

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

О.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Шапаева Ақтоты Төлегенқызы
Зал Саят Батыржанұлы

Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Қызылорда облысының аумағында жердің
тұздану процестерінің дамуын болжау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

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

О.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі,
Т.Ғ.К., қауымдастырылған профессор

Мейрамбек Г.

" 10/10/06 2025 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
 НАО «Казниту им. К.И. Сатпаева»
 Горно-металлургический институт
 им. О.А. Байконурова

Тақырыбы: «Жерді қашықтықтан зондау деректері негізінде Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау»

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Шапаева Ақтоты
Зал Саят

«ГеоСтройКапитал» ЖШС

PhD докторы,

директор

қауымдастырылған профессор

Биримжанов А.Т.

Имансакипова.Б.Б.

2025 ж.

" 09.06 2025 ж.



Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

О.А.Байқоңыров атындағы Тау - кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі,
т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Мейрамбек Г.
"10" 06 2025 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Зал Саят, Шапаева Ақтоты

Тақырыбы: «Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Қызылорда облысының
аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау»

Академиялық істер жөніндегі проректор 2025 жылғы «29» қаңтар № 26-П/Ө бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «10» маусым 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: 2011, 2013, 2017, 2022, 2024 жылдардағы Landsat-
8 және Sentinel-2 спутнигінен алынған ғарыштық суреттер, ArcGIS бағдарламасы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) NDVI, NDSI индекстарын есептеп, жылдар аралығындағы өзгеру динамикасын көрсету.

б) 2011, 2013, 2017, 2022, 2024 жылдар аралығындағы ғарыштық суреттерді бақылау
арқылы салыстыру.

Графикалық материалдардың тізімі:.

жұмыс презентациясы слайдтарда 20 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 3 атаулардан

1 Исламбеков Н.А. Қызылорда облысының жер ресурстары. – Қызылорда: 2016. "Тұмар"
баспасы

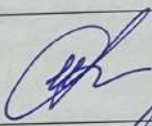
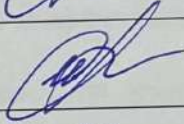
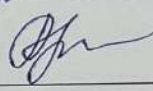
2 Бекенов Ж.Қ. Қызылорда облысының топырақ-климаттық ерекшеліктері. – Алматы: 2018.
"Қазақ университеті" баспасы

3 Әбілқасымова А.К. Қазақстандағы шөлейттену және тұздану үрдістері. – Астана: 2017.
"Фолиант" баспасы

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе бөлім	12.05.2025	Ескерту жок
Арнайы бөлім	26.05.2025	Ескерту жок

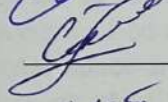
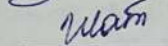
Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен,
кеңесшілер мен және норма бақылаушының қойған
қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Кіріспе бөлім	Имансакипова.Б.Б. PhD докторы, қауымдастырылған профессор	09.06.25	
Арнайы бөлім	Имансакипова.Б.Б. PhD докторы, қауымдастырылған профессор	09.06.25	
Норма бақылаушы	Ормамбекова А.Е. PhD докторы, аға оқытушы	09.06.25	

Ғылыми жетекшісі

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

Күні

Имансакипова.Б.Б.

Зал С.Б.

Шапаева А.Т.

« 04 » 02 2025 ж

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Қызылорда облысының Сырдария ауданы аумағындағы жердің тұздану процестерінің кеңістіктік және уақыттық даму үрдістері Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде зерттелді. Ғарыштық көпспектрлі суреттер, NDVI индексі және геоақпараттық жүйелер әдістері қолданылып, тұздануға бейім аймақтар анықталды. Алынған нәтижелер топырақтың тұздану қарқынын бағалауға және жер ресурстарын тиімді басқаруға негіз болады.

Сонымен қатар, шет елдердегі жердің тұздану мәселесін басқару тәжірибелері қарастырылып, салыстырмалы талдау жасалды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе изучены пространственные и временные тенденции развития процессов засоления земель на территории Сырдарьинского района Кызылординской области на основе данных дистанционного зондирования Земли. Были использованы методы космических многоспектральных изображений, индекса NDVI и геоинформационных систем, чтобы определить области, подверженные засолению. Полученные результаты служат основой для оценки темпов засоления почв и эффективного управления земельными ресурсами.

Кроме того, были рассмотрены практики управления проблемой засоления земель в зарубежных странах и проведен сравнительный анализ

ANNOTATION

In this thesis, the trends of spatial and temporal development of land salinization processes in the territory of the Syrdarya District of the Kyzylorda region were studied on the basis of data from remote sensing of the earth. The methods of multi-dimensional space images, NDVI index and Geoinformation systems were used and regions prone to salinity were identified. The results obtained will serve as the basis for assessing the rate of soil salinization and effective management of land resources.

In addition, the experience of managing the problem of salinization of land in foreign countries was considered and a comparative analysis was carried out.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Қызылорда облысының физикалық-географиялық және экологиялық жағдайы	9
1.1 Қызылорда облысының географиялық орны және табиғи-климаттық ерекшеліктері	9
1.2 Ландшафтық құрылым мен топырақ типтері	14
1.3 Қызылорда облысының ауыл шаруашылығы және топырақтың тұздануы	18
2 Жерді қашықтықтан зондтау әдістері және тұздану деңгейін бағалау карталарын құрастыру	22
2.1 ЖҚЗ технологияларының жалпы сипаттамасы және қолдану бағыттары	22
2.2 Қолданылған спутниктік деректер (Landsat, Sentinel, т.б.) және оларды алдын ала өңдеу	29
2.3 Нақты аудан бойынша мультиспектрлік индекстерді (NDVI, NDSI, т.б.) есептеу	42
3 Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау және бағалау	47
3.1 Тұздану процестерінің табиғи және антропогендік себептері	47
3.2 Шет елдегі топырақтың тұздануын салыстыру арқылы ұсыныс және болжау	52
Қорытынды	58
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	60

КІРІСПЕ

Зерттеудің өзектілігі. Қазіргі таңда Қазақстан Республикасының көптеген аймақтарында жер ресурстарының сапалық деградациясы, соның ішінде топырақтың тұздануы өткір экологиялық және агроөнеркәсіптік мәселе болып отыр. Әсіресе, Арал маңы экожүйесіне жататын Қызылорда облысы аймағы климаттық қолайсыздықтар мен ирригациялық агрошаруашылық салдарынан жоғары деңгейде тұздануға ұшыраған. Бұл процестердің кеңістіктік-уақыттық динамикасын анықтау және олардың даму бағыттарын болжау тиімді жер пайдалану мен табиғи ресурстарды басқарудың маңызды құрамдас бөлігі болып саналады. Осы тұрғыда, жерді қашықтықтан зондтау технологияларын қолдану топырақ деградациясын мониторингтеудің заманауи, сенімді және жедел әдісі ретінде маңызды ғылыми-тәжірибелік мәнге ие. Дәстүрлі жер мониторингі әдістері ауқымды аумақтарда топырақтың физикалық-химиялық жағдайларын тиімді бағалауға мүмкіндік бермейді. Сондықтан ЖҚЗ технологияларын қолдану кеңістіктік және уақыттық тұрғыда топырақ деградациясын жедел, дәл және жүйелі түрде бағалаудың заманауи құралы ретінде ерекше маңызға ие. Мультиспектрлік спутниктік суреттер мен геоақпараттық жүйелер көмегімен жердің тұздану процесін сандық түрде бағалау, картографиялау және оның даму динамикасын болжау бүгінгі күні ғылыми-практикалық тұрғыдан аса өзекті болып табылады.

Сондай-ақ, бұл зерттеу Қазақстанның орнықты дамуы стратегиясына, жер ресурстарын ұтымды пайдалану саясатына және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге үлес қосады. Осыған байланысты, зерттеу тақырыбының ғылыми, практикалық және экологиялық маңызы зор.

Мақсаты – ЖҚЗ деректерін пайдалана отырып, Қызылорда облысы аумағындағы жердің тұздану процестерінің кеңістіктік таралуын бағалау және олардың даму тенденцияларын болжау.

Міндеттері:

- Қызылорда облысының табиғи-географиялық және топырақ жағдайларын сипаттау;
- ЖҚЗ деректері негізінде топырақтың деградациясын анықтау әдістемесін ұсыну;
- Мультиспектрлік индекстерді (NDVI, NDSI және т.б.) есептеу арқылы тұздану деңгейін бағалау;
- ГАЖ технологияларын қолдана отырып тұздану карталарын құрастыру;
- Уақыттық салыстыру жүргізу арқылы болашақтағы тұздану динамикасын модельдеу.

Зерттеу нысаны – Қызылорда облысы аумағындағы жер қоры және оның деградациялық өзгерістері.

Зерттеу әдістері

- Жерді қашықтықтан зондтау (Landsat, Sentinel деректері);
- Мультиспектрлік бейнелерді өңдеу (ENVI, SNAP бағдарламаларында);
- Геоаппараттық жүйелермен жұмыс (ArcGIS, QGIS);
- Картографиялық талдау және статистикалық өңдеу әдістері;
- Уақыттық динамиканы талдау және болжау.

Жұмыстың нәтижелері аймақтық жер ресурстарын басқару, егістік жерлерді оңтайлы пайдалану, мелиорациялық іс-шараларды жоспарлау, сондай-ақ экологиялық мониторинг жүйесін жетілдіру үшін қолдануға болады. Сонымен қатар, бұл әдістемелер Қазақстанның басқа аймақтарында да кеңінен қолданылуы мүмкін. Климаттың жаһандық өзгеруі және су ресурстарының тапшылығы жағдайында Қазақстанда, әсіресе Арал маңы аймағында топырақтың тұздану үдерісі күшейіп келеді. Бұл құбылыс тек экологиялық емес, сонымен қатар әлеуметтік-экономикалық қауіп төндіріп отыр. Осы тұрғыдан алғанда, жер ресурстарының жай-күйін тиімді бақылау мен болжау – уақыт талабы. Практикалық маңыздылығына келетін болсақ, жұмыстың нәтижелері жергілікті басқару органдарына, аграрлық сектор мамандарына және экологиялық бақылау ұйымдарына нақты шешімдер қабылдауда көмек бере алады. Атап айтқанда, зерттеу мәліметтері арқылы тұздануға бейім аумақтарды анықтап, мелиорация шараларын дер кезінде жүргізуге, жер сапасын арттыруға және ауылшаруашылық өнімділігін оңтайландыруға мүмкіндік туындайды.

1 Қызылорда облысының физикалық-географиялық және экологиялық жағдайы

1.1 Қызылорда облысының географиялық орны және табиғи-климаттық ерекшеліктері

Қызылорда облысы - Қазақстан Республикасының оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан, табиғи ресурстары мен географиялық орны ерекше аймақтардың бірі. Арал теңізінің экологиялық дағдарысы бұл өңірдің әлеуметтік-экономикалық және экологиялық дамуына үлкен әсер етуде. Облыс жері негізінен Тұран ойпатында орналасқан шөлейтті аймақтарға жатады, сондықтан физикалық-географиялық факторлар мен климаттық ерекшеліктер табиғи ортаның дамуына тікелей ықпал етеді.

Қызылорда облысы – еліміздің оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан, экономикалық және географиялық тұрғыдан маңызды өңірлердің бірі. Жалпы жер көлемі шамамен 226 мың км² құрап, бұл Қазақстан аумағының 8,3%-ын иеленеді (1-суретке сәйкес). Бұл аймақ Тұран ойпатының шетін ала орналасқан, ал жер бедері негізінен Арал теңізіне қарай еңістелетін жазықтардан тұрады. Облыстың солтүстік және шығыс бөлігінде Арал теңізінің жағалауы мен аралдары орналасса, ал оңтүстік-шығысында Қаратау жоталарының жалғасы кездеседі, олардың биіктігі 1400 метрге дейін жетеді. Географиялық шекаралары бойынша, Қызылорда облысы:

- Оңтүстігінде – Өзбекстанның Новаи облысы мен Қарақалпақстан Автономиялық Республикасы,
- Шығысында - Шымкент облысымен,
- Солтүстігінде - Қарағанды облысымен,
- Батысында - Ақтөбе облысымен шектеседі.

Қызылорда облысының аумағы арқылы өтетін маңызды су көзі - Сырдария өзені. Оның сол жағалауында Жаңадария мен Қуандария арналарының маңында биіктігі әркелкі жоталы құм жыныстары, ал оң жағалауында тұзға қаныққан батпақты ойпаңдар мен су жиналатын тұзды алаптар кездеседі. Бұл аймақтың гидрологиялық құрылымы мен топырақ жамылғысы облыстың табиғи-географиялық бейнесін қалыптастырады. Қызылорда облысының географиялық орналасуы 1-суретте көрсетілген.[1]

Әкімшілік-аумақтық құрылымы бойынша Қызылорда облысы 7 ауданға бөлінеді, олардың әрқайсысы ауыл шаруашылығы бағытында өзіндік мамандануға ие. Бұл аудандар табиғи-климаттық жағдайларына қарай ауыл шаруашылық жер қорымен қамтамасыз етілген, және республиканың әлеуметтік-экономикалық дамуында ерекше орын алады



1-сурет – Қызылорда облысының географиялық орналасу картасы

Облыс аумағы Тұран ойпатының жазықтарымен сипатталады. Батыс бөлігінде Арал теңізінің құрғаған табаны орналасқан, ал орталық және шығыс бөліктерінде төменгі және орта шөлейт жазықтар кең таралған. Абсолюттік биіктік теңіз деңгейінен 50–200 метр аралығында өзгереді. Аймақта эолдық процестер кеңінен таралған, бұл құмды алқаптардың (мысалы, Қарақұм, Қызылқұм) пайда болуына әкелген.

Қызылорда облысы күрт континенттік климаттық белдеуде орналасқан. Жазы ұзақ және ыстық, шілде айындағы орташа температура $+28...+30^{\circ}\text{C}$. Қысы қысқа және суық, қаңтар айындағы орташа температура $-8 - 12^{\circ}\text{C}$. Жауын-шашын жылына орта есеппен 100–150 мм-ден аспайды, бұл облысты құрғақ климаттық аймақ қатарына жатқызады.

Гидрографиялық сипаттамасы. Аймақтың негізгі су артериясы – Сырдария өзені, ол облыстың оңтүстігі арқылы ағып, Арал теңізіне құяды (қазіргі таңда су көлемі азайған). Жер асты сулары мен каналдық жүйелер (Жаңақорған, Шиелі, Қазалы каналдары) ауыл шаруашылығы үшін маңызды рөл атқарады.

Қызылорда облысының экологиялық жағдайын айқындайтын басты мәселе – Арал теңізінің тартылуы. XX ғасырдың ортасынан бастап суармалы егіншіліктің кеңінен дамуына байланысты Сырдария мен Әмудария өзендерінен теңізге құятын су мөлшері күрт азайды. Бұл теңіз деңгейінің төмендеуіне, тұздану мен шөлейттену процестерінің күшеюіне әкелді.

Негізгі салдарлар:

- Арал теңізінің ауданы 4 есеге азайды;

- Топырақтың тұздануы мен эрозиясы артып, ауыл шаруашылығы жерлерінің өнімділігі төмендеді;

- Теңіз табанынан көтерілген тұзды шаңдар ауа арқылы кең көлемде таралуда, бұл адам денсаулығына кері әсер етуде;

- Флора мен фаунаның жойылуы, биоалуантүрліліктің азаюы.

Топырақ пен жер ресурстарының жағдайына келер болсақ облыстың басым бөлігі шөлейтті аймақта орналасқандықтан, топырақтың құнарлылығы төмен.

Сазды, сор және құмды топырақтар кең таралған. Жердің тұздану деңгейі жоғары, бұл егістікке жарамды жерлердің көлемін азайтады.

Ауыз су тапшылығы және су сапасы. Ауылдық елді мекендердің басым бөлігі ауыз сумен жеткілікті қамтылмаған. Судың химиялық құрамындағы тұздар мен ауыр металдардың жоғары болуы – асқазан-ішек, бүйрек ауруларының таралуына ықпал етуде.

Ауа сапасы мен экологиялық ластану. Өңірде тұзды шаңдардың ауада таралуы мен құрғақ климаттық жағдайлар тұрғындардың тыныс алу жүйесіне әсер етуде. Теңіз табанынан тарайтын аэрозольдар құрамында пестицид қалдықтары, тұз, ауыр металдар анықталған.

Экологиялық тұрақтылықты қалпына келтіру шаралары:

- Көкарал бөгетінің салынуы – Солтүстік Арал теңізінің деңгейін қалпына келтіруге ықпал етті;

- Орман мелиорациясы бағдарламасы аясында сексеуіл егу жобалары жүзеге асырылуда;

- Сырдария бойындағы суару инфрақұрылымдары жаңғыртылып, суды үнемдеу технологиялары енгізілуде;

- Арал маңында экологиялық мониторинг жүргізілуде (жер, ауа, су сапасы).

Қызылорда облысының физикалық-географиялық жағдайы шөлейтті табиғи ортаға тән сипаттарымен 2-суретке сәйкес Арал теңізінің тартылуына байланысты экологиялық ахуалды күрделі сипат алып отыр. Табиғи ресурстардың тозуы, шөлейттену және биологиялық әртүрліліктің азаюы – аймақтың экожүйесіне тікелей қауіп төндіруде. Осыған орай, ғылыми негізделген кешенді экологиялық стратегияларды іске асыру, ресурстарды тиімді пайдалану және табиғатты қалпына келтіру жұмыстары өңірдің тұрақты дамуы үшін өзекті міндет болып табылады.

Қызылорда облысы аумағының едәуір бөлігі өсімдік жамылғысынан айырылған құмды алқаптармен сипатталса да, бұл өңірде өсімдіктердің алуан түрлілігі сақталған. Табиғи орта жағдайларына бейімделген өсімдік түрлерінің ішінде қамыс, жыңғыл, тал, тораңғы, сексеуіл, бетеге, жусан және солянка кең таралған. Шөлдік және шөлейт белдеуде таралған топырақтар негізінен қоңыр, құрғақ және сазды болып келсе де, бидай шөптерінің бірнеше түрлері, джужгун мен астрагал сияқты өсімдіктер де жиі кездеседі.

Қызылорда облысының экологиялық проблемаларының құрылымы



2-сурет – Қызылорда облысының экологиялық проблемалары

Арал теңізінің тартылуы – экологиялық жағдайдың басты себебі (35%);
Тұздану мен шаңдау – топырақтың және ауаның сапасын нашарлатады (25%);
Ауыз су тапшылығы мен топырақтың құнарсыздануы – ауыл шаруашылығы мен халық денсаулығына тікелей әсер етеді (әрқайсысы 15%);

Биоалуантүрліліктің азаюы – табиғи тепе-теңдікті бұзады (10%).

Жауын-шашын мөлшері өте аз, негізінен күз бен көктем мезгілдерінде түседі. Жылдық жауын-шашынның орташа мөлшері 3-суретке сәйкес облыс бойынша 100-150 мм аралығында, бұл шөл және шөлейт климаттың тән белгісі болып саналады.

Осындай климаттық жағдайлар аймақтың су ресурстары мен ауыл шаруашылығы саласына тікелей әсер етеді. Биологиялық әртүрлілікті сақтау және сирек кездесетін жануарлар мен өсімдіктерді қорғау мақсатында облыс аумағында Барсакелмес мемлекеттік табиғи қорығы ұйымдастырылған. Бұл қорықтың экологиялық және ғылыми маңыздылығы ерекше жоғары екенін атап өту қажет. [2]

Барсакелмес қорығы Арал теңізінің тартылуынан кейінгі экожүйелік өзгерістерді зерттеуде маңызды алаң болып табылады. Қорық аумағында бұрын теңізбен байланысы болған, қазіргі таңда құрғақшылыққа бейімделген флора мен фаунаның бірегей түрлері мекендейді. Бұл аймақта жүргізілетін экологиялық бақылаулар климаттық өзгерістер мен антропогендік әсерлердің салдарын ұзақ мерзімді тұрғыда бағалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Барсакелмес сирек кездесетін және жойылып кету қаупі төнген түрлерді сақтау жөніндегі ғылыми бағдарламалар үшін де маңызды. Қорық аумағында алынған деректер аймақтық табиғи ресурстарды сақтау стратегияларын әзірлеуге негіз бола алады.



3-сурет – Қызылорда облысы бойынша жауын-шашын мөлшері

Қызылорда облысында 2015–2023 жылдар аралығында жауын-шашын мөлшері азайып, тұрақсыз сипатта болған. Бұл облыстың құрғақ климаттық жағдайын және шөлейттену қаупінің артуын айқындайды.

Диаграмма ретінде: Арал теңізі деңгейінің өзгерісі, топырақтың тұздану көрсеткіштері, судың сапалық құрамындағы өзгерістер (мысалы, тұздылық деңгейі) көрсетілген.

Облыс аумағында жаз мезгілі ұзақ әрі аптапты ыстықпен сипатталады. Жылдың бұл мезгілінде температура +44–47 °С шамасына дейін көтеріліп, өңірде қуаңшылық жиі орын алады. Күз мезгілінде алғашқы салқын күндер қазан айының басында басталса, облыстың оңтүстік-шығыс бөлігінде қыркүйектің соңғы күндерінде-ақ байқалады. Бұл кезең – ауыл шаруашылығы үшін маңызды уақыт, өйткені дәл осы уақытта күріш жинау науқаны, сондай-ақ қауын-қарбыз, жеміс-жидек, картоп секілді бақша және егістік өнімдерін жинау жұмыстары жүргізіледі.

Қыс мезгілі қысқа әрі салыстырмалы түрде жұмсақ болып келеді. Қардың қалыңдығы әдетте 8-15 см шамасында болса, сирек кездесетін қатты қыс жағдайында бұл көрсеткіш 25-30 см-ге дейін жетуі мүмкін. Аймақтың климаттық ерекшеліктерінің бірі - жауын-шашын мөлшерінің өте аз болуы. Бұл құбылыс аймақтың құрғақшылыққа бейім екенін көрсетеді. Климаттық деректерге сүйенсек, 30 жыл ішінде бірнеше рет құрғақ кезеңдер тіркелген, бұл табиғи айналымның ұзақ мерзімді заңдылықтарын айғақтайды.

Мұндай экологиялық жағдайлардың қалыптасуына геологиялық өткеннің де әсері бар. Ғалымдардың пікірінше, өңір ежелгі замандарда бірнеше рет теңіз суының астында қалып, кейінірек мұздықтардың еруі нәтижесінде құрғап, орнында

шөлді аймақтар пайда болған. Уақыт өте келе, жауын-шашынның азаюы салдарынан облыс аумағында құрғақ жерлердің көлемі айтарлықтай ұлғайды.

Қызылорда облысының физикалық-географиялық жағдайы мен экологиялық ахуалы өзара тығыз байланысты және аймақтың тұрақты дамуына тікелей ықпал етеді. Табиғи-климаттық ерекшеліктері - шөлейтті жазық, құрғақ әрі ыстық климат, аз жауын-шашын – табиғи ресурстарды пайдалануда шектеулер туғызады.

Арал теңізінің тартылуы аймақ экологиясына орасан зор залал келтіріп, тұздану, шөлейттену, ауа мен топырақтың ластануы, ауыз су тапшылығы және биоалуантүрліліктің жойылуы сияқты күрделі экологиялық проблемалар тудырды. Бұл жағдайлар адам денсаулығына, ауыл шаруашылығы өнімділігіне және жалпы өмір сапасына теріс әсер етеді.

2-суреттегі диаграммалық мәліметтер негізінде анықталғандай:

- экологиялық мәселелердің басым бөлігі арал теңізі дағдарысымен байланысты;
- тұзды шаңдар мен жердің тұздануы тұрғындар үшін негізгі қауіп факторы болып отыр;
- ауыз су тапшылығы мен жер ресурстарының тозуы – әлеуметтік тұрақсыздықтың негізі.

Сондықтан Қызылорда облысында экологиялық мониторинг жүйесін жетілдіру, су ресурстарын үнемдеу мен тазарту технологияларын енгізу, тұздануға қарсы орман мелиорациясын күшейту, Арал теңізін сақтау бағытындағы халықаралық ынтымақтастықты жалғастыру сияқты кешенді шаралар қажет.

Тұрақты даму тұжырымдамасына сай, аймақ табиғатын сақтап қалу мен халықтың өмір сүру сапасын жақсарту үшін ғылыми негізделген экологиялық стратегиялар мен инновациялық шешімдер аса өзекті.

1.2 Ландшафтық құрылым мен топырақ типтері

Қызылорда облысының ландшафтық құрылымы геоморфологиялық, климаттық және гидрологиялық факторлардың ықпалымен қалыптасқан. Аймақ Тұран физикалық-географиялық провинциясының құрамына кіреді және шөл және шөлейт белдеулерге тән ландшафтық кешендермен сипатталады.

Табиғи үдерістердің бірі ретінде топырақтың қалыптасуы - ұзақ мерзімді және күрделі процесс болып саналады. Ол жүздеген, тіпті мыңдаған жылдар бойына әртүрлі геологиялық және климаттық факторлардың ықпалымен жүретін үгілу, мүжілу тәрізді табиғи өзгерістердің нәтижесінде пайда болады. Алғашында берік әрі тығыз күйде болған тау жыныстары уақыт өте келе біртіндеп бұзылып, үгітіліп, топырақ түзуші жыныстарға айналады. Бұл - табиғаттағы үздіксіз жүретін, энергия мен зат айналымының бір бөлігі.

Топырақ – адамзат тіршілігінің маңызды ресурстарының бірі. Ол ауыл шаруашылығы үшін басты өнім көзі болып табылады және адамзатты азық-түлікпен қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Топырақтың құнарлылық деңгейі халықтың әл-ауқаты мен ауыл шаруашылығының даму деңгейіне тікелей әсер етеді. Сондықтан топырақты сақтау және ұтымды пайдалану - қазіргі заманғы агроэкологиялық саясаттың басым бағыттарының бірі.

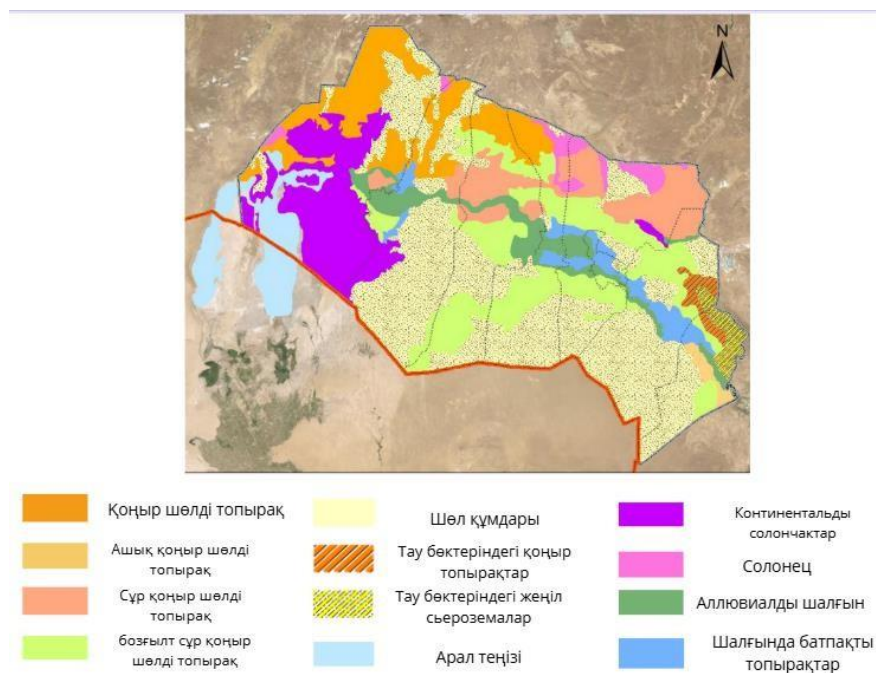
Қызылорда облысы аумағында таралған топырақ түрлері негізінен шөл белдеуіне тән ерекшеліктермен сипатталады. Аймақта негізінен сұр және қоңыр түсті құмды-құмайт топырақтар, сондай-ақ сұрғылт-қоңыр шөлдік және сортаңданған топырақтар кең таралған. Жер бедерінің сипаты мен топырақ түзуші жыныстардың құрамына қарай 1-кестеде келтірілгендей: қалыпты (тұзсыз) сұр-қоңыр шөл топырақтары, сортаң және қарабайыр түрлері, сондай-ақ құмды қабықпен жабылған сұр-қоңыр топырақтар айқын ажыратылады.

Кесте 1 – Ландшафтық құрылымның жіктелуі

Ландшафт типі	Орналасу аймағы	Ерекшелігі
Құмды шөл	Қызылқұм, Жаңақорған	Құм төбелері, жел әсері
Сазды шөлейт	Шиелі, Қазалы	Тегіс жазық, тұздану
Атыраулық ландшафт	Сырдария аңғары	Арналар мен каналдар жүйесі
Сор-тақырлы жерлер	Арал маңы, Байқоңыр маңы	Тұз жиналу, өсімдіксіз аймақ

Қызылорда облысының топырақ жамылғысы 4 - суретке сәйкес негізінен аридтік климат жағдайында қалыптасқан және тұздануға бейім шөлейтті топырақтармен сипатталады. Топырақтың қалыптасуына климат, жер бедері, аналық жыныстар мен өсімдік жамылғысы негізгі факторлар ретінде әсер етеді.

Қызылорда облысының топырақтық-географиялық құрылымы күрделі және әртүрлі табиғи аймақтарды қамтиды. Оңтүстік Кіші Борсық, Арал маңы Қаракұм, Арыскұм, Жуванқұм, Шығыс Арал, Бозшоқы мен Солтүстік Қызылқұм секілді құмды өңірлер жер асты суларының тұщы не әлсіз тұзданған түрлерінің таяу орналасуына байланысты көбіне көктем-күз мезгілдерінде жайылым ретінде қолданылады. Бұл алқаптар азықтық база ретіндегі маңызын сақтап отыр.



4-сурет – Қызылорда облысының топырақ картасы

Солтүстік-батыс Арал, Шығыс-Арал және Сырдария-Сарысу аймақтары Үстірт денудациялық жазығында орналасқан және бұл жерлерге өте әлсіз сулану тән. Бұл өңірлерде шөлдік сұр және шөл қоңыр топырақтар кең таралған, олардың құрамында сортаңдар мен тұзды кешендер көп кездеседі. Осындай топырақ құрылымының ерекшеліктеріне байланысты бұл аумақтарда егін шаруашылығын дамыту мүмкін емес, бірақ жайылымдық ретінде, әсіресе күз-көктем мезгілдерінде, қолданыс табады.[3]

Қаратау жотасы маңындағы топырақ жамылғысы қатты тау жыныстарының басым болуына байланысты егіншілікке де, жайылымға да шектеулер қояды. Дегенмен, тау етектері егіншілікке біршама қолайлы болғанымен, су ресурстарының жетіспеушілігі бұл мүмкіндіктерді шектейді. Арал теңізінің тартылған табанының топырағы әлсіз дамыған, тұзды, гумус мөлшері төмен, жоғары минералданған және ауыл шаруашылығына жарамдылығы шектеулі.

Облыстың ауыл шаруашылығы негізінен егіншілік бағытында дамыған. Алайда экологиялық өзгерістерге байланысты егістік көлемдері қысқарып келеді. Соған қарамастан, солтүстік бөліктегі ауылдардың арақашықтығының үлкендігі мал шаруашылығына кедергі келтірмейді. Ал оңтүстік өңірлердің жылы және жұмсақ климаттық жағдайлары әртүрлі жеміс-жидек пен бау-бақша дақылдарын өсіруге қолайлы. Орталық өңірлерде күріш шаруашылығы жақсы дамып, күріш тұқымдас өсімдіктердің де егісі жолға қойылған.

Кесте 2 – Топырақ типтерінің салыстырмалы кестесі

Топырақ типі	Аумағы бойынша үлесі	Қасиеттері	Ауыл шаруашылығындағы рөлі
Сұр-қоңыр топырақ	45%	Құнарлығы төмен, құрғақ	Шартты түрде жарамды
Сортаң, сор	25%	Тұз мөлшері жоғары	Мелиорациясыз жарамсыз
Құмды топырақ	20%	Жел эрозиясына бейім	Жайылым ретінде
Аллювиалды топырақ	10%	Құнарлы, суармалы	Егіншілікке өте қолайлы

Қызылорда облысының ландшафтық құрылымы – шөл және шөлейт аймақтарға тән біртекті экожүйелер жүйесі, ал топырақ жамылғысы 2-кестеде көрсетілгендей негізінен тұзданған, эрозияға ұшыраған және суармалы сипатта болып табылады. Бұл табиғи-географиялық факторлар аймақта ауыл шаруашылығы мен экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуде күрделі міндеттер жүктейді. Осыған байланысты, топырақты мелиорациялау, тұздану деңгейін азайту, ландшафтық әртүрлілікті сақтау бағыттарында ғылыми негізделген экологиялық және агротехникалық шаралар кешенін жүргізу қажет.

Қызылорда облысындағы топырақ типтерінің үлестік құрылымын көрсетеді:

Сұр-қоңыр топырақтар – облыс аумағының 45%-ын алып жатыр, ауыл шаруашылығына шартты түрде жарамды.

Сортаң және сор топырақтар – 25%, тұздану деңгейі жоғары, мелиорациясыз өнімділік төмен.

Құмды топырақтар – 20%, жел эрозиясына бейім, негізінен жайылым ретінде пайдаланылады.

Аллювиалды топырақтар – 10%, ең құнарлы бөлік, суармалы егіншілікке жарамды. Қызылорда облысының ландшафтық құрылымы мен топырақ жамылғысы оның физикалық-географиялық орналасуы мен аридтік климаттық жағдайларымен тығыз байланысты. Аймақтың табиғи ортасы негізінен құмды, сазды және сорлы жазықтардан тұрады. Бұл құрылымдар жел және су эрозиясы, топырақтың тұздануы мен органикалық заттардың тапшылығы сияқты мәселелерді туындатады.

Топырақ жамылғысының басты ерекшеліктері:

Сұр-қоңыр топырақтар – ең кең таралған, бірақ гумусқа кедей және құнарсыз;

Сортаң және сор топырақтар – тұз концентрациясы жоғары, мелиорациясыз өнім бермейді;

Құмды топырақтар – су мен жел эрозиясына ұшырағыш, негізінен жайылым ретінде пайдаланылады;

Аллювиалды топырақтар – құнарлы, бірақ шектеулі аумақты алып жатыр.

Ландшафтық әртүрліліктің кемуі мен антропогендік жүктеменің артуы экожүйелердің тұрақтылығына қауіп төндіруде. Сондықтан аймақта: топырақты қалпына келтіру мен тұздануға қарсы шараларды кеңінен енгізу, мелиорациялық және ирригациялық жүйелерді жаңарту, шөлейттену процесін тежейтін жасыл белдеулерді қалыптастыру сияқты бағыттар бойынша экологиялық және агротехникалық жұмыстар жүйелі түрде жүргізілуі қажет.

1.3 Қызылорда облысының ауыл шаруашылығы және топырақтың тұздануы

Қызылорда облысы Қазақстанның оңтүстігінде, Сырдария өзенінің бойында орналасқан. Аймақтың климаты шөлейт және континенталды, жазы ыстық, қысы суық әрі құрғақ. Жауын-шашын мөлшері өте төмен (жылына 100-150 мм шамасында), бұл суармалы егіншілік пен мал шаруашылығына үлкен тәуелділікті туғызады.

Қазіргі таңда Қазақстанның оңтүстік өңірлерінің ауыл шаруашылығы саласын дамытуда экологиялық және агротехникалық тепе-теңдікті сақтау – стратегиялық маңызы бар мәселе. Осы тұрғыдан алғанда, Қызылорда облысының агроөнеркәсіптік кешенінің дамуына аймақтың табиғи-климаттық ерекшеліктері мен топырақтың тұздану деңгейі айтарлықтай ықпал етуде. Бұл өңірдің ауыл шаруашылығы, әсіресе суармалы егіншілік жүйесі, Сырдария өзенінің гидрологиялық жағдайына және мелиорациялық жүйелердің тиімділігіне тәуелді.

Қызылорда облысы - Қазақстандағы аграрлық әлеуеті жоғары, бірақ табиғи-экологиялық шектеулері бар аймақтардың бірі. Аймақтың ауыл шаруашылығы негізінен Сырдария өзенінің су ресурстарына тәуелді және суармалы егіншілікке негізделген.[4]

Қызылорда облысының жалпы жер көлемі 24,1 млн гектарды құрайды. Бұл жер қорының едәуір бөлігі ауыл шаруашылығы мақсатында пайдаланылады. Оның ішінде жайылымдық алқаптар 11,6 млн га немесе шамамен 89%-ды иеленсе, егістік жерлер - 188,5 мың га (8%), шабындықтар - 108,6 мың га (1%), тыңайған жерлер – 75,4 мың га (1,4%), ал көпжылдық екепелер - 2,9 мың га (0,6%) көлемінде.

Соңғы жылдары өңірдің аграрлық саласы елеулі дамып келеді. Ауыл шаруашылығының негізгі бағыттарының бірі - егіншілік. Бұл бағыттың дамуына Сырдария өзені мен облыс топырағының ерекшеліктері зор әсер етеді. Облыс аумағында күріш өсіру кең көлемде жолға қойылған. Сонымен қатар, өзге де ауыл шаруашылығы дақылдары: дәнді және майлы дақылдар, мал азығы ретінде қолданылатын жемшөп дақылдары, картоп, бақша өнімдері және қант қызылшасы да өсіріледі.

Күріш - өңірде ең кең таралған егін түрі. Оның орташа өнімділігі гектарына 60,3 центнерді құрайды. Бұдан бөлек, дәнді дақылдардың ішінде жүгері - 36,0 ц/га, күздік бидай - 25,6 ц/га, арпа - 8,4 ц/га, тары - 28,0 ц/га көрсеткішке жеткен. Көпжылдық шөптерден алынатын өнім - 49,5 ц/га, ал картоп бойынша өнімділік 167,5 ц/га-ға дейін жетеді. Картоп - облыс егіншілігінде кеңінен таралған әрі тамақтану тұрғысынан пайдалы дақылдардың бірі. Оның құрамындағы дәрумендердің көптігі оны денсаулыққа пайдалы азық етеді. Дүниежүзілік маңыздылығы бойынша ол күріш пен бидайдан кейінгі үшінші орында тұр.

Соңғы уақытта күріш егіс көлемдерінің қысқаруына байланысты, босап қалған алқаптарда картоп өсіру қолға алынып келеді. Бұл – су ресурстарын үнемдеп пайдалану мен нарықтағы сұранысты қанағаттандыруда тиімді шешім.

Қант қызылшасы – еліміз үшін маңызды ауыл шаруашылығы дақылы. Ол қант өндірумен қатар, мал азығы ретінде де пайдаланылады. Қант қызылшасын өсіру – Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі стратегиялық басым бағыттардың бірі болып саналады. Қызылорда облысында бұл дақылды өсіруге бағытталған нақты шаралар жүзеге асырылуда. Атап айтқанда, Жалағаш және Жаңақорған аудандарында қант қызылшасы тамшылатып суару технологиясы арқылы өсіріліп отыр.

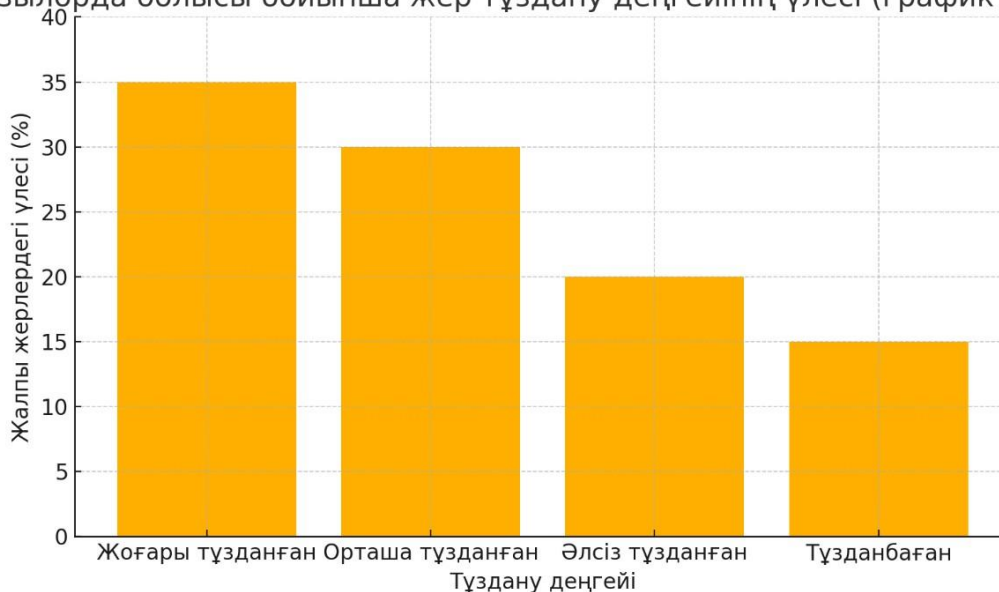
Күріш өндірісі – облыстың ауыл шаруашылығындағы жетекші салалардың бірі. Өңір халқының бұл өнімге деген тұтыну көрсеткіші республикадағы орташа деңгейден жоғары: Қазақстанда жан басына шаққандағы жылдық тұтыну мөлшері 8 кг болса, Қызылорда облысында бұл көрсеткіш 13 кг-ға жетеді.

Еліміз бойынша өндірілетін күріштің басым бөлігі Қызылорда өңірінің үлесіне тиесілі. Мұнда халықаралық талаптарға сай өнім өндейтін кәсіпорындар жұмыс істейді. Күріш егістіктері облыстың барлық аудандарында кездеседі және бұл сала аймақ экономикасында маңызды орынға ие.

Қызылорда облысында ауыл шаруашылығы-аймақтың әлеуметтік-экономикалық дамуының басты бағыты. Алайда 5-суретке сәйкес топырақтың тұздануы – ауыл шаруашылығына тікелей қауіп төндіріп отырған экологиялық және өндірістік мәселе. Ол жердің өнімділігін төмендетіп қана қоймай, әлеуметтік және экономикалық тұрақтылықты да әлсіретеді.

Болашақта өңірдің ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту үшін ғылыми негізделген агроэкологиялық модельдер, инновациялық мелиорациялық технологиялар мен экожүйелік тәсілдер кеңінен енгізілуі тиіс.

Қызылорда облысы бойынша жер тұздану деңгейінің үлесі (график түрінде)



5-сурет – Қызылорда облысы бойынша жер тұздану деңгейі

Қызылорда облысында ауыл шаруашылығына пайдаланылатын жерлердің тұздану деңгейі бойынша үлесін баған түрінде бейнелейді:

Ең үлкен үлесті жоғары тұзданған жерлер (35%) алып отыр – бұл ауыл шаруашылығына тікелей кедергі.

- Орташа тұзданған – 30%, өнімділігі шартты түрде.
- Әлсіз тұзданған – 20%.
- Ал тұзданбаған жерлер – небәрі 15%, яғни қолайлы жерлер аз.

Қызылорда облысының ауыл шаруашылығы дамуы тікелей су ресурстарына және топырақтың сапасына тәуелді. Алайда аймақтың басым бөлігінде топырақтың тұздануы – ауыл шаруашылығына айтарлықтай кері әсер ететін фактор болып отыр.

Бағандық графиктен көрініп тұрғандай жоғары тұзданған жерлердің үлесі – 35%, бұл жерлерде ауыл шаруашылығы өнімділігі өте төмен.

Орташа және әлсіз тұзданған жерлер де айтарлықтай үлеске ие (30% және 20%).

Тек 15%-ы ғана тұзданбаған, бұл – шынайы ауыл шаруашылығы мүмкіндіктері шектеулі екенін көрсетеді.

Осы жағдай аймақтың аграрлық әлеуетін әлсіретіп, өнім көлемі мен сапасына тікелей әсер етеді. Бұл мәселелерді шешу үшін 3 – кестені пайдалануға болады:

- Мелиорациялық жүйелерді жаңғырту, жер асты суларын реттеу;
- Су үнемдеу технологияларын енгізу;
- Ауыл шаруашылығына бейімделген тұзға төзімді дақылдарды пайдалану;
- Орман-мелиорациялық жұмыстарды кеңейту (сексеуіл, жыңғыл егу);

- Агрохимиялық талдау негізінде тыңайтқыштар мен топырақ түзеткіштерді қолдану қажет.

Қызылорда облысы – Қазақстанның ауыл шаруашылығы жақсы дамыған өңірлерінің бірі ретінде суармалы егіншілікке, әсіресе күріш өсіруге маманданған аймақ. Дегенмен, өңірдің аграрлық әлеуеті соңғы жылдары экологиялық және техникалық факторларға байланысты күрделі жағдайға тап болуда. Соның ішінде топырақтың тұздану мәселесі ауыл шаруашылығы өнімділігінің төмендеуіне, жер ресурстарының тозуына және жалпы экожүйелік тепе-теңдіктің бұзылуына себеп болуда. .[5]

Топырақтың тұздануына әсер ететін негізгі факторлар ретінде ирригациялық жүйелердің тозуы, артық суару, дренаж жүйесінің әлсіздігі мен климаттың құрғақтығы атап өтіледі. Бұл факторлардың жиынтығы ауыл шаруашылық дақылдарының өнім сапасына, фермерлердің табыстылығына және агроөнеркәсіптік кешеннің бәсекеге қабілеттілігіне кері әсер етеді.

Осыған орай, аймақтағы ауыл шаруашылығын экологиялық және технологиялық тұрғыдан тиімді басқару қажет. Су үнемдеу технологияларын енгізу, мелиорациялық жүйелерді жаңарту, тұзға төзімді дақылдарды қолдану, тұрақты мониторинг жүргізу және ауыспалы егіс жүйесін енгізу – топырақтың тұздану деңгейін азайту мен ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға бағытталған негізгі қадамдар болып табылады.

Қызылорда облысы үшін ауыл шаруашылығын дамыту мен топырақтың деградациясын болдырмау мәселесі бір-бірімен тығыз байланысты. Бұл бағытта кешенді ғылыми негізделген саясат пен практикалық шаралар үйлестіріліп жүзеге асырылған жағдайда ғана аймақтың аграрлық әлеуетін сақтап қалу мен арттыруға мүмкіндік туады. Сонымен қатар, фермерлер мен агрономдардың біліктілігін арттыру, инновациялық агротехнологияларды қолданысқа енгізу де маңызды рөл атқарады. Жергілікті жер жағдайына бейімделген агротехникалық әдістер мен цифрлық шешімдер арқылы су ресурстарын тиімді пайдалану мен топырақ сапасын бақылау мүмкіндігі артады. Ауыл шаруашылығында деректерге негізделген басқару жүйелерін енгізу арқылы тұздануға бейім жерлерді алдын ала анықтап, алдын алу шараларын жүргізуге болады. Бұл тәсіл тек экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етіп қана қоймай, өнімділікті арттыруға да септігін тигізеді.

2 Жерді қашықтықтан зондтау әдістері және спутниктік деректерді қолдану

2.1 ЖҚЗ технологияларының жалпы сипаттамасы және қолдану бағыттары

Жерді қашықтықтан зондтау - Жердің табиғи ресурстары мен қоршаған ортаның жай-күйін талдау мақсатында ғарыштық немесе авиациялық құралдар арқылы алынған деректерге негізделетін заманауи ғылыми-тәжірибелік әдіс. ЖҚЗ әдістері мен спутниктік деректердің дамуы әртүрлі салаларда, атап айтқанда экология, ауыл шаруашылығы, геология, урбанистика және төтенше жағдайларды басқаруда шешуші рөл атқаруда. ЖҚЗ әдістері электромагниттік толқындардың әртүрлі ұзындық диапазонындағы (оптикалық, инфрақызыл, микротолқынды, ультракүлгін) шағылу немесе таралу қасиеттеріне негізделеді. Объектілер әртүрлі спектрлік диапазондарда әртүрлі оптикалық сипатқа ие болғандықтан, ЖҚЗ сенсорлары арқылы олардың физикалық және биофизикалық ерекшеліктерін анықтауға болады.

ЖҚЗ әдістері мен спутниктік деректер – заманауи ғылыми және қолданбалы зерттеулердің ажырамас бөлігі. Олар жер бетінде болып жатқан табиғи және антропогендік үдерістерді үздіксіз әрі кең ауқымда бақылауға мүмкіндік береді. Жоғары кеңістіктік және спектралдық ажыратымдылықтағы спутниктік суреттер, өңдеу алгоритмдері мен геоақпараттық жүйелердің интеграциясы ЖҚЗ-дың қолдану әлеуетін арттыра түсуде. Болашақта бұл технологиялар жаһандық тұрақты даму мақсаттарын жүзеге асыруда шешуші рөл атқаратыны сөзсіз.[6]

Цифрлық технологиялардың дамуы мен ғарыштық зерттеулердің жетістіктері Жер туралы ақпаратты алудың тиімді әдістерін қалыптастыруға ықпал етті. Солардың ішінде ЖҚЗ – табиғи және антропогендік үдерістерді ғарыштық немесе әуе құралдары арқылы тіркеуге мүмкіндік беретін заманауи технологиялардың бірі. ЖҚЗ технологиялары қоршаған ортаның жай-күйін бақылау, табиғи ресурстарды басқару, төтенше жағдайларға жедел ден қою және ғылыми зерттеулерді жүргізуде маңызды құралға айналып отыр.

ЖҚЗ – Жердің беткі қабатын және атмосферасын ғарыштық немесе авиациялық құралдар арқылы электромагниттік сәулелену негізінде зерттеу әдісі. ЖҚЗ объектілерінен шағылысқан немесе олардың өзінен шыққан энергияны қабылдай отырып, арнайы датчиктер (спектрометрлер, радарлар, инфрақызыл немесе микротолқынды сенсорлар) арқылы сандық форматтағы деректер алынады.

ЖҚЗ жүйелерінің түрлері:

- пассивті ЖҚЗ, табиғи жарық көздерін (Күн сәулесін) пайдаланып, объектілердің шағылысқан сәулесін тіркейді (мысалы, Landsat, Sentinel-2).
- активті ЖҚЗ, өзі сигнал жіберіп, оның кері шағылысуын қабылдайды (мысалы, радарлық жүйелер – Sentinel-1, TerraSAR-X).

Кеңістіктік ажыратымдылық (spatial resolution): Пиксельдің жердегі нақты өлшемі (м/пиксель).

Спектралдық ажыратымдылық: Электромагниттік спектрдің қай бөлігінде түсірілім жүргізілетінін сипаттайды.

Уақыттық ажыратымдылық: Белгілі бір жер учаскесінің қаншалықты жиі суретке түсірілетінін көрсетеді.

Радиометриялық ажыратымдылық: Сигналдағы ең кіші айырмашылықтарды анықтай алу қабілеті.

ЖҚЗ технологиялары – үлкен деректерді (Big Data), жасанды интеллект (AI), геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) және бұлтты есептеулермен үйлесіп, жаңа ғылыми парадигманың негізін құрайды. Олар қазіргі климаттың өзгеруі, биологиялық әртүрлілік, азық-түлік қауіпсіздігі мен урбанизация сияқты жаһандық мәселелерді шешуге бағытталған ғылыми жобаларда кеңінен қолданылады. Жерді қашықтықтан зондтау технологиялары – заманауи ғылыми-техникалық жетістіктердің бірегей нәтижесі ретінде табиғи және техногендік үдерістерді кешенді бақылауға мүмкіндік беретін әмбебап құрал. Бұл технологиялар қазіргі таңда аграрлық сектордан бастап төтенше жағдайларға ден қою жүйесіне дейінгі көптеген салаларда кеңінен қолданылады. Алынған деректердің сапасы мен дәлдігі, оларды өңдеу мен талдау әдістерінің жетілдірілуі – болашақта ЖҚЗ-дың тиімділігін одан әрі арттыра түседі.

ЖҚЗ - бұл Жердің бетін әртүрлі арнайы құралдармен жабдықталған жасанды серіктер арқылы үздіксіз бақылау әдісі. Бұл әдіс жердегі нысандарды тікелей жанынан емес, алыстан бақылап, олардың сипаттарын анықтауға мүмкіндік береді. Яғни, объектінің қасиеттерін оған бармай-ақ, спутниктік мәліметтер арқылы бағалау жүзеге асады.

Жасанды серіктер Жердің бетін кезең-кезеңмен суретке түсіріп, адамның табиғатқа әсері мен қоршаған ортаның жағдайын қадағалауға көмектеседі. Бүгінде түрлі бағыттағы міндеттерді шешу үшін әртүрлі ЖҚЗ жүйелері қолданылуда. Әр жүйенің өзінің нақты міндетіне сай ерекшеліктері бар.

Мысалы:

- Метеорологияда – үлкен аумақты қамту маңызды, сондықтан кеңістіктік дәлдігі төмен, бірақ жиі түсіретін жүйелер пайдаланылады.

- Картографияда – керісінше, өте жоғары дәлдік қажет, сондықтан кеңістіктік ажыратымдылығы жоғары спутниктер қолданылады.

- Әскери салада – жоғары кеңістіктік ажыратымдылықпен қатар, жиі бейнелеу мен ақпаратты жедел жеткізу талап етіледі.

Жақсы калибрленген спутниктік мәліметтер жаһандық климаттық өзгерістерді зерттеуде, модельдеу мен болжау жасауда кеңінен қолданылады.

ЖҚЗ технологиясының дамуындағы алғашқы маңызды кезең - Landsat спутнигінің ұшырылуы болды. 1972 жылы алынған алғашқы спутниктік суреттер жер бетінің жалпы шолуын беріп, зерттеу жұмыстарына жаңа мүмкіндік ашты. Бұл спутникте орнатылған MSS құрылғысы спектрлік ені 100 нанометр, қамту аймағы

185 км және қайталау уақыты 18 күн болатын бірнеше спектрлік диапазонда сурет түсіре алды.

Кез келген объектінің электромагниттік энергиясын құбылыстың сипатына қарай анықтау үшін қашықтықтан зондтау әдістері қолданылады. Толқын ұзындығы мен энергия қарқындылығының айырмашылығын тікелей сезінуге болмайтын алыстағы объектілердің құрылымын анықтау үшін пайдалануға болады.

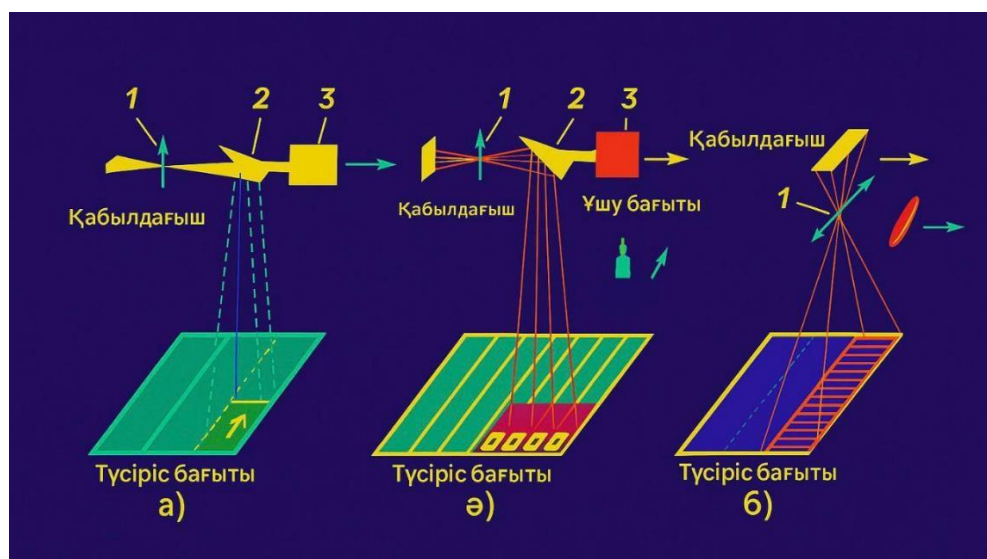
Фотосурет. Жер бетінің фотосуреттері кемелер мен орбиталық станциялардан, сондай-ақ автоматты жерсеріктерден алынады. Ғарыштық фотосуреттерден айырмашылығы – бақылаудың максималды деңгейі. Бір фотосуретте Жер бетінің өте үлкен аймағын түсіруге болады. Қолданылатын жабдыққа және фотоқағаздың сапасына байланысты фотосуретті электромагниттік спектрдің максималды көрінетін диапазонында, жеке аймақтарда, соның ішінде инфрақызыл диапазонда жүргізуге болады.

Сканерлеу. Қазіргі уақытта жердің жасанды серіктеріне әртүрлі бағытта орналастырылатын спутниктік фотосуреттерде сканерлер кеңінен қолданылады. Сканерлеу кезінде кескіндер бірнеше бөлек және анық көрінетін бөлімдерден алынады. Тұрғын жер бетінің кескіні әртүрлі секциялардан сканерлеу арқылы жүзеге асырылатын жүйеде үздіксіз алынады - пиксельдері бар жолақ. Бүкіл кескінді спектрлік диапазонды сканерлеу үшін пайдалануға болады, бірақ көрінетін және инфрақызыл диапазондарды қолданған дұрыс.

Қазақстан үшін ЖҚЗ әдістері үлкен маңызға ие, себебі еліміздің аумағы өте ауқымды және бірнеше мемлекетпен шектеседі. Кең байтақ жерді тиімді бақылау үшін қашықтықтан зондтаудың радиолокациялық, оптикалық және механикалық анықтау әдістері кеңінен қолданылады.

Қазақстан аумағын зерттеуде қолданылатын шетелдік ЖҚЗ технологиялары көбінесе радиолокациялық және оптикалық құралдарға негізделген. Алғашында спутниктік радарлар орташа кеңістіктік дәлдікпен (шамамен 20 метр) теңіз жағдайларына бейімделіп жасалған болатын. Олар негізінен мұз қабаттарын, айсбергтерді, су ағыстарын және бөгеттерді бақылауға арналған. Алайда уақыт өте келе бұл радарлардың мүмкіндіктері тек теңіздік бақылаумен шектелмейтіні белгілі болды. Олар жер бедерін бақылау, табиғи апаттарды зерттеу секілді түрлі мақсаттарда да тиімді екені дәлелденді.

Қазақстанда оптикалық спутниктік түсірілімдер орман өрттерінің салдарын анықтау, геофизикалық зерттеулер жүргізу және жерді картаға түсіру сияқты жұмыстарда жиі пайдаланылады. Оптикалық бейнелеудің басты артықшылығы - ашық, күн шуақты күндері жоғары сапалы және нақты түсті суреттер алу мүмкіндігі. Алайда бұл әдістің әлсіз тұсы да бар - бұлтты, тұманды немесе түтінді ауа райында түсірілім сапасы нашарлайды немесе мүлде мүмкін болмай қалуы мүмкін. 6-суретке сәйкес, жер бетін қашықтықтан сканерлеудің негізгі тәсілдері ол туралы мәлімет анықтауға көмектесіп, ақпарат береді.



6-сурет – Жер бетін қашықтықтан сканерлеудің негізгі тәсілдері

а) Бір нүктелі қабылдағышпен түсіру – мұнда тек бір ғана нүкте арқылы ақпарат қабылданады. б) Тізбекті сканерлеу әдісі – жер бетін қатар-қатармен кезекпен шолу арқылы бейне қалыптасады. в) Жолақты (қатарлы) сканерлеу - бір мезетте бірнеше қатарды қамтитын сканерлеу тәсілі.

Бұл жүйеде келесі негізгі элементтер қолданылады: 1 - жарықты қабылдайтын оптикалық құрылғы, 2 - сканерлеу процесін атқаратын айналы жүйе, 3 - қозғалысты қамтамасыз ететін жетек механизмі.

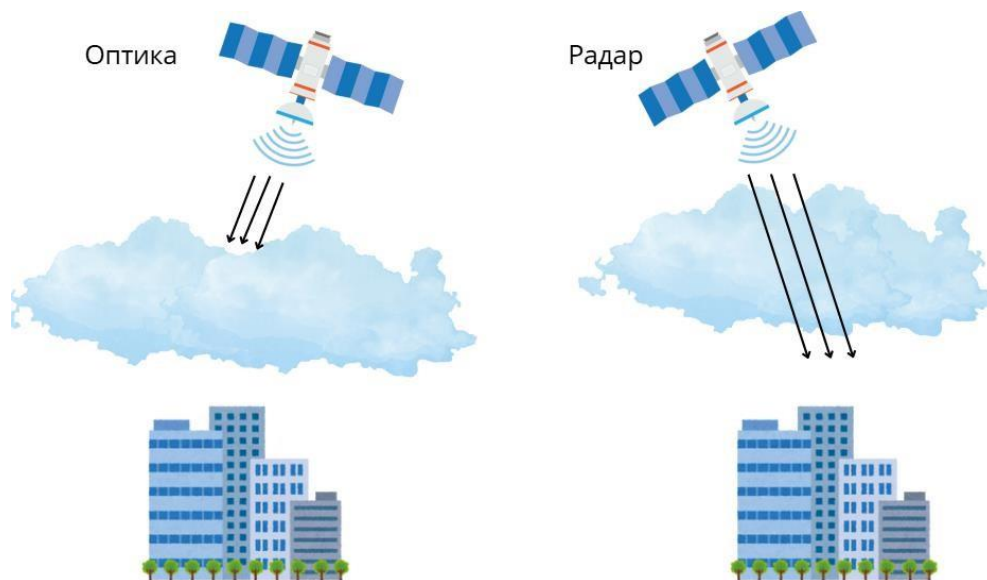
Сканерлеу құрылғылары жер бетінің суреттерін алу үшін ғана емес, сонымен қатар радиацияны өлшеу үшін – сканерлеуші радиометрлер және сәулеленуді – сканерлеу спектрометрлері үшін де қолданылады. Радиолокациялық зерттеулер Радарлық түсірулер (РЛ) немесе радиолокациялар қашықтықтан зондтаудың маңызды түрі болып табылады.

Олар қалың бұлт, тұман сияқты табиғи жағдайларға байланысты жер бетін тікелей бақылау қиын болатын жағдайларда 7-суретке сәйкес қолданылады және олар пайдаланылғандықтан түнде жүзеге асырылуы мүмкін.

Радарлық зерттеулер әдетте ұшақтарда және жердің жасанды серіктеріне (AESD) орнатылған бүйірлік сканерлеу радарларын қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Радиолокациялық түсірулер электромагниттік спектрдің радиожолағында жүргізіледі. Түсірудің мәні әдетте зерттелетін объектіден кері шағылысатын және тасымалдаушыға орнатылған қабылдағышпен жазылатын радиосигналдарды беру болып табылады. Радиосигнал (RS) арнайы генератор арқылы жасалады. Сигналдың қабылдағышқа қайтып келуіне кететін уақыт зерттелетін объектінің қашықтығына байланысты. РС кескінін алу үшін зонд импульстерінің объектіге берілу және кері қайту уақытын анықтайтын радиолокатордың жұмыс істеу

принципі қолданылады. Кескін жол бойымен қозғалатын жарық нүктесінен қалыптасады. Нысан неғұрлым алыс болса, шағылысқан сигнал арнайы пленкалық камерамен бірге катодтық сәулелік түтік арқылы шешілгенге дейін ұзағырақ болады.



7-сурет – Оптикалық және радар әдістерінің салыстырмалы сипаттамасы

Ауыл шаруашылығы жерлерін қадағалауда қашықтықтан зондтау технологиялары маңызды рөл атқарады. Бұл деректердің ең басты қолдану бағыттарының бірі – ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің тиімді пайдалануын сараптау. 1990-жылдардың басынан бастап ауыл шаруашылығы жерлерінің құрылымы мен меншік иелері жиі өзгерістерге ұшырап келеді. Бұл үрдіс жерлерді бұрынғы ұжымдық шаруашылықтардан жекеменшікке беру және оларды пайдалану тәсілдерінің өзгеруімен тікелей байланысты.

Бұған қоса, ірі қалалардың маңындағы аумақтарда жерді жоспарсыз игеру, бейберекет құрылыс және топырақты тиімсіз өңдеу жағдайлары жиі кездесуде. 20 ғасырдың соңғы кезеңі мен 21 ғасырдың басында компьютерлік, ғарыштық және ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы қашықтықтан зондтау саласында түбегейлі өзгерістер әкелді. Енді кеңістіктік дәлдігі өте жоғары (мысалы, GeoEye-1 спутнигі 41 см дейін) спутниктік суреттерді алу мүмкіндігі туындады.[7]

Бұл жаңалықтар жерге орналастыру саласындағы жобаларды, атап айтқанда, шаруашылық ішіндегі және шаруашылықаралық жерді ұйымдастыру жұмыстарын жетілдіруге жол ашты. Қашықтықтан зондтау деректері жер пайдаланудың экологиялық тұрғыдан дұрыс жүргізілуіне, ландшафтқа бейімделген ауыл шаруашылығын дамытуға және жер салығын тиімді жинауға көмектеседі. Сонымен

қатар, бұл деректер топырақтың құнарсыздануына қарсы әрекет етудің нақты тетіктерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Осы тұрғыдан алғанда, сенімді бастапқы мәліметтерді алу үшін қандай спутниктік бейнелердің маңызды және тиімді екенін анықтау қажет. Қазіргі таңда жаһандық нарықта ЖҚЗ деректерін жеткізетін бірнеше жетекші компаниялар бар. Бұл компаниялардың өнімдері сапа мен баға жағынан тиімділігімен ерекшеленеді. АҚШ, Франция және Жапония мемлекеттері ұшырған спутниктік жүйелер ЖҚЗ деректерін алу саласында айтарлықтай үлес қосқан.

Сондай-ақ, Қытай, Үндістан, Израиль, Германия сынды елдер де бұл нарыққа белсенді кіріп, әртүрлі салаларға арналған спутниктік ақпараттармен қамтамасыз етуде. Ресейде бұл сала Табиғи ресурстар министрлігі, Росгидромет және Радиожиілікті ғарыштық ақпарат агенттігі тарапынан реттеледі. Ал АҚШ-та жоғары ажыратымдылықтағы ЖҚЗ деректерін жинау мен сақтау жүйелері өте қарқынды дамып келеді. Сол елдегі DigitalGlobe және GeoEye сияқты компаниялар жетекші орында, оларда WorldView-1 (50 см), 3-кестеде көрсетілген WorldView-2 (46 см), QuickBird (61 см), GeoEye-1 (41 см) және IKONOS (1 м) секілді жоғары дәлдіктегі спутниктер бар.

Кесте 3 – WorldView-2 ғарыштық жүйесінің түсіру құрылғысының негізгі сипаттамалары

Көрсеткіштер	Сипаттамалары
Іске қосылған уақыты	2009 жыл
Ажыратымдылық (панхроматикалық)	0,46 м
Ажыратымдылық (мультиспектралды)	1,84 м
Спектралдық арналар саны	8 мультиспектралды арна + 1 панхроматикалық
Қамту ені	16,4 км
Орбитаның биіктігі	770 км
Қайта түсіру уақыты	1,1 күн
Деректерді жеткізу жылдамдығы	до 800 Мбит/с
Түсіру бұрышы	±45°

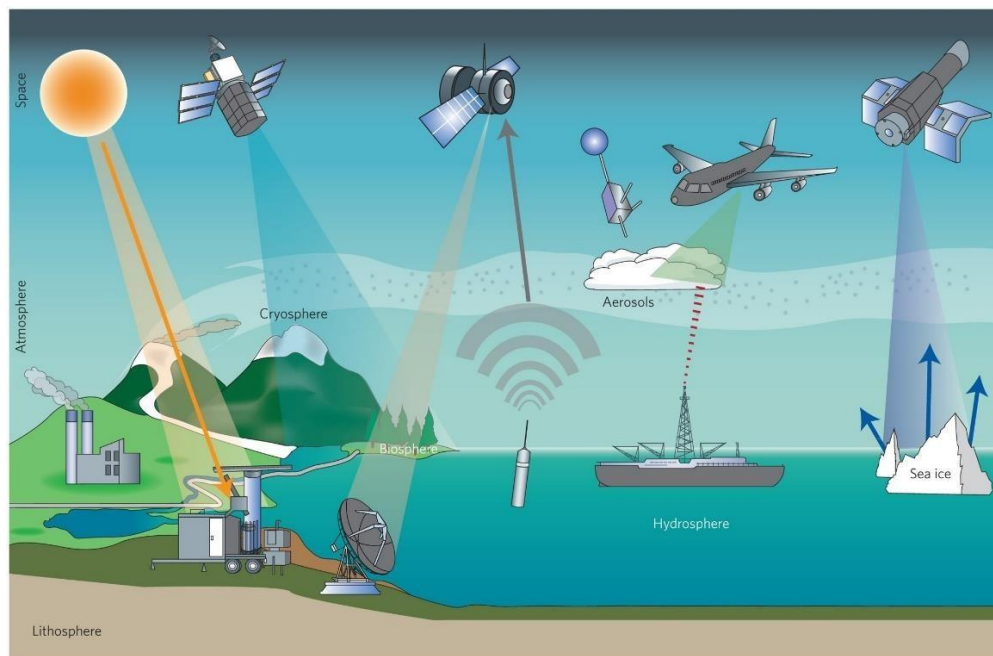
Төтенше жағдайларда туындайтын мәселелердің көпшілігін қолайлы шешуге 8-суретке сәйкес қашықтықтан зондтау жабдықтары мен технологияларын қолданудың көп деңгейлі біріктірілген схемасы мүмкіндік береді.

ЖҚЗ техникасы мен тәсілдерінің түрлерін осылай жіктеуге болады:

- ЖҚЗ жүйесі техникаларының спектрлі диапазоны ретінде;

- Қашықтықтан зондтау ақпараттарын алу құралдары ретінде;
- ЖҚЗ техникалары қойылатын тасымалдаушылардың типтері ретінде;
- ЖҚЗ ақпараттарын қолданудың рұқсат етілген қасиеттері ретінде.

Ғарыштық түсірілім алуан спектрлік диапазондары - жарық және жылы инфрақызыл және радиодиапазонды пайдаланылып ауа қабатының мөлдірлік терезесінде қаралады.



8-сурет – Жерді қашықтықтан бақылау технологияларын қолданудың көпсатылы құрылымы

Қашықтықтан зондтау үшін қолданылатын электромагниттік диапазон шамамен 0,4 микрометрден 30 метрге дейінгі аралықты қамтиды. Алайда геодезиялық зерттеулер бүкіл диапазонда емес, атмосфералық "мөлдірлік терезесі" деп аталатын, яғни ауа қабатының сәулені жақсы өткізетін бөліктерінде жүзеге асырылады. Бұл спектр бөліктері Жер мен ғарыш арасындағы оптикалық бақылауға қолайлы болып табылады. Қазіргі таңда ғарыштық бейнелерді нақты тәжірибеде қолданудың басты бағыттары төмендегідей:

- қар мен мұз қабатының динамикасын бақылау;
- тасқын және сел жағдайларын ғарыштан бақылау;
- орман және дала өрттерін ғарыштық мониторинг арқылы анықтау;

Ғарыштық мәліметтер арқылы ТЖ-ны басқару міндеттері келесі мақсаттарды көздейді:

- табиғи орта жағдайының тұрақты мониторингі;

- гидрометеорологиялық қауіптерді, яғни қауіпті табиғи құбылыстар мен үрдістерді болжау және бағалау;
- өнеркәсіптік нысандар орналасқан аумақтардың қауіпсіздігін бақылау;
- төтенше жағдайлардың зардаптарын, көлемін, таралу шекарасын бағалау;
- орын алған ТЖ салдарын жою шараларының тиімділігін бақылау және болашаққа арналған іс-шаралар жоспарын әзірлеу.

Аэроғарыштық технологиялардың дамуы төтенше жағдайларды басқару кезеңдеріне айтарлықтай ықпал етуде. Жоғары дәлдіктегі қашықтықтан зондтау құралдары мен спутниктік байланыс мүмкіндіктері төтенше жағдайларды басқару циклінің барлық кезеңдерінде (алдын алу, дайындық, әрекет ету және қалпына келтіру) кеңістіктік және уақыттық деректерді тиімді пайдалануға жол ашты. Мұндай мәліметтер шұғыл әрекет ететін құрылымдарға нақты артықшылықтар береді, әрі бұл ақпаратты икемді және мақсатты түрде басқару аса маңызды міндетке айналуда.

2.2 Қолданылған спутниктік деректер (Landsat, Sentinel, т.б.) және оларды алдын ала өңдеу

Зерттеу барысында ЖҚЗ арқылы алынған спутниктік деректер негізгі ақпарат көзі ретінде қолданылды. Бұл деректер зерттеу аймағының кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін анықтауға, табиғи және антропогендік факторларды бақылауға мүмкіндік береді. Нақтырақ айтқанда, Landsat және Sentinel миссияларынан алынған мәліметтер пайдаланылады.

Landsat – бұл NASA мен АҚШ Геологиялық қызметі (USGS) бірлесіп жүзеге асыратын ұзақ мерзімді спутниктік бақылау бағдарламасы. Аталған бағдарлама аясындағы Landsat 8 және Landsat 9 спутниктерінен алынған суреттер зерттеу нысаны ретінде алынды. Бұл суреттер мультиспектралды және панхроматикалық арналардан тұрады. Мультиспектралды арналардың кеңістіктік ажыратымдылығы 30 метрді, ал панхроматикалық арнаның ажыратымдылығы 15 метрді құрайды. Зерттеуде көбінесе көк, жасыл, қызыл, жақын инфрақызыл және қысқа толқынды инфрақызыл диапазондар пайдаланылды. Landsat 8 ғарыштық аппараты 9 - суретте көрсетілген.

Sentinel спутниктік жүйесі. Еуропалық ғарыш агенттігі іске қосқан Sentinel спутниктік жүйесі, әсіресе Sentinel-2 және Sentinel-1 миссиялары, жоғары кеңістіктік және спектралдық дәлдіктегі деректермен қамтамасыз етеді. Sentinel-2 мультиспектралды камераларының көмегімен 10–60 метр аралығындағы кеңістіктік ажыратымдылықтағы деректер алынды.



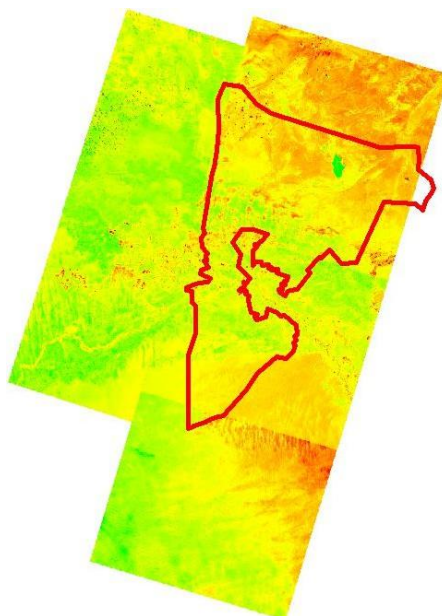
9-сурет – Landsat 8 ғарыштық аппараты

Жер бетінің өсімдік жамылғысын, су ресурстарын және жер пайдалану түрлерін талдау мақсатында көк, қызыл, жасыл, инфрақызыл және қысқа толқынды инфрақызыл арналар пайдаланылды. Сонымен қатар, Sentinel-1 радарлық деректері жер бедерін анықтауда және ылғалдылықты бағалауда қолданылды.

Қашықтықтан зондталған суреттер бастапқы күйінде зерттеуге жарамсыз болғандықтан, оларды бірқатар алдын ала өңдеу кезеңдерінен өткізу қажет. Бұл өңдеулердің мақсаты – сурет сапасын арттыру, дәлдікті қамтамасыз ету және талдау үшін жарамды ету.

Кескіндерді біріктіру және қию 10 - суретке сәйкес бірнеше суреттер біріктіріліп, зерттелетін аумақ шекараларына сәйкес келетіндей етіп қиылды.

Осы бөлімде қарастырылғандай, зерттеу үшін қолданылған Landsat және Sentinel спутниктік миссияларынан алынған деректер кеңістіктік және спектралдық дәлдігімен ерекшеленіп, зерттелетін аумақтағы табиғи және антропогендік процестерді жан-жақты бағалауға мүмкіндік береді. Аталған деректерді алдын ала өңдеу – геометриялық, атмосфералық және радиометриялық түзетулер, бұлттарды жою мен мозаикалау сияқты кезеңдер арқылы – олардың сапасын арттырып, нақты әрі сенімді нәтижелер алуға жағдай жасайды. Бұл алдын ала өңдеу қадамдары жердің беткі қабатын дұрыс интерпретациялауға және алынған мәліметтер негізінде ғылыми тұжырым жасауға септігін тигізеді. Нәтижесінде, спутниктік суреттер негізінде кеңістіктік талдау жүргізу мүмкін болып, зерттеудің тиімділігі мен ғылыми негізділігі арта түседі.



10-сурет – Сырдария ауданы

Тұздану – топырақтағы еріген тұздардың концентрациясының жоғарлауы нәтижесінде оның физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруі. Тұзданудың негізгі түрлері: тұзды (кальций, магний, натрий тұздары), сілтілік және тұздық сілтілік. Тұздану табиғаты бойынша жаратылыстану (жер асты суларынан тұздардың көтерілуі, жағалау аймақтарында теңіз суының енуі) және антропогендік (суармалы жерлердің дұрыс пайдаланылмауы, су жетіспеушілігі) болып бөлінеді.

Тұздану деңгейін бағалау карталарын құрастыру үшін алдымен зерттелетін аймақтан алынған топырақ және су үлгілерін талдау жүргізіледі. Бұл үлгілердің физика-химиялық қасиеттері, атап айтқанда, электр өткізгіштігі (ЭҚ) және еріген тұздардың концентрациясы анықлады. Сонымен қатар, аймақтың климаттық және гидрологиялық сипаттамалары ескеріледі, себебі тұздардың көбеюі көбіне су режимінің бұзылуымен байланысты.

Қазіргі таңда кеңістіктік мәліметтерді жинау және өңдеу үшін ГАЖ мен спутниктік бақылау әдістері кеңінен қолданылады. Мультиспектралды спутниктік суреттерді (Sentinel-2, Landsat) пайдалану топырақ тұздануының кеңістіктік таралуын анықтауда маңызды ақпарат көзін құрайды. Спутниктік деректер негізінде тұздану деңгейін көрсететін индекстер есептеледі, мысалы, тұзға сезімтал индекстер (Normalized Difference Salinity Index, NDSI), топырақтың жасыл жамылғысы индексі (NDVI) және олардың комбинациялары.

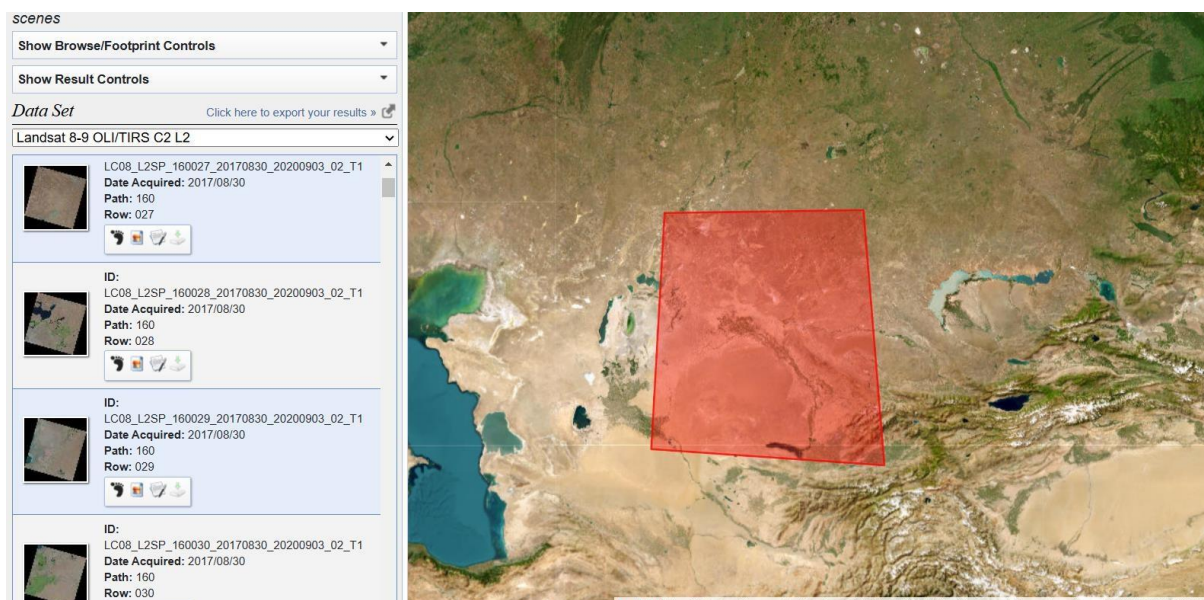
Жиналған деректер ГАЖ платформасына енгізіліп, әртүрлі көздерден алынған ақпарат қабаттары-топырақ тұздануының физико-химиялық көрсеткіштері, спутниктік индекстер, рельеф және суармалы жерлердің орналасуы - біріктіріледі. Осы қабаттар негізінде тұздану деңгейінің градациясы жүзеге

асырылады: төмен, орташа және жоғары тұздану аймақтары бөлінеді. Кластерлік талдау немесе градациялық әдістер кеңістіктік деректерді өңдеуде қолданылады.[8]

Жердің тұздану деңгейін бағалау үшін топырақ пен су үлгілерін жинау маңызды. Үлгілер жинау географиялық кеңістікте жүйелі түрде ұйымдастырылуы тиіс, мысалы, торлық үлгілеу әдісі бойынша. Үлгілердің химиялық талдауы тұз концентрациясы, электр өткізгіштік (ЭҚ), рН және натрий мөлшерін анықтайды. Сонымен қатар, жер үсті және жер асты суларының тұздылығы зерттеледі.

Зерттеу жұмысын бастамас бұрын, ең алдымен сайтқа тіркелу үдерісі жүргізілді. Жұмыс барысында қарастырылған негізгі аймақ ретінде Қызылорда облысына қарасты Сырдария ауданы таңдалды

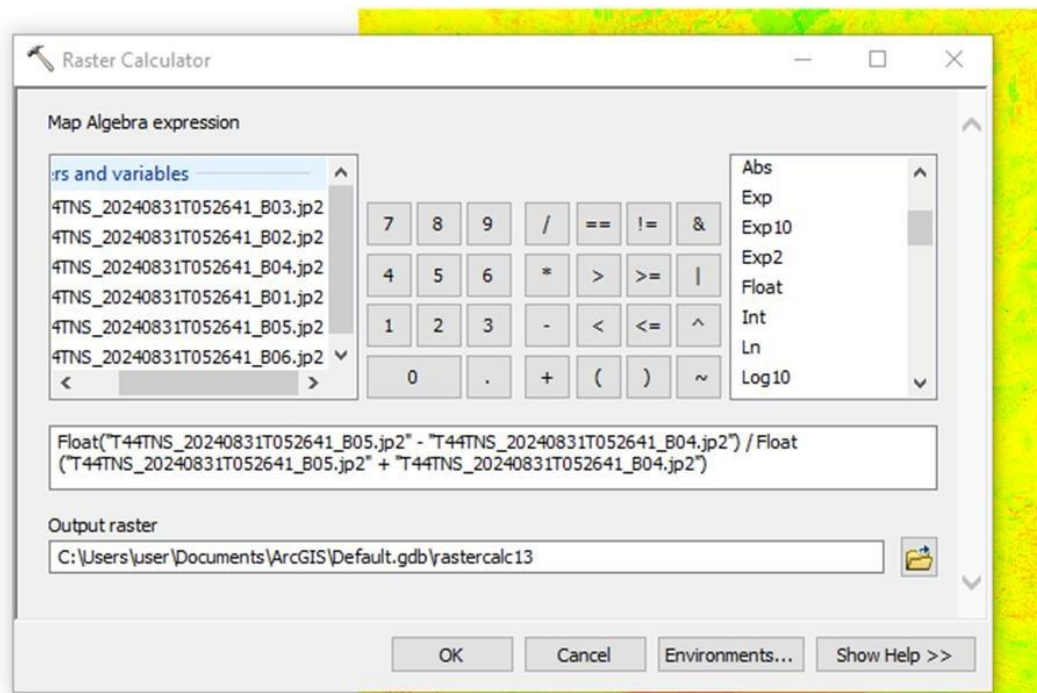
Спутниктік мониторинг тұзданудың кеңістіктік үлгісін зерттеуде ерекше маңызға ие. Мультиспектралды суреттердегі көрінетін және инфрақызыл диапазондардағы деректер топырақ бетінің қасиеттерін, оның ішінде тұзды аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Тұзданған жерлер көбінесе төменгі вегетациялық индекс көрсеткіштеріне ие, бұл олардың спутниктік суреттегі көрінісін айқындайды. Тұздану индекстері (мысалы, NDSI) есептеу арқылы топырақтың тұздану дәрежесін бағалауға болады. Earth Explorer сайтында суреттерді іздеу төмендегі 11-суретте бейнеленген.



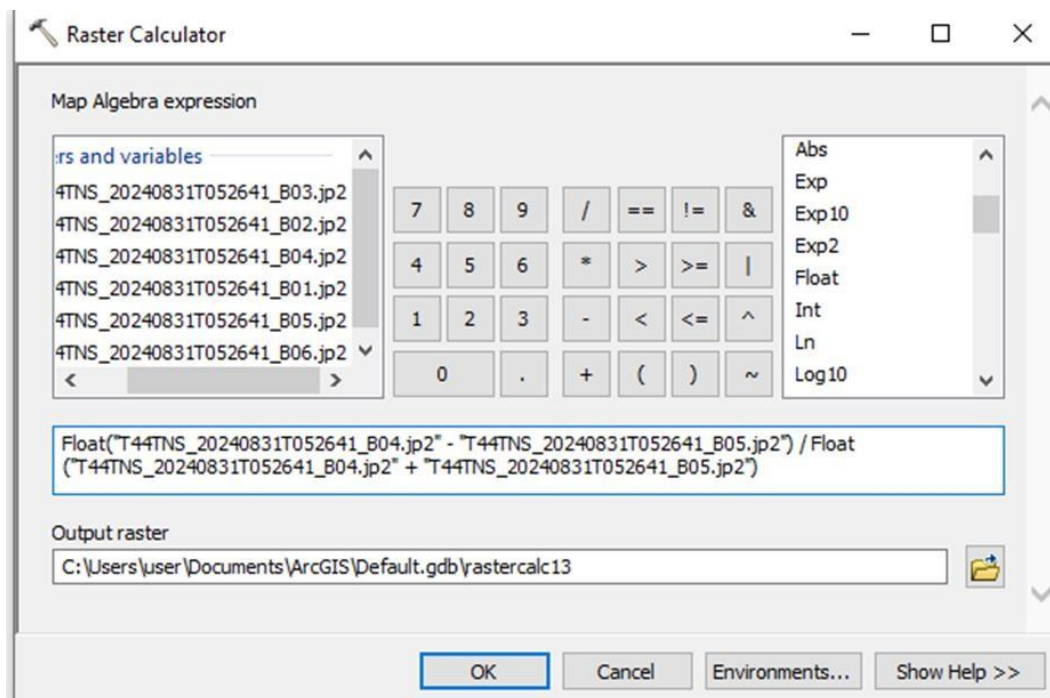
11- сурет – Earth Explorer сайтында суреттерді іздеу және параметрлерді баптау

2011-2024 жылдар аралығындағы жаз мезгіліне сәйкес келетін спутниктік бейнелер таңдалып, жүктеп алынды. Кескіндерді өңдеу процесі ArcGIS бағдарламалық платформасында жүргізілді. Алынған деректерден қажетті спектралдық арналар таңдалып, біріктірілді. Кейін, «Raster Calculator» құралының

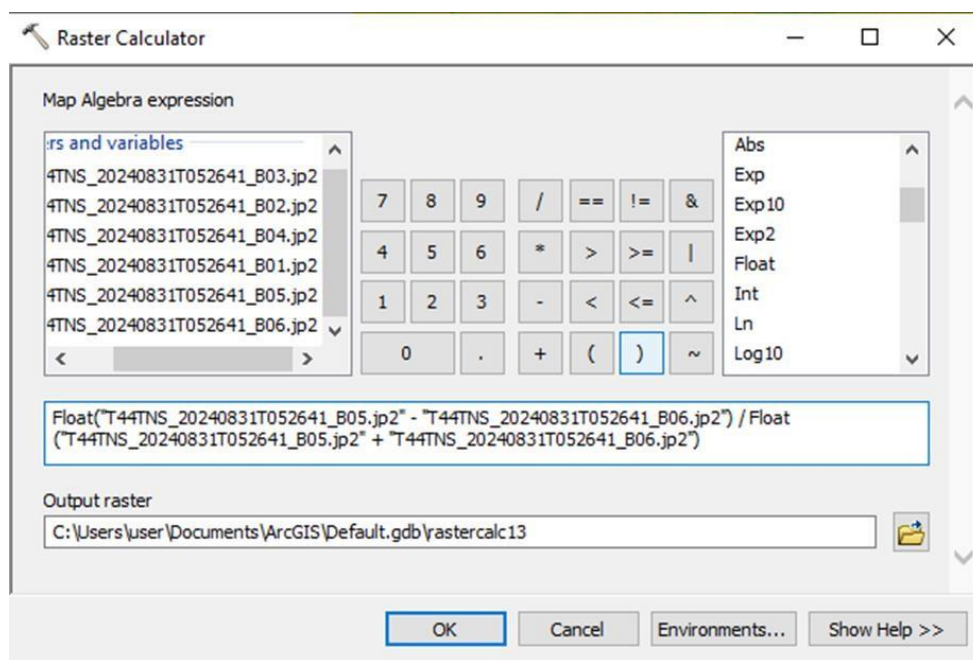
көмегімен 12-15-суретте көрсетілгендей, әртүрлі вегетациялық индекстердің мәндері есептеліп шығарылды.



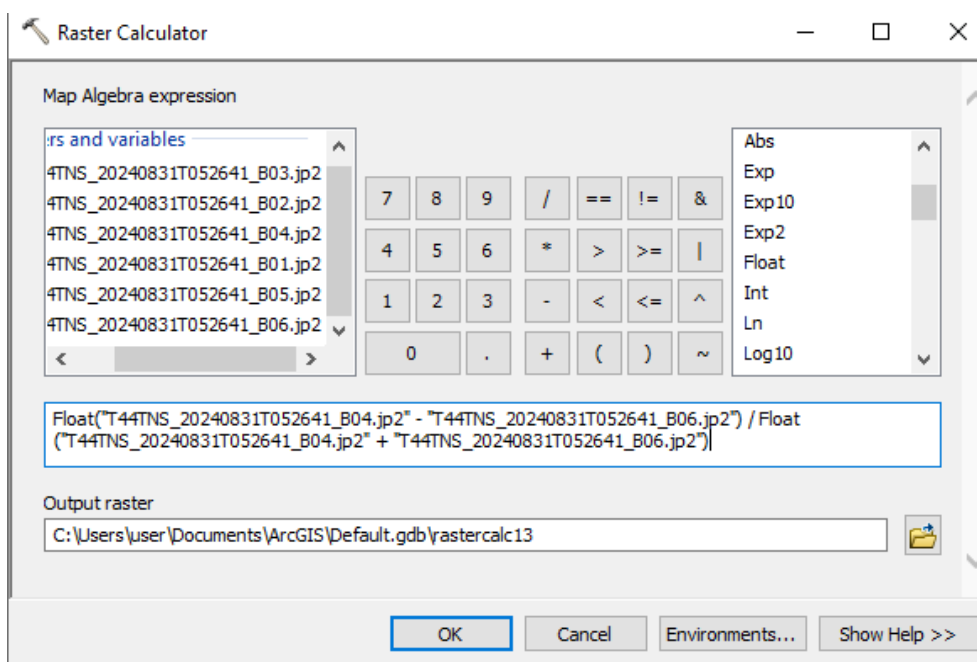
12-сурет – NDVI индексінің растрлық калкуляторы



13-сурет – NDSI индексі



14- сурет – NDMI индексі



15- сурет – CRSI индексі

Географиялық ақпараттық жүйелер тұздану деректерін кеңістіктік талдауға және визуализациялауға мүмкіндік береді. Қабаттық талдау арқылы топырақ және су үлгілері, спутниктік индекстер, суармалы жерлердің орналасуы мен рельеф сияқты деректер интеграцияланады. Мәліметтерді классификациялау және

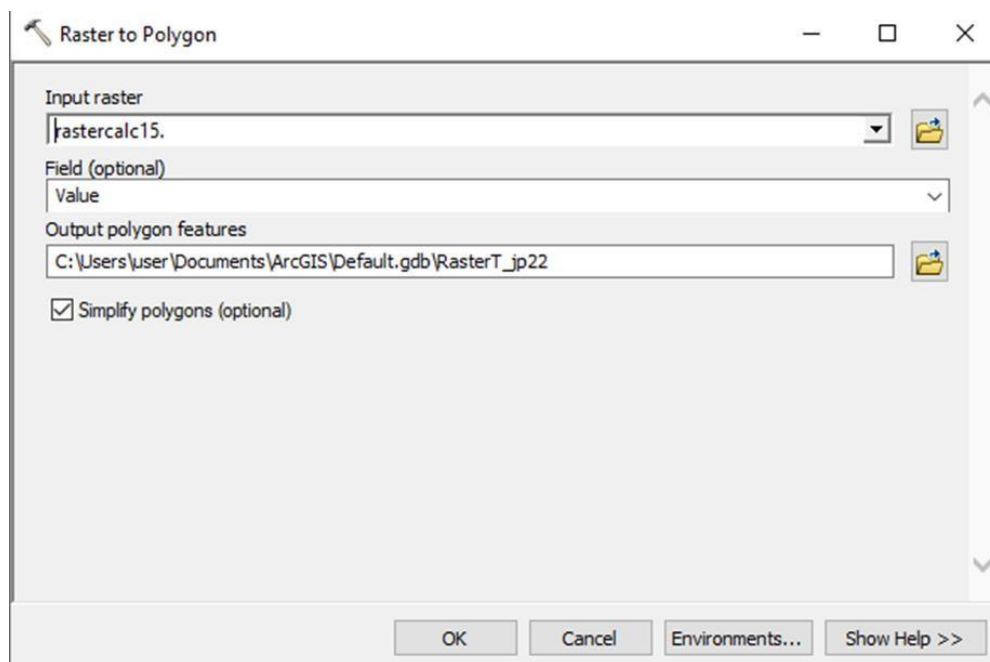
градациялау әдістері арқылы тұздану деңгейін төмен, орташа және жоғары деп бөлу жүзеге асырылады. Кластерлік талдау, нейрондық желілер және регрессиялық модельдеу де кеңінен қолданылады.

Тұздану деңгейін бағалауда статистикалық және математикалық әдістер маңызды рөл атқарады. Мысалы, көпфакторлы регрессия және геостатистика әдістері (кригинг) кеңістіктік деректердің интерполяциясы мен болжамын жүзеге асырады. Бұл әдістер арқылы тұзданудың кеңістіктік үлгісі нақтыланып, картаға түсіріледі.

Тұздану карталарын құрастыру кезінде кеңістіктік деректердің сапасы мен қалыбын қамтамасыз ету маңызды. Карталар тұзданудың таралуын, оның деңгейін және түйінді аймақтарды анық көрсетеді. Карталар түрлі-түсті палитралар арқылы визуализацияланады, бұл агрономдар мен экология мамандарына ландшафттағы тұзданудың жай-күйін бағалауға мүмкіндік береді.

Тұздану деңгейін бағалау карталары ауыл шаруашылығын тиімді басқаруға, суару жүйелерін оңтайландыруға және топырақ құнарлылығын сақтауға бағытталған шешімдерді қабылдауға негіз болады. Сонымен қатар, бұл карталар экологиялық мониторинг пен жерді қалпына келтіру шараларын жоспарлауда маңызды құрал болып табылады.

Деректерді сақтап болған соң, кескін бес санатқа бөлінеді. Осыдан кейін, алынған растрлық мәліметтерді полигон түріне ауыстыруға болады. Бұл үшін 16-суретте көрсетілгендей "Raster to Polygon" функциясы қолданылады, және әрбір анықталған 5 категория бойынша жеке файл жасалады.



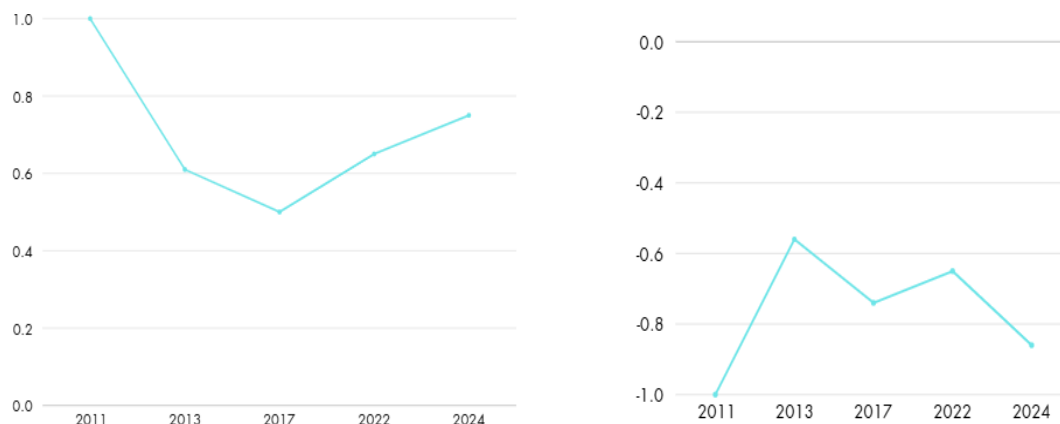
16- сурет – Растрды полигонға түрлендіру

Нәтижесінде тұздану деңгейін бағалауға арналған карталар жасалады, олар түрлі-түсті шкала арқылы аймақтың тұздану жағдайын көрнекі түрде көрсетеді. Мұндай карталар ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыруға, тұздануды азайтуға бағытталған суару жүйелерін оңтайландыруға және экологиялық мониторинг жүргізуге негіз болады.

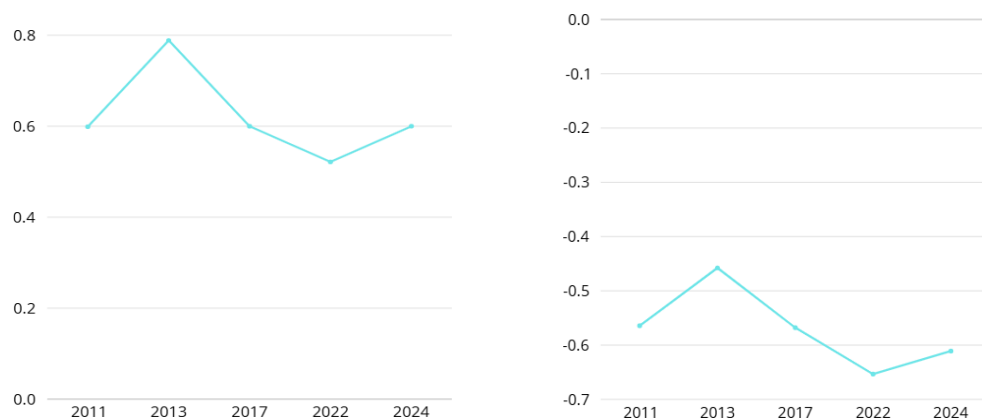
Қызылорда облысында 2011 жылы тұзданбаған жерлердің бір бөлігінің тұзданған аумақтарға айнала бастағаны байқалды. Жылдар өте келе аймақтағы топырақтың тұздану үрдісі күшейіп отырған. 2011 жылмен салыстырғанда зерттелген аймақта тұздану деңгейі бір категориядан келесісіне ауысып, аумақтық өзгерістерге ұшыраған.

Келесі кезеңде Сырдария ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы жерлерінің тұздануы жоғары аймақтарында нақты зерттеу жүргізілді. Бұл жұмысты іске асыру үшін бастапқыда Google Earth Engine платформасы арқылы Landsat пен Sentinel-2 спутниктік деректері алынды.

Google Earth Engine - бұлттық негізде жұмыс істейтін платформа, онда спутниктік бейнелерді жүктеп, арнайы кодтарды енгізу арқылы түрлі мәліметтермен жұмыс жасауға болады. Алдымен платформада тіркеу рәсімі жүргізіліп, кейін зерттелетін аумақ таңдалып, қажетті бөлігі қиылып алынды. Зерттеу нысаны ретінде Қызылорда облысының Сырдария ауданы таңдалды, себебі бұл өңір ауыл шаруашылығы жерлерінде тұздану қаупі ең жоғары болып саналады. 17-20 суреттерде - 2011, 2013, 2017, 2022 және 2024 жылдар аралығындағы кезеңде тұздану деңгейінің қалай өзгергені анықталды.

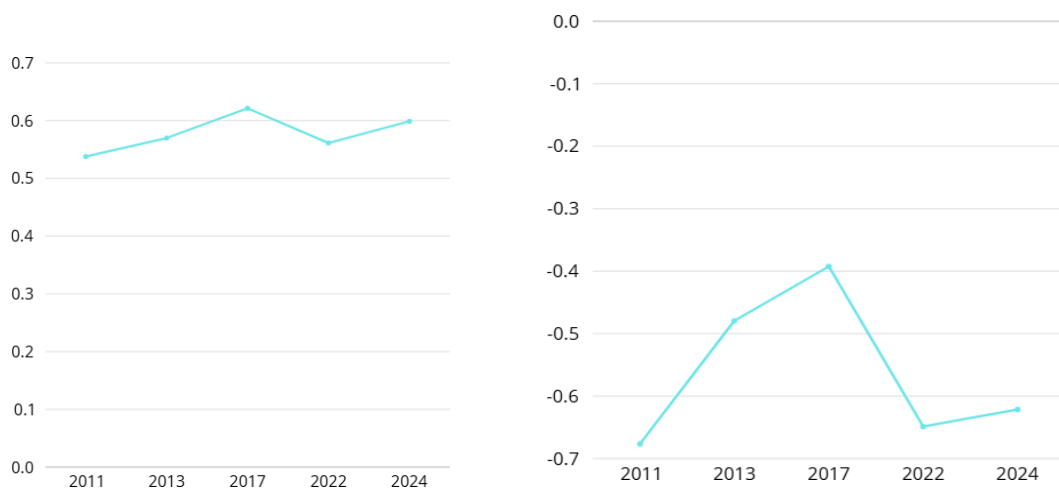


17-сурет – 2011-2024 жылдар аралығындағы өзгеру NDVI диаграммасы



18-сурет – 2011-2024 жылдар аралығындағы өзгеру NDSI диаграммасы

Жердің тұздану деңгейін бағалау карталарын құрастыру кешенді ғылыми-тәжірибелік жұмыстарды талап етеді, оның құрамына топырақ және су үлгілерін жинау, спутниктік деректерді өңдеу, кеңістіктік мәліметтерді талдау және визуализация енгізіледі. Бұл бағыттағы зерттеулердің нәтижелері ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту және экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін маңызды болып табылады.



19-сурет – 2011-2024 жылдар аралығындағы өзгеру NDMI диаграммасы



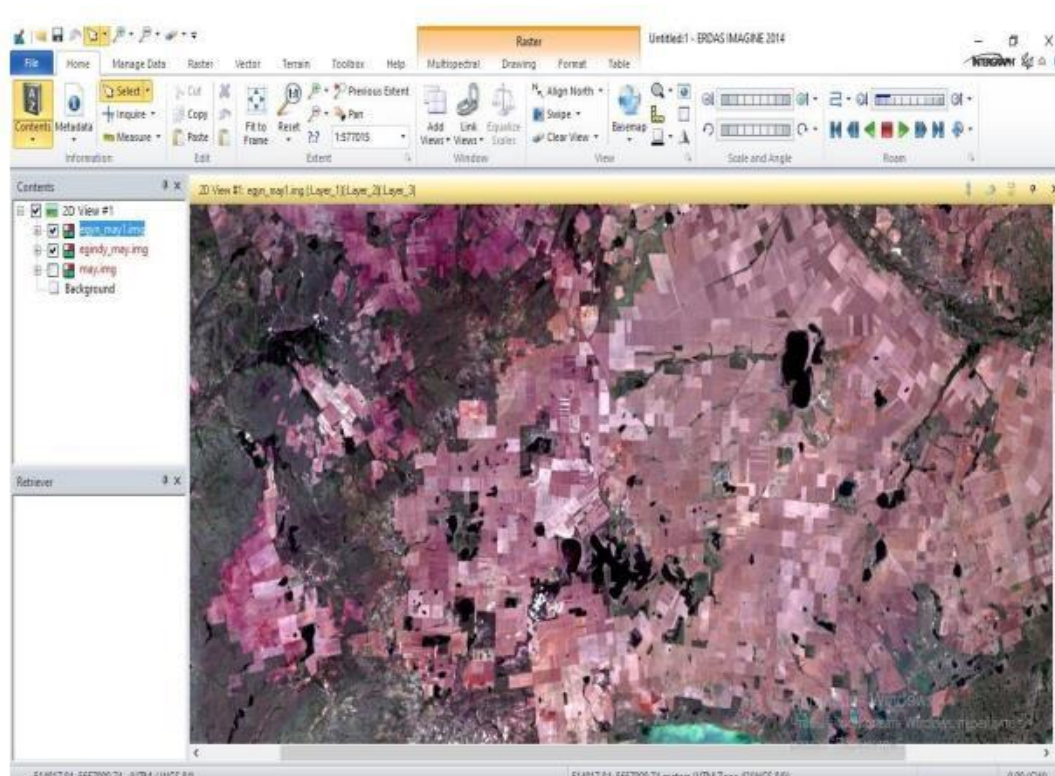
20-сурет – 2011-2024 жылдар аралығындағы өзгеру CRSI диаграммасы

Жердің тұздану деңгейін бағалау карталарын құрастыру – топырақтың экологиялық жағдайын мониторингтеуде және ауыл шаруашылығын тиімді басқаруда маңызды зерттеу бағыты болып табылады. Тұзданудың кеңістіктік таралуын дәл анықтау үшін топырақ пен су үлгілерінің физика-химиялық көрсеткіштерін зерттеу, спутниктік деректерді пайдалану және географиялық ақпараттық жүйелер арқылы кеңістіктік талдау жүргізу қажет. Бұл кешенді тәсіл тұзданудың төмен, орташа және жоғары деңгейлерін айқын анықтап, олардың кеңістіктік үлгісін визуализациялауға мүмкіндік береді.

Құрастырылған тұздану карталары ауыл шаруашылық дақылдарының өсуін оңтайландыруға, суару мен жер пайдалану әдістерін жақсартуға, сондай-ақ топырақ деградациясының алдын алу және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету шараларын жоспарлауға негіз болады. Сондықтан тұздану деңгейін бағалаудың заманауи әдістерін енгізу және ГИС-технологияларды қолдану агроэкологиялық зерттеулердің тиімділігін арттырады әрі ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына ықпал етеді.

Спутниктік деректерді ғылыми немесе қолданбалы мақсатта пайдалану үшін оларды бірқатар алдын ала өңдеу кезеңдерінен өткізу қажет. Бұл процестер мәліметтердің дәлдігін арттырып, оларды талдау үшін жарамды етеді.

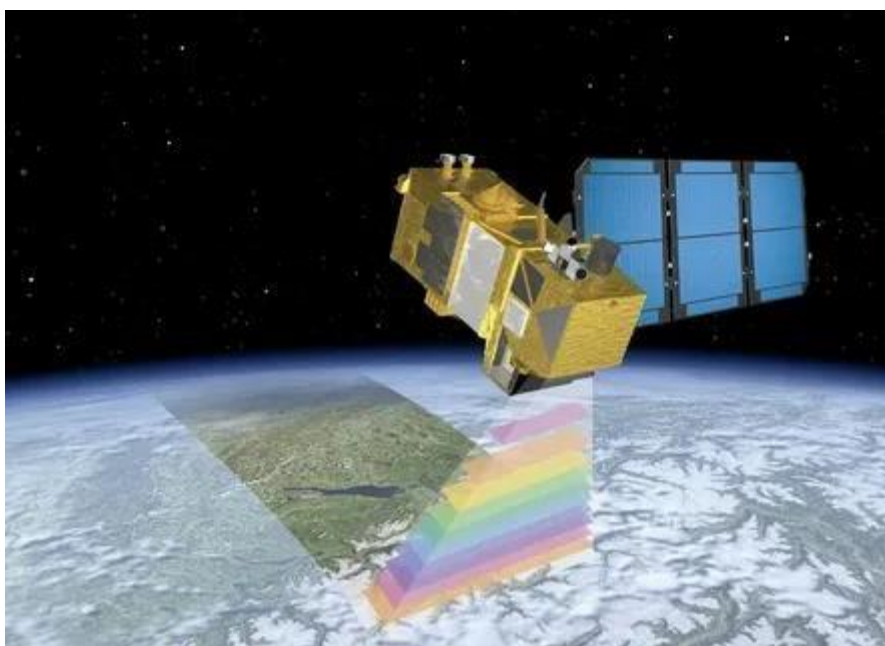
ArcGIS – кеңістіктік талдау және картография. Жерді қашықтықтан зондтау технологияларының дамуы зерттеулерде заманауи және дәл деректерді кеңінен қолдануға жол ашты. Landsat және Sentinel сияқты спутниктік платформалардан алынған суреттер жоғары кеңістіктік және спектралдық нақтылықпен ерекшеленіп, экологиялық, географиялық және әлеуметтік процестерді 21 - суретке сәйкес жан-жақты бағалауға мүмкіндік береді.



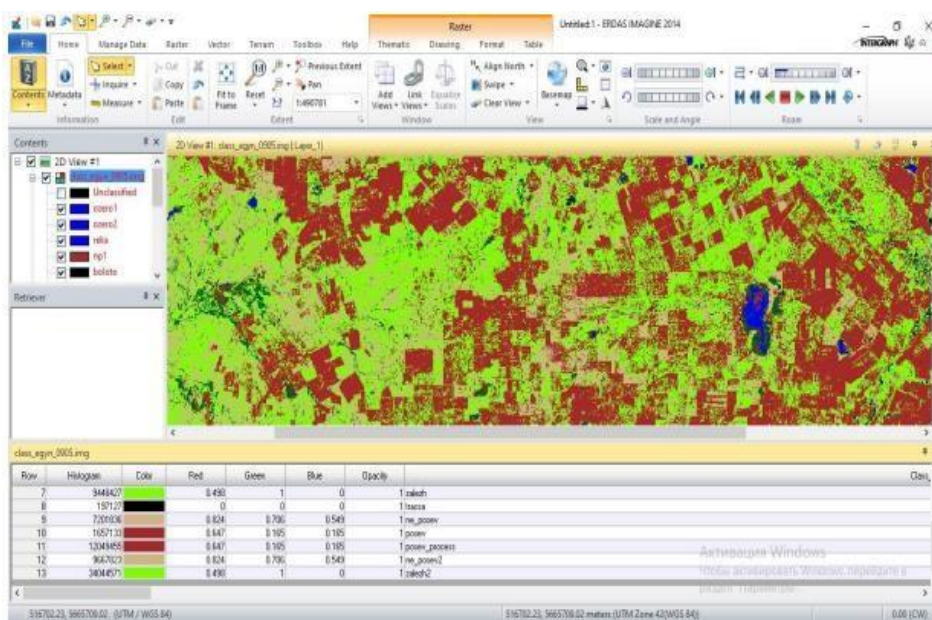
21-сурет – Sentinel-2 спутниктік түсірілімі негізінде сынама алу

Бұл деректерді алдын ала өңдеу – зерттеу сапасына тікелей әсер ететін маңызды кезең. Геометриялық және атмосфералық түзетулер, бұлттарды анықтау мен жою, сондай-ақ мозаикалау процестері нәтижесінде алынған деректер шынайы және салыстырмалы ақпарат көзіне айналады. Демек, Sentinel-2 ғарыштық аппараты 22 – суретке сәйкес спутниктік мәліметтерді дұрыс таңдау және оларды сапалы өңдеу зерттеу нәтижелерінің дәлдігі мен сенімділігін арттырып, ғылыми жұмыстың практикалық маңызын күшейтеді.

Sentinel-2 спутнигі 13 түрлі спектрлік арнаны қамтитын көпспектрлі оптоэлектронды сенсорлармен жабдықталған. Бұл сенсорлар көрінетін жарық, жақын инфрақызыл (NIR) және қысқа толқынды инфрақызыл (SWIR) диапазондарында жұмыс істейді. Спектралдық арналардың кең ауқымы 10-нан 60 метрге дейінгі кеңістіктік ажыратымдылықты қамтамасыз етеді (23-суретке сәйкес). Бұл өсімдіктердің күйін қадағалап, олардың уақыт бойынша өзгерістерін бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, атмосфералық кедергілердің сурет сапасына әсерін азайту арқылы мәліметтердің сенімділігі артады.[9]



22-сурет – Sentinel-2 ғарыштық аппараты



23-сурет – Әр кластың «спектрлік бейнесін» алу (жіктелген сурет)

Орташа орбиталық биіктігі шамамен 785 км болатын Sentinel-2 миссиясы екі спутниктен тұрады. Бұл жүйе экватор маңында әр бес күн сайын, ал орта ендіктерде 2–3 күн сайын жерді қайтадан түсіруге жағдай жасайды. Алғашқы спутникті ұшыру 2013 жылға жоспарланған. Бұл құрылғының басты артықшылықтарының бірі –

түсіру жиілігінің жоғары болуы және кең өткізу қабілеті. Бұл өсімдіктердің вегетациялық кезеңінде байқалатын жедел өзгерістерді бақылауға мүмкіндік береді.

Sentinel-2 спутниктерінен алынған деректер жер ресурстарын тиімді басқару, ауыл және орман шаруашылығын дамыту, сондай-ақ төтенше жағдайларды бақылау мен гуманитарлық мақсаттағы жұмыстарда кеңінен қолданылады. Бұл миссия кеңістікті кең қамтуымен, жиі дерек алумен және жоғары ажыратымдылықтағы мультиспектрлі суреттерді тұрақты түрде түсіруімен ерекшеленеді. 4-кестеде Sentinel-2 аппаратының негізгі техникалық көрсеткіштері мен қосымша мүмкіндіктері ұсынылған.

Кесте 4 – Sentinel-2 Ғарыштық аппаратының техникалық сипаттамасы

Сипаттамасы	Мәні
Түсіру жолағының ені	290 км
ҒА салмағы	1100 кг
Надирдегі кеңістіктік рұқсат (1-4 арналар)	10 метр
Надирдегі кеңістіктік рұқсат (5-10 арналар)	20 метр
Надирдегі кеңістіктік рұқсат (11-13 арналар)	60 метр
Бейне ақпараттың сығылу коэффициенті	2.6 рет
Түсіру жиілігі	экваторда 5 күнде бір рет, орта ендіктерде 2-3 күнде бір рет
Жұмыс істеуінің есептік мерзімі	7 жыл
Түсіру режимі	гиперспектралды
МК спектрлік диапазондарының оптикалық үйлесімі	біріктірілмеген
Түсіру кезіндегі қуат тұтыну	266 Вт

Еуропалық Одақтың "Коперник" бағдарламасы аясында іске асырылып жатқан спутниктік жүйе құрлық, атмосфера және мұхит сияқты қоршаған ортаның әртүрлі компоненттерін кешенді зерттеуге бағытталған. Бұл бағдарлама шеңберінде алты спутникті ұшыру көзделген, олардың ішінен Sentinel-1 (радиолокациялық) және Sentinel-2 (оптикалық) сәтті іске қосылды. Сонымен қатар, Sentinel-2В спутнигін ұшыру 2016 жылдың екінші тоқсанына жоспарланған болатын.

Дегенмен, Коперник бағдарламасының ресми порталында ұсынылатын спутниктік суреттер әрдайым нақты уақыттағы жағдайды толық көрсете бермейді. Атмосфералық құбылыстар – мысалы, бұлттылық немесе түгін – түсірілімнің сапасына әсер етуі мүмкін. Сондықтан алынған суреттерді дәл өңдеу үшін қосымша

түзетулер жүргізу қажет болады. Мұндай жағдайда қосымша ақпарат көздерін пайдалану маңызды, мысалы: SASPlanet, GlobalMapper, Copernicus бағдарламасының тегін бағдарламалық жасақтамасы немесе GeoEye-1 секілді жоғары кеңістіктік ажыратымдылықтағы еркін қолжетімді кескіндердің мұрағаттары.

ЖҚЗ деректерін өңдеудің кейбір әдістері «ENVI 5.3 жүйесінде ЖҚЗ мәліметтерін талдау» атты вебинарда ұсынылған. Қазіргі таңда "Совзонд" компаниясының мамандары Sentinel-2A жерсерігінің суреттерін автоматты түрде өңдеу мен тақырыптық карта жасау жұмыстарын Geoanalytics платформасы арқылы жүзеге асыруда. Бұл жұмыстар экологиялық мониторингтің жедел міндеттерін шешуге бағытталған.

2.3 Нақты аудан бойынша мультиспектрлік индекстерді (NDVI, NDSI, т.б.) есептеу

Қазіргі таңда ЖҚЗ технологиялары кең ауқымды геоақпараттық талдаулар жүргізуде маңызды рөл атқарады. Бұл технологиялар табиғи ресурстарды басқару, климаттық өзгерістерді қадағалау, ауыл шаруашылығын жоспарлау және қоршаған ортаның жай-күйін бағалау сынды салаларда кеңінен қолданылады. ЖҚЗ деректері негізінде алынған мультиспектрлік индекстер – белгілі бір табиғи немесе антропогендік құбылыстарды сипаттауға арналған сандық көрсеткіштер. Жиі қолданылатын индекстердің қатарына NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDSI (Normalized Difference Salinity Index), NDMI (Normalized Difference Moisture Index) және CRSI (Crop Residue Soil Index) секілді көрсеткіштер жатады.

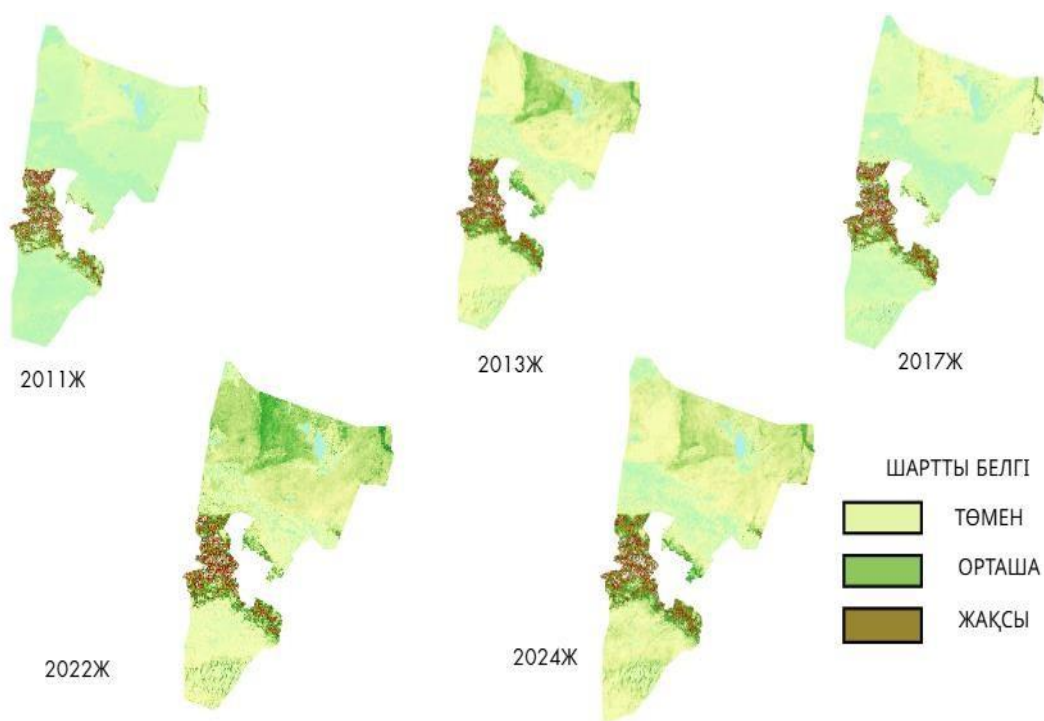
NDVI индексі өсімдіктердің физиологиялық белсенділігін сипаттайтын сенімді көрсеткіш болып табылады. Сырдария ауданы үшін NDVI индексі 24 - суретте бейнеленген. Ол көрінетін қызыл (Red) және жақын инфрақызыл (NIR) диапазондағы шағылысу қасиеттеріне негізделеді:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (1)$$

мұндағы NIR – инфрақызылы жақын диапазондағы шағылысу (Sentinel-2 үшін Band 8)

Red - көрінетін қызыл диапазондағы шағылысу (Sentinel-2 үшін Band 4).

NDVI мәндері -1 мен +1 аралығында өзгереді. Оң мәндер тірі өсімдік жамылғысының болуын, ал нөлге жақын немесе теріс мәндер жалаңаш топырақ, су немесе жасыл емес беттердің болуын білдіреді.

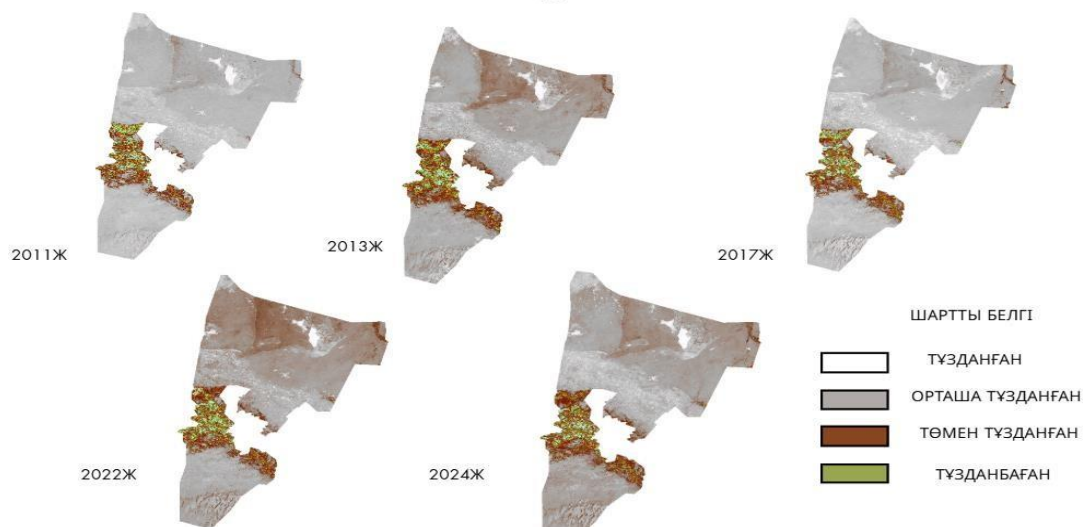


24- сурет – Сырдария ауданы NDVI индексі

NDSI индексі 25-суретте көрсетілгендей, топырақтың тұздануын талдау үшін пайдаланылады. Ол қызыл (Red) және жақын инфрақызыл (NIR) диапазондар арасындағы айырмашылыққа негізделеді:

$$NDSI = \frac{Red - NIR}{Red + NIR} \quad (2)$$

мұндағы Red – қызыл спектрлік жолақ (Sentinel-2 үшін Band 4),
NIR – жақын инфрақызыл диапазондағы (Sentinel-2 үшін Band 8).

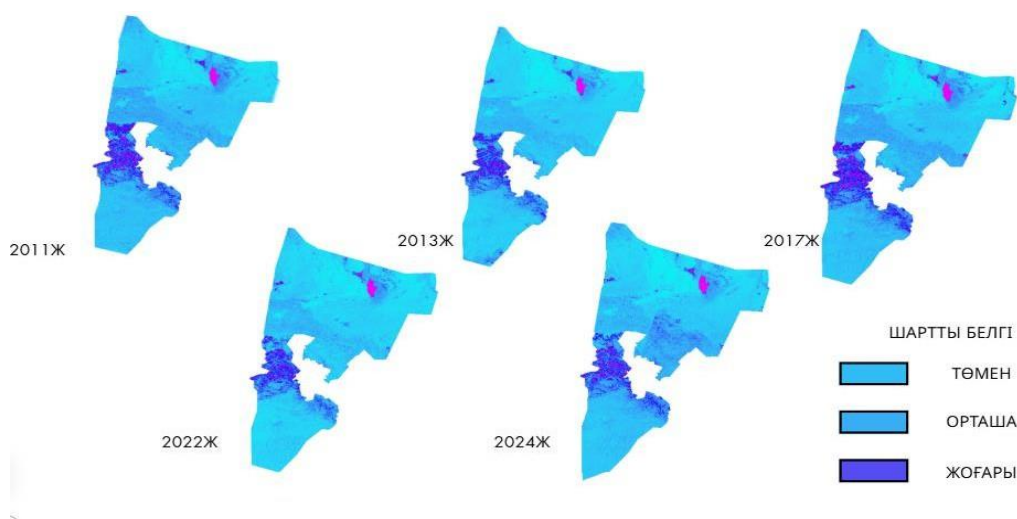


25-сурет – Сырдария ауданы NDSI индексі

NDMI (Normalized Difference Moisture Index) - бұл топырақ пен өсімдіктердегі ылғалдылық деңгейін анықтау үшін қолданылатын қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) индексі. Сырдария ауданы үшін бұл индекс 26 - суретте көрсетілген. NDMI - NDVI индексіне ұқсас, бірақ өсімдіктер мен топырақтағы су мөлшеріне (ылғалдылыққа) бағытталған

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR1}{NIR + SWIR1} \quad (3)$$

NIR - Жакын инфрақызыл диапазондағы (Sentinel-2 үшін Band 8)
SWIR - Қысқа толқынды инфрақызыл (Sentinel-2 үшін Band 6)

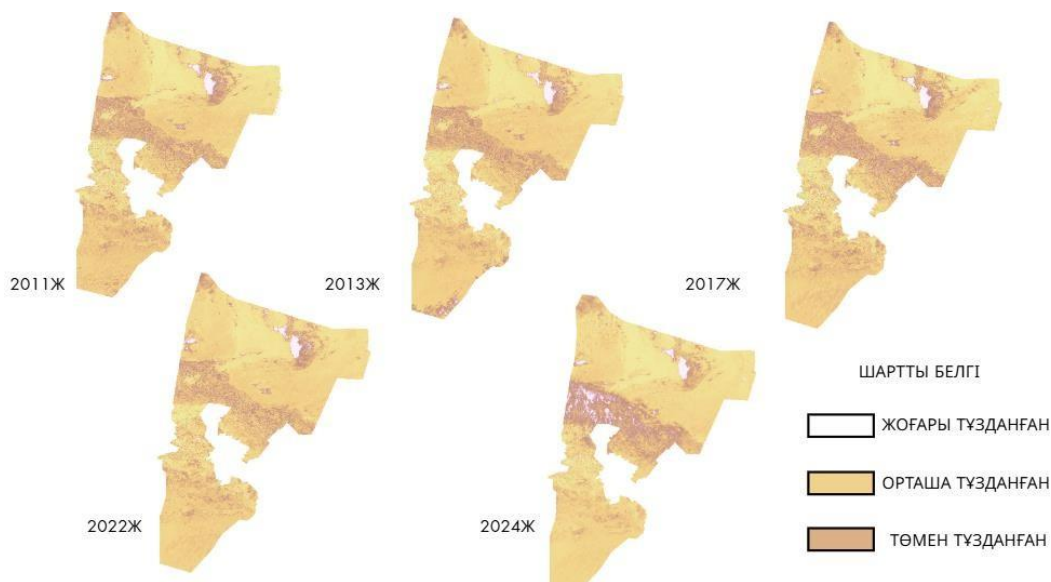


26-сурет – Сырдария ауданы NDMI индексі

CRSI индексі – қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) технологиясы арқылы алынған спутниктік деректер негізінде егістік жерлердегі өсімдік қалдықтарының мөлшерін бағалауға арналған көрсеткіш.

$$CRSI = \frac{Red - SWIR}{Red + SWIR} \quad (4)$$

CRSI көрсеткіші 27 – суретке сәйкес, оптикалық диапазондағы Red (Sentinel-2 үшін Band 4) және SWIR (Sentinel-2 үшін Band 6) каналдарындағы шағылысу айырмашылығына негізделеді.



27-сурет – Сырдария ауданы CRSI индексі

Мультиспектрлік индекстерді есептеуде бастапқы қадам ретінде зерттелетін аудан бойынша ЖҚЗ деректерін жинау жүзеге асырылады. Бұл мақсатта Sentinel-2 немесе Landsat 8/9 сияқты спутниктік платформалардан алынған суреттер қолданылады. Деректерді алдын ала өңдеуге келесідей кезеңдер кіреді:

- Атмосфералық түзету (Level-2A өнімдері пайдаланылады),
- Облыс бойынша кескіндерді қиып алу (region of interest – ROI)
- Бұлттылық маскаларын қолдану (QA жолақтары немесе Scene Classification Layer негізінде),
- Спектрлік жолақтарды тіркеу және қайта жобалау.

Python тіліндегі rasterio, numpy, matplotlib кітапханалары немесе Google Earth Engine (GEE) платформасы арқылы NDVI мен NDSI сияқты индекстер пиксельдік деңгейде автоматты түрде есептеледі. Бұл алгоритмдер ауданның жалпы вегетациялық күйін, қар жамылғысының аумағын немесе уақыт бойынша өзгерісін сандық және визуалды түрде сипаттауға мүмкіндік береді.

Мультиспектрлік индекстер нақты аудан бойынша экологиялық және табиғи-ресурстық ахуалды бағалауда, сонымен қатар климаттық трендтерді модельдеуде таптырмас құрал болып табылады..

Зерттеу барысында Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы нақты аудан бойынша мультиспектрлік индекстер – NDVI (өсімдік жамылғысының индексі) және NDSI (топырақ тұздану индексі) есептелді. Бұл индекстер қоршаған орта күйін сандық және визуалды түрде сипаттауға мүмкіндік беретін сенімді көрсеткіштер ретінде танылды.

NDVI индексінің мәндері вегетациялық белсенділіктің деңгейін дәл сипаттайды және ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы мен экологиялық мониторинг салаларында тиімді қолданылады. Зерттеу нәтижесінде NDVI мәндерінің таралуы аудан аумағында өсімдік жамылғысының біркелкі емес екенін көрсетті, бұл аумақтың агроэкологиялық ахуалын бағалау үшін маңызды.

Ал NDSI индексі топырақ тұздылығының кеңістіктік құрылымын анықтауға және маусымдық өзгерістерді бақылауға мүмкіндік берді. Бұл көрсеткіш, әсіресе, су ресурстарын басқару мен климаттық модельдер құруда маңызды рөл атқарады.

Жүргізілген гистограммалық талдау NDVI мен NDSI мәндерінің таралуын айқындап, зерттелетін аудан бойынша табиғи жағдайлардың кеңістіктік әртүрлілігін дәлелдеді. Бұл мәліметтер экологиялық қауіп-қатерлердің алдын алу, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және аймақтық даму стратегияларын әзірлеу барысында қолданыс таба алады.

Осылайша, мультиспектрлік индекстерді есептеу – қоршаған ортаны кешенді түрде бағалаудың тиімді әрі заманауи тәсілі екендігі дәлелденді. Алынған нәтижелер болашақта автоматтандырылған мониторинг жүйелерін құру мен аймақтық экожүйелердің тұрақтылығын бағалау бағыттарында қолданылуы мүмкін.

3 Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау және бағалау

3.1 Тұздану процестерінің табиғи және антропогендік себептері

Қызылорда облысы – Қазақстан Республикасындағы экологиялық тұрғыдан осал аймақтардың бірі. Аймақтың климаттық ерекшеліктері, Арал теңізінің тартылуы, ирригациялық жүйелердің ескіруі және суландыру режимінің өзгеруі – жер ресурстарының деградацияға ұшырауына, оның ішінде тұздану процесінің үдей түсуіне алып келуде. Бұл құбылыс ауыл шаруашылығына тікелей қауіп төндіріп, экожүйе тепе-теңдігіне әсер етеді. Сондықтан тұздану процестерін анықтау, бағалау және болжау – аймақтық жер пайдалануда маңызды басымдықтардың бірі болып саналады.

Қызылорда облысының жер қыртысының тұздануына әсер ететін факторларды келесідей жіктеуге болады:

Табиғи факторлар:

- Құрғақ климат пен буланудың жоғары деңгейі;
- Грунт суларының таяз орналасуы (1-3 м);
- Сортанды топырақтардың басым болуы;
- Теңіз деңгейінен төмен жатқан ойпаттар (әсіресе Арал маңы).
- Антропогендік факторлар:
- Ирригациялық судың шамадан тыс және тиімсіз пайдаланылуы;
- Дренаж жүйелерінің жетілмегендігі;
- Ауыл шаруашылық практикасының тұрақсыздығы;
- Арал теңізінің экологиялық апаты салдарынан пайда болған техногендік шөлдер.

Жердің тұздану деңгейін бағалау үшін геоакпараттық жүйелер (ГАЖ), Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) және далалық зерттеу деректері бірлесіп қолданылады. Бұл мақсатта келесі әдістемелер тиімді:

Мультиспектрлік индекстер:

Salinity Index (SI) немесе Normalized Difference Salinity Index (NDSI) – топырақтағы тұз концентрациясын спутниктік деректер негізінде бағалауға мүмкіндік береді;

NDVI (өсімдік жамылғысы индексі) арқылы жанама түрде тұздану әсерін анықтау (өсімдік жамылғысы азайған жерде тұздану жоғары).

Тұздану процесін болжау үшін статистикалық және модельдік тәсілдер қолданылады;

- GIS-модельдеу – жер бедері, гидрогеологиялық жағдай және климаттық көрсеткіштер негізінде болашақ тұздану аймақтарын анықтайды;

Бағалау нәтижесінде Қызылорда облысы аумағында тұзданудың кең таралған аймақтары Арал маңы және Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы егістік жерлер екені анықталды. Бұл мәліметтер:

Тұзданумен күрес шараларын (тұзсыздандыру, топырақ жақсартушы агротехника) жоспарлауға, агроөнеркәсіптік кешенді оңтайлы басқаруға, аумақтық даму стратегияларына ғылыми негізделген шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Қызылорда облысындағы жердің тұздануы – табиғи-климаттық және антропогендік факторлардан туындайтын күрделі құбылыс. Оны болжау мен бағалау – тек агрономиялық емес, сонымен қатар экологиялық және әлеуметтік мәні бар мәселе. Ғылыми негізделген мониторинг пен картографиялық модельдеу әдістері бұл процестің кеңістіктік және уақыттық динамикасын дәл болжауға мүмкіндік береді. Алынған деректер болашақта жерді ұтымды пайдалану, ауыл шаруашылығын әртараптандыру және экожүйелік тұрақтылықты сақтау үшін негіз бола алады.

Қызылорда облысының аумағындағы жерлердің тұздану процестері – аймақтың табиғи-климаттық ерекшеліктері мен антропогендік әсерлерінің өзара ықпалдасуынан туындайтын күрделі экологиялық мәселе. Зерттеу барысында мультиспектрлік индекстерді (NDVI, NDSI, NDMI), ГАЖ және қашықтықтан зондтау технологияларын қолдану арқылы жердің тұздану деңгейін бағалаудың заманауи әдістері қарастырылды. Жүргізілген сараптамалар нәтижесінде тұздану процесінің кеңістіктік таралу заңдылықтары анықталып, әсіресе Арал теңізіне жақын орналасқан аумақтарда, сондай-ақ Сырдария өзенінің төменгі ағысында тұзданудың жоғары деңгейде шоғырланғаны дәлелденді. Бұл аумақтарда топырақтың тұздануы ауыл шаруашылығының өнімділігіне кері әсерін тигізуде, ал климаттың өзгеруі мен ирригациялық жүйелердің тозуы мәселені одан әрі ушықтырып отыр.

Болжау модельдері мен ГАЖ талдау әдістері келешекте тұздануға бейім аудандарды анықтауға және алдын алу шараларын дер кезінде қабылдауға мүмкіндік береді. Бұл жер ресурстарын ұтымды пайдалану, жер сапасын сақтау және ауыл шаруашылығы өндірісін тұрақты дамыту үшін аса маңызды.[10]

Осылайша, жердің тұздану процестерін ғылыми негізде бағалау мен болжау – экологиялық қауіп-қатерлерді азайтуға және өңірлік жер саясатын тиімді жүргізуге жол ашады. Қолданылған әдістемелер мен алынған нәтижелер аймақтың жер ресурстарын басқару стратегиясын әзірлеуде нақты практикалық маңызға ие. Жердің тұздануы – топырақтың немесе жер қыртысының құрамында еріген тұздар мөлшерінің артуы нәтижесінде оның агрономиялық және экологиялық қасиеттерінің нашарлау процесі. Бұл құбылыс табиғи факторлармен қатар, адамның шаруашылық қызметінің әсерінен де туындайды. Аталған себептерді екі негізгі топқа бөліп қарастыруға болады: табиғи (экзогенді және эндогенді) және антропогендік (техногендік және ирригациялық).

Табиғи себептер. Жердің тұздануына әсер ететін табиғи факторлар көбіне аймақтың географиялық, геологиялық және климаттық жағдайларымен байланысты:

- Географиялық орналасу. Құрғақ континенттік климат басым болатын аймақтарда (мысалы, Қызылорда облысы) булану мөлшері жауын-шашыннан әлдеқайда жоғары. Бұл топырақтағы тұздардың шайылып кетуіне емес, керісінше, оның беткі қабатына көтерілуіне жағдай жасайды.

- Грунт суларының жақын орналасуы. Егер грунт суларының деңгейі 1,5–3 м тереңдікте орналасқан болса, капиллярлық көтерілу арқылы тұздар топырақтың жоғарғы қабаттарына шығып, жинақталады. Бұл – екінші реттік тұзданудың негізгі механизмі.

- Жер бедері мен дренаждың әлсіздігі. Ойыстар мен жазықтарда (әсіресе теңіз деңгейінен төмен аудандарда) тұздардың жиналуы жиі кездеседі. Су тоқтап қалатын аймақтарда табиғи дренаждың жоқтығы тұздардың жиналуына әкеледі.

- Ана жыныстың геохимиялық құрамы. Кейбір шөгінді жыныстарда бастапқыдан жоғары тұз мөлшері болады. Уақыт өте келе бұл тұздар топырақ бетіне шығады.

- Антропогендік себептер. Адам қызметінің нәтижесінде пайда болатын тұздану факторлары көбіне ауыл шаруашылығы мен ирригациялық жүйелермен байланысты:

- Суармалы егіншілік жүйесінің дұрыс ұйымдастырылмауы. Суармалы жерлерде артық су беру және оның дұрыс дренаждалмауы нәтижесінде грунт суларының деңгейі көтеріледі. Бұл өз кезегінде екінші реттік тұздануға себеп болады.

- Ауыл шаруашылық тәжірибесінің тиімсіздігі. Ауыспалы егіс жүйесінің сақталмауы, органикалық және биологиялық шаралардың жетіспеушілігі топырақтың құрылымын нашарлатады және тұздардың жинақталуына жағдай жасайды.

- Арал теңізінің экологиялық апаты. Арал маңында теңіз деңгейінің күрт төмендеуі нәтижесінде техногендік тұз шөлдері пайда болды. Бұл тұз массалары желмен таралып, өңірдің кең аумағын екіншілік тұздануға ұшыратуда.

- Минералды тыңайтқыштар мен пестицидтерді шамадан тыс қолдану. Химиялық қосылыстардың артық мөлшері топырақтың буферлік қасиетін әлсіретіп, тұз теңгерімін бұзады.

- Өндірістік ластаушылар мен қалдық сулар. Мұнай-газ, металлургия және химия өнеркәсібі салаларынан шығатын қалдықтар құрамында тұздар мен ауыр металдар 5-кестеге сәйкес болады. Бұл заттар жер асты сулары арқылы топыраққа өтіп, оның тұздануына себеп болады.

Кесте 5 – Жердің тұздану процестерінің негізгі себептері

Негізгі факторлар	Сипаттамасы	Нәтиже
Климаттық жағдайлар	Құрғақ әрі ыстық климат буланудың жоғары болуына әкеліп, тұздардың бетке көтерілуін тездетеді.	Қызылорда облысындағы шөлейт аймақтарда тұздану қаупі жоғары
Грунт суларының таяз орналасуы	Судың капиллярлық көтерілуі тұздарды топырақ бетіне шығарады.	Грунт суы 1,5–2 м тереңдікте орналасқан егістік алқаптар
Табиғи дренаждың нашарлығы	Топырақтың су өткізгіштігі төмен болса, тұздар шайылмай жинақталады.	Төменгі ағыс аймақтары (мысалы, Сырдария өзенінің атырауы)
Геологиялық-геохимиялық ерекшеліктер	Ана жыныстар құрамындағы тұздар уақыт өте келе топыраққа өтіп, тұздануды арттырады.	Жер асты шөгінділерінің тұздарға бай болуы
Ирригациялық жүйелердің жетілмегендігі	Суармалы жерлерде дренаж жүйесі жоқ немесе әлсіз болса, екінші реттік тұздану дамиды.	Артық су беру нәтижесінде тұздар қайта бетке көтеріледі
Топыраққа агротехникалық қысымның артуы	Жерді шектен тыс пайдалану, тыңайтқыштар мен пестицидтерді бақылаусыз қолдану.	Топырақтың химиялық тепе-теңдігі бұзылады
Арал теңізінің тартылуы	Арал теңізінің табанынан көтерілген тұздар желмен таралып, көршілес жерлерді тұздандырады.	Арал маңы шөлдері, экологиялық апат аймағы
Өндірістік және тұрмыстық қалдықтар	Ластанған сулар арқылы топырақ пен грунт суларына тұздар мен ауыр металдар енеді.	Мұнай-газ және химия өнеркәсібі маңындағы жерлер
Су ресурстарын тиімсіз пайдалану	Су тапшылығы кезінде шаруашылықтар қайта айналымды суларды пайдалануға мәжбүр, бұл да тұздануға әкеледі.	Қайта қолданылған сулармен суарылған жерлердің тұздану қаупі жоғары

Жердің тұздану процестері - экожүйенің табиғи тепе-теңдігі мен адамның шаруашылық әрекетінің күрделі өзара әрекеттесуінің нәтижесі. Табиғи факторлар аймақтың физика-географиялық ерекшеліктеріне байланысты болса, антропогендік себептер адамның дұрыс емес әрекеттерінен туындайды. Бұл процестердің өзара күшеюі жердің деградациясын жылдамдатады, сондықтан оны алдын алу, бақылау

және басқару – тұрақты жер пайдалану саясатының негізгі құрамдас бөлігі болып табылады.

Жердің тұздану процестері - климаттық, геологиялық және антропогендік факторлардың өзара ықпалдасуынан туындайтын күрделі табиғи-антропогендік құбылыс. Қызылорда облысы тәрізді аридті аймақтарда бұл мәселе ерекше өзектілікке ие болып отыр. Табиғи себептердің ішінде жоғары булану, грунт суларының таяз орналасуы мен әлсіз табиғи дренаж жүйелері басты рөл атқарады. Бұл факторлар тұздардың топырақ бетіне капиллярлық көтерілуіне және олардың жиналуына жағдай жасайды.

Сонымен қатар, антропогендік әсерлер – ирригациялық жүйелердің тиімсіз пайдаланылуы, артық суару, дренаждың болмауы, тыңайтқыштар мен химиялық заттардың шамадан тыс қолданылуы – екінші реттік тұздану қаупін күшейтеді. Арал теңізінің тартылуы және өндірістік ластаушы көздер де өңірлік деңгейде тұздану проблемасының тереңдеуіне әкеліп отыр.

Осыған байланысты, топырақтың тұздануын болдырмау немесе шектеу үшін табиғи жағдайларды ескеретін, ғылыми негізделген жер пайдалану стратегиялары қажет. Бұл стратегиялар суармалы егіншілікті дұрыс жоспарлау, дренаж жүйелерін жаңғырту, тұздануға қарсы агротехникалық шараларды енгізу және қашықтықтан зондтау мен ГАЖ технологияларын тиімді қолдану арқылы жүзеге асуы тиіс.

Жалпы алғанда, тұздану себептерін жүйелі түрде зерттеу және нақты бағалау – аймақтық жер ресурстарын қорғаудың, экожүйелік тепе-теңдікті сақтаудың және ауыл шаруашылығы өнімділігін тұрақты арттырудың басты кепілі болып табылады.

Жердің тұздану процесі – құрғақ және шөлейт аймақтарда топырақтың сапасын төмендетіп, ауыл шаруашылығының өнімділігіне, экожүйелердің тұрақтылығына тікелей әсер ететін күрделі және көпфакторлы табиғи-антропогендік құбылыс. Бұл процестің дамуында климаттық ерекшеліктер (жоғары температура мен буланудың жауын-шашыннан басым болуы), гидрогеологиялық жағдайлар (грунт суларының таяз орналасуы, әлсіз табиғи дренаж), сонымен қатар адамның шаруашылық әрекеті шешуші рөл атқарады.

Қызылорда облысы мысалында алсақ, бұл аймақтың экологиялық жағдайы тұздану процестерінің классикалық мысалы болып табылады. Арал теңізі бассейніндегі антропогендік жүктеменің артуы, суармалы егіншіліктің тиімсіздігі, табиғи дренаж жүйелерінің жеткіліксіздігі өңірдегі екінші реттік тұзданудың жылдам таралуына ықпал етті. Сондай-ақ ауыл шаруашылығының қарқынды дамуы барысында химиялық тыңайтқыштар мен пестицидтердің бақылаусыз қолданылуы да топырақтың физика-химиялық қасиеттерін өзгертіп, тұз массасының жиналуына әкеліп отыр.

Ғылыми талдаулар мен мониторингтік зерттеулер көрсеткендей, тұздану процестерінің алдын алу үшін кешенді көзқарас қажет. Бұл ретте табиғи және антропогендік факторлардың өзара байланысын түсіну, оларды ғылыми тұрғыдан модельдеу және болжау маңызды рөл атқарады. Қазіргі таңда қашықтықтан зондтау

технологиялары (мысалы, NDVI, NDSI индекстері арқылы) мен ГАЖ (геоакпараттық жүйелер) құралдары тұздану аумақтарын дәл анықтауға, динамикасын бақылауға және жер ресурстарын тиімді басқаруға жол ашып отыр.

Жоғарыда айтылғандарды негізге ала отырып, келесідей қорытынды жасауға болады:

- Жердің тұздануы табиғи геоклиматтық жағдайлармен қатар, адамның жерді дұрыс пайдаланбауы салдарынан да күшейіп отыр;
- Қызылорда облысы сияқты аридті аймақтарда бұл процесс өте қарқынды дамып, кең аумақтарды қамтуда;
- Тұздануға қарсы күрес тек агротехникалық шаралармен ғана емес, сондай-ақ ғылыми-аналитикалық әдістерге (мультиспектрлік талдау, ГАЖ мониторингі) сүйене отырып жүргізілуі тиіс;
- Тұрақты және ұзақ мерзімді шешімдер тек табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға, суды үнемдеуге және дренаж жүйелерін жетілдіруге бағытталған саясат негізінде іске асады.

Осылайша, жердің тұздану себептерін анықтау мен олардың алдын алу – экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің, азық-түлік қауіпсіздігін сақтаудың және аймақтық тұрақты даму мақсаттарына жетудің маңызды алғышарты болып табылады.

Осылайша, жердің тұздану себептерін анықтау мен олардың алдын алу – экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің, азық-түлік қауіпсіздігін сақтаудың және аймақтық тұрақты даму мақсаттарына жетудің маңызды алғышарты болып табылады.

3.2 Шет елдегі топырақтың тұздануын салыстыру арқылы ұсыныс және болжау

Тұздану - ауыл шаруашылығы мен экожүйеге айтарлықтай зиянын тигізетін, топырақтың тұздануы арқылы құнарсыздануына алып келетін жаһандық экологиялық мәселе болып саналады. Бұл жағдай әсіресе құрғақ және шөлейт аймақтарда күрделі көрініс табуда. Әлемнің бірнеше мемлекеттері сортаңдануға қарсы түрлі технологиялар мен биологиялық тәсілдерді қолданып, табысты нәтижелерге қол жеткізуде.[11]

Қытайда сортаңдануға қарсы күресте тамарикс өсімдігі кеңінен қолданылады. Бұл өсімдік шөлге, құрғақшылыққа және тұзға төзімді болып келеді. Тамарикс көбіне Ішкі Моңғолия, Ганьсу және Тарим ойпаты сияқты аймақтарда отырғызылып, жер асты суларының деңгейін төмендетуге, топырақтағы тұз мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді. Қытайда тұзданған жер көлемі 99 миллион гектарды құрайды, оның ішінде шамамен 3,6 миллионы егістік жерлер. Тамарикстің

тереңге бойлайтын тамыр жүйесі мен тұз сіңіру қабілеті бұл өсімдікті топырақты қалпына келтіруде тиімді құралға айналдырды.

Аустралияда *Atriplex Nummularia* (Saltbush) өсімдігі кеңінен қолданылуда. Бұл бұта типтес өсімдік тұзды, құрғақ және құнарсыз топырақтарда оңай өседі, әрі мал шаруашылығына жем ретінде де пайдаланылады. Аустралияда шамамен 5 миллион гектар аумақ екінші реттік тұздануға ұшыраған, бұл әсіресе суару жүйелерінің дұрыс қолданылмауынан туындайды. Saltbush өсімдігі эрозияны азайтып, топырақ құрылымын жақсартуға ықпал етеді. Ел үкіметі бұл өсімдікті қолдану арқылы деградацияға ұшыраған миллиондаған гектар жерді қайта ауыл шаруашылығына енгізіп отыр.

Иранда сейдлиция розмарин өсімдігі сортаңданған жерлерді қалпына келтіру үшін қолданылады. Бұл өсімдік эфир майына бай, әрі дәрілік мақсатта кеңінен пайдаланылады. Иранның орталық және оңтүстік өңірлерінде, соның ішінде Йезд, Фарс пен Систан және Белуджистан аймақтарында тұздану проблемасы өте өзекті. Елдің 24 миллион гектарға жуық жері деградацияға ұшыраған, ал бұл аймақтарда судың тапшылығы мен климаттың құрғақтығы елеулі әсер етеді. Сейдлиция розмарин тұзды топырақта жақсы өсіп, коммерциялық тиімділігімен қатар, жергілікті тұрғындарға қосымша табыс көзі ретінде де қызмет етеді.

Сауд Арабиясы болса, Saudi Green Initiative атты ауқымды бағдарлама аясында сортаңдануға қарсы күрес жүргізуде. Ел аумағының 80%-ы шөлейтті аймақтан тұрады, ал жылдық жауын-шашын мөлшері небары 100 мм-ден аспайды. Бұл жағдай шөлейттену мен тұздану процесін жеделдетеді. Бағдарламаның басты мақсаты - 10 миллиард ағаш отырғызып, экожүйені қалпына келтіру, микроклиматты жақсарту және жер деградациясын бәсеңдету. Бұл бағдарлама аясында шөлге және тұзға төзімді ағаштар мен бұталар таңдалып, ел аумағында кең көлемде отырғызылуда. Нәтижесінде экологиялық жағдай жақсарып, жасыл аумақтар көлемі артуда.

Жалпы алғанда, Қытай, Аустралия, Иран және Сауд Арабиясы сияқты елдердің тәжірибелері Қазақстан үшін, әсіресе Қызылорда облысы сияқты сортаңдануға бейім өңірлер үшін пайдалы үлгі бола алады. Бұл елдер қолданған өсімдіктер мен технологиялар болашақта отандық жер ресурстарын сақтау және қалпына келтіру жұмыстарына негіз бола алады.

Тұздануға қарсы кешенді, ғылыми негізделген шаралар жүргізілмесе, Қызылорда облысының азық-түлік қауіпсіздігі мен экологиялық жағдайы одан әрі нашарлауы мүмкін. Сондықтан экожүйелік тәсілді қолдану, инновациялық агротехнологияларды енгізу – өңірдің агроөнеркәсіптік кешенін сақтаудың басты бағыты болуы тиіс.

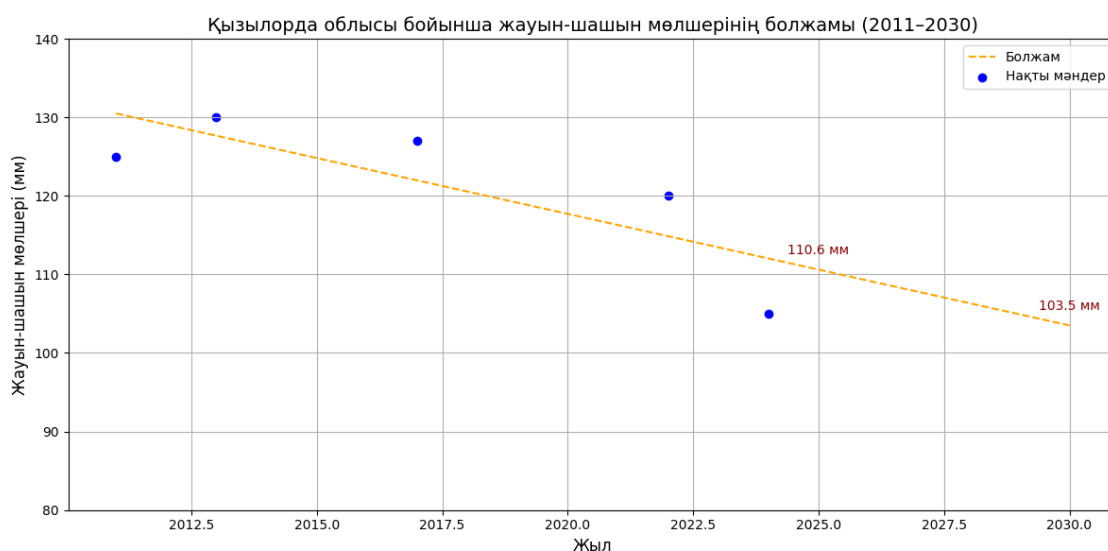
Қызылорда облысының ауыл шаруашылығы өңір экономикасында маңызды рөл атқарады. Алайда топырақтың тұздануы бұл сала үшін елеулі қауіп төндіруде. Ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту үшін экологиялық және технологиялық

шараларды біріктіру қажет. Мемлекеттік қолдау, ғылыми зерттеулер мен фермерлік білімді арттыру арқылы 6-кестеде берілгендей бұл мәселені шешуге болады.

Кесте 6 – Ғылыми негізделген шешімдер мен ұсыныстар

Шаралар	Мақсаты
Су үнемдеу технологияларын (тамшылатып, жаңбырлатып суару) енгізу	Су ресурстарын тиімді пайдалану
Мелиорациялық жүйелерді жаңғырту	Тұздану деңгейін төмендету
Топырақ мониторингін тұрақты жүргізу	Агроэкологиялық жағдайларды бағалау
Тұзға төзімді дақыл сорттарын қолдану	Өнімділікті сақтау
Ауыспалы егіс жүйесін енгізу	Топырақ құнарлылығын арттыру

Қызылорда облысында 2011 жылдан 2030 жылға дейінгі жауын-шашын мөлшерінің динамикасы 28 - суретке сәйкес, аймақта климаттың құрғақтану үрдісін көрсетеді. Диаграмма деректеріне сүйене отырып, жауын-шашынның жылдан жылға төмендегенін байқауға болады. Бұл құбылыс өңірдегі экологиялық және аграрлық жағдайларға тікелей әсер етуде. Атап айтқанда, климаттың ылғалдылығының азаюы топырақтың сортаңдану процесін жылдамдатады. Су тапшылығы жағдайында топырақтың табиғи жуу процесі әлсіреп, тұздар жер бетіне жақын қабаттарға шоғырланады. Мұндай жағдай ауыл шаруашылығы алқаптарының өнімділігін төмендетіп, егістік жерлердің деградациясына алып келеді.



28-сурет – Қызылорда облысы 2011 жылдан 2030 - ға жауын – шашын болжау

Егер нақты экологиялық және мелиоративтік шаралар қолданылмаса, аймақтағы тұзданған жерлердің көлемі ұлғайып, бұл жағдай ауыл шаруашылығы, мал шаруашылығы және жер ресурстарын басқару салаларына елеулі қауіп төндіреді. Сондықтан су ресурстарын ұтымды пайдалану, тамшылатып суару сияқты тиімді технологияларды енгізу және топырақ мониторингі жүйесін жетілдіру арқылы ғана бұл процесті тежеуге болады.[12]

Мемлекет айналысып жатқан жобалар Қызылорда облысындағы тұздану мәселесін шешу және шөлейттенудің алдын алу мақсатында бірнеше бағытта жүргізіліп келеді. Олардың қатарында "Жасыл Қызылорда" бағдарламасы, Су ресурстарын басқару және дренаж жүйелерін қалпына келтіру жобалары бар.\

Жасыл Қызылорда – 2024 жылы құрылған қалалық бағдарлама, қала инфрақұрылымын күтіп-баптауға, экологиялық көлік енгізуге, экологияға оң әсер жасауға бағытталған.

Негізгі қызметтері:

- Қала орталығын көгалдандыру (сквер, аллея, саябақтар).
- Арықтар мен каналдарды тазалау, суды қайта пайдалану жүйесін қолдану.
- Ағаштар, жаңа көшеттер егу, коммуналдық инфрақұрылымды күтіп-баптау.

Қызылорда облысындағы су ресурстарын басқару және дренаж жүйелерін қалпына келтіру. «Жол картасы» – Суармалы жүйелерді қалпына келтіру (2023–2024). Су ресурстары және ирригация министрлігімен бірлесіп қабылданған «Қызылорда облысындағы суармалы жүйелерді қалпына келтірудің жол картасы» жүзеге асуда. Әкімнің мәлімдеуінше, бұл бағдарлама: тасқын суды жинақтау, суармалы суды бөлу мен есепке алу процестерін автоматтандыру арқылы инфрақұрылымды жаңғыртумен айналысады.

2024 жылғы тамыздағы Үкімет қаулысы бойынша 2024–2030 жылдарға арналған "Су ресурстарын басқару тұжырымдамасының" жаңа нұсқасы бекітілді; Аталған құжатта: 42 жаңа су қоймасы салынып, 37 шешім реконструкцияланады; 3,500 км арықтар цифрландырылып, 14,450 км канал қалпына келтіріледі; Гидроөңдеуші құрылымдардың қауіпсіздігін арттыру; Су ресурстарын есепке алу мен мониторингке арналған цифрлы платформа енгізіледі

Бұл кешенді шаралар табиғи жиынтықта барлық қажетті бағыттарды қамтиды: жүйені жаңғырту, цифрландыру, заңнамалық реттеу және экологиялық қалпына келтіру. Алдағы уақытта су ресурстарын үнемдеу, ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту және Арал теңізі экологиясын қалпына келтіру мақсаты жүзеге асырылатын болады.

Қызылорда облысының тұздануын алдын алу мақсатындағы біздің ұсыныстарымыз:

Kochia prostrata (қазақша: жайылған кохия немесе көшет кохиясы) — шөлейт және тұзды топырақтарда өсетін, тұзға төзімді көпжылдық бұта. Бұл өсімдік

Қазақстандағы аридті аймақтарда топырақтың тұздануын азайту және жайылымдарды қалпына келтіру үшін белсенді түрде пайдаланылып келеді.

Ботаникалық сипаттамасына тоқталатын болсақ, тіршілік ұзақтығы көпжылдық, биіктіктері 30–70 см, түбірлері терең, жақсы дамыған тамыр жүйесімен қамтылған (2–3 м дейін), тұқымы өте ұсақ, бірақ құрғақшылық пен тұзға төзімді болып келеді.

Тұздануға қарсы пайдалығын қарастыратын болсақ:

1. Тұздарды сіңіру және топырақты жақсарту

Тамыр жүйесі топырақтың төменгі қабаттарындағы тұздарды бойына сіңіріп, тұздың беткі қабаттарға көтерілуін тежейді. Галофиттік қасиетке ие — яғни тұзды ортада өсіп, қоректік элементтерді белсенді түрде жинай алады. Бұл процесс топырақтың жыл сайынғы тұздануын баяулатады.

2. Эрозия мен дефляциядан қорғау

Жер бетін жауып, жел және су эрозиясына тосқауыл болады. Бұл әсіресе шөлейт аймақтарда құм көшкіндері мен тұз шөгінділерін азайту үшін маңызды.

3. Жайылымдық өсімдік

Жоғары қоректікке ие және құрғақшылыққа төзімді болғандықтан, түйе, қой, ешкі, жылқы сияқты малдар үшін қысқы азық ретінде бағалы. Протеин мөлшері жоғары (шамамен 12–14%), сондықтан нашар жайылым жағдайында да тиімді.

4. Экологиялық қалпына келтіруде рөлі

Бос жатқан, тұзданған жерлерге отырғызу арқылы топырақтың құрылымын жақсартады. Қызылорда мен Арал өңірінде ормандандыру жобаларында (мысалы, Арал теңізінің құрғаған табанында) жиі қолданылады.

Қолдану технологиясы

Тұқыммен егу – күзде немесе көктемде.

Егу тереңдігі – 1–2 см.

Тығыздығы – 4–6 кг/га.

Қосымша суаруды қажет етпейді, тек алғашқы жылы жауын-шашын жеткілікті болса, өсіп кетеді.

Kochia prostrata – тұзданған және шөлейттенген жерлерді қалпына келтіру үшін экологиялық, агрономиялық және мал азығы тұрғысынан тиімді өсімдік: тұзды сіңіреді, топырақты қорғайды, жайылымдық өнім береді, құрғаған көл табандарында экологиялық тосқауыл қызметін атқарады.

Судан шөбі (*Sorghum sudanense*) тұздануға қарсы күресте тікелей және жанама түрде пайдалы өсімдік ретінде қарастырылады. Оның басты рөлі – тұзданған жерлерді аграрлық айналымға қайтару, топырақты жақсарту және судың тиімділігін арттыру.

Судан шөбінің тұздануды алдын алудағы нақты пайдасы

1. Орташа тұзданған жерлерде өсу қабілеті

Судан шөбі орташа тұзданған топырақтарда өнім бере алатын дақыл. Тамыр жүйесі беткі және терең қабаттағы тұздарды сіңіреді, яғни галофиттік сипат

байқатады. Бұл - топырақтағы тұздардың жоғары көтерілуін тежейді, тұздың шоғырлануын азайтады.

2. Биомассаның үлкен мөлшері - тұзды байланыстыру қабілеті

Жылдам өсіп, көп жасыл масса түзетіндіктен, ол арқылы топырақтағы натрий мен хлор иондары өсімдік массасына өтеді. Әр шабудан кейін бұл масса алынып тасталады → тұз топырақтан шығарылады (биологиялық шөлмектесу).

3. Эрозия мен дефляциядан қорғайды

Топырақ бетін тығыз жауып, тұзды шаңдардың көтерілуін және жел эрозиясын тежейді. Арал өңірі мен Қызылорда облысындағы жердің ашық тұздануымен күресте биожамылғы жасау үшін қолданылады.

4. Ауыспалы егісте - топырақты жақсартушы дақыл

Судан шөбі егілген танапта:

Топырақтың қопсуы мен ылғал сіңіруі артады. Органикалық қалдықтар топыраққа жиналып, тұздың химиялық буферлік әсері азаяды. Бұл кейінгі дақылдардың тұзға төзімділігін арттыруға ықпал етеді.

5. Сумен байланысты тұздануды төмендету

Судан шөбі суаруға аз су қажет етеді

Бұл жер асты суларының көтерілуін (тұздардың бетке шығуын) азайтады. Әсіресе нашар дренаждалған жерлерде маңызды.

Судан шөбі - тұздануға қарсы биологиялық әдістің бір бөлігі ретінде пайдалы:

Нәтижесі тұзды өсімдікке жинайды, тұздың қайта булануын тежейді, тамыр жүйесі топырақты қопсытады, жердің ылғал ұстау қабілеті артады, грунт суы көтерілмейді.

ҚОРЫТЫНДЫ

ЖҚЗ технологияларын пайдалана отырып, Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау – аймақтың агроэкологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған заманауи және тиімді тәсіл болып табылады. ЖҚЗ деректерін пайдалану тұзданудың кеңістіктік және уақыттық динамикасын жоғары дәлдікпен анықтауға, өзгерістерді жедел бақылауға және топырақ деградациясы қаупі жоғары учаскелерді уақтылы анықтауға мүмкіндік береді.

Қызылорда облысы – гидромелиоративтік жағдайы күрделі, су ресурстары шектеулі және Арал маңы экологиялық дағдарысына ұшыраған аймақтардың бірі. Бұл жағдай топырақтың тұздануға бейімділігін арттырып отыр. Спутниктік мультиспектралды және гиперспектралды суреттерді талдау арқылы өңірдегі тұзданған жерлердің таралуы мен даму қарқыны бағаланып, 2010–2024 жылдар аралығындағы уақыттық өзгерістер анықталды. Нәтижесінде, жоғары тұздану қаупі бар аумақтар айқындалып, олардың динамикасы мен кеңею үрдісі белгіленді.

ЖҚЗ негізіндегі модельдеу әдістері – әсіресе NDVI, NDSI сияқты вегетациялық және тұздану индекстерін талдау – тұздану деңгейін болжау мен картографиялық визуализация үшін сенімді құрал болып табылды. Бұл әдістерді геоакпараттық жүйелермен біріктіру өңірлік мониторинг пен болжаудың ғылыми-тәжірибелік маңызын арттырды.

Қорыта айтқанда, Қызылорда облысында топырақ тұздануының кеңеюін болжау үшін ЖҚЗ деректерін қолдану аграрлық ландшафтарды ұтымды басқару, мелиорациялық шараларды жоспарлау және экологиялық қауіптердің алдын алу іс-шараларын іске асыруда стратегиялық мәнге ие. Бұл тәсіл Қазақстанның құрғақ аймақтарында жер ресурстарын ұтымды пайдалану мен тұрақты дамыту мақсаттарына сай келеді.

Қызылорда облысы аридтік климаттық белдеуде орналасқан, мұнда жауын-шашын мөлшері аз, булану жоғары. Сырдария өзеніне тәуелді суармалы егіншілік жүйелері, егер тиімсіз басқарылса, тұздың топырақ бетіне қайта көтерілуіне себеп болады. Бұл аймақтағы жер асты суларының деңгейі мен минералдылығы тұздану процесінің кеңеюіне тікелей әсер етеді.

ЖҚЗ деректері ретінде Landsat, Sentinel-2, спутниктік платформалары кеңінен қолданылады. Бұл деректер негізінде:

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – өсімдік жамылғысының күйін бағалауға;

NDSI (Normalized Difference Salinity Index) – топырақ бетінде тұздану белгілерін анықтауға;

Қызылорда облысының әртүрлі аудандарында тұздану қарқындылығы әртүрлі сипатқа ие. ЖҚЗ деректерін ГАЖ бағдарламалары арқылы өңдеу (ArcGIS)

тұздану динамикасының кеңістіктік үлгілерін жасап шығаруға және болжам жасауға мүмкіндік береді.

Бұдан бөлек, ЖҚЗ мәліметтерімен бірге жергілікті агроклиматтық және гидрогеологиялық деректерді біріктіру арқылы тұздану қаупі бар аймақтар үшін кешенді бағалау жүйесін қалыптастыру мүмкіндігі туындайды. Мұндай жүйе өңірлік деңгейде шешім қабылдаушы органдарға дер кезінде әрекет етуге көмектеседі. Сонымен қатар, автоматтандырылған мониторинг құралдары мен машиналық оқыту әдістерін пайдалану арқылы болашақтағы топырақ жағдайын жоғары дәлдікпен болжауға жол ашылады. Бұл тәсілдер мелиорациялық шаралардың тиімділігін арттырып, суды үнемді пайдалану мен дақыл таңдаудағы дәлдік деңгейін көтереді. Жалпы алғанда, ЖҚЗ технологияларын цифрлық ауыл шаруашылығы жүйесіне интеграциялау – климаттық өзгерістерге бейімделудің және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің заманауи шешімі ретінде қарастырылады.

Осы зерттеу нәтижесінде Қызылорда облысында тұздану үдерістерінің кеңеюі мен қарқындылығының уақыт бойынша өзгеру заңдылықтары айқындалды. ЖҚЗ негізіндегі әдістер тексерілген, сенімді және көп факторлы анализ жүргізуге қолайлы құрал болып табылады. Сонымен қатар, болжау модельдері арқылы ауыл шаруашылығы үшін қолайсыз аймақтарды алдын ала анықтау, суармалы жерлерді мелиорациялау бойынша тиімді шешімдер ұсынуға жағдай жасалды.

Болашақта ЖҚЗ мәліметтері мен жасанды интеллектке негізделген модельдерді үйлестіре отырып, нақты уақыт режимінде мониторинг жүйелерін енгізу – аймақтың топырақ ресурстарын сақтау және ауыл шаруашылық өндірісін экологиялық тұрғыдан тұрақты дамыту үшін маңызды қадам болмақ.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Исламбеков Н.А. Қызылорда облысының жер ресурстары. – Қызылорда: 2016. "Тұмар" баспасы,-112 б.
- 2 Бекенов Ж.Қ. Қызылорда облысының топырақ-климаттық ерекшеліктері. – Алматы: 2018. "Қазақ университеті" баспасы, -98 б
- 3 Әбілқасымова А.К. Қазақстандағы шөлейттену және тұздану үрдістері. – Астана: 2017. "Фолиант" баспасы, -127 б
- 4 Мырзабеков С.Ж. Агроэкологиялық жағдайды бағалау. – Алматы: 2020. "Агроуниверситет" баспасы, -115 б
- 5 ҚР Экология және табиғи ресурстар министрлігі. Қазақстанның экологиялық паспорты – 2023. Министрлік баспаханасы, 60–75 Б.
- 6 Сатпаев Ж.М. Қазақстанда ЖҚЗ технологиясын қолданудың келешегі. // Геоақпараттық журнал Алматы: “GeoData Press”, 2021. – №2. 45–55б
- 7 ҚР Ұлттық статистика бюросы. Ауыл шаруашылығы жерлерінің құрылымы туралы мәліметтер. – 2023. Ұлттық статистика бюросы,30–48б
- 8 Әбдірашев А.А. ГАЖ технологияларын қолдану. – Нұр-Сұлтан: 2020. "ГеоАқпарат" орталығы, -102 б
- 9 Copernicus Open Access Hub. Спутниктік деректерді жүктеу және талдау платформасы.<https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-geo-global-forum-2025-showcasing-eu-excellence-earth-observation-research>
- 10 Zörnig, K. et al. Remote sensing and GIS for monitoring soil salinity in Central Asia. Geoderma, 2018
- 11 FAO. Status of the World's Soil Resources. FAO, Rome, 2015
- 12 Сапаров А.М. Топырақ мелиорациясының негіздері. – Тараз: 2019. "ТарМУ баспасы", – 96 б.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Зал Саят Шапаева Ақтоты

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау - 2 МҮМКІНДІК!!!

Научный руководитель: Бота Имансакипова

Коэффициент Подобия 1: 2.3

Коэффициент Подобия 2: 0.4

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 1

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 17.06.2022



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Зал Саят Шапаева Ақтоты

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау - 2 МҮМКІНДІК!!!

Научный руководитель: Бота Имансакипова

Коэффициент Подобия 1: 2.3

Коэффициент Подобия 2: 0.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

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 17.06.2022

Беймуратов О,
проверяющий эксперт

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс бойынша
(жұмыс түрінің атауы)

Зал Саят, Шапаева Ақтоты
(Білім алушының Т. А. Ә.)

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия
(Шифр және ББ атауы)

Тақырып: Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Қызылорда облысының аумағында жердің тұздану процестерінің дамуын болжау және бағалау

Дипломдық жұмыста Қызылорда облысының Сырдария ауданы аумағындағы жердің тұздану процестерінің кеңістіктік және уақыттық даму үрдістері Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде зерттелген. Ғарыштық көпспектрлі суреттер, NDVI индексі және геоақпараттық жүйелер әдістері қолданылып, тұздануға бейім аймақтар анықтала отырып, алынған нәтижелер бойынша топырақтың тұздану қарқынын бағалау жасалған. Өз зерттеулерімен қоса шет елдердегі жердің тұздану мәселесін басқару тәжірибелері қарастырылып, салыстырмалы талдау жасалған.

Дипломдық жұмысты орындау барысында Саят пен Ақтоты өздерінің университет қабырғасында алған білімдерін дәлелдеп, өз беттерімен жұмыс істеуге лайықты екенін көрсете білді. Айта кететін жайт бүгінгі таңда Ақтоты да Саят та толыққанды маман, өздерінің оқыған бағыттарына сай жұмыс атқаруда.

Дипломдық жұмыс бекітілген тақырыпқа толықтай келіседі және мемлекеттік стандартқа сай орындалған. Дипломдық жұмыс «95» балмен бағаланады, дипломдық жұмыстың иелері Зал Саят және Шапаева Ақтоты бакалавр академиялық дәрежесіне лайықты деп санаймын және жұмыстарын қорғауға жіберуге ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰЗТУ, МЖГ кафедрасының
PhD, қауымдастырылған профессор
 Имансакипова Б.Б.
«10» маусым 2025 ж.

ҚазҰТЗУ 706-17 Ү. Рецензия