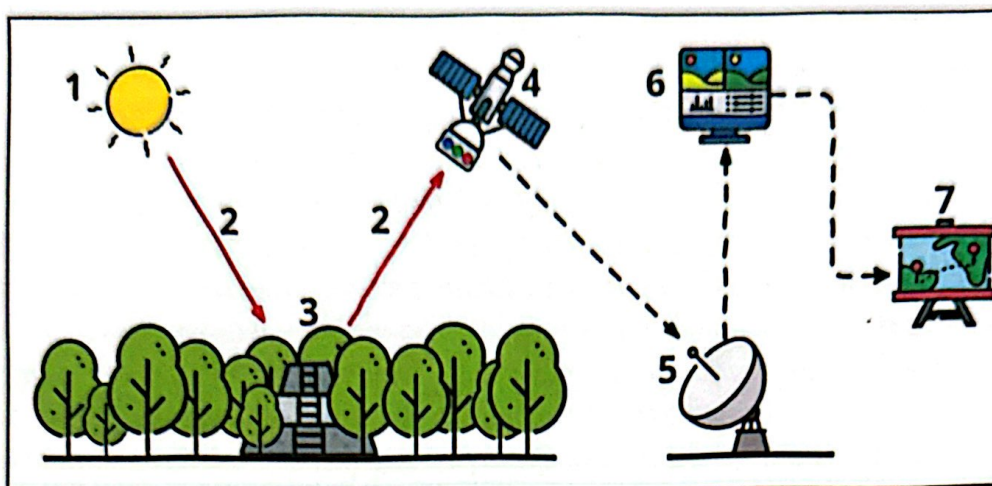
13-сурет – Гис бағдарламасы

Эксперименттік зерттеу әдістері. Шөлейттенудің алдын алу немесе қалпына келтіру бойынша әртүрлі тәжірибелер жүргізіледі. Бұл әдіс табиғи экожүйелерде немесе арнайы зерттеу алаңдарында эксперименттер жүргізу арқылы топырақтың құнарлығын арттыру әдістерін сынауға мүмкіндік береді. Моделдеу әдістері. Математикалық және компьютерлік модельдер шөлейттену процесін симуляциялауға көмектеседі. Бұл модельдер климаттың өзгеруі, топырақтың деградациясы және жер пайдалану саясаттарының әсерін болжауға мүмкіндік береді.

2.1 Ғарыштық мәліметтер бойынша шөлейттенген аймақтарды анықтау

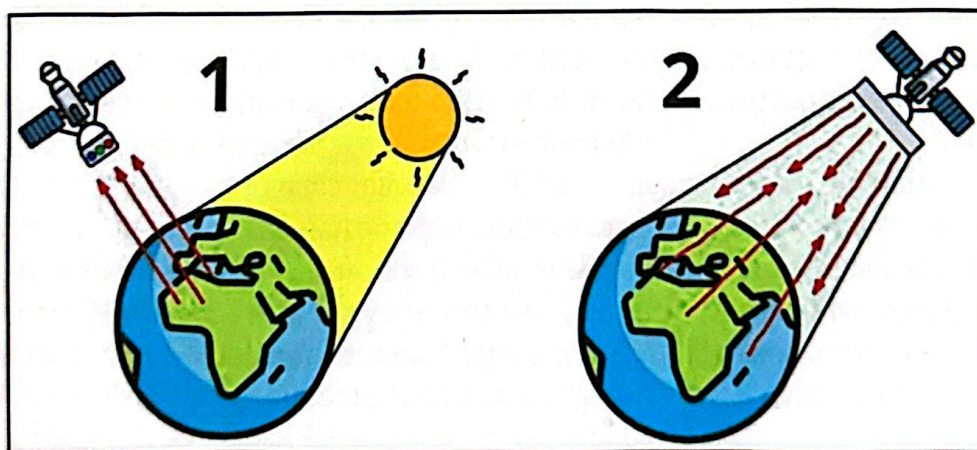
Жерді қашықтан зондтау — бұл жер бетінің зерттелу әдісі, ол зерттеу нысанында болуды қажет етпейді, себебі зерттеу қашықтықтан жүзеге асырылады. Осы әдіс арқылы зерттелетін нысандардың қасиеттерін өлшеу мүмкіндігі бар. Қашықтан зондтауда Жердің жасанды спутниктерінен алынған

деректер пайдаланылады. Сондай-ақ, әуе кемелері арқылы алынған деректер де қолданылады. Жерді қашықтан зондтау процесін жеті қадаммен сипаттауға болады (14-сурет).



14-сурет – Жерді қашықтан зондтау процесінің схемасы

Ғарыштық мәліметтер және қолданылатын әдістер. Шөлейттену аймақтарын зерттеу үшін Landsat (Landsat 5, 7, 8, 9) спутниктерінің 30 м ажыратымдылығы бар суреттері қолданылады. Бұл деректердің басты артықшылығы – олардың көпжылдық архивтік базасы және еркін қолжетімділігі (15-сурет).



15-сурет – Қашықтан зондтаудың түрлері: 1 — пассивті; 2 — активті

Бұл кезеңдерді орындау үшін Google Earth Engine (GEE), QGIS, ArcGIS, Python (GDAL, rasterio, geemap) құралдары пайдаланылады [5].

Зерттеуде пайдалану үшін Landsat, MODIS, және Sentinel спутниктерінің деректері қолданылады. Бұл спутниктер жоғары ажыратымдылықпен жер бетін зерттейді, және олардың деректері арқылы шөлейттену аймақтарын анықтауға

мүмкіндік береді. Әрбір спутник арнайы датчиктермен жабдықталған, олар топырақтың ылғалдылығы, өсімдіктер жамылғысының тығыздығы, жер бетінің температурасы сияқты ақпараттарды жинайды. Шөлейттену – климаттық өзгерістер мен антропогендік факторлардың әсерінен жердің деградацияға ұшырау процесі. Бұл экожүйелердің тұрақсыздануына, биологиялық өнімділіктің төмендеуіне және әлеуметтік-экономикалық проблемаларға әкеледі. Ғарыштық мәліметтер (жерді қашықтықтан зондтау, ЖҚЗ) шөлейттену динамикасын анықтау мен мониторинг жүргізуде маңызды рөл атқарады. Осы жерде мен Google Earth Engine арқылы Маңғыстау облысының жауын-шашын тапшылығын қарастырамын. Яғни, жауын-шашынның тапшылығы – шөлейттену және жердің деградациясының басты себептерінің бірі болып табылады. Бұл табиғи процесс жер бетінің экологиялық тепе-теңдігінің бұзылуына, топырақтың құнарсыздануына және экожүйенің нашарлауына әкеледі. Жауын-шашын тапшылығы жердің деградациясы мен шөлейттену процестерінің негізгі қозғаушы күштерінің бірі болып табылады. Бұл мәселелерді шешу үшін табиғи су ресурстарын тиімді пайдалану, су үнемдеу технологияларын енгізу, топырақты қорғау шараларын қабылдау және экологиялық жағдайды жақсарту үшін кешенді ғылыми зерттеулер жүргізу қажет. Ғарыштық мәліметтерді өңдеу үшін Географиялық Ақпараттық Жүйелер (ГАЖ) қолданылатын болады. Бұл жүйелер спутниктік суреттерді, жергілікті экологиялық деректерді, ауа райы мәліметтерін біріктіруге және шөлейттену деңгейін көрсетуге мүмкіндік береді. Маңғыстау облысындағы шөлейттенген аймақтарды картографиялық түрде көрсету экологиялық мониторингтің маңызды кезеңі болып табылады. Ғарыштық мониторингтің маңызы. ЖҚЗ деректері шөлейттену процестерін уақыт пен кеңістікте зерттеуге мүмкіндік береді. Артықшылықтары: үлкен аумақтарды қамту, жоғары уақыттық және кеңістіктік ажыратымдылық, бірнеше спектралдық диапазондарды қолдану арқылы топырақ пен өсімдік жамылғысын талдау.

Шөлейттену индикаторлары. ЖҚЗ деректерін талдау кезінде шөлейттенудің негізгі индикаторлары қолданылады: Өсімдік индекстері (NDVI, EVI) – өсімдік жамылғысының жағдайын анықтайды Топырақтың ылғалдылық индекстері (NMDI, LSWI) – құрғақшылық деңгейін бағалайды Альбедо және топырақтың түсі – деградацияны көрсетеді [6]. Дереккөздер мен әдістер. Шөлейттенуді зерттеу үшін қолданылатын спутниктік дереккөздер:

- Landsat (30 м) – ұзақ мерзімді өзгерістерді бақылау
- MODIS (250 м – 1 км) – жиі жаңартылатын деректер
- Sentinel-2 (10–20 м) – жоғары ажыратымдылықтағы талдау
- VIIRS, SMAP – температура мен топырақтың ылғалдылығын бағалау

Шөлейттенуді анықтау әдістері: Спектралдық индекстерді есептеу – өсімдік жамылғысының өзгерісін талдау. Классификация әдістері – машиналық оқыту (Random Forest, SVM) және пиксельдік тәсілдер. Уақыттық қатарларды талдау – шөлейттену динамикасын бағалау. Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) және кеңістіктік талдау – картографиялау және өзгерістерді анықтау

2.2 Шөлейттену дәрежесін бағалау индекстері

Шөлейттену дәрежесін бағалау — жердің деградациясын сандық және сапалық тұрғыда сипаттайтын маңызды процесс. Ғарыштық мониторинг әдістері бұл процесті жүйелі түрде бақылауға мүмкіндік береді. Бағалау үшін арнайы индекстер қолданылады, олар өсімдік жамылғысының, топырақтың, температура мен ылғалдылықтың өзгерісін анықтауға көмектеседі.

Қашықтықтан зондтау деректерінен алынған өсімдік индекстері уақыт өте келе өсімдік жамылғысының өзгеруін бақылау үшін әсіресе пайдалы болды. Соңғы зерттеулер әртүрлі масштабтағы кеңістіктік және уақыттық өзгерістерді бағалау үшін NDVI, NPP, LAI және EVI сияқты вегетациялық индекстердің жоғары тиімділігін көрсетті. Бұл айнымалылар әдетте жауын-шашын, температура немесе булану сияқты басқа Климаттық параметрлермен байланысты, олар болашақта жердің ықтимал деградациясын бағалау және болжау үшін пайдалы. Климаттық және өсімдік индекстерінің уақыт қатарларының тенденциялары мен олардың арасындағы қатынастарды көптеген авторлар зерттеді. Мысалы, тропиктік жауын-шашынды өлшеу миссиясының (TRMM) сенсорынан алынған кескіндер жауын-шашынның өсімдік тенденцияларының сәйкестігін зерттеу үшін пайдаланылды, ал басқалары жерді пайдаланудағы өзгерістер мен жер бетінің температурасы (LST) арасындағы байланысты зерттеді. Өсімдіктер динамикасы мен климаттық параметрлер арасындағы байланысты бағалау климаттың сөзсіз өзгеруі мен адамның шексіз қызметі әлемнің қарқынды дамып келе жатқан аймақтарындағы азық-түлік қауіпсіздігі мен тұрақты қоғамдарға қауіп төндіретінін анықтаудың дәлелденген күшті және тиімді құралы болып табылады [7].

Шөлейттену дәрежесін бағалауда қолданылатын негізгі индекстер бірнеше топқа бөлінеді: Өсімдік жамылғысын бағалау индекстері. Бұл индекстер өсімдіктердің қарқындылығы мен денсаулығын сипаттайды. NDVI (Нормаланған өсімдіктер индексі). NDVI — өсімдік жамылғысының жағдайын бағалау үшін қолданылатын көрсеткіш. Ол топырақтың экологиялық жағдайын, оның ішінде шөлейттену деңгейін бақылауға мүмкіндік береді. NDVI индексі инфрақызыл және көрінетін жарықтың спектрін пайдалана отырып есептеледі, бұл өсімдіктердің күйін сипаттайды.

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red), \quad (1)$$

NDVI жоғары мәндері (0.2-0.9) өсімдік жамылғысының жақсы дамығанын көрсетеді, бұл шөлейттену деңгейінің төмен екенін білдіреді. NDVI төмен мәндері (0-0.2) өсімдіктердің әлсіздігін, олардың жетіспеушілігін және шөлейттену процесінің басталғанын немесе күшейгенін көрсетеді. Мен айтып кеткендей, Маңғыстау облысын 2000-2024 аралығын зерттедім. Яғни, осы NDVI индексі есептей келе осындай карталар шықты.

EVI (Enhanced Vegetation Index) — бұл өсімдік жамылғысының жағдайын бағалауға арналған индекс, ол экологиялық мониторингте және шөлейттену

процестерін зерттеуде кеңінен қолданылады. EVI индексі топырақтың, су ресурстарының және ауа райы факторларының әсерін азайта отырып, өсімдік жамылғысының тығыздығы мен денсаулығын бағалауға мүмкіндік береді.

$$EVI = G \times (NIR - RED) / (NIR + C1 \times RED - C2 \times BLUE + L), \quad (2)$$

Топырақтың жағдайын бағалау индекстері: NBR (Normalized Burn Ratio) – өрттен кейінгі деградацияны бағалау. Albedo – жер бетінен шағылысқан жарық мөлшері. Шөлейттену кезінде альбедо артады. Bare Soil Index (BSI) – ашық топырақ индикаторы, топырақ эрозиясын анықтау үшін қолданылады. Топырақтың және өсімдіктің ылғалдылығын бағалау шөлейттену деңгейін анықтауда маңызды. LSWI (Land Surface Water Index) – жер бетіндегі судың үлесін бағалайды. Төмен мәндер топырақтың құрғақ екенін көрсетеді. NMDI (Normalized Multi-band Drought Index) – топырақтағы және өсімдіктегі ылғал тапшылығын бағалау үшін қолданылады. Қолдану әдістері: Спутниктік деректерді (Landsat, Sentinel-2, MODIS) пайдалану. ГАЖ және машиналық оқыту әдістерімен талдау жасау. Шөлейттену дәрежесін бағалау үшін әртүрлі индекстер қолданылады. Олардың әрқайсысы белгілі бір аспектілерді сипаттайды және бірге қолданылғанда толық картина береді. Маңғыстау облысы үшін NDVI, MDVI индекстері маңызды.

MDVI (Modified Difference Vegetation Index) — Модификацияланған өсімдік жамылғысы индексі. MDVI — өсімдік жамылғысының жағдайын бағалауға арналған индекс, ол NDVI индексінің модификациясы болып табылады. Бұл индекс шөлейттену, экологиялық деградация және өсімдік жамылғысының өзгерістерін зерттеуде қолданылады. MDVI индексі топырақтың әсерін азайтуға бағытталған және шөлейттену мен экологиялық мониторингтің маңызды құралдарының бірі болып табылады. MDVI индексінің ерекшеліктері: MDVI индексі топырақтың әсерін азайтуға бағытталған, әсіресе топырақтың ылғалдылығына немесе топырақ жамылғысының түсіне байланысты өзгешеліктерді ескере отырып есептеледі. MDVI индексі өсімдік жамылғысының тығыздығын және күйін бағалау үшін қолданылады, әсіресе шөлейттену немесе топырақтың деградациясы байқалатын аймақтарда. Бұл индекс экожүйелердегі өзгерістерді анықтау мен бақылауда маңызды рөл атқарады. MDVI индексінің есептелу формуласы.

$$MDVI = NIR - R / NIR + R, \quad (3)$$

мұндағы: NIR (Near InfraRed) — инфрақызыл сәуле диапазоны,

R (Red) — қызыл сәуле диапазоны.

MDVI индексін қолдану салалары: Шөлейттену және экологиялық мониторинг: MDVI индексі өсімдік жамылғысының күйін және жердің деградациясын мониторингтеуде маңызды. Бұл индексті ғарыштық суреттермен есептеу шөлейттену аймақтарын бақылауға мүмкіндік береді. Ауыл шаруашылығы дақылдарының жағдайын бақылау, топырақтың

экологиялық жағдайын бағалау және суару жүйелерін оңтайландыру үшін MDVI индексін қолдануға болады. Экожүйелер мен табиғи ресурстардың тұрақтылығын бағалауда MDVI маңызды құрал болып табылады. MDVI индексі экологиялық мониторингтің тиімді құралы болып табылады, өйткені ол топырақтың ылғалдылығын және өсімдік жамылғысының күйін бағалау үшін қолданылады. Бұл индекс шөлейттену мен экологиялық деградацияны бақылауда маңызды рөл атқарады және ғарыштық мәліметтермен біріктіріліп, экожүйелердің өзгерістерін дәл бағалауға мүмкіндік береді [8].

LAI индексі дегеніміз — жапырақ ауданы индексі (Leaf Area Index), ол өсімдіктер жамылғысының қалыңдығы мен тығыздығын сипаттайтын экологиялық және агрономиялық көрсеткіш. LAI (Leaf Area Index) — бірлік жер ауданына (m^2) шаққандағы жапырақтардың жалпы ауданын (m^2) көрсететін өлшем. Яғни:

$$LAI = a \cdot \ln(b \cdot NDVI + 1) \quad (4)$$

мұндағы: a мен b — белгілі бір жер түрі мен өсімдіктің типіне байланысты алынатын коэффициенттер.

LAI индексінің мәні:

- $0 < LAI < 1$ — сирек өсімдіктер (шөлейт, сирек шөптесін жамылғы).
- $1 < LAI < 3$ — орташа тығыз жамылғы (дала, жайылым).
- $LAI > 3$ — тығыз өсімдіктер (орман, егіндік жерлер).

2.3 Геоакпараттық жүйелерді қолданып су тапшылығын зерттеу

Геоакпараттық жүйелер (ГАЖ) — бұл кеңістіктік ақпараттарды жинау, өңдеу, талдау және визуализациялау үшін қолданылатын кешенді технологиялар. Су тапшылығы мәселесін зерттеу үшін ГАЖ технологиялары кеңінен қолданылады, себебі олар су ресурстарының кеңістіктік таралуын, олардың сапасын және мөлшерін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Осы салада ГАЖ жүйелері су тапшылығының себептерін анықтауда және оның ықтимал салдарын болжауда маңызды құрал болып табылады. ГАЖ-ды пайдалану арқылы су тапшылығының географиялық кеңістіктегі үлестірілуі және оның өзгерістері нақты және уақытылы анықталуы мүмкін. Бұл жүйелер арқылы әртүрлі мәліметтер жиынтығы біріктіріледі, мысалы, су деңгейінің өзгеруі, климаттық факторлар, жердің қолданылуы, ауыл шаруашылығының сумен қамтамасыз етілуі, халық тығыздығы және т.б. Бұл ақпараттарды біріктіріп, оның талдауын жүргізу су тапшылығының негізгі факторларын, оның ішінде климаттың өзгеруі, су көздерінің азаюы, экологиялық және әлеуметтік аспектілерді зерттеуге мүмкіндік береді.

ГАЖ-ды қолдану су тапшылығын болжауға арналған модельдер құруда да маңызды рөл атқарады. Мұндай модельдер су ресурстарының болашақтағы өзгерістерін, климаттық жағдайлардың су балансына әсерін және халықтың

суға сұранысын болжамдауға мүмкіндік береді. ГАЖ-дың құралдары, атап айтқанда, қашықтықтан зондтау және географиялық ақпараттық жүйелердің әртүрлі деректерін талдау арқылы су тапшылығының ықтимал зардаптарын алдын ала анықтап, оған қарсы шараларды әзірлеуге болады. ГАЖ-ды су тапшылығын зерттеуде қолданудың негізгі бағыттары:

Су ресурстарын картографиялау: ГАЖ арқылы су көздерінің орналасуын, көлемін және жағдайын көрсететін карталар жасауға болады. Бұл су тапшылығының ықтимал аймақтарын анықтауға көмектеседі. Климаттық және гидрологиялық деректерді талдау: ГАЖ жүйелері климаттық өзгерістер мен су ресурстарының динамикасын зерттеуге мүмкіндік береді, бұл су тапшылығының болашақтағы ықтимал әсерлерін болжауға көмектеседі. Адам қызметінің әсерін бағалау: ГАЖ арқылы жер пайдалану, ауыл шаруашылығы және урбанизация сияқты факторлардың су ресурстарына әсерін зерттеуге болады, бұл су тапшылығының әлеуметтік және экономикалық аспектілерін түсінуге мүмкіндік береді.

Су тапшылығының ықтимал салдарын болжау: ГАЖ жүйелері арқылы әртүрлі сценарийлер бойынша су тапшылығының ықтимал салдарын модельдеуге болады, бұл басқарушылық шешімдер қабылдауда пайдалы ақпарат береді [9].

2.4 Шөлейттену мәселесін шешуге арналған қолданыстағы бағдарламалар

Шөлейттену мәселесін шешуге арналған қолданыстағы бағдарламалар тақырыбын қарастыруда шөлейттенумен күреске арналған бағдарламалық құралдар мен технологияларды зерттеу өте маңызды. Қазіргі заманғы ақпараттық және геоақпараттық технологиялар шөлейттену процестерін бақылау, алдын алу және оларды басқару үшін тиімді құрал болып табылады. Геоақпараттық жүйелер шөлейттенудің таралуын бақылауға, оның себептерін талдауға, ықтимал салдарларды болжауға және шөлейттенумен күресу стратегияларын құруға мүмкіндік береді. Бұл бағдарламалар келесі мақсаттар үшін қолданылады. Жер пайдалану анализі. жердің қалай пайдаланылып жатқанын және шөлейттену процестерін бақылау. Мәліметтерді визуализациялау: шөлейттенудің таралу карталарын жасау, спутник суреттерін пайдалану арқылы жердің экологиялық жағдайын бағалау. Аналитикалық құралдар: шөлейттенудің қарқындылығын және оның түрлі экологиялық параметрлерге әсерін анықтау. Қолданылатын бағдарламалар: ArcGIS: Бұл геоақпараттық жүйе көптеген экологиялық мәселелерді шешуге арналған. Шөлейттенуді бақылау үшін ArcGIS кеңінен қолданылып келеді. Ол мәліметтерді жинақтап, өңдеп, визуализациялауға мүмкіндік береді. QGIS: Ашық бастапқы кодты геоақпараттық жүйе, бұл құрал шөлейттенудің мониторингін жүргізу үшін жиі пайдаланылады. Бұл бағдарламаның артықшылығы – оны тегін пайдалану мүмкіндігі және әртүрлі плагиндер мен

құралдардың болуы. ERDAS IMAGINE: Спутник суреттерін және аэрофотосуреттерді өңдеуге арналған бағдарламалық құрал, бұл бағдарламаны шөлейттену мен басқа экологиялық процестерді бақылауда қолдануға болады. Әр бағдарламаның өз ерекшеліктері мен стратегиялары бар, бірақ олардың ортақ мақсаты — шөлейттенуді тоқтату және табиғи ресурстарды тұрақты пайдалану арқылы экожүйелерді қалпына келтіру.

БҰҰ-ның Шөлейттенумен күрес жөніндегі Конвенциясы (UNCCD). БҰҰ-ның Шөлейттенумен күрес жөніндегі Конвенциясы (United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD) — әлемдегі шөлейттенуді тоқтату мақсатында қабылданған ең маңызды халықаралық келісімдердің бірі. Бұл конвенция 1994 жылы күшіне енді және шөлейттенумен күресу бойынша көптеген елдер мен ұйымдардың бірлескен күш-жігерін үйлестіреді. Бағдарлама мақсаттары: Жердің деградациясын азайту және экосистемаларды қалпына келтіру. Кедейлікпен күрес және жергілікті қауымдастықтарға қолдау көрсету. Тұрақты ауыл шаруашылығы мен су ресурстарын тиімді пайдалану. UNCCD аясында шөлейттенумен күресудің әртүрлі ұлттық жоспарлары (NAP) әзірленіп, елдерге шөлейттенудің алдын алу бойынша жоспарлар мен стратегиялар жасауға көмек көрсетіледі.

Жаһандық экологиялық қор (GEF) бағдарламалары. Жаһандық экологиялық қор (GEF) — бұл табиғатты қорғауға арналған халықаралық қаржылық механизм. GEF шөлейттенумен күресу үшін түрлі жобаларды қаржыландырады. Олардың ішінде шөлейттену, биоәртүрлілік, климаттың өзгеруі және суды басқару мәселелері бойынша жобалар бар. Бағдарламалар: Жерді қалпына келтіру және тұрақты ауыл шаруашылығын дамыту. Бұл жобалар шөлейттенген жерлерді қалпына келтіру және табиғи ресурстарды тиімді пайдалану әдістерін енгізуге бағытталған. Су ресурстарын басқару. Суды үнемді пайдалану және шөлейттену аймақтарында су тапшылығын шешу үшін GEF су сақтау және суару технологияларын дамыту бойынша жобаларды қаржыландырады.

Жасыл Қорғаныс бағдарламасы. Жасыл жолды бастама — бұл Қытайдың бастамасымен іске қосылған экологиялық бағдарлама, оның мақсаты — шөлейттенумен күрес, ормандарды қалпына келтіру және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету. Бағдарлама негізінен Азия мен Африка елдерінде жүзеге асырылады. Бағдарлама мақсаты: Ормандарды қалпына келтіру және шөлейттенумен күресу. Шөлейттенген аймақтарды қалпына келтіру үшін экологиялық құрылыс және агротехнологияларды енгізу. Табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және жергілікті халыққа экологиялық білім беру.

Африкалық Орман Қалпына Келтіру Жоспары. AFR100 (African Forest Landscape Restoration Initiative) — Африкадағы ормандар мен экожүйелерді қалпына келтіру бағдарламасы. Оның мақсаты — 2030 жылға дейін Африкада 100 миллион гектар жерді қалпына келтіру. Бағдарлама мақсаты: Орманды қалпына келтіру және жердің құнарлығын арттыру. Жерді дұрыс пайдалану және климаттық өзгерістерге қарсы күрес. Экономикалық даму және ауылдық жерлерде кедейлікпен күресу.

Сахара мен Сахель аймағындағы жасыл қорғаныс жолы (Great Green Wall). Great Green Wall — бұл Африкадағы Сахара мен Сахель аймағында жүзеге асырылып жатқан ең ірі экологиялық жобалардың бірі. Оның мақсаты — шөлейттенумен күресу және аймақтық экожүйелерді қалпына келтіру. Бағдарлама мақсаттары: Шөлейттену аймақтарында ормандар мен өсімдіктерді отырғызу арқылы топырақ эрозиясын тоқтату. Су көздерін тиімді пайдалану және ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту. Жергілікті тұрғындар үшін жұмыс орындарын құру және экономиканы дамыту.

Табиғи ресурстарды басқару бағдарламалары (World Bank). Дүниежүзілік банк түрлі елдерде шөлейттенуге қарсы шараларды қаржыландыратын көптеген бағдарламалар мен жобаларды жүзеге асырады. Бұл бағдарламалар топырақтың деградациясын тоқтату, су ресурстарын басқару және тұрақты ауыл шаруашылығын дамытуға бағытталған. Бағдарламалар: Топырақ қорғау жобалары — шөлейттену аймақтарында топырақты сақтау және қалпына келтіру үшін жобалар қаржыландырылады. Суару жүйелерін жетілдіру — шөлейттену аймақтарында су тапшылығын жеңу үшін тиімді суару технологиялары енгізіледі.

Еуропалық Одақтың тұрақты даму бағдарламалары. Еуропалық Одақ (ЕО) шөлейттену мәселесін шешу үшін түрлі экологиялық бағдарламалар мен жобаларды қаржыландырады. ЕО бағдарламалары негізінен шөлейттену аймақтарында экологиялық тұрақтылықты арттыруға, табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға және климаттың өзгеруіне бейімделуге бағытталған. Бағдарлама мақсаттары: Қалпына келтіру және ормандарды қорғау. Су ресурстарын басқару. Ауыл шаруашылығы мен табиғатты қорғауды үйлестіру.

Шөлейттенумен күресу — тек табиғатқа ғана емес, қоғам мен экономикаға да әсер ететін маңызды мәселелердің бірі. Әлемде шөлейттенумен күресу бойынша түрлі бағдарламалар мен бастамалар қолданысқа енгізіліп, аймақтарда тұрақты даму мен экологиялық қалпына келтіру шараларын жүргізуге бағытталуда. Әр бағдарлама өз ерекшеліктеріне ие болғанымен, олардың ортақ мақсаты — экосистемаларды қорғау және қалпына келтіру арқылы шөлейттенудің алдын алу [10].

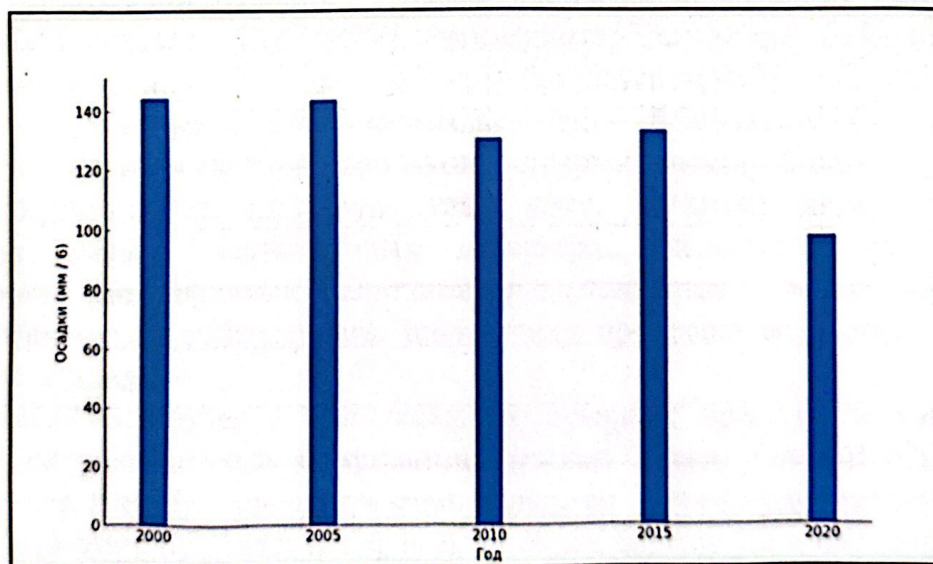
3 Маңғыстау облысының мәселесін зерттеу

3.1 Облыстағы шөлейттенудің себептері мен салдары

Менің зерттеу нысаным — Маңғыстау облысы, Қазақстанның ең құрғақ аймақтарының бірі болғандықтан, мұнда жауын-шашынның мөлшері жылына 100-150 мм аралығында ғана, бұл шөлейттенудің әрі қарай дамуына ықпал етеді. Жаз мезгілінде температура 40°C дейін жетеді, ал қыста $10-15^{\circ}\text{C}$ аралығында болады. Бұл климаттық ерекшеліктер жердің деградациясына, су тапшылығына және шөлейттену процесінің күшеюіне себепкер.

Зерттеу барысында мен Landsat спутниктерінен алынған көпжылдық деректерді (2000–2020 жж. аралығы) пайдаландым. Спутниктік деректердің ажыратымдылығы — 30 метр. Мәліметтерді жүктеу және өңдеу үшін мен келесі платформалар мен бағдарламалық қамтылымдарды қолдандым: Google Earth Engine — спутниктік деректерді өңдеуге және индекстерді есептеуге (16-сурет).

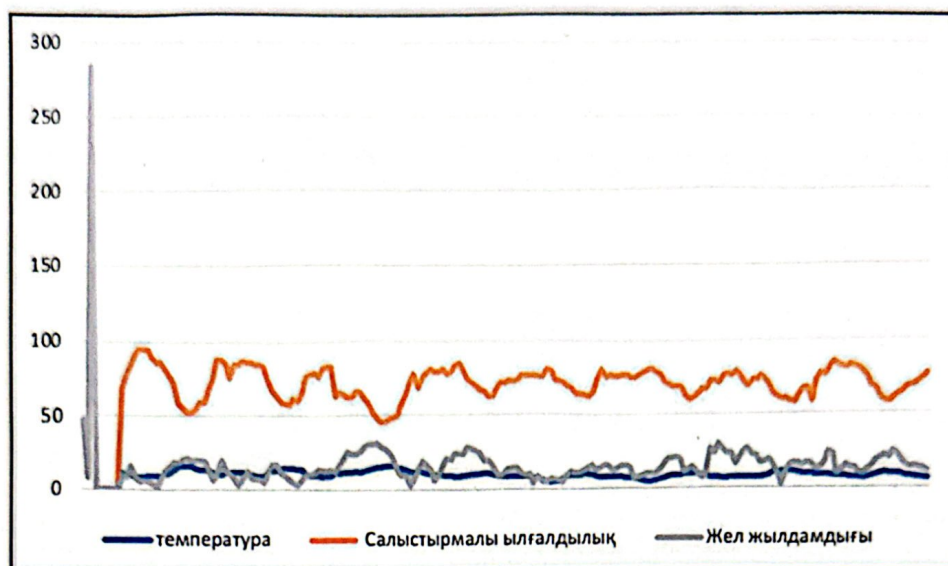
Көріп отырғанымыздай, температура жоғары, ал жауын-шашын мөлшері аз. Бұл облыстың шөлейттену үрдісіне бейім екенін көрсетеді. Мұндай мәліметтер аймақтағы су тапшылығы мәселесін тереңірек түсініп, ГАЖ технологияларын қолдану арқылы шешімдер ұсынуға мүмкіндік береді. Маңғыстау облысының көпжылдық ауа райы көрсетілген. Мұнда температура, салыстырмалы ылғалдылық және жылдық жауын-шашын мөлшері берілген.



16-сурет – CHIRPS спутниктік деректер көмегімен жауын - шашын мөлшерін есептеу нәтиже

Мен біріншіден Маңғыстау облысының жауын-шашын мөлшерін есептегенді жөн көрдім. Жауын-шашын мөлшері бізге шөлейттенуді салыстырмалы түрде көрсетеді.

Бұл графикте Маңғыстау облысы аумағындағы үш негізгі метеорологиялық көрсеткіштің – температура, салыстырмалы ылғалдылық және жел жылдамдығының жыл ішіндегі өзгерістері бейнеленген (17-сурет).



17-сурет – Маңғыстау облысының көп жылдық ауа - райы диаграммасы

Маңғыстау облысының климаты – құрғақ, желді және температуралық амплитудасы үлкен. Бұл жағдайлар өсімдік жамылғысының нашарлауына және шөлейттену процесінің үдеуімен тікелей байланысты. Аталған климаттық факторлар LAI индексі мен NDVI көрсеткіштерімен өзара байланыстыра отырып, экожүйелік жағдайды кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді.

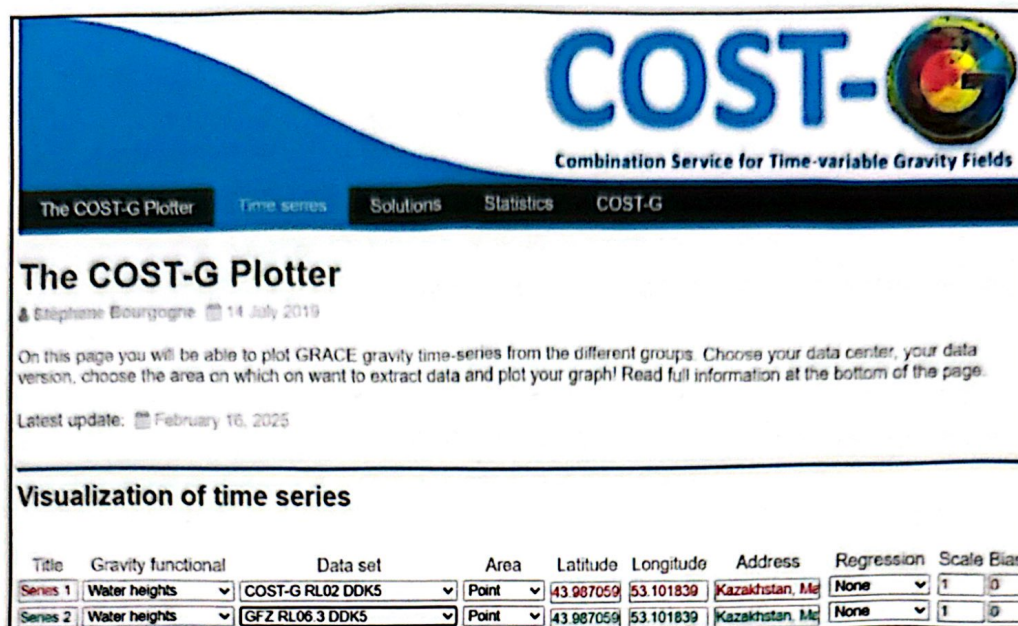
Зерттеу жұмысымның келесі маңызды кезеңі — Маңғыстау облысындағы шөлейттенудің негізгі себептері мен оның салдарын анықтау болды. Бұл үшін мен тек спутниктік мәліметтерді ғана емес, сонымен қатар ғылыми мақалаларды, ресми статистикалық деректерді, жергілікті экологиялық есептерді және географиялық сипаттамаларды талдадым. Менің зерттеуім бойынша, Маңғыстау облысындағы шөлейттену процесіне әсер ететін басты факторлар келесідей:

The COST-G Plotter - бұл ғаламдық ауырлық өрістерінің уақыттық қатарларын визуализациялауға арналған ғылыми құрал. Ол GRACE және GRACE-FO спутниктік миссияларынан алынған деректерді талдау үшін пайдаланылады. Мен бұл сайтты жер асты суларын зерттеу үшін қолдандым.

Зерттеу жұмысының маңызды бір бөлігі ретінде GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) спутниктік миссиясының гравитациялық деректері қолданылды. Бұл деректер Қазақстанның Маңғыстау облысы (43.99°N , 53.10°E) аумағы үшін су ресурстарының динамикасын талдауға мүмкіндік берді [11].

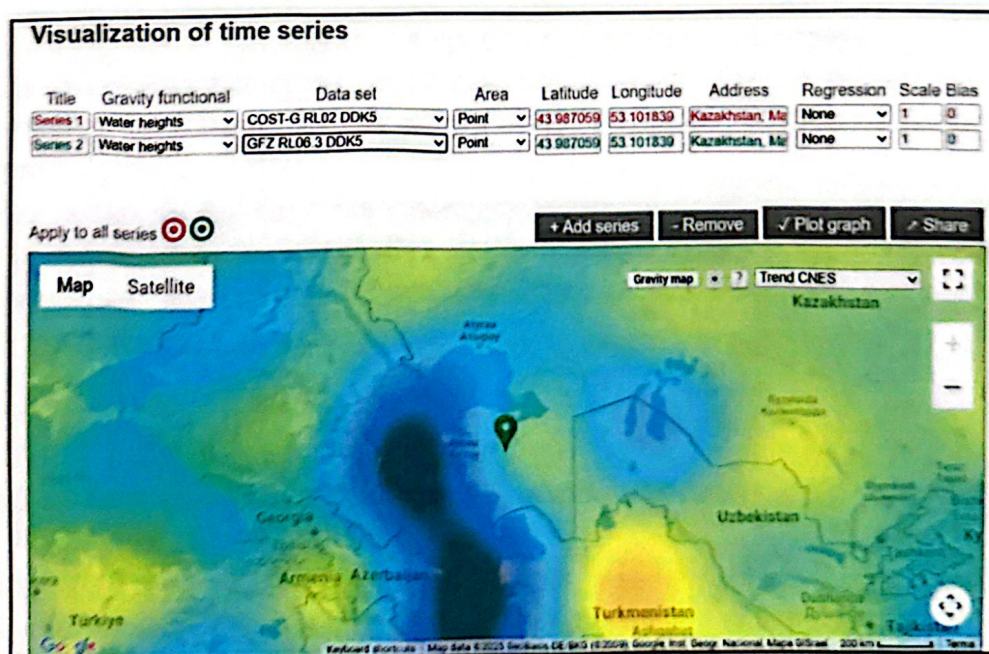
GRACE спутниктері жердің гравитациялық өрісіндегі өзгерістерді өлшеу арқылы аймақтардағы су массасының өзгерісін анықтайды. Бұл деректер

негізінде судың эквивалентті биіктігінің (Equivalent Water Height) уақыт бойынша өзгерісін бақылады (18-сурет).



18-сурет – The COST-G Plotter ғылыми құрал

Яғни, бұл технология: Гравитациялық өрістегі өзгерістер арқылы жер асты суларының, топырақ ылғалының, қар мен мұз қабатының жалпы динамикасын қашықтықтан анықтайды (19-сурет).



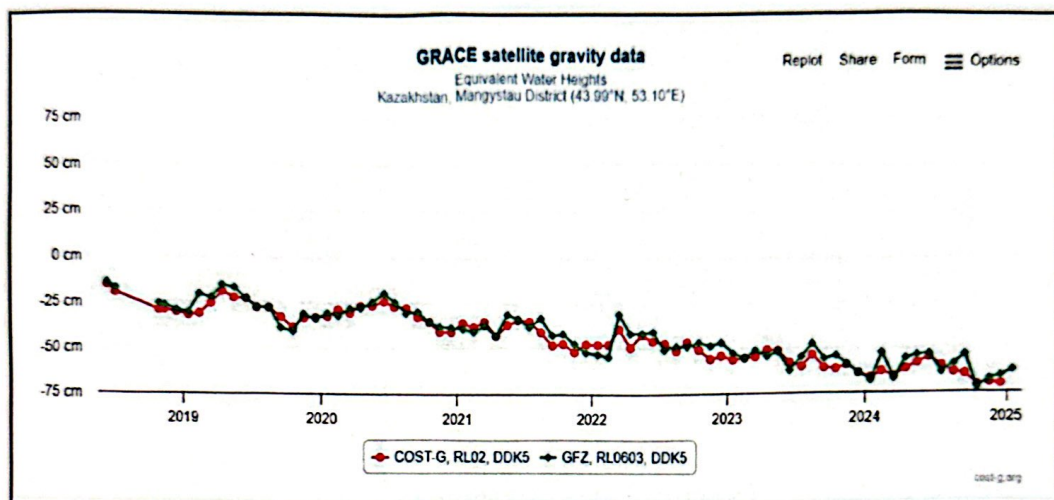
19-сурет – Маңғыстау облысының координаттары

COST-G — Combination Service for Time-variable Gravity Fields дегенді білдіреді. Бұл – әртүрлі дерек орталықтарының GRACE мәліметтерін біріктіріп, ортақ және нақты гравитациялық деректер ұсынатын халықаралық қызмет.

Бұл фотода GRACE спутнигінің гравитациялық деректері негізінде Маңғыстау облысындағы (Қазақстан, Mangystau District, 43.99°N, 53.10°E) эквивалентті су биіктігінің (Equivalent Water Height) уақыт бойынша өзгерісі зерттелген. Нақты зерттелгені:

2018–2025 жылдар аралығында аймақтағы жер асты сулары, топырақ ылғалдылығы және жалпы су массасының өзгеруі.

Су эквивалентті биіктігінің төмендеуі — бұл су ресурстарының азайғанын білдіреді (20-сурет).



20-сурет – Жерасты суларының төмендеуі

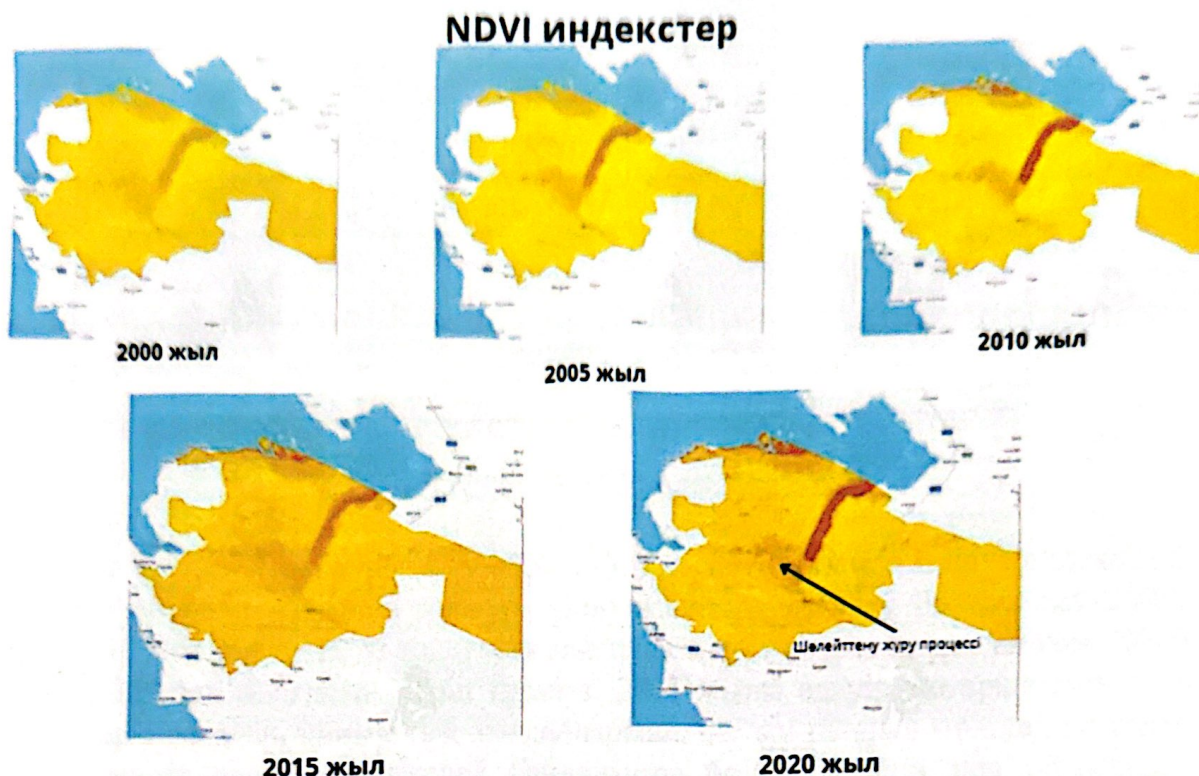
Диаграммада екі түрлі дерек көзі көрсетілген: Қызыл сызық — COST-G орталығының деректері; Жасыл сызық — GFZ (Неміс геофизикалық орталығы) деректері.

Екі сызық та бір бағытта төмендеу тенденциясын көрсетіп тұр, яғни жыл сайын су қоры азайып келеді. Бұл зерттеу аймақтағы су тапшылығының өсіп келе жатқанын дәлелдейді және экологиялық мониторинг, су ресурстарын басқару үшін маңызды мәлімет береді [12].

3.2 Шөлейттену үдерісінің динамикасын талдау

Шөлейттену үдерісінің динамикасы келесі аспектілерге негізделеді: біріншіден, температураның өзгеруі, климаттың ысып, құрғақшылықтың күшеюі шөлейттенудің жеделдеуіне себеп болады. Маңғыстау облысында соңғы 30-40 жыл ішінде орташа температураның көтерілуі байқалған. Екіншіден, Жауын-шашынның азаюы, Жауын-шашынның төмендеуі топырақтың ылғалдылығын жоғалтуға және өсімдіктердің өсуіне кері әсер

етеді. Бұл шөлейттенудің қарқын алуына себеп. Бұл жерде NDVI индексіні табуды жөн көрдім (21-сурет).



21-сурет – NDVI индексі

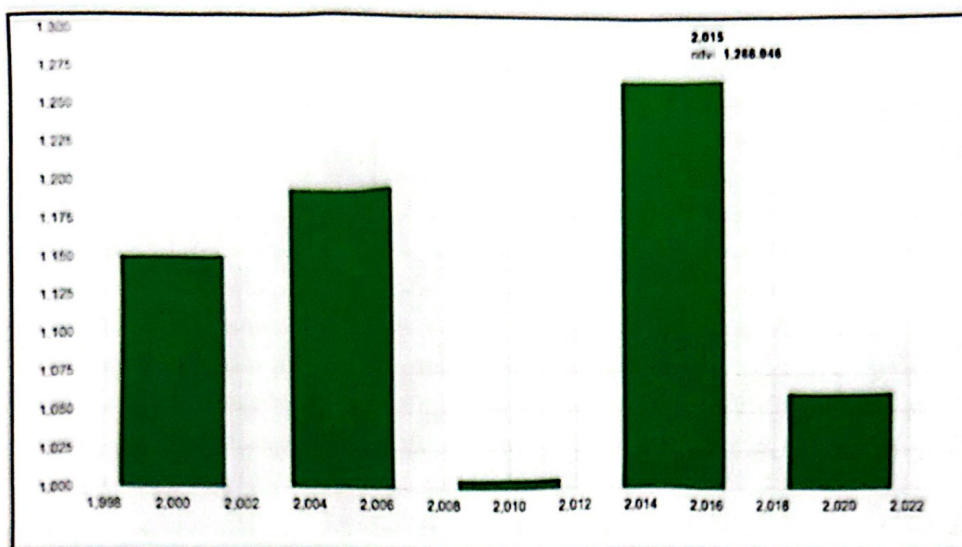
Зерттеу жұмысымның маңызды бөлігінің бірі — Маңғыстау облысындағы шөлейттену үдерісінің динамикасын уақыт бойынша талдау болды. Бұл мақсатта мен NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) және MDVI (Modified Difference Vegetation Index) индекстерін пайдаландым. Бұл индекстер өсімдіктер жамылғысының күйін анықтау үшін кеңінен қолданылады және шөлейттенудің кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін бағалауға мүмкіндік береді [13].

Мен 2000, 2005, 2010, 2015 және 2020 жылдарға тиесілі Landsat спутниктерінің мәліметтерін жинап, NDVI және MDVI индекстерін есептедім. Деректерді Google Earth Engine платформасы арқылы өңдедім. Индекстерді есептеу үшін мен келесі формулаларды қолдандым:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

$$MDVI = NIR - R / NIR + R$$

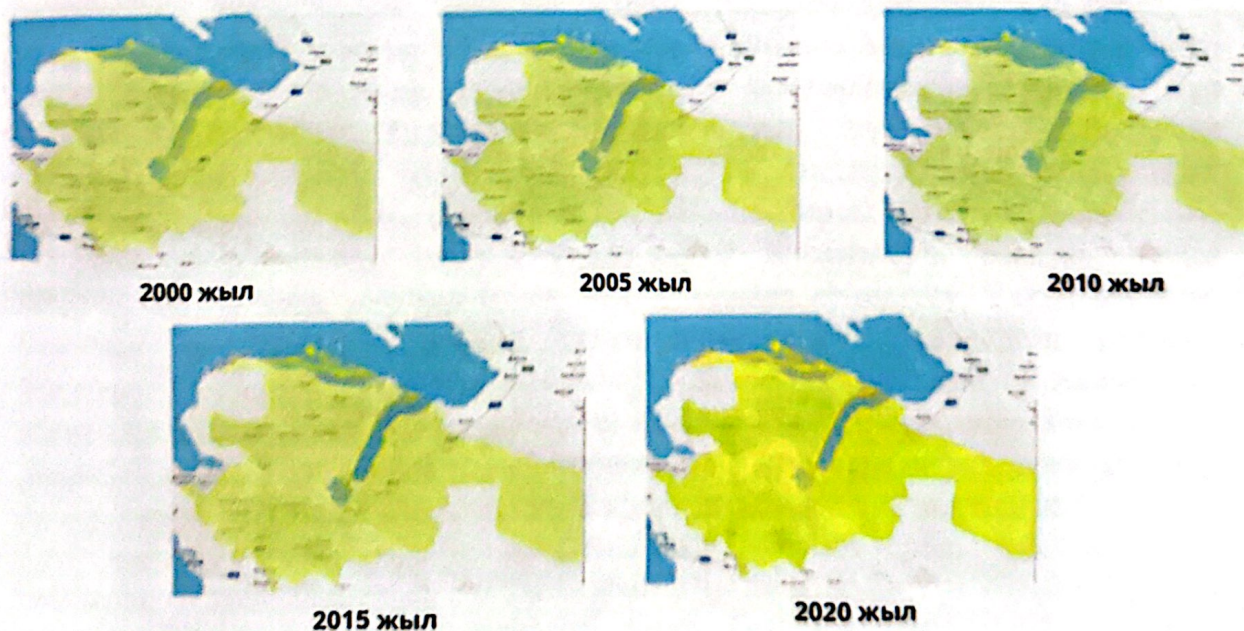
NDVI динамикасы: Зерттеу нәтижелері бойынша NDVI мәні облыстың көптеген бөлігінде біртіндеп төмендеген. Мысалы, 2000 жылы NDVI орташа мәні 1,150 болса, 2020 жылы бұл көрсеткіш 1,060 шамасында болды. Бұл өсімдік жамылғысының сирегенін және деградацияланған аумақтардың ұлғайғанын көрсетеді (22-сурет).



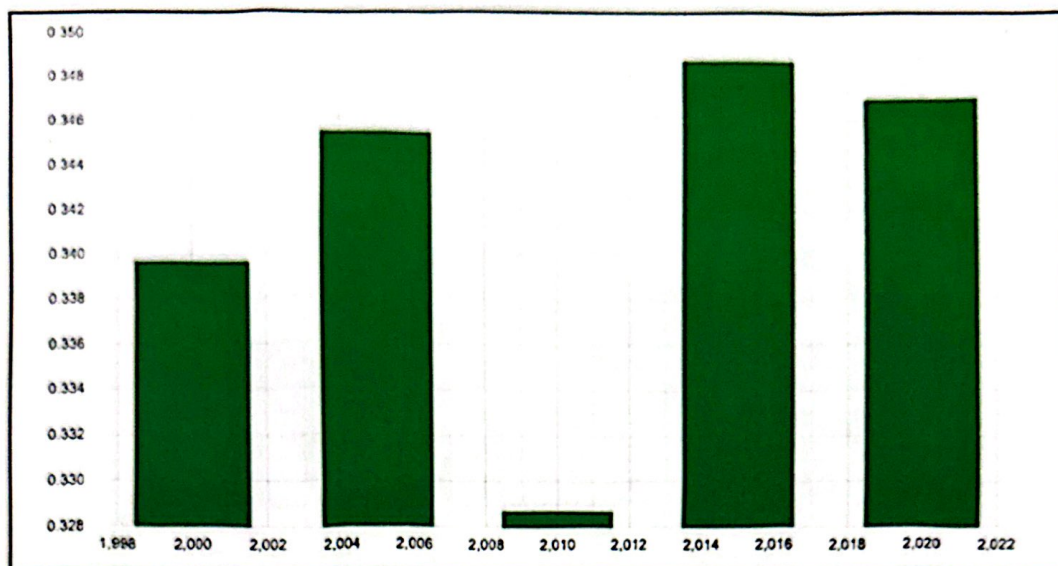
22-сурет – NDVI индекс мәндері

Бұл графикті мен MDVI (Modified Difference Vegetation Index) индексінің жылдар бойынша өзгерісін көрсету үшін жасадым. Талдау барысында 2000, 2005, 2010, 2015 және 2020 жылдарға арналған мәліметтерді пайдаландым. 2010 жылы 0,329 тең болғанын көріп тұрмыз. 2015 жылы едәуір жоғарылаған. Бұл өзгерістер аймақтың климаттық жағдайларына, жауын-шашын мөлшеріне және антропогендік әсерлерге тікелей байланысты болуы мүмкін деп ойлаймын (23,24-сурет).

MDVI индексстер



23-сурет – MDVI индексі



24-сурет – MDVI индекс мәндері

Графиктен байқағанымыздай, 2010 жылы MDVI мәні айтарлықтай төмендеп кеткен, бұл кезеңде өсімдіктер жамылғысының жағдайы күрт нашарлағанын көрсетеді. Ал 2005 және 2015 жылдары индекс мәні жоғары болған, яғни бұл жылдары өсімдіктердің күйі салыстырмалы түрде жақсы болған. 2020 жылы MDVI көрсеткіші сәл төмендегенімен, 2010 жылмен салыстырғанда әлдеқайда жоғары.

Зерттеу жұмысымыздың бір бөлігінде мен 2001 жылға арналған спутниктік деректерді пайдаланып, жер жамылғысын классификациялау жұмыстарын жүргіздім. Экологиялық картадан көріп отырғандарыңыздай (26-сурет) – зерттеуімізге негіз болған MODIS деректері бойынша Маңғыстау облысының үлкен бөлігі шөлді және жартылай шөлейт категорияларына жатады. Бұл мәліметтерді өңдеу барысында геоақпараттық жүйелер (ГИС) және қашықтықтан зондтау технологиялары (ЖЗТ) қолданылды. Бұл картаның мақсаты Маңғыстау облысындағы табиғи ландшафтарды зерттеу, Шөлейттену, топырақ деградациясы секілді экологиялық мәселелерді бағалау, Ауыл шаруашылығы және жер пайдалану жоспарлауына көмектесу, Уақыт өте келе болатын өзгерістерді (мәселен, урбанизация, егістік жерлердің ұлғаюы) бақылау. Бұл карта ландшафт өзгерістерін динамикада бақылауға, климаттың өзгеруіне жауап беретін экожүйелердің күйін бағалауға мүмкіндік береді. Жер деградациясы мен шөлейттену процестерін модельдеуде, сондай-ақ жер ресурстарын басқаруда маңызды құрал болып табылады. Сонымен қатар, карта LAI индексімен байланыста пайдаланылады, себебі әрбір жамылғы түрі жапырақ ауданы бойынша ерекшеленеді. Мұндағы әрбір түс белгілі бір жер жамылғысы категориясын білдіреді және бұл картаның негізі — жер ресурстарының қазіргі экологиялық жағдайын бағалауға, жер деградациясын, ауыл шаруашылығын, урбанизацияны және вегетация динамикасын зерттеуге арналған.



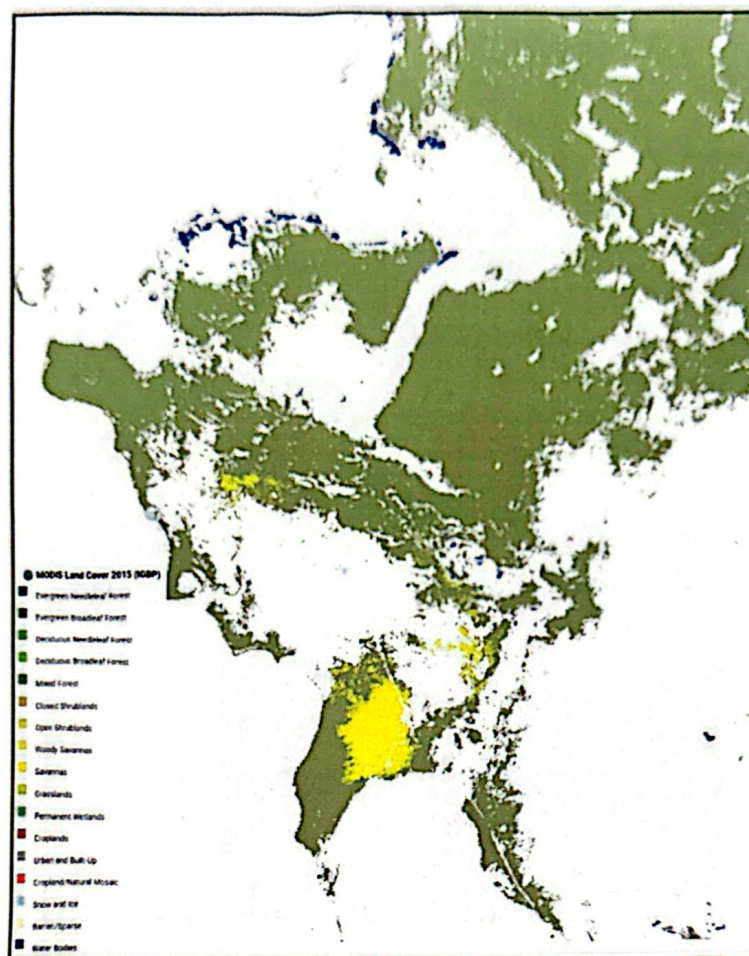
26-сурет – Спектрлік индекстердің нәтижелері арқылы жер жамылғысын классификациялау 2001 жылы

MODIS Land Cover 2001 картасы негізінде мен әртүрлі жер жамылғысының түрлерін — ормандар, шалғындар, егіндік алқаптар мен шөлейт аймақтарды ажырата алдым. Маңғыстау облысында ашық және жабық шөптесіндермен қатар, құрғақ, өнімсіз жерлердің көлемі жыл сайын ұлғайып келе жатқанын байқауға болады. Бұл жағдай ауыл шаруашылығына, мал жайылымына және биологиялық әртүрлілікке кері әсерін тигізуде.

Бұл карта — NASA-ның MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) спутниктік жүйесі арқылы 2015 жылы алынған IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) жіктемесіне сәйкес құрылған жер бетінің жамылғысы картасы (27-сурет).

Диплом жұмысының практикалық бөлімінде 2015 жылға арналған қашықтықтан зондтау деректері негізінде жер жамылғысын классификациялау жүргізілді. Зерттеудің басты мақсаты — таңдалған аумақтағы өсімдіктер жамылғысының және жер пайдалану түрлерінің өзгерістерін анықтау. Бұл карта ландшафт өзгерістерін динамикада бақылауға, климаттың өзгеруіне жауап беретін экожүйелердің күйін бағалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, карта LAI индексімен байланыста пайдаланылады, себебі әрбір жамылғы түрі жапырақ ауданы бойынша ерекшеленеді. Жер деградациясы мен шөлейттену

процестерін модельдеуде, сондай-ақ жер ресурстарын басқаруда маңызды құрал болып табылады.



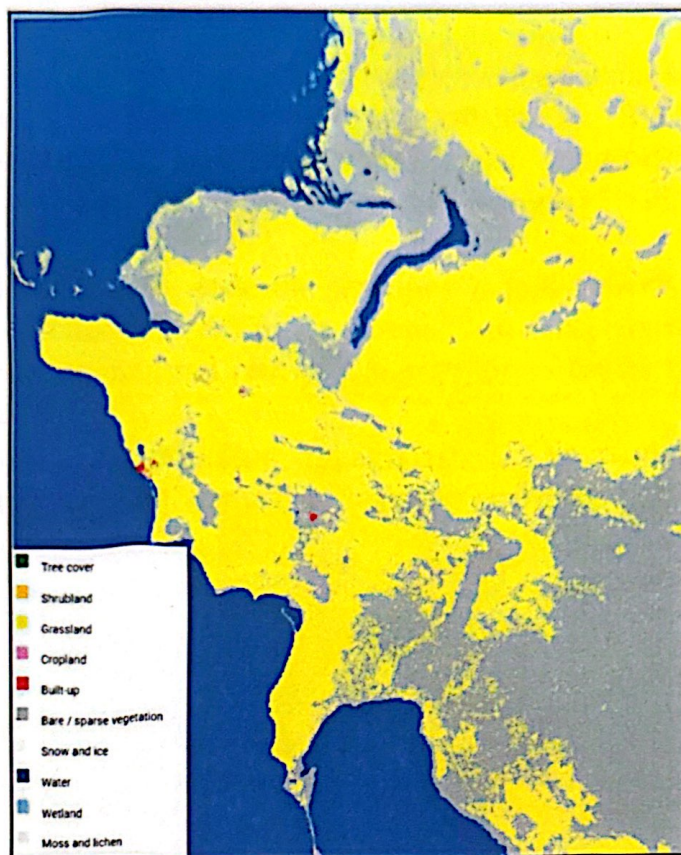
27-сурет – MODIS Land Cover 2015 жылы (IGBP) деректері негізіндегі Жер жамылғысының картасы

PROBA-V спутнигі 2013 жылы іске қосылып, 2020 жылдың маусымына дейін жаһандық жер жамылғысы мен өсімдіктерді бақылау үшін деректер жинады. 2023 жылы осы спутниктің деректері жаңартылып, PROBA-V Collection 2 (C2) жинағы ретінде қайта өңделіп, қолжетімді болды. Бұл карта — жер бетіндегі жамылғы түрлерін классификациялау мақсатында 2023 жылы алынған жерді қашықтан зондтау деректерінің негізінде жасалған (28-сурет). Мұндағы әрбір түс белгілі бір жер жамылғысы категориясын білдіреді және бұл картаның негізі — жер ресурстарының қазіргі экологиялық жағдайын бағалауға, жер деградациясын, ауыл шаруашылығын, урбанизацияны және вегетация динамикасын зерттеуге арналған. Жер деградациясы мен шөлейттену белгілері бар аймақтар картаның ашық сұр және сарғыш аймақтарынан көрінеді. LAI индексін модельдеуге мүмкіндік береді, себебі әр жамылғы типі өзінің жапырақ массасы тығыздығымен ерекшеленеді.

Картаның көмегімен:

- Жер ресурстарын тиімді басқару.

- Экожүйелердің жай-күйін бағалау.
- Климаттық өзгерістер әсерін модельдеу.
- Деградация мен шөлейттену процестерін болжау жүзеге асырылады.



28-сурет – Proba-V (COPERNICUS) – 2023 жыл деректері негізіндегі Жер жамылғысының картасы

3.3 Шөлейттенуге қарсы ұсынылатын инновациялық әдістер

Шөлейттенуге қарсы инновациялық әдістер бірнеше бағыттар бойынша жүзеге асырылады. Олар табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, экологиялық тұрақтылықты арттыру және жердің құнарлылығын сақтау мақсатында қолданылуы мүмкін. Олардың ішінен бірнеше маңыздысы:

Ақылды суару жүйелері: Құрғақ аймақтарда су тапшылығы жиі кездеседі. Ақылды суару жүйелері, әсіресе, тамшылатып суару мен автоматтандырылған бақылау жүйелері, судың тиімділігін арттырады. Бұл әдіс топырақтың ылғалдылығын сақтай отырып, өсімдіктердің қажеттілігіне қарай су ресурстарын пайдалану мүмкіндігін береді.

Топырақты жақсарту технологиялары: Топырақтың құрылымын жақсарту үшін органикалық тыңайтқыштар мен мульча қолдану мүмкін. Бұл әдіс топырақтың ылғалды ұстап тұру қабілетін арттырады, сондай-ақ топырақтың эрозиясына қарсы күреседі.

Қоректік дақылдарды таңдау: Құрғақшылыққа төзімді дақылдар өсіру шөлейттенуді тоқтату үшін тиімді әдіс болар еді. Мысалы, кейбір өсімдіктердің корендік жүйесі терең болып, топырақтың ылғалын жақсы сіңіреді.

Гео-желі және жел барьеры: Топырақтың желмен ұшып кетуін болдырмау үшін гео-желі мен жел тосқауылдарын қолдану өте тиімді әдіс. Бұл шөлейттенудің алдын алып, жердің құнарлығын сақтау үшін маңызды.

Судың қайта өңделуі және жаңбыр суын жинау: Шөлейттену процесін тоқтату үшін жаңбыр суын жинап, қайта өңдеу технологияларын қолдану пайдалы болуы мүмкін. Бұл су ресурстарын үнемдеу мен қайта пайдалану мүмкіндігін арттырады.

Табиғи экожүйелерді қалпына келтіру: Жерді табиғи жағдайға жақын экожүйелермен қалпына келтіру әдістері (мысалы, орман және шөпті жамылғыларды қайта қалпына келтіру) шөлейттенуге қарсы тиімді күрес тәсілі болып табылады [14].

Бұл әдістер экологиялық тұрақтылықты арттыруға және жердің құнарлығын сақтау үшін заманауи технологияларды қолдануға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысының шөлейттену мәселесі жан-жақты зерттелді. Зерттеу барысында жердің деградациясын сипаттайтын негізгі көрсеткіштер – NDVI (өсімдіктердің қалыпты индексі), MDVI индекстері қолданылды. Бұл көрсеткіштер арқылы шөлейттену үрдістерінің кеңістіктік және уақыттық өзгерістері анықталып, Маңғыстау облысының экологиялық жағдайына кешенді баға берілді.

Соңғы 20 жылда (2000–2020 жж.) спутниктік деректер негізінде жүргізілген талдау нәтижесінде облыс аумағында шөлейттену деңгейі едәуір артқаны анықталды. Атап айтқанда, NDVI индексі бойынша өсімдіктер жамылғысының азайғаны байқалды, бұл табиғи ресурстардың тозуы мен климаттың өзгеруінің тікелей салдары болып отыр. Сонымен қатар, MDVI көрсеткіштері өсімдік жамылғысының біртіндеп төмендеп келе жатқанын көрсетті, бұл да шөлейттенудің күшеюіне әкелетін маңызды факторлардың бірі. Аталған индекстерді талдау нәтижесінде Маңғыстау облысының кейбір бөліктері – әсіресе Мұнайлы, Қарақия және Бейнеу аудандары – шөлейттенуге ең осал аймақтар екені анықталды. Бұл аймақтарда жердің экожүйелік тепе-теңдігі бұзылып, ауыл шаруашылығы мен табиғи өсімдіктер жамылғысына кері әсерін тигізуде.

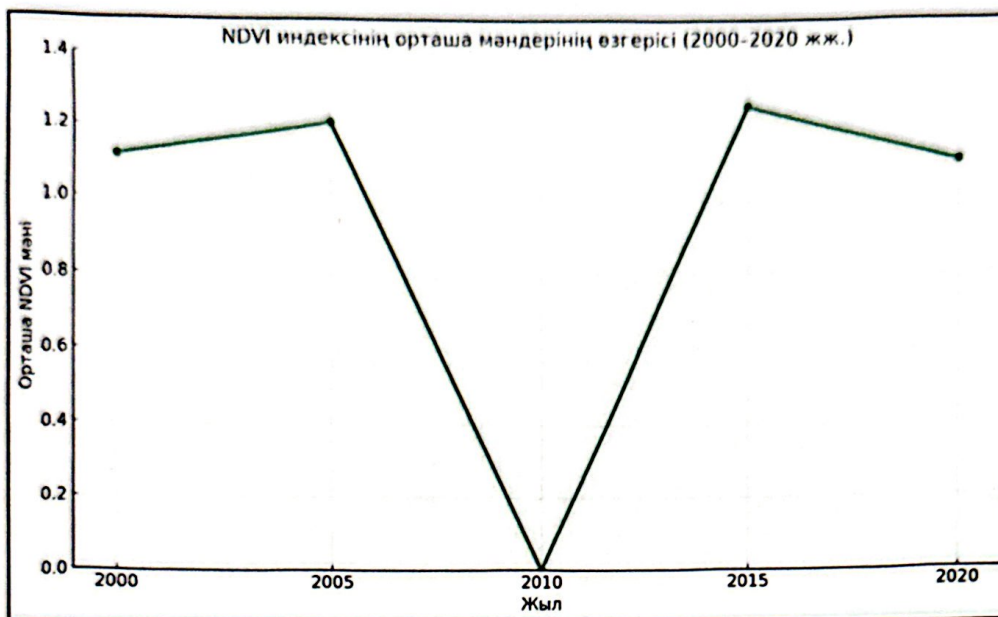
Зерттеу нәтижелері табиғи ортаны қорғау мен жер ресурстарын ұтымды пайдалану саласында маңызды практикалық маңызға ие. Қашықтықтан зондтау технологияларын пайдалану арқылы шөлейттену үрдістерін тұрақты түрде бақылап отыруға, алынған мәліметтер негізінде экологиялық апаттардың алдын алу шараларын уақтылы қабылдауға мүмкіндік бар. Бұл, өз кезегінде, аймақтық деңгейде тиімді табиғат пайдалану стратегияларын әзірлеуге септігін тигізеді.

Қорытындылай келе, спутниктік мәліметтер мен ГАЖ технологиялары Маңғыстау облысындағы шөлейттену мәселесін кешенді түрде зерттеуге, мониторинг жүргізуге және болашақта алдын алу шараларын жоспарлауға үлкен мүмкіндік береді. Бұл бағыттағы зерттеулерді әрі қарай кеңейту, деректерді нақтылау және тұрақты мониторинг жүйесін құру – аймақтың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі кепілі болып табылады.

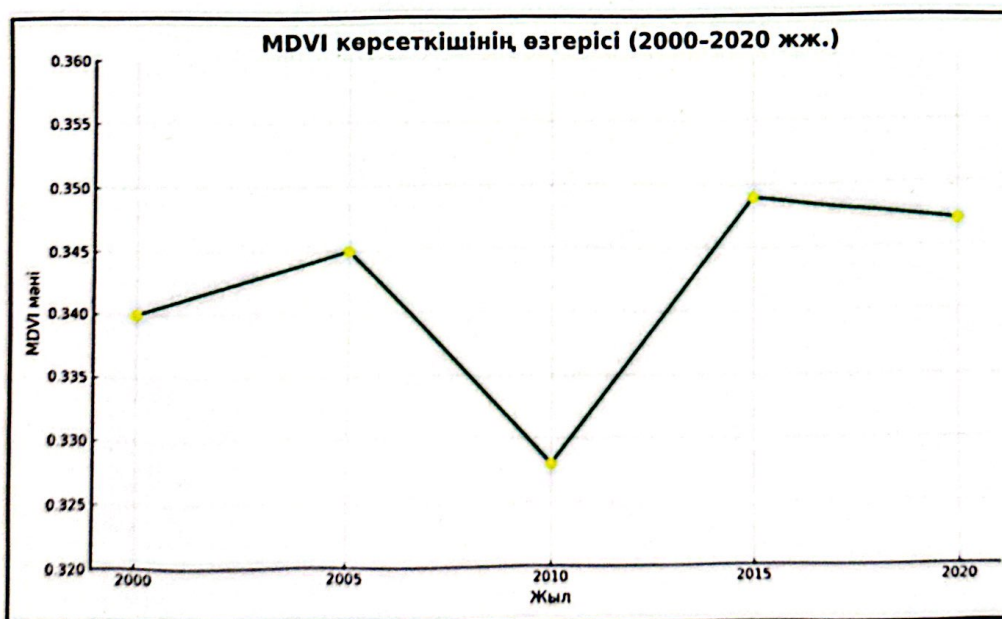
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Маңғыстау өңіріне физикалық-географиялық сипаттамма.
<https://stud.kz/referat/show/6440>
- 2 Маңғыстау өңірі табиғат компоненттеріне сипаттамасы.
<https://stud.kz/referat/show/36537>
- 3 Жолдасбеков Ж. Ж., Тілеубергенев А. Қ. Экологиялық мониторинг және қашықтықтан зондтау әдістері. - Алматы: Қазақ университеті, 2019.-150 б.
- 4 Бакеев С.А. Жер ресурстарын басқару және экологиялық қауіпсіздік. - Нұр-Сұлтан: Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ, 2018.-168 б.
- 5 Мельников Н. А., Мухамеджанов, Ж. ДЗЗ технологиялары және олардың ауыл шаруашылығында қолданылуы. Алматы: Экология және қоршаған орта. - Алматы, 2018.
- 6 Нұртаева С. Қ., Әлиев Қ. Ж. Шөлейттену және топырақ эрозиясын ғарыштық технологиялармен бақылау. География және экология. - Алматы: 2018.
- 7 Tucker C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment, 1979. 127–150 б.
- 8 Jensen J. R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Pearson Education, 2013.
- 9 Төлебаев Ә. Т. ГАЗ технологиялары және олардың қолдану салалары. Алматы: ҚР БҒМ, 2020.
- 10 United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Global Land Outlook – First Edition. - Germany, 2017.
- 11 Абдуллаев А. Б., Сүлейменов, Ж. Шөлейттенудің ғарыштық бақылауы: Маңғыстау облысындағы экологиялық жағдайларды зерттеу. Астана: Экология ғылыми баспасы, - Астана, 2017.
- 12 Бөрібаев С. Б., Мұқашев Қ. Ж. Қазақстандағы шөлейттену процестері мен оларды бақылау әдістері. – Алматы: Қазақ университеті, 2016.
- 13 Оценка опустынивания земель методами ДЗЗ
<https://innoter.com/articles/otsenka-opustynivaniya-zemel-metodami-dzz/>
- 14 UNCCD (БҰҰ Шөлейттенуге қарсы күрес конвенциясы). Global Land Outlook, 2017.

А қосымшасы

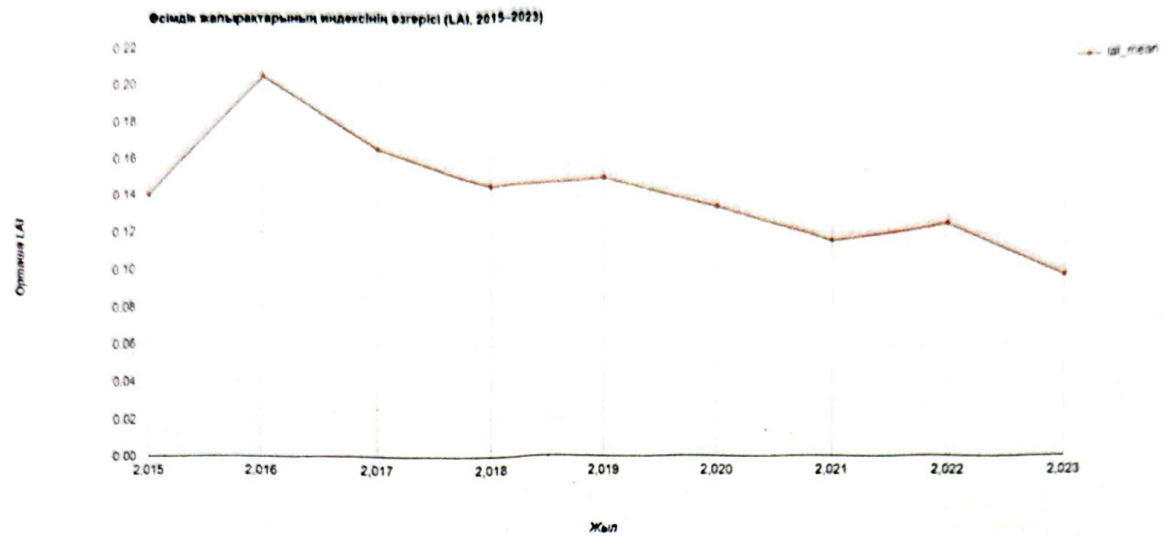


А.1-сурет – – NDVI индексінің орташа мәндерінің өзгерісі

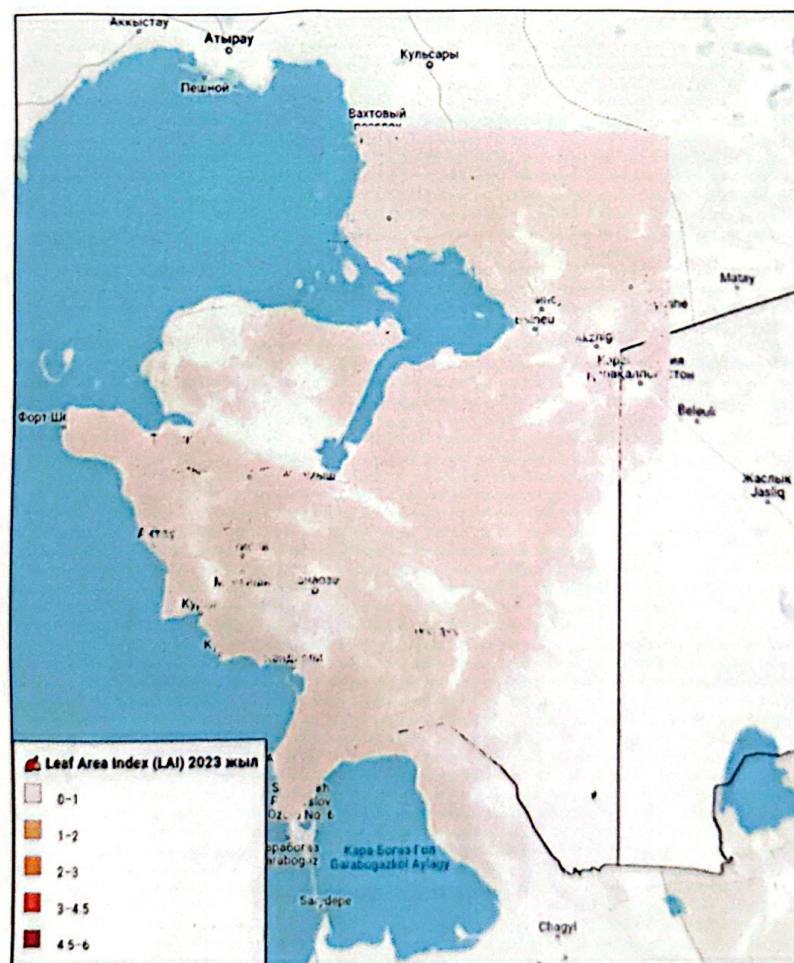


А.2-сурет – MDVI индексінің орташа мәндерінің өзгерісі

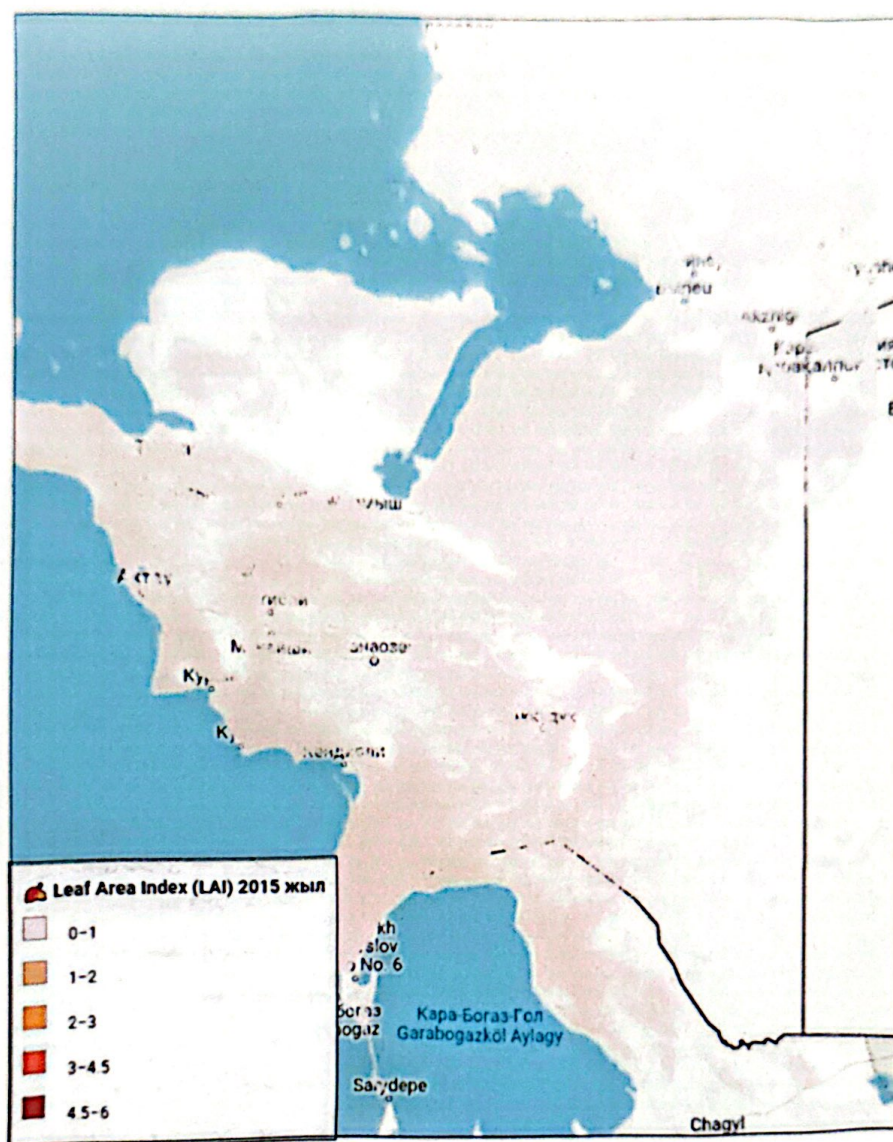
В қосымшасы



В.1– Өсімдік жапырақтарының индексінің өзгерісі LAI 2015-2023ж.



В.2 – LAI индексінің мәндері 2023ж.



В.3 – LAI индексінің мәндері 2015ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Туребекова Сабина Саматовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Туребекова Сабина ДР Маңгыстау облысы

Научный руководитель: Айгуль Кенесбаева

Коэффициент Подобия 1: 0.3

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 6

Знаки из здругих алфавитов: 313

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 19.05.

Асетурбаев Д.
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Туребекова Сабина Саматовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Туребекова Сабина ДР Маңғыстау облысы

Научный руководитель: Айгуль Кенесбаева

Коэффициент Подобия 1: 0.3

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 6

Знаки из здругих алфавитов: 313

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

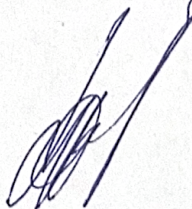
☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

19.05

Заведующий кафедрой



Ғылыми жетекшінің пікірі

Туребекова Сабина Саматовнаның

Дипломдық жұмысна

6B07303 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия бойынша

Тақырыбы: «Спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысының шөлейттену мәселесін зерттеу».

Дипломдық жұмыс қазіргі таңда өте өзекті экологиялық мәселелердің бірі – шөлейттену процесін зерттеуге арналған. Әсіресе, су тапшылығы мен климаттың өзгеруі әсерінен шөлейттену үдерісі айқын байқалатын Маңғыстау облысы мысал ретінде алынып, кеңістіктік-уақыттық талдау жүргізілген. Студент шөлейттену мәселесін бағалау мақсатында спутниктік деректермен жұмыс істеу дағдыларын жақсы деңгейде меңгерген. Жұмыста Landsat спутниктерінің көпжылдық (2000–2020 жж.) деректері қолданылып, NDVI сияқты маңызды экологиялық индекстер есептелген. Бұл көрсеткіштерді талдау арқылы Маңғыстау облысындағы деградацияның динамикасы мен кеңістіктік таралуы анықталған.

Жұмыстың құрылымы ғылыми талаптарға сай, мазмұны нақты және жүйелі. Кіріспе бөлімде тақырыптың өзектілігі мен мақсаты нақты тұжырымдалған. Негізгі бөлімдерде деректерді алдын ала өңдеу, геоақпараттық жүйелерді қолдану және алынған нәтижелерді талдау толық баяндалған. Қорытынды бөлімде шөлейттенуге қарсы ұсыныстар мен болжамдар берілген. Студент Google Earth Engine платформаларын тиімді пайдалана отырып, қашықтықтан зондтау және ГАЗ технологияларын жақсы меңгергендігін көрсетті. Ғылыми ізденісі мен өз бетінше жұмыс жасау қабілеті жоғары деңгейде.

Дипломдық жұмысты 95–100% деңгейінде орындаған деп есептеймін және студент – Туребекова Сабина «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын. Жұмысты қорғауға жіберуге ұсынамын.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, МІЖГ

кафедрасының қауым. профессоры

PhD

«26» мамыр 2025 ж.



А.С. Кенесбаева А.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмысқа

Туребекова Сабина Саматовна
(аты жөні)

6B07303 - Геокеңістіктік цифрлық инженерия
(мамандықтың атауы мен шифры)

Тақырыбы: Спутниктік мәліметтерді пайдалана отырып, Маңғыстау облысының шөлейттену мәселесін зерттеу

Орындалды:

- а) слайдтық бөлім 19 парак
- б) түсініктеме 43 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жұмыс Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, Маңғыстау облысының шөлейттену мәселесінің өзгеруін зерттеудің өзекті тақырыбына арналған.

Жұмыста Landsat спутниктік суреттері қолданылып, индекстері есептелген. Бұл көрсеткіштер арқылы зерттеу аумағындағы шөлейттену дәрежесі бағаланып, 2000–2020 жылдар аралығындағы өзгерістер динамикасы көрнекі түрде көрсетілген. Студент деректерді өңдеу үшін геоақпараттық жүйелер және қашықтықтан зондтау әдістерін тиімді қолдана отырып, ғылыми талдау жүргізе білген.

Алынған нәтижелерге сәйкес Маңғыстау облысының шөлейттенуіне байланысты экологиялық жағдайды жақсарту жөнінде ұсыныстар берілді. Жұмыста әр түрлі уақыттағы ғарыштық суреттерді алдын-ала өңдеу егжей-тегжейлі сипатталған. Сондай-ақ, таңдалған облыстың құрғақшылығының өзгеруіне салыстырмалы талдау жасалды.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Ізденушінің жұмысын және презентациясын жан-жақты талдай отырып, Туребекова Сабина Саматовнаның дипломдық жұмысы барлық стандарттық талаптарға сай, сонымен қатар қазіргі таңда өзекті болатын жобалардың біріне жатқыза аламын. Бітіру жұмысы 95 бағасына лайық және қорғауға ұсынылады, ал студентке бакалавр академиялық дәрежесін беру.

Рецензент

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,
картография және геоинформатика
кафедрасының аға оқытушысы

«26» 05 2025ж

Байдаулетова Г.К

2025ж