

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау - кен металлургия институты

Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы

Берикова Ясмина Бериковна

Атырау облысы Мақат ауданы мысалында ғарыштық суреттерді талдау негізінде жердің  
сортаңдану процестерінің дамуын бағалау және болжау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6В07304 – Геокеңістік цифрлық инженерия

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
«Маркшейдерлік іс және геодезия»  
кафедрасының меңгерушісі  
PhD, қауымдастырылған профессор  
Орынбасарова Э.О.  
«4» 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Атырау облысы Мақат ауданы мысалында ғарыштық суреттерді талдау негізінде  
жердің сортаңдану процестерінің дамуын бағалау және болжау»

6B07304 – Геокеңістік цифрлық инженерия

Орындаған:

Берикова Ясмينا Бериковна

Пікір беруші:

PhD, қауымдастырылған профессор  
«ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРОТЕХНИКА»  
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ» 2024 ж.  
Серикбаева Г. К.  
«30» 05 2024 ж.  
«СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН  
РЕСУРСАРЫ» ФАКУЛЬТЕТІ

Жетекші:

PhD, қауымдастырылған профессор  
Айтказинова Ш.Қ.  
«30» 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6В07304 – Геокеңістік цифрлық инженерия



«Маркшейдерлік іс және геодезия»  
кафедрасының меңгерушісі

PhD – қауыпдаспырылған профессор

Орынбасарова Э.О.

2024 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға арналған  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Берикова Ясмина Бериковна

Тақырыбы: «Атырау облысы Мақат ауданы мысалында ғарыштық суреттерді талдау негізінде жердің сортаңдану процесінің дамуын бағалау және болжау»

Академиялық мәселелер жөніндегі проректор 2023 жылғы «4» желтоқсан № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» 05 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: 2015, 2018, 2023 жылдардағы Landsat-8 және Sentinel-2 спутнигінен алынған ғарыштық суреттер, ArcGIS Pro бағдарламасы.

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

- Sentinel -2 және Landsat – 8 ғарыштық суреттерін зерттеу арқылы салыстыру
- NDSI; SI индекстерін есептеп, жылдары бойынша өзгеру динамикасын көрсету
- Атырау қаласының сортаңданған топырағының Google Maps интерактивті картасын жасау

г) ГАЗ көмегімен жаһандық экологиялық мәселені алдын алуға ұсыныс

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

- Атырау қаласының сортаңдану картасы;
- NDSI топырақ индексі негізінде Мақат ауданының сортаңдану картасы;

Жұмыс презентациясы слайдтарда 20 көрсетілген





Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 10 атаулардан

1 Варгас Р., Панкова Е. И., Балюк С. А., Красильников П. В., Хасанханова Г.М., Руководство по управлению засоленными почвами: Еуразиялық топырақ серіктестігін іске асыру жоспары – Рим, 2017. – 9 Б.

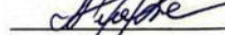
Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Зерттеу объектісі жайында жалпы мәліметтер	22.01.2024	-
Объектіні зерттеу әдістері	27.02.2024	-
Негізгі бөлім	19.04.2024	-

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Зерттеу объектісі жайында жалпы мәліметтер	Айтказинова Ш.Қ. PhD, қауымдастырылған профессор	22.01.2024	
Объектіні зерттеу әдістері	Айтказинова Ш.Қ. PhD, қауымдастырылған профессор	27.02.2024	
Негізгі бөлім	Айтказинова Ш.Қ. PhD, қауымдастырылған профессор	19.04.2024	
Норма бақылау	Киргизбаева Д. М. PhD, қауымдастырылған профессор	29.05.2024	

Ғылыми жетекші



Айтказинова Ш. Қ.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Берикова Я.Б.

Күні

" 12 " 01 2024 ж.

## **АҢДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста Атырау облысының Мақат ауданында орналасқан сортаңданған аумақтарды ғарыштық суреттерді пайдалана отырып зерттелді.

Зерттеудің мақсаты - тұзды топырақты бағалау және Sentinel-2 және Landsat-8 суреттері арқылы тұздану процестерінің дамуын болжау. Зерттеудің міндеті - 2015, 2018, 2023 жылдары алынған әртүрлі уақыттағы суреттерді бағалау және салыстыру.

Тапсырмаға сүйене отырып, спутниктік суреттермен жұмыс жүргізілді, индекстердің көрсеткіштері есептеліп, тұзды топырақты зерттеуде қолданылды. Ағымдағы зерттеуде тек біздің елімізде ғана емес, сонымен қатар басқа елдерде де тұзды топырақты жақсартуға ықпал ететін іс- шаралар зерттелді.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе изучаются засоленные почвы, которые расположены в Атырауской области Макатского района с использованием данных космических снимков.

Целью исследования является оценка засоленных почв и прогноз развития процессов засоления с помощью снимков Sentinel-2 и Landsat-8. Задачей исследования является в оценке и сравнении разновременных снимков, полученные за 2015, 2018, 2023 года.

Исходя из поставленной задачи были выполнены работы со спутниковыми снимками, расчет показателей индексов и интерпретация их в исследовании засоленных почв. В текущем исследовании изучались мероприятия, способствующие улучшению засоленных почв не только в нашей стране, но и в других странах.

## **ANNOTATION**

In this thesis, saline soils are studied, which are located in the Atyrau region of the Makat district using satellite imagery data.

The aim of the study is to assess saline soils and forecast the development of salinization processes using Sentinel-2 and Landsat-8 images. The objective of the study is to evaluate and compare the time-varying images obtained in 2015, 2018, and 2023.

Based on the task, work was carried out with satellite images, calculation of index indicators and their interpretation in the study of saline soils. The current study examined measures that contribute to the improvement of saline soils not only in our country, but also in other countries.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Зерттеу объектісі жайында жалпы мәліметтер	8
1.1 Зерттеу объектісінің физика – географиялық жағдайлары	8
1.2 Зерттеу объектісінің экологиялық мәселелері	11
2 Объектіні зерттеу әдістері	14
2.1 Сортаңданумен күресудегі шетелдік тәжірбиелер	14
2.2 Сортаңданудың алдын алу немесе сортаңдану салдарымен күресу әдістеріне талдау	18
3 Негізгі бөлім	20
3.1 Бастапқы кеңістік мәліметтерімен жұмыс	20
3.2 Кеңістік мәліметтерді өңдеу	22
3.3 Сортаңдану мәселесі бойынша интерактивті карта әзірлеу	28
3.4 Зерттеу аумағындағы сортаңдану процесін бағалау және болжау	32
Қорытынды	38
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	39
А қосымшасы	40
Б қосымшасы	42
В қосымшасы	44

## КІРІСПЕ

Соңғы онжылдықтарда топырақтың сортаңдану проблемасы, әсіресе құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда, ең өткір экологиялық проблемалардың біріне айналды. Топырақтың тұздануы ауылшаруашылық өндірісіне теріс әсер етеді, жердің құнарлылығын төмендетеді және экожүйелердің деградациясына әкеледі. Бұл құбылыс әртүрлі факторларға байланысты, соның ішінде суды ұтымсыз пайдалану, қарқынды суару және климаттың өзгеруі. Осыған байланысты жердің тұздану процестерін бағалау және болжау қажеттілігі ерекше өзекті болып отыр.

Жер ресурстарының жай-күйін мониторингілеу мен талдаудың перспективалық әдістерінің бірі жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін пайдалану болып табылады. Ғарыштық кескіндер кеңістіктік-уақыттық өзгерістерді жан-жақты талдауға мүмкіндік беретін топырақтың жай-күйін тұрақты және ауқымды бақылаудың бірегей мүмкіндіктерін ұсынады. ЖҚЗ деректері негізінде тұздану процестерінің даму тенденцияларын анықтауға, олардың себептерін анықтауға және олардың алдын алу және салдарын азайту шараларын әзірлеуге болады.

Бұл зерттеуде Атырау облысы Мақат ауданының мысалында топырақтың сортаңдану процестерінің дамуын бағалау мен болжауға басты назар аударылатын болады. Бұл аймақ географиялық және климаттық ерекшеліктеріне байланысты тұздануға бейім аймақтың тән мысалы болып табылады. Қазақстанның батыс бөлігінде орналасқан Мақат ауданы құрғақ климатпен және жер асты сулары деңгейінің айтарлықтай ауытқуымен ерекшеленеді, бұл тұздану процестерінің дамуына алғышарттар жасайды.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты – ғарыштық кескін деректері негізінде Мақат ауданындағы топырақтың сортаңдануының ағымдағы жағдайын талдау және дамуын болжау. Алға қойылған мақсатқа жету үшін мынадай міндеттерді шешу көзделеді:

1. Sentinel-2 және Landsat-8 суреттерін зерттеу арқылы салыстыру.
2. NDSI; SI индекстерін есептеп, жылдары бойынша өзгеру динамикасын көрсету.
3. Атырау қаласының сортаңданған топырағының Google Maps интерактивті картасын жасау.
4. Геоакпараттық жүйелер (ГАЖ) көмегімен жаһандық экологиялық мәселенің алдын алуға ұсыныс.

Осы зерттеудің нәтижелері жер ресурстарын тұрақты басқару стратегияларын әзірлеу үшін, сондай ауыл шаруашылығы мен қоршаған ортаны қорғау саласында негізделген шешімдер қабылдау үшін пайдаланылуы мүмкін.

## 1 Зерттеу объектісі жайында жалпы мәліметтер

### 1.1 Зерттеу объектісінің физика-географиялық жағдайлары

Атырау облысының климаты қоңыржай белдеудің құрлықішілік шөлдеріне тән және маусымдық және тәуліктік температураның ауытқуының жоғары амплитудасымен сипатталатын күрт континенталдылығымен ерекшеленеді. Ол арктикалық, ирандық және тұрандық ауа массаларының әсерінен қалыптасады.

Қыс қысқа (желтоқсан-ақпан), қар аз, қардың қалыңдығы 10 см-ден аспайды (кейбір жылдары қар жамылғысы іс жүзінде жоқ), ауа температурасы күндіз минус 3° С түнде минус 10° С - минус 14° С дейін төмендейді, күндіз еру пайда болады +5° С - +8° С. Көктемгі кезең (наурыз-сәуір) күндіз +2°С дейін температураның жоғарылауымен сипатталады- + 20° С және түнде минус 1° С + 10° С дейін. Аяз сәуір айының басында тоқтайды. Жаз ұзақ (мамыр-қыркүйек) өте ыстық, ауа температурасы +43 °С - +48°С дейін, түнде +20 °С - +32°С дейін. Күзгі кезең де қысқа (қазан-қараша) бірінші айда ауа температурасы күндіз +8 °С - +2°С түнде жылы болады. Жауын – шашынның жылдық орташа мөлшері 170-200 мм. Ауа құрғақ, ең төменгі салыстырмалы ылғалдылық маусымнан тамызға дейін байқалады және 31-38% құрайды. Максималды салыстырмалы ылғалдылық 77 - 86% қарашадан ақпанға дейін байқалады. Булану жылына 1200 мм-ден асады.

Климаттық жағдайларға негізгі әсер үнемі жел соғады. Желдің орташа жылдамдығы 4,4 м/сек, максимум 5-15 м/сек. Желдің басым бағыты – Батыс. Кейде жазда Оңтүстік-Шығыс желдері соғып, өздерімен бірге құрғақ жел әкеледі. Жылына Желсіз күндер 18% - дан аспайды.

#### *Жер бедері.*

Геоморфологиялық тұрғыдан Мақат ауданының аумағы Каспий маңы ойпатында орналасқан, оның рельефі Хвалын теңіз террасасының бетімен шектесетін қазіргі Новокаспий теңіз жазығымен ұсынылған. Аумақ - жер бедерінің абсолютті белгілері минус 23,9 м - ден минус 24,45 м-ге дейінгі жазық ойпат. Жер бетінен рельефтің салыстырмалы асып кетуі 0,4-0,5 м-ден аспайды. Объектінің орналасқан ауданындағы рельеф тегіс, биіктіктің абсолютті белгілері - 20 м шегінде.

Ойпаттың едәуір бөлігін тұзды көлдер алады – бір-бірінен жоғары жер учаскелерімен бөлінген және ендік бағытына бағытталған сортаңдар. Микрорельеф жақсы анықталған Дельта арналары, тереңдігі 1,2-1,5 м көл тәрізді ойпаттар түрінде ұсынылған. Бұл жердің жалпы шамалы еңісі батыс және оңтүстік-батыс бағытта, Каспий теңізінің акваториясына қарай байқалады.

#### *Жер үсті және жер асты сулары.*

Мақат ауданының аумағы тұрақты өзен желісінің болмауымен сипатталады.

Бұл аумақтың айрықша ерекшелігі – «сортаң» деп аталатын уақытша және мезгіл-мезгіл пайда болатын су ағындарында жер үсті суларының іс жүзінде



барлық жерде жиналуы. Сортаң – шөл даладағы тұйық ойпаттар, тұз қабығымен немесе тұзды шаңның толық қабатымен жабылған. Сортаңдар жер бетіндегі жер асты суларының булануы мен тұздануы немесе эффузиялық су жағдайында тұзды тау жыныстарының қалыңдығында тұзды батпақтар түзу арқылы түзіледі.

Жер асты сулары қысымсыз, бұру жолағының шекараларында 1,70 м-ден 2,25 м-ге дейінгі тереңдікте орналасқан, бұл минус 25,43 м-ден минус 24,99 м-ге дейінгі абсолютті белгілерге сәйкес келеді.

Жер асты сулары минералдануы 1000 мг/л-ден асатын сульфат-хлоридті әлсіз тұзды ерітінділермен ұсынылған.

#### *Өсімдік жамылғысы.*

Бөлу алаңындағы өсімдіктер тұзға төзімді түрлермен ұсынылған: кермек, камфоросма, жылдық ходжеподжалар. Ходжеподжалар арасында біржылдықтар басым: климакоптера, петросимония, паулсен ходжеподжасы, зәйтүн, натрон және т.б. түрлердің құрамында эфемерлер мен жылдық ходжеподжалардың көптігі, олардың болуы ауа-райына байланысты жылдан жылға әр түрлі болуы мүмкін. Шөптер әдетте төмен және сирек кездеседі, әсіресе өсімдіктер кейде мүлдем болмауы мүмкін өте тұзды жерлерде.

#### *Жер жамылғысының сипаттамасы.*

Қазақстан Республикасының жер қорын табиғи-ауыл шаруашылық аудандастыру бойынша Атырау облысы Мақат ауданының аумағы Арал-Каспий провинциясының шөлді аймағына жатады. Топырақты аудандастыру бойынша бұл аймақ қоңыр шөлді топырақтардың ішкі аймағына жатады.

Каспий маңы ойпатының топырақ жамылғысы тұзды қабатты көл-теңіз және Эол шөгінділерінде қалыптасады. Топырақ түзуші және астыңғы жыныстар негізінен тұзды көл-теңіз және тұзды ежелгі аллювиалды шөгінділер болып табылады, олар құмдар, құмды саздақтар басым, қабықшасы бар әртүрлі механикалық құрамдағы топырақтармен ұсынылған. Бұзылған жер учаскесіндегі топырақ түзуші жыныстар - бұл сазды теңіз шөгінділері, құрамында хлорид пен натрий сульфатының көп мөлшері бар, бұл сазды қатардағы топырақтың түзілуін анықтады.

Төменде сортаңдардың қоңыр ұсақ және шалғынды сортаңдардың агрохимиялық және физикалық қасиеттерінің сипаттамасы келтірілген.

Қоңыр ұсақ сортаңдар 11,616 га аумақты алып жатыр. Тұзды батпақтар жоғары террасалардың, төбелердің, үйінділердің беткейлерінде қалыптасты. Негізгі морфологиялық белгілер басқа топырақ аймақтарының тұзды суларымен бірдей.

Гумустың аналитикалық деректерінің нәтижелері бойынша жоғарғы қарашірік қуаты 0,95% құрайды, горизонтта гумус біртіндеп 0,83% дейін төмендейді. Сол көкжиектегі жалпы азот 0,02% құрайды, бұл гумустың азотпен өте төмен байытылғандығын көрсетеді. Жалпы фосформен байыту (0,02%) да өте төмен. Өте төмен дәрежеде олар фосфордың жылжымалы түрлерімен (1-0,91 мг/100 г топырақ), калийдің жылжымалы түрлерімен (32,2-20 мг/100 г топырақ) – төмен және орташа дәрежеде қамтамасыз етіледі.

Тұз қышқылының 10% - дан қайнауы бетінен және бүкіл профиль бойынша байқалады. А горизонтындағы CO<sub>2</sub> карбонаты 4% құрайды, олардың тереңдігі 5,7% дейін артады.

Жоғарғы горизонттағы топырақ ортасының реакциясы бейтарапқа жақын (рН 7,1), төменгі горизонттарда сәл сілтілі (рН 7,5).

Улы концентрацияда суда еритін тұздардың болуы 30-80 см қабатта байқалады. бірінші тұзды горизонттағы тығыз қалдықтың мөлшері 0,23% құрайды, сульфат және хлорид-сульфат түрі, тұздану дәрежесі орташа. Төменгі көкжиекте улы тұздармен тұздану аздап 0,5% - ға дейін артады, тұзданудың бірдей түрлерімен дәрежесі күшті.

Жоғарғы гумустың және төменгі горизонттардың механикалық құрамы ауыр сазды. Ауыр сазды сорттарда физикалық саз фракциялары басым (бөлшектер 0,01 мм – ден аз) - 45,18%.

Шалғынды сортаңдар 12,384 га аумақты алып жатыр. Топырақтың бұл түрі құрғатылмаған жерлерде (таяз ойпаттар мен ойпаттар) қалыптасты. Топырақ тұзуші жыныстар-тұзды ауыр саздақтар және аллювиалды шыққан саздақтар. Жоғары минералданған жер асты сулары жер бетінен терең емес (0,3-3 м). Олардың деңгейі жыл мезгілдеріне байланысты өзгеріп отырады және эффузия жағдайында топырақ профилінің жоғарғы бөлігінің тұздануына әкеледі.

Шалғынды тұзды батпақтардағы өсімдіктер тұзға төзімді түрлермен ұсынылған - тұзды жусан, сарсазан, сүйелді квиноа, түрлі ходгеподжалар. Бетінің проективті жабыны 20-35% - дан аспайды, сирек кездесетін сарсазан бұталары бар өсімдіктерсіз жерлер жиі кездеседі. Өсімдік жамылғысы бетінде қатты шымтезек түзбесе де, ол әлі де органикалық заттардың көзі болып табылады және топырақ түзілу процесіне қатысады.

Шалғынды сортаңдар басқа кіші түрлерден салыстырмалы түрде жоғары қарашірікпен ерекшеленеді. Механикалық құрамның жеңілдеуімен гумустың мөлшері азаяды: 0,23-0,41 м қабатындағы ауыр сазды сорттарда оның мөлшері тек 0,47% құрайды.

Жеңіл еритін тұздар бүкіл топырақ профилінде болады. 0,24-0,47 м, кейде бетінен темір оксидтерінің тот басқан дақтары болады. Глейстің көрінісі терең көкжиектерде кездеседі.

Гумус көкжиегінің қуаты 0,16 м аралығында өзгереді. Гумус көкжиегі сұр, ақшыл-сұр реңктермен боялған. Шалғынды тұзды батпақтардағы гумустың құрамы әр түрлі, бұл қалыптасу жағдайларына (рельеф, өсімдіктер, жер асты сулары және т.б.) және механикалық құрамға байланысты. Шалғынды сортаңдар фосфордың салыстырмалы түрде жоғары деңгейімен сипатталады. Метаболикалық калиймен және гидролизденетін азотпен қамтамасыз ету - төменнен өте төменге дейін. Тұздану түрі әдетте хлорид немесе сульфат-хлорид болып табылады.

Айтарлықтай беттік булану және жер асты суларының капиллярлық көтерілуінің жоғары шекарасы жағдайында хлоридтердің ең қозғалмалы иондар ретінде топырақ бетіне көтерілуі күшейеді, бұл жоғарғы горизонттардың тұздану процесін анықтайды.

## 1.2 Зерттеу объектісінің экологиялық мәселелері

Жергілікті тұрғындардың тұрмысына кедергі келтіретін топырақ пен судың тұздануы, топырақ эрозиясы сияқты экологиялық мәселелер бар. Ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіпте суды тиімсіз пайдалану және топырақтың тұздылығын бақылаудың жеткіліксіздігіне байланысты топырақ пен судың тұздану проблемалары туындайды, бұл топырақтың құнарлылығына және суару үшін суды пайдалану қабілетіне теріс әсер етеді. Топырақты сақтау әдістерін жеткіліксіз пайдалану және жер ресурстарын дұрыс пайдаланбау топырақтың эрозиясына әкеледі, бұл оның құнарлылығын нашарлатады және егістік алқаптарының қысқаруына әкеледі.

Топырақтың тұздануы-бұл топырақ қабатында өсімдіктің сау өсуі мен дамуы үшін нормадан асатын артық тұздар жиналатын процесс. Бұл құбылыс әлемнің көптеген бөліктерінде кең таралған және ауыл шаруашылығын топырақпен қамтамасыз етудің негізгі мәселелерінің бірі болып табылады.

Сортаңдану суармалы су мен тыңайтқыштан тұздар мен басқа заттардың жиналуының нәтижесі болып табылады және шөлейттенудің негізгі себептерінің бірі ретінде қарастырылады, сондықтан топырақтың деградациясының ауыр түрі болып табылады.

Топырақтың тұздану себептері:

1. Суару үшін тұзды суды пайдалану топырақтың тұздануының негізгі себептерінің бірі. Судағы тұздар судың булануы нәтижесінде топыраққа түседі. Қайта суару кезінде тұздар топырақтың бетінде және ішінде жиналып, оның тұздылығын біртіндеп арттыруы мүмкін.

2. Топырақтың дренажының жеткіліксіздігі судың тоқырауына және оның топырақ профилінде жиналуына әкелуі мүмкін. Топырақ бетінен жоғары булану жағдайында су тұздарды бетіне итеріп жіберуі мүмкін, бұл тұздануды күшейтеді.

3. Жауын-шашын жеткіліксіз аймақтарда топырақтағы су әдеттегіден тезірек буланып, топырақтағы тұз концентрациясының жоғарылауына әкеледі.

4. Кейбір аудандарда тұздары бар геологиялық құрылым бар. Мұндай жыныстардың табиғи түзілуімен және эрозиясымен тұздар топыраққа түсіп, оның тұздылығын арттыруы мүмкін.

5. Құрамында тұздары бар минералды тыңайтқыштардың артық мөлшерін қолдану топырақтың тұздануына ықпал етуі мүмкін.

6. Кейбір жерлерде топырақ құрылымын жақсарту үшін ауылшаруашылық жерлеріне теңіз көбігі шашылады. Дегенмен, теңіз көбігінде топырақта жиналуы мүмкін тұздардың көп мөлшері бар [1].

Топырақтың тұздануы ауыл шаруашылығына, экожүйеге және адамның әл-ауқатына теріс әсер ететін ауыр зардаптарға әкеледі. Міне, топырақтың тұздануының негізгі әсерлерінің толық сипаттамасы:

Топырақ құнарлылығының төмендеуі: тұздану нәтижесінде топырақта жиналатын тұздар өсімдіктерге улы әсер етеді. Олар топырақтың құрылымы мен су өткізгіштігі сияқты физикалық қасиеттерін өзгерте алады, бұл

топырақтың өсімдік жамылғысын ұстап тұру қабілетінің төмендеуіне және нәтижесінде құнарлылықтың төмендеуіне әкеледі.

Өнімділіктің төмендеуі: тұзды топырақтар Өсімдіктердің өсуіне қолайсыз орта болып табылады. Тұздардың жоғары концентрациясы өсімдіктерге су мен қоректік заттардың сіңуін шектеуі мүмкін, бұл дақылдардың өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Су ресурстарының сапасының нашарлауы: суару немесе жаңбыр кезінде тұзды топырақтан шайылған тұздар жер үсті және жер асты су қоймаларын ластауы мүмкін. Бұл ауыз су сапасының нашарлауына және таза су ресурстарына қол жетімділіктің шектелуіне әкелуі мүмкін.

Биоәртүрліліктің жоғалуы: тұзды топырақтар өсімдіктер мен микроорганизмдердің көптеген түрлеріне жарамсыз болып қалады. Бұл биоәртүрліліктің жоғалуына және экожүйелердің тұрақтылығының төмендеуіне әкеледі.

Топырақ эрозиясы: тұздардың әсерінен топырақ құрылымының нашарлауына байланысты ол эрозияға бейім болады. Құнарлылықтың төмендеуі және өсімдік жамылғысының деңгейі эрозия қаупін арттырады, бұл топырақтың деградациясына және құнарлы қабаттың жоғалуына әкелуі мүмкін.

Экономикалық шығындар: топырақтың тұздануы ауылшаруашылық кәсіпорындары мен жалпы қоғам үшін үлкен экономикалық шығындар тудыруы мүмкін. Өнімділіктің төмендеуі, жайылымдардың жоғалуы және ауыз судың сапасына қауіп төндіруі қоғам үшін тікелей және жанама шығындарды тудырады [2].

Мақат ауданы ауыл шаруашылығына және жергілікті тұрғындардың өміріне теріс әсер ететін топырақтың тұздануының және сортаңдануының күрделі проблемасына тап болды. Бұл аймақта табиғи және антропогендік факторлар тұрақты дамуға елеулі сын-қатерлер туғыза отырып, тұзданудың дамуына бірлесіп ықпал етеді.

Құрғақ климат және су деңгейінің ауытқуы сияқты табиғи факторлар Мақат аймағындағы топырақтың тұздануының негізгі себептері болып табылады. Жоғары булану және жауын-шашынның болмауы топырақ бетінен ылғалдың қарқынды булануына ықпал етеді, бұл оның жоғарғы қабаттарында тұздардың жиналуына әкеледі. Сонымен қатар, аймақтың геологиялық бөлігінде тұзды жыныстардың болуы тұздану процестерін күшейтеді.

Антропогендік факторлар, соның ішінде дұрыс емес суару, суды тиімсіз басқару және ауылшаруашылық қызметі де тұздану мәселесіне ықпал етеді. Дұрыс емес суару әдістерін қолдану және тиімді дренаж жүйелерінің болмауы топырақта тұздардың жиналуына әкеледі. Монокультуралар және тыңайтқыштарды дұрыс қолданбау тұздану процестерін одан әрі күшейтеді.

Мақат ауданының жергілікті тұрғындары үшін топырақтың тұздануының салдары олардың күнделікті өмірі мен экономикалық әл-ауқатына тікелей әсер етеді. Дақылдардың өнімділігі мен сапасының төмендеуі жергілікті фермерлер мен тұрғындар үшін экономикалық шығындарға әкеледі. Сонымен қатар, тұзды

топырақтар аймақта, әсіресе жергілікті халықтың ауылшаруашылық тәуелділігі жағдайында азық-түлік қауіпсіздігіне қауіп төндіреді.

Жергілікті тұрғындар үшін қиындықтар топырақтың тұздануына байланысты жер ресурстарына қол жетімділікті шектеуді қамтиды. Ауыл шаруашылығындағы шығындардан туындаған экономикалық тұрақсыздық өмір сапасының нашарлауына және балама табыс көздерін табу қажеттілігіне әкеледі. Бұл жергілікті тұрғындарды өзгермелі жағдайларға бейімдеу және тұрақты өмір салтын сақтау үшін қиындықтар мен қиындықтар туғызады.

Жалпы, Мақат ауданындағы топырақтың тұздануы ауыл шаруашылығына да, жергілікті тұрғындардың өмір сүру сапасына да үлкен қауіп төндіреді. Бұл мәселені шешу су ресурстарын тиімді басқаруды, тұрақты егіншілік әдістерін қолдануды және өзгермелі жағдайларға бейімделуде жергілікті халықты қолдауды қамтитын кешенді тәсілді қажет етеді. Осындай іс-шараларды әзірлеу және іске асыру тұзданудың салдарын жұмсартуға және Мақат ауданының тұрақты дамуына жағдай жасауға көмектеседі.

## 2 Объектіні зерттеу әдістері

### 2.1 Сортаңданумен күресудегі шетелдік тәжірибелер

Жаһандық картаның мәліметтері бойынша, жер шарында 833 млн гектардан астам тұзды топырақ бар (планета аумағының 8,7 пайызы). Олардың көпшілігі Африка, Азия және Латын Америкасының құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарында орналасқан.

Сонымен қатар, картада барлық континенттердегі суармалы топырақтың 20-50 пайызы шамадан тыс тұзданумен сипатталатыны көрсетілген, осылайша дүние жүзінде 1,5 миллиардтан астам адам топырақтың деградациясына байланысты азық-түлік өсіруде айтарлықтай қиындықтарға тап болады [3].

Топырақты зерттеу және мониторинг әдісі бойынша шамамен аумақты көрсете отырып 2.1-суретте диаграммада көрсетілген топырақтың тұздану ауқымы бойынша алдыңғы қатарлы 5 ел:

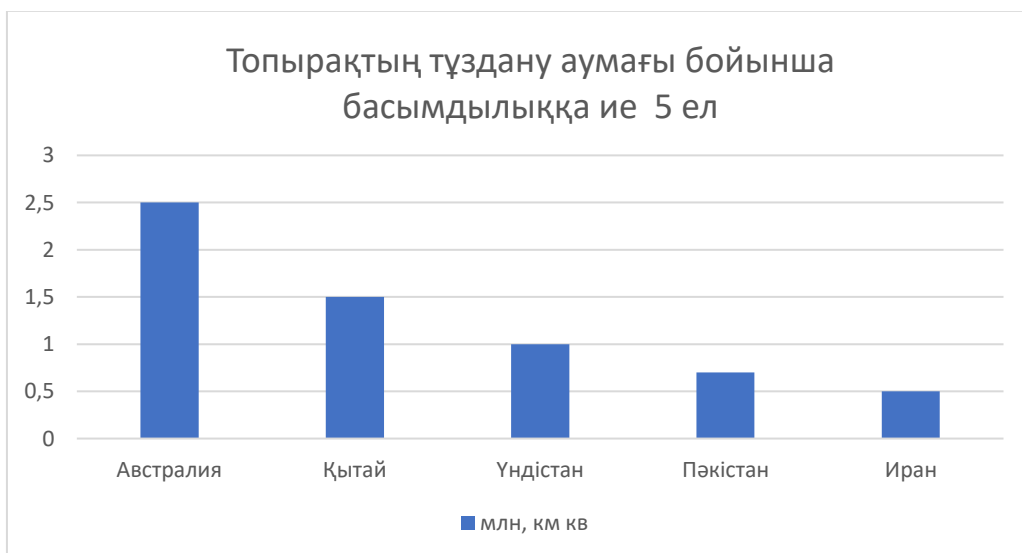
Австралия: шамамен 2,5 миллион шаршы шақырым тұзды топырақ, негізінен елдің батыс және оңтүстік-батыс бөліктерінде.

Қытай: негізінен елдің солтүстік-батыс және солтүстік-шығыс аймақтарында таралған шамамен 1,5 миллион шаршы шақырым тұзды топырақ.

Үндістан: негізінен Пенджаб және Раджастхан Штаттарында шамамен 1 миллион шаршы шақырым тұзды топырақ.

Пәкістан: шамамен 0,7 миллион шаршы шақырым тұзды топырақ, негізінен Пенджаб аймағында және Инд өзенінің бойында.

Иран: шамамен 0,5 миллион шаршы шақырым тұзды топырақ, негізінен жер асты сулары төмен және құрамында тұзы бар жыныстар көп жерлерде.



2.1 - сурет – Тұзданудан басымдылыққа ие 5 ел диаграммасы

Топырақтың тұздану проблемасы жаһандық болып табылады және оны шешу үшін кешенді тәсілді қажет етеді. Бұл құбылысқа қарсы күресте басқа

елдердің тәжірибесін зерттеу осы проблеманың алдын алу мен басқарудың тиімді стратегияларын әзірлеуде және жүзеге асыруда шешуші рөл атқарады. Әрі қарай, мен Қытай мен Австралияның тұздануымен күресудегі тәжірибеге шолу жасаймын.

Австралияда тұзға төзімді өсімдіктерді отырғызу әдісін пайдаланады. Қазіргі уақытта топырақтың тұздануын емдеу үшін екі негізгі өсімдік қолданылады: *Atriplex amnicola* және *Saltgrow*. Батыс Австралияда өсетін 2.2-суретке сәйкес *atriplex amnicola* тұзға төзімділігі жоғары және көбінесе топырақтың тұздануынан қатты зардап шеккен жерлерді қалпына келтіру процесінде қолданылады. Бұл бұтаның танымалдығы - өте тұзды топырақта ұзақ өмір сүруіне байланысты. Зерттеу сонымен қатар қойлардың бұталарды жақсы көретінін көрсетті, бірақ оларды отырғызу өте қиын. Бұл кемшілік 2.3-суретте бейнеленген *Saltgrow* деп аталатын ағаш эвкалиптінің гибридин жасауға мүмкіндік берді. Ол көбінесе жер асты суларының деңгейінің жоғарылауына байланысты тұзы көп немесе батпақты жерлерде отырғызылады.

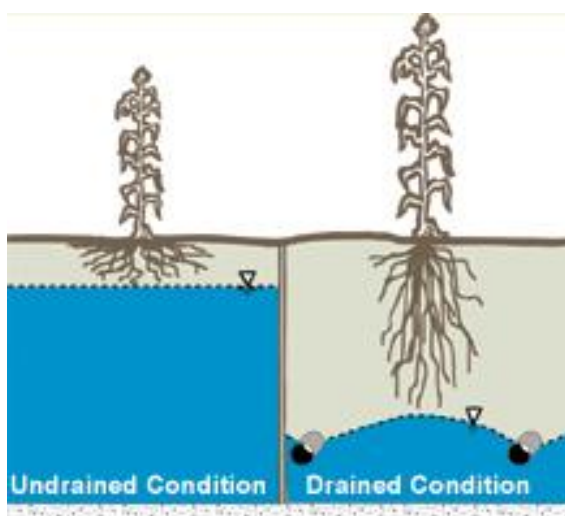


2.2 - сурет – *Atriplex amnicola* бұтасы



2.3 - сурет – *Saltgrow* ағашы

Терең дренаж және сорғы - Жүйе жер асты суларының деңгейіне қажетті деңгейде суды сіңіретін материалдармен оралған көмілген құбырлардан тұрады. Әдетте, жер үсті суларын алу үшін дренаждық құбырға ашық дренаждық арық қосылады және бұл жер асты суларына түсетін судың мөлшерін азайтады. Содан кейін құбырлар негізгі су жолдарына суды ұстап тұратын және ағызатын коллекторға апарды. Алайда, бұл құбырлардың тиімділігі дренаждан алыстаған сайын төмендейді, сондықтан жоғары тиімді жүйені сақтау үшін көптеген құбырлар болуы керек. 2.4 – суретке сәйкес дренаж әдісі өсімдіктің тамырына терең өсуге және жер асты су деңгейінің төмендеуіне мүмкіндік береді.



2.4 - сурет – Дренаж әдісі

Қытай ондаған жылдар бойы тұзды-сілтілі топырақтар мәселесімен күресіп келе жатыр, олар бүгінгі күнге дейін шамамен 100 миллион га аумақты алып жатыр. Бір сөзбен айтқанда, тұздану мәселесі шөлейттену мәселесімен қатар жүреді, бұл әсіресе Орталық Азияда азық-түлік қауіпсіздігі мен ауыл шаруашылығының дамуына кедергі болып табылады.

Зерттеушілер қытайдың солтүстігіндегі Шаньдун және Хэйлунцзян провинцияларында қалпына келтірудің жаңа әдісін әзірлеуге және сынауға он жылдан астам уақыт жұмсады. Қолданылатын әдіс 30-дан 40 сантиметрге дейінгі тереңдікте ұзындығы 5-тен 15 сантиметрге дейінгі өсімдік сабақтарын отырғызуды қамтиды. Осылайша сабақтар тұздың бетіне көтерілуіне жол бермеді. Ғалымдар сонымен қатар ылғалды сақтау мақсатында топырақты пластик қабатымен жапты. Ал нәтиже көп күттірмеді, топырақтағы тұздың мөлшері орта есеппен 36 пайызға, ал дақылдардың өнімділігі 30,5 пайызға төмендеді.

Қытай ауылшаруашылық университетінің ресурстар және экология колледжінің профессоры Ху Шувен топырақ құрылымын жақсарту арқылы тұзды-сілтілі топырақты тез тұщыландыру және экологиялық тазарту әдісін жасады. Мәселені шешу үшін оның себебін анықтау керек, сондықтан ол дереу



далада тұзды-сілтілі топырақты зерттеуге кірісті.Зерттеу барысында ол топырақтың бұл түрінің бөлшектері соншалықты таяз және тығыз бекітілгенін, судың енетін жері жоқ екенін анықтады. Бұл су өткізбейтін мата сияқты, сондықтан тұз шайылып кете алмайды және топырақтың жыртылған қабатында қалады.

Ол және оның командасы топырақ құрылымын жақсартатын табиғи полимерлі топырақ кондиционерін ойлап тапты. Топырақ құрылымын жақсарту үшін Ху Шувен ойлап тапқан Полимер «супер сіңіргіш полимер» немесе «гидрогель»деп аталады. 2.5 - суретте көрсетілген полимер топырақтағы суды сіңіріп, ұстап тұра алады, оның суды сақтайтын қасиеттерін жақсартады және құрғақшылық кезінде өсімдіктерді ылғалмен қамтамасыз етеді. Супер сіңіргіш полимерлер суару тиімділігін арттыру және суды тұтынуды азайту үшін ауыл шаруашылығы мен ландшафт дизайнында кеңінен қолданылады. Бұл полимерлерді топыраққа түйіршіктер немесе ұнтақ түрінде қосуға болады және сумен жанасқанда белсендіріліп, өсімдіктердің тамыр аймағында суды ұстай алатын гель тәрізді құрылым түзеді.

Сонымен қатар, зерттеу тобы тұқымдарды тұздың зақымдануынан қорғау үшін бақыланатын босату материалын ойлап тапты. Ху Шувеннің зерттеу тобы тұқымдарды тұздың зақымдануынан қорғау үшін әзірлеген Материал «бақыланатын босату гидрогелі»деп аталады. Бұл материал полимерлі гидрогель болып табылады, ол топырақтағы суды сіңіруге және сақтауға, сондай-ақ өсімдіктердің тамыр аймағына су мен қоректік заттардың бөлінуін бақылауға қабілетті. Бұл тұздың тұқымға әсерін азайтуға және олардың өнуі мен өсуі үшін оңтайлы жағдайларды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Бұл технологияның көмегімен 7000 гектардан астам тұзды-сілтілі жерлер қалпына келтіріліп, пайдаланылды, ал пайдалы жер көлемі 70 000 гектардан асты, астық өндірісінің жылдық өсімі 300 миллион тоннадан асты [4].



2.5 - сурет – «Супер сіңіргіш полимер»

## **2.2 Сортаңданудың алдын алу немесе сортаңдану салдарымен күресу әдістеріне талдау**

Терең континенталдылықпен және аса құрғақшылықпен сипатталатын Қазақстанның табиғи жағдайлары елдің барлық аумағында сортаң топырақтардың кең таралуына себеп болды. Олардың жалпы ауданы 111,5 миллион гектарды құрайды, бұл республиканың жер қорының 41% - на тең. Тұзды топырақтарға әсіресе Қазақстанның құрғақ және шөлді далаларында кең таралған сортаңдар мен сортаңдар жатады.

Топырақтың тұздануы Қазақстанның барлық аймақтарында, соның ішінде шамамен 37 миллион гектар жерді алып жатқан тұзды батпақтарда жиі кездесетін мәселе болып табылады. Тұзды батпақтар құрғақ климат жағдайында, жер асты суларының жақын деңгейінде және тұзды және тұзды жыныстардың болуымен қалыптасады. Топырақтың жоғарғы қабаттарынан ылғал буланған кезде тұздар қалатынын ескеру маңызды, бұл олардың жиналуына ықпал етеді. Сонымен қатар, тұзды батпақтар басқа жолдармен де қалыптасады: теңіздер мен тұзды көлдердің жағалауларынан тұздардың желмен тасымалдануы, егістіктердің дұрыс суарылмауы және жер бетінің біркелкі жазықтығы, сондай-ақ тұзды жыныстардың қалдықтары.

Топырақтың тұздануы көбінесе өзен жайылмалары, көлдер және жағалаудағы ойпаттар сияқты ойпатты аймақтарда кездеседі. Тұзды батпақтар жоғары тұздылықпен, сирек өсімдік жамылғысымен және шөптесін өсімдіктердің болмауымен сипатталады. Олар таяз тұзды көлдер мен ежелгі өзендердің арналарынан судың булануы нәтижесінде пайда болады. Мысалы, теңіз тұзды батпақтары теңіз су қоймаларынан пайда болады және ылғалды тұзды пленкамен жабылған борпылдақ үстіңгі қабаты бар, оның астында құм мен сазды жыныстар көп.

Тұзды батпақтарды игеру және бақылау үшін елімізде әртүрлі әдістер қолданылады. Олардың негізгілерін қарастырайық:

### **1. Тұздарды механикалық жою**

Бұл әдіс механикалық құралдардың көмегімен топырақ бетінен тұздарды кетіруді қамтиды. Ол қабыршақты тұзды батпақтарда тиімді және аймақты шаюға дайындауға көмектеседі. Тұздарды механикалық алып тастау кейінірек тұзды батпақтарды шаймалау үшін қажетті су мөлшерін азайтады.

### **2. Топырақты жырту**

Жер жырту тұздарды топырақтың терең қабатына біркелкі таратуға мүмкіндік береді, олардың концентрациясын өсімдіктер үшін қауіпсіз деңгейге дейін төмендетеді. Бұл әдіс аздап тұздалған беткі қабаттары бар топырақтарда қолданылады, олардың астында тұщы қабаттар бар.

### **3. Беттік шаю**

Бұл әдіс аймақты сумен толтырудан тұрады, ол тұздарды ерітеді және оларды өрістен шығарады. Қажетті әсерге жету үшін шаю бірнеше рет қайталанады. Бұл әдіс суды сіңіру қабілеті төмен және бетіндегі тұздардың жоғары концентрациясы бар топырақтарға жарамды.

#### 4. Ішкі шаю

Ішкі шаю кезінде өріс топыраққа толығымен сіңіп, оны ылғалдандыратын және төменгі қабаттардағы тұздарды шоғырландыратын сумен толтырылады. Содан кейін тұздар көтеріліп, су буланғаннан кейін бетіне орналасады. Бұл әдіс аздап тұздалған топырақтар үшін тиімді және оларды себуге дайындауға көмектеседі.

#### 5. Химиялық заттарды қолдану

Топыраққа күкірт қышқылы сияқты заттарды енгізу суды сақтау қасиеттерін жақсартуға көмектеседі және тұздардың шайылуына ықпал етеді. Бұл әдіс дәстүрлі мелиорация әдістерімен үйлескенде әсіресе тиімді.

Бұл әдістердің барлығы Қазақстанда топырақтың тұздануының жағымсыз салдарын азайту және ауыл шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету мақсатында қолданылады. Алайда, сортаңдану мәселесін тиімді шешу үшін топырақ ресурстарын қорғау мәселелеріне үнемі назар аудару және оларды басқарудың инновациялық тәсілдерін әзірлеу қажет.

### 3 Негізгі бөлім

#### 3.1 Бастапқы кеңістік мәліметтерімен жұмыс

Ғарыштық мониторинг технологияларын енгізу объектілердің жай-күйін ұдайы қадағалауға, жүйелердің бұзылу қаупін уақтылы анықтауға және бағалауға мүмкіндік береді, бұл олардың алдын алу және жою жөнінде шешімдер қабылдаудың негізділігі мен жеделдігін айтарлықтай арттырады. Мақат ауданы бойынша топырақтың көлемі мен тұздану дәрежесі туралы объективті деректер алу үшін неғұрлым тиімді көрсеткіш Landsat 8, Sentinel-2 ғарыштық суреттерінен есептелген тұздылық индексі таңдалды. Бұл ғарыштық суреттерді жүктеу үшін арнайы порталдардың көмегіне жүгіну қажет [5].

Earth Explorer-зерттеушілерге, география мамандарына және басқа да мүдделі тұлғаларға әртүрлі геокеңістіктік деректерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін американдық геологиялық қызмет (USGS, United States Geological Survey) ұсынатын онлайн платформа [6]. Платформа спутниктік суреттерді, аэрофотосуреттерді, соның ішінде Landsat, Sentinel, MODIS, цифрлық жер бедері модельдерін (dem), радиолокациялық деректерді және т.б. қоса алғанда, деректердің кең ауқымын ұсынады. Платформа пайдаланушыларға интерактивті карта немесе мәтіндік іздеу арқылы деректерді іздеуге және таңдауға мүмкіндік беретін ыңғайлы пайдаланушы интерфейсін ұсынады. Пайдаланушылар картада қызығушылық аймағын көрсете алады немесе деректерді іздеу үшін географиялық координаттарды енгізе алады. Сонымен қатар, суреттердің түсіру күнін, бұлт жамылғысының деңгейін, аэрофотосуреттердің параметрлерін таңдап, өзіне қажеттісін таңдауға мүмкіндік бар.

Ғарыштық суреттерге қол жеткізу үшін сайтқа тіркелу керек. Екінші кадам – іздеу критерийлерін енгізу. Менің зерттеу нысаным Қазақстан Республикасы, сондықтан іздеудің екінші түрі – бүкіл әлем таңдаймын. Шағын іздеу үшін KML/пішін-файлды жүктеп алуға немесе координаттарды пайдаланып белгілі бір аумақты таңдап, көпбұрышты жасау арқылы полигон құруға болады. 3.1 - суретке сәйкес зерттелетін аумағымның шекарасын төртбұрыш етіп белгілеп, тамыз айының күндерін, бұлт жамылғысының деңгейі 0 – 10 % параметр бойынша іздеймін. Нәтижесінде 2015, 2018, 2023 жылға кең аумақты қамтитын Landsat 8 спутниктік суреттер шығарылды, олар GeoTIFF пішімінде жүктеп алынады.

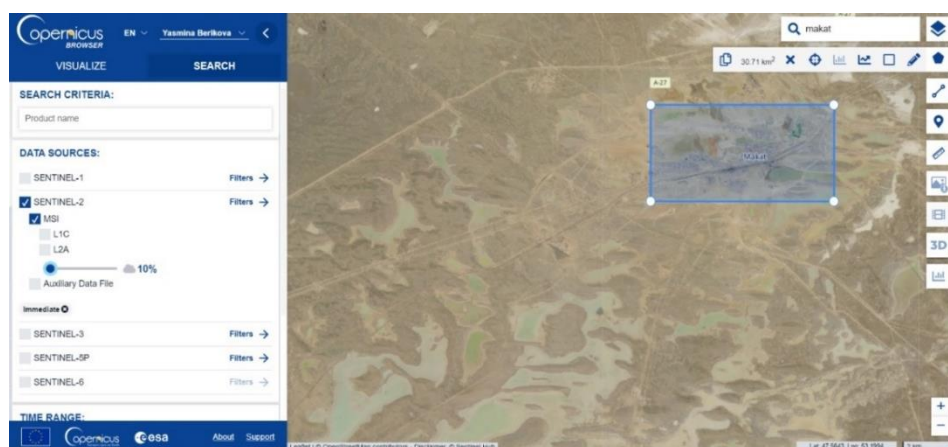
Landsat 8-американдық ғарыш агенттігінің (NASA, National Aeronautics and Space Administration) және АҚШ Геологиялық қызметінің (USGS) бағдарламасына кіретін, ғылыми, коммерциялық және мемлекеттік мақсаттар үшін жер бетінің спутниктік суреттерін ұсынатын спутниктік жүйе. Ол жердің қоршаған ортасындағы өзгерістерді, соның ішінде жерді пайдаланудағы өзгерістерді, өсімдіктерді, су ресурстарын, геологиялық процестерді бақылауды және т.б. бақылауға және бақылауға арналған. Жер серігі көрінетін жарық, инфрақызыл және жылу сәулеленуін қоса алғанда, әртүрлі спектрлік диапазондарда жер бетін түсіруге қабілетті сенсорлармен жабдықталған. Бұл

Landsat 8-ге әртүрлі режимдерде, соның ішінде мультиспектрлік, панхроматикалық және термиялық режимдерде суретке түсуге мүмкіндік береді.



3.1 - сурет – USGS-дан Earthexplorer-дағы сандық биіктік деректер жинағы

Sentinel-2-Еуропалық ғарыш агенттігі (ESA, European Space Agency) Copernicus бағдарламасы арқылы әзірлеген спутниктік жүйе. Ол қоршаған ортаны бақылау, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, геология, қала құрылысы және т.б. қоса алғанда, кең ауқымды қолданбалар үшін жоғары сапалы жерсеріктік суреттерді ұсынады [7]. Sentinel-2 көрінетін жарық пен инфрақызыл сәулеленуді қоса алғанда, 13 спектрлік арнада жер бетін түсіруге қабілетті мультиспектрлі камерамен жабдықталған. Спутниктік жүйе кеңістіктік ажыратымдылықтың әртүрлі режимдеріне ие, соның ішінде 10 метрлік, 20 метрлік және 60 метрлік ажыратымдылықтар. Бұл әртүрлі қолданбалар мен бақылау шарттары үшін егжей-тегжейлі суреттерді алуға мүмкіндік береді. 3.2-суретте Sentinel – 2 ғарыштық суреті туралы ақпарат берілген.



3.2 - сурет – Sentinel – 2 суретін жүктеу процессі

Copernicus - Еуропалық Одақтың Жерді бақылау жөніндегі ғарыштық бағдарламасының құрамдас бөлігі, ол біздің планетамызды және оның қоршаған ортасын барлық Еуропа азаматтарының игілігі үшін зерттейді. Ол жердің ғарыштық бақылауларына және сол жерден алынған мәліметтерге негізделген ақпараттық қызметтерді ұсынады (ғарыштан емес).

Спутниктерден және жер үсті, әуе және теңіз өлшеу жүйелерінен алынған Әлемдік деректердің үлкен көлемі қызмет көрсетушілерге, мемлекеттік органдарға және басқа да Халықаралық ұйымдарға Еуропа азаматтарының өмір сүру сапасын жақсартуға көмектесетін ақпарат береді. Ұсынылған ақпараттық қызметтер ақысыз және пайдаланушылар үшін ашық қол жетімді.

### 3.2 Кеңістік мәліметтерді өңдеу

Әр түрлі жолдармен тұзды топырақты анықтау ауылшаруашылық кәсіпорындары үшін де, қарапайым тұрғындар үшін де өзекті мәселе болып табылады. Аумақты қамтудың жеделдігін де, кеңдігін де қамтамасыз ететін қашықтықтан зондтау әдістерімен тұздандуды анықтау перспективалы болып табылады.

Спектрлік ақпаратпен жұмыс істеу үшін олар көбінесе "индекстік кескіндер"деп аталатын нәрсені жасауға жүгінеді. Зерттелетін объектіні бөліп көрсетуге арналған белгілі бір арналардағы жарықтық мәндерінің тіркесімі және объектінің "спектрлік индексінің" осы мәндері бойынша есептеу негізінде әр пиксельдегі индекс мәніне сәйкес кескін құрылады, бұл зерттелетін объектіні бөліп көрсетуге немесе оның күйін бағалауға мүмкіндік береді [8].

Ғарыштық кескіндерді талдау негізінде топырақтың тұздылығын зерттеу үшін қолданылатын бірнеше спектрлік индекстер бар. Олардың кейбіреулері мыналарды қамтиды:

1. Нормаланған айырмашылық тұздылық индексі (NDSI, Normalized difference Salinity Index): бұл индекс спутниктік кескіндердің спектрлік арналары арасындағы шағылысқан жарықтағы айырмашылықтарға негізделген топырақтың тұздылығын бағалау үшін қолданылады. Ол инфрақызыл және көрінетін диапазондардағы мәндер арасындағы айырмашылық ретінде есептеледі.

2. Тұздылық индексі (SI, Salinity Index): бұл индекс сонымен қатар топырақтың спектрлік шағылысуындағы айырмашылықтарға негізделген. Ол тұздардың болуына байланысты топырақтың спектрлік сипаттамаларының өзгеруін ескереді.

3. Өзгертілген тұздылық индексі (MSI, Modified Salinity Index): бұл индекс сі модификациясы болып табылады және тұздылықты бағалаудың дәлдігін жақсарту үшін топырақтың ылғалдылығы мен органикалық құрамы сияқты қосымша параметрлерді ескереді.

4. Тұздылықтың вегетациялық индексі (SVI, Salinity Vegetation Index): бұл индекс топырақтың спектрлік сипаттамаларын да, жер бетіндегі өсімдіктерді де ескереді, бұл тұздылығы жоғары жерлерді дәлірек анықтауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған индекстердің ішінен жұмыста келесі индекстер қолданылды: NDSI, SI.

Бұл дипломдық жұмыста топырақтың тұздану және сортаңдану күйін талдау және бағалау үшін пайдаланылған көптеген қол жетімді тұздану индекстерінің бірнешеуі ғана. Нақты индекстерді таңдау зерттеудің мақсаттары мен міндеттеріне, деректер түріне және спутниктік суреттердің немесе басқа ақпарат көздерінің қол жетімділігіне негізделген.

Қалыпқа келтірілген тұздылық индексі (Normalized difference Salinity Index, NDSI) - ғарыштық түсірілім деректері негізінде топырақтың тұздылығын бағалау үшін қолданылатын индекс. Ол инфрақызыл және көрінетін диапазондардағы рефлекторлар айырмашылығының олардың қосындысына қатынасы ретінде анықталады. NDSI есептеу формуласы келесідей:

$$NDSI = (red - NIR)/(red + NIR) \quad (1)$$

мұндағы red - қызыл арна;

NIR - жақын инфрақызыл арна.

Қалыпқа келтірілген тұздылық индексінің (NDSI) мәні спутниктік кескін деректері негізінде топырақтың тұздылық деңгейін бағалау үшін қолданылатын сандық көрсеткіш болып табылады. NDSI жоғары мәндері әдетте топырақтың тұзды жерлерін көрсетеді, ал төмен мәндер аз тұзды жерлерді көрсетеді.

Тұздылық индексі (Salinity Index) - спутниктік суреттер немесе басқа көздер арқылы алынған спектрлік деректерді талдау негізінде топырақтың немесе судың тұздылығын бағалау үшін қолданылатын геофизикалық индекс. Бұл индекс топырақ пен су ресурстарының тұздылығын, әсіресе ауыл шаруашылығында, гидрологияда және экологияда бақылау мен зерттеудің маңызды құралы болып табылады.

Тұздылық индексін есептеу формуласы зерттеу әдістемесіне және қолданылатын спектрлік мәліметтерге байланысты өзгеруі мүмкін. Есептеудің кең таралған әдістерінің бірі-белгілі бір спектрлік арналарда рефлекторларды қолдануға негізделген формула. Жалпы формула келесідей:

$$SI = \sqrt{green \times red} \quad (2)$$

мұндағы red - қызыл арна;

green – жасыл арна.

Бұл әдіс тұзды аймақтардың тұздалмаған аймақтармен салыстырғанда инфрақызылға жақын шағылысатын спектрлік профилінің төмен болуына негізделген. Осылайша, көрсетілген спектрлік арналардағы рефлекторлық мәндер арасындағы айырмашылықты топырақтың немесе судың тұздылығын бағалау үшін пайдалануға болады.

Алайда, нақты зерттеулер мен қосымшалар үшін әр түрлі есептеу әдістері мен әр түрлі спектрлік арналарды қолдануға болатындығын ескеру қажет, бұл тұздылық индексінің әр түрлі формулаларына әкелуі мүмкін.

Sentinel-2, Жерді бақылаудың спутниктік жүйесі NDSI (Normalized difference Salinity Index), және SI (Salinity Index) сияқты индекстерді есептеу үшін әртүрлі спектрлік арналарды пайдаланады. Міне, осы индекстер үшін Sentinel-2-де қолданылатын арналар:

*NDSI (Normalized Difference Salinity Index)*

- Қызыл арна (B4): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 665 нм.
- Жақын инфрақызыл арна (B8): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 842 нм.

*SI (Salinity Index)*

- Жасыл арна (B3): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 560 нм.
- Қызыл арна (B4): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 665 нм.

Sentinel-2, Жерді бақылаудың спутниктік жүйесі NDSI (Normalized difference Salinity Index), және SI (Salinity Index) сияқты индекстерді есептеу үшін әртүрлі спектрлік арналарды пайдаланады.

Осы индекстер үшін Landsat-8 - де қолданылатын арналар:

*NDSI (Normalized Difference Salinity Index)*

- Қызыл арна (B4): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 655-680 нм.
- Жақын инфрақызыл арна (B5): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 845 - 885 нм.

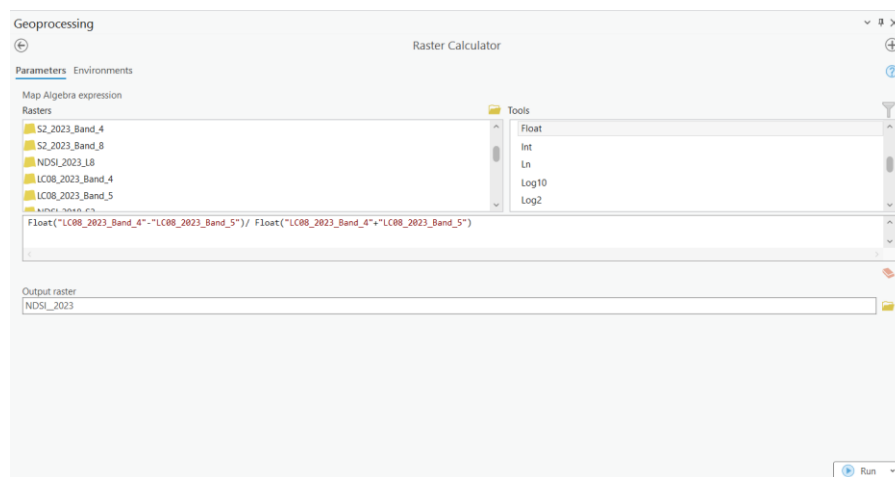
*SI (Salinity Index)*

- Жасыл арна (B3): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 525-600 нм.
- Қызыл арна (B4): толқын ұзындығының диапазоны шамамен 630-680 нм.

Индекстерді таңдағаннан кейін практикалық бөлікке көшемін. Ол үшін "қабаттар" қосымшасында мультиспектрлік арналар қосылды. Индекстердің әрқайсысын есептеу үшін белгілі бір арналар (топтар) қажет, оларды "қабаттар"қойындысы арқылы қосылады. Енді растрлық калькулятор арқылы қажетті индексті есептеледі.

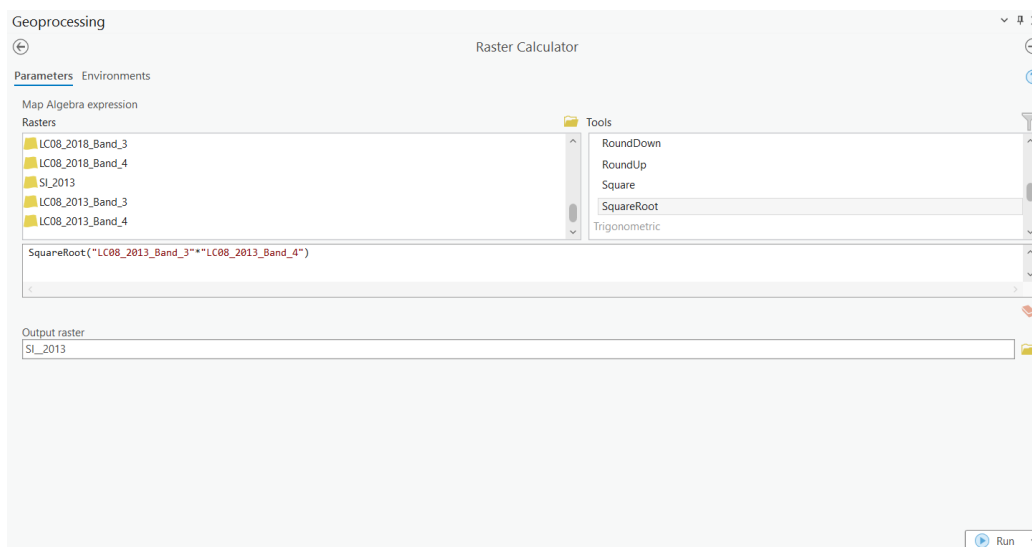
1) Төмендегі 3.3 - суретте NDSI индексін есептейтін "Raster calculator" құралын пайдалана отырып, нормаланған тұздылық индексін (1) формула бойынша есептейді. Ол үшін жолға қажетті арналарды енгізіліп, шығыс нысандарында сақтау жолын көрсетіледі. 2018 және 2023 жылдардың есептелінген NDSI индекстері А және Б қосымшасында көрсетілген.





3.3 - сурет – Растрлық Калькулятор (NDSI индексін есептеу)

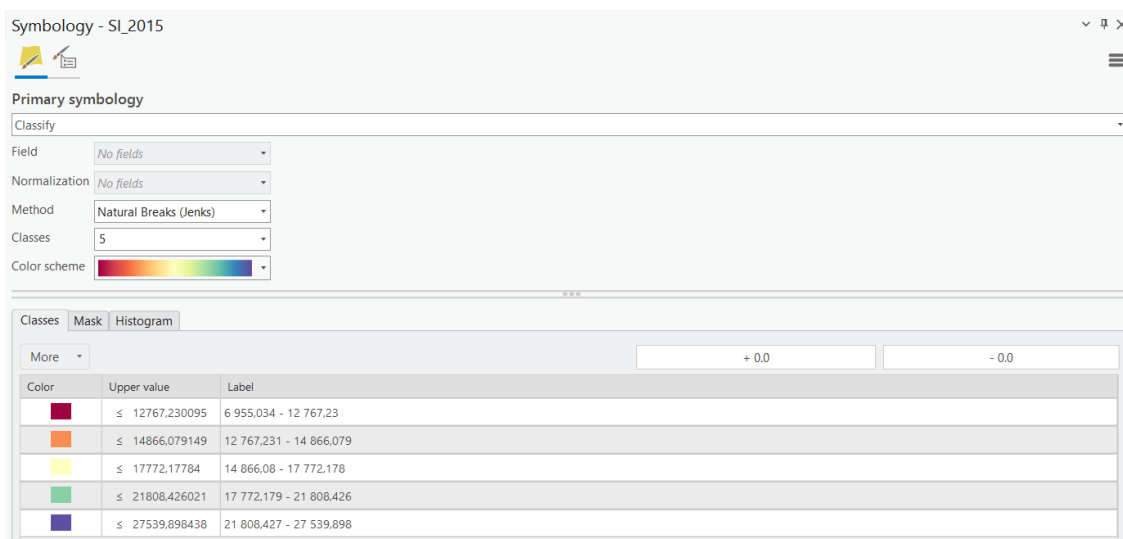
2) Төмендегі 3.4-суретте SI индексін есептейтін растрлық калькулятор арқылы тұздылық индексін (2) формула арқылы есептеуге қол жеткізуге болады. 2018 және 2023 жылдардың есептелінген SI индекстері А және Б қосымшасында көрсетілген.



3.4 - сурет – Растрлық Калькулятор (SI индексін есептеу)

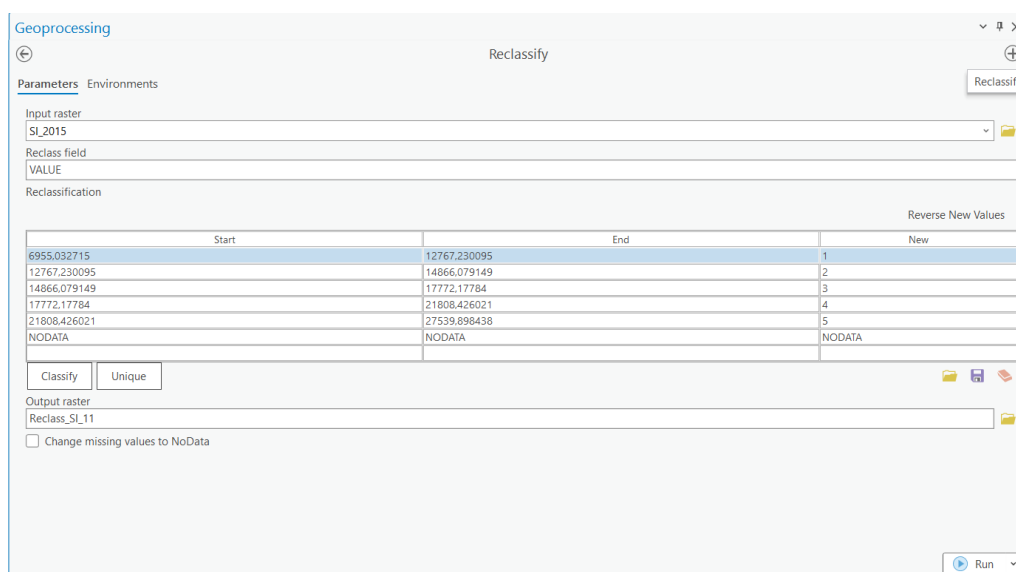
*Параметрлер мен түс ауқымын реттеу.*

Ол үшін тұздылық индексі қабатының қасиеттерін таңдау арқылы, сыныптардың қажетті саны, түс гаммасы мен мәндер диапазоны құрылады. 3.5 - суретте таңбалар туралы ақпаратты көрсететін қасиеттері бар терезе көрсетілген.



3.5-сурет – Қабаттың қасиеттері

Әрі қарай талдау үшін атрибуттық кесте қажет, кестеге қол жеткізу үшін осы қабатты қайта жіктеу керек. "Reclassify" құралы растрлық қабаттағы пиксель мәндерін оларға жаңа сыныптар немесе мән диапазондарын тағайындау арқылы өзгерту үшін қолданылады. 3.6 - суретте тұздылық индексі қабатының қайта сыныптарға жіктелуі көрсетілген. Кіріс растрына қажетті қабат таңдалып, шығыс растрына сақтау жолын көрсетілді.

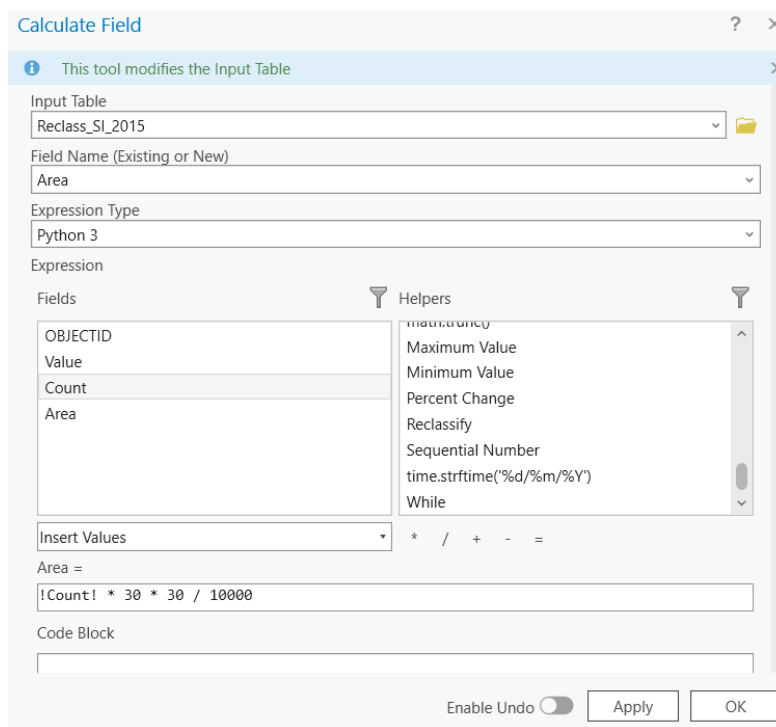


3.6-сурет – Reclassify құралы

Дайын болған жаңа қабыттың атрибутты кестесінде сынып бойынша сұрыпталған пиксельдер саны көрсетіледі. Уақыт бойынша өзгеру динамикасын талдау үшін сортаңданған топырақтың алып жатқан ауданы қажет. Атрибуттық кестеде "Add Field" батырмасын басу арқылы кестеде жаңа баған қосылады. Бағанның атауын "Area" деп жазып, деректер түрі тізімнен "Float" таңдалды.

Өзгерістерді сақтай отырып, Area бағанының оң жақ батырмасын басып, "Calculate Field" құралы таңдалынды. ArcGIS Pro бағдарламасындағы "Calculate Field" операциясы белгілі бір есептеулер немесе шарттар негізінде қабат атрибуттары кестесіндегі немесе деректер кестесіндегі атрибут мәндерін өзгертуге болады.

3.7 – суретке сәйкес есептеу негізінде жаңа өрістер жасауға немесе бар өрістерді жаңартуға болады.



3.7-сурет – Қабаттың атрибуттық кестесінде ауданның есептелінуі

Есептеу аяқталғаннан кейін кесте жаңартылып, сұрыпталынған сыныптар бойынша, әр сыныптың қамтылған жер аумағы анықталып, нәтиже 3.8-суретте көрсетілді.

OBJECTID *	Value	Count	Area
1	1	5107	459,63
2	2	18320	1648,8
3	3	13984	1258,56
4	4	2609	234,81
5	5	2230	200,7

3.8-сурет – Ауданы есептелінген атрибуттық кесте

### 3.3 Сортаңдану мәселесі бойынша интерактивті карта әзірлеу

Топырақтың сортаңдану картасын жасау - бұл әр түрлі деңгейдегі тұздануды немесе топырақ сапасын анықтау және таныстыру процесі. Топырақтың сортаңдану картасы ауылшаруашылық және экологиялық зерттеулер, жерді пайдалануды жоспарлау, ауылшаруашылық тәжірибелері туралы шешім қабылдау үшін пайдалы.

*Жаңа жоба жасау:* ArcGIS Pro бағдарламасында жаңа жоба жасалынады. Ол үшін құралдар тақтасындағы "қабат қосу" батырмасы арқылы TIFF форматында растрлық кескін жүктеледі.

*Қабат қосу:* "Каталог" немесе "деректер қосу" тақтасын пайдаланып, жобаға импортталған деректер қабаттары қосылады.

*Қабаттарды ұйымдастыру:* картада олардың көрсетілуін орнату үшін мазмұн кестесіндегі деректер қабаттарының ретін тексеру қажет. Әрі қарай, қабаттардың мөлдірлігін өзгерту, символды реттеу және әр қабат үшін басқа стильдерді қолдануға болады.

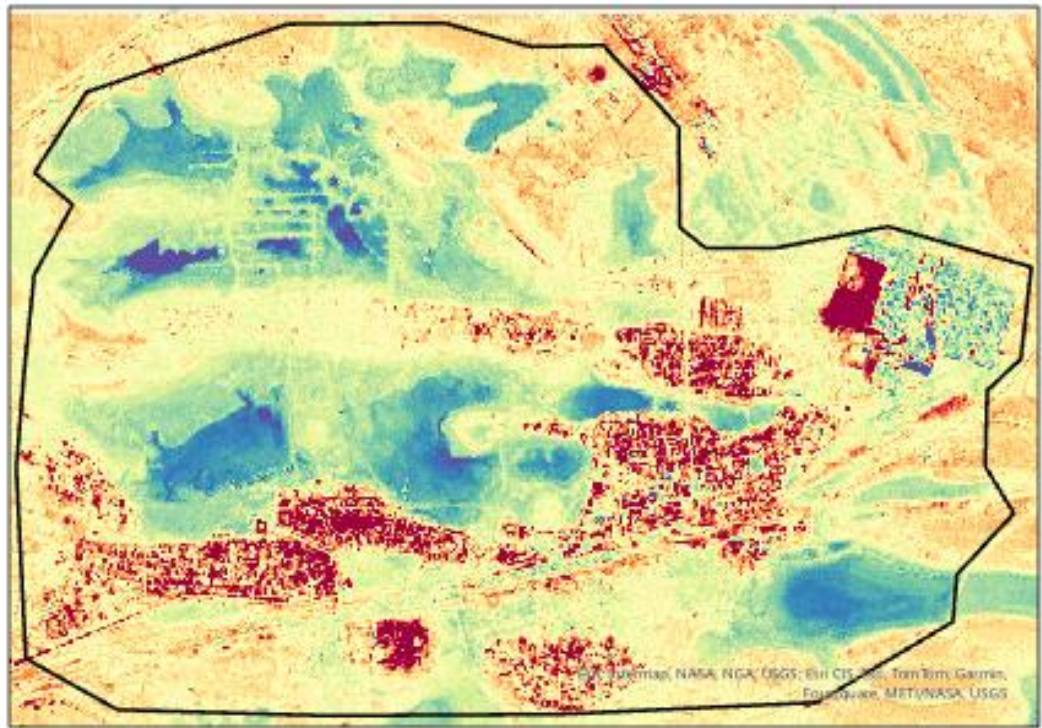
*Карта элементтерін жүктеу:* "Орналасу" тақтасындағы құралдарды пайдаланып тақырып, масштабты сызғыш, легенда қосылады. Жұмыс нәтижесінде 3.9 – суретке сәйкес NDSI тұздылық индексі бойынша салынған сортаңдану картасы алынды.

*Картаны сақтау және экспорттау:* жұмысты аяқтағаннан кейін ArcGIS жобамды сақтадым. Сондай-ақ, бағдарламада картаны JPEG, PNG, PDF сияқты әртүрлі форматтарда экспорттауға немесе интернетте жариялау үшін интерактивті веб-карта жасауға болады.

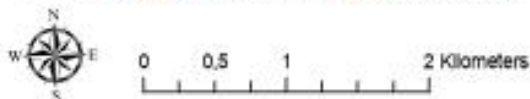
Google Maps интерактивті карталары қазіргі әлемдегі жер пайдаланушылар үшін ажырамас құралға айналды. Бұл құралдың өзектілігі оның әмбебаптығы мен қол жетімділігімен, сондай-ақ интернетке қол жетімді кез-келген құрылғыда географиялық ақпаратқа жедел қол жетімділікті қамтамасыз ету мүмкіндігімен анықталады.

Қазіргі уақытта географиялық ақпарат ауыл шаруашылығы, қала құрылысы, туризм, көлік және тіпті бөлшек сауда сияқты әртүрлі салаларда маңызды рөл атқаратын кезде, Google Maps интерактивті карталарын пайдалану сұранысқа ие бола бастады. Бұл карталар орналасқан жері мен маршруттары туралы ақпаратты ғана емес, сонымен қатар пайдаланушыларға әртүрлі деректер қабаттарымен өзара әрекеттесуге, географиялық нысандарды көрсетуге және олардың дамуын болжауға мүмкіндік береді.

Google Maps интерактивті карталарының басты артықшылықтарының бірі-олардың қол жетімділігі. Бұл тты технологияның және веб-шолғыш немесе мобильді қосымша арқылы пайдалану мүмкіндігінің арқасында пайдаланушылар карталарға кез келген уақытта, кез келген жерде оңай қол жеткізе алады. Бұл әсіресе далада немесе жедел шешімдер қабылдау кезінде географиялық ақпаратқа жылдам қол жеткізуді қажет ететін жер пайдаланушылар үшін өте маңызды.



- Тұзданбаған
- Әлсіз тұзданған
- Орташа тұзданған
- Қатты тұзданған
- Сортанданған
- Мақат ауданының шекарасы



3.9-сурет – NDSI топырақ индексі негізінде Мақат ауданының сортаңдану картасы

Google Maps интерактивті карталары сонымен қатар жер пайдаланушылар үшін көптеген мүмкіндіктерді ұсынады. Олар деректерді әртүрлі форматтарда, соның ішінде маркерлерде, сызықтарда, көпбұрыштарда және жылу карталарында көрсетуге, сондай-ақ әкімшілік шекаралар, географиялық нысандар және фотосуреттер сияқты қосымша ақпарат қабаттарын біріктіруге мүмкіндік береді. Пайдаланудың қарапайымдылығы мен қуатты функционалдылығының арқасында Google Maps интерактивті карталары жер пайдаланушылар үшін географиялық ақпаратты тиімді талдауға, негізделген шешімдер қабылдауға және олардың қызметін жақсартуға көмектесетін таптырмас құралға айналады.

Google maps қолданбасында тұзды және сортаңданған топырақтар туралы жеке қабатты енгізу бірнеше маңызды артықшылықтарға ие болады және әртүрлі санаттағы жер пайдаланушыларға айтарлықтай пайда әкеледі.

*Ауыл шаруашылығы:* фермерлер мен ауылшаруашылық кәсіпорындары үшін тұзды топырақ қабаты ауылшаруашылық қызметін жоспарлаудың құнды құралы болар еді. Олар жоғары тұзды жерлерден аулақ болу арқылы жер учаскелерін пайдалануды оңтайландырып, тиісті өңдеу және тыңайтқыш әдістерін таңдай алады.

*Экологтар:* ғалымдар мен экологтар үшін тұзды топырақ қабатының болуы тұзданудың биоәртүрлілік пен экожүйеге әсерін зерттеудің маңызды құралы болар еді. Бұл тұзданудың қоршаған ортаға әсерін түсінуге және топырақ ресурстарын қорғау және қалпына келтіру стратегияларын жасауға көмектеседі.

*Табиғи ресурстарды басқару:* мемлекеттік ұйымдарға тұзды топырақ қабаты Жерді басқару стратегияларын әзірлеу үшін маңызды ақпарат береді. Олар бұл ақпаратты тұздану деңгейі жоғары аймақтарды анықтау және оларды қалпына келтіру немесе қорғау үшін шаралар қабылдау үшін пайдалана алады.

*Білім беру мақсаттары:* білім беру мекемелері үшін тұзды топырақ қабаты студенттерге тұздану проблемалары мен онымен күресу әдістері туралы білім беру үшін оқу материалын ұсынады. Бұл жер мен ресурстарды тұрақты пайдаланудың маңыздылығы туралы хабардарлықты арттыруға көмектеседі.

*Жалпы жұртшылық:* қалың жұртшылық үшін тұзды топырақ қабаты олардың аймағындағы экологиялық мәселелер мен тұзданудың қоршаған ортаға әсері туралы білу үшін қызықты және ақпараттандыратын дереккөз болар еді.

Осылайша, Google карталарында тұзды және сортаңданған топырақтар туралы жеке қабатты енгізу пайдаланушылардың әртүрлі санаттарына пайдалы болады, бұл оларға топырақтың тұздануына қатысты мәселелерді жақсы түсінуге және шешуге көмектеседі.

Тұзды топырақтар мен сортаңдану салдарынан пайда болатын тұзды батпақтарды көрсететін Google Map интерактивті картасын жасау үшін келесі қадамдарды қолданылды:

*Деректерді жинау:* алдымен тұзды жерлер мен тұзды батпақтардың орналасуы туралы мәліметтер жинау керек. Бұл деректерді географиялық мәліметтер базасынан, далалық зерттеу нәтижелерінен немесе спутниктік суреттерден алуға болады. Google Earth бағдарламасынан сортаңданған көзге анық көрініп тұрған жерлерді нүктелерін қойып, 3.10 – суретте көрсетілгендей көпбұрыштар белгісімен белгіленді.

Барлық қажетті нүктелерді белгілегеннен кейін олардың барлығы сақталғанына көз жеткізіп, жоғарғы мәзірден "экспорттау" тармағы таңдалды.

*Нүктелерді экспорттау:* белгіленген нүктелерді экспорттау үшін оларды жасаған қабаттар немесе орындар тізімінен таңдалды. Содан кейін "экспорттау" немесе "басқаша сақтау" опциясын таңдап, файл пішімін KML/KMZ форматтары таңдалды.



3.10-сурет – Google Earth бағдарламасында сортанданған жерлердің орналасуы

*Google Maps карта жасау:* Google Maps сайтына өтіп, содан кейін "карта жасау" түймесі басылады. Мұнда жаңа қабат қосып, географиялық деректерді, яғни KML/KMZ форматындағы нүктелер жүктеледі.

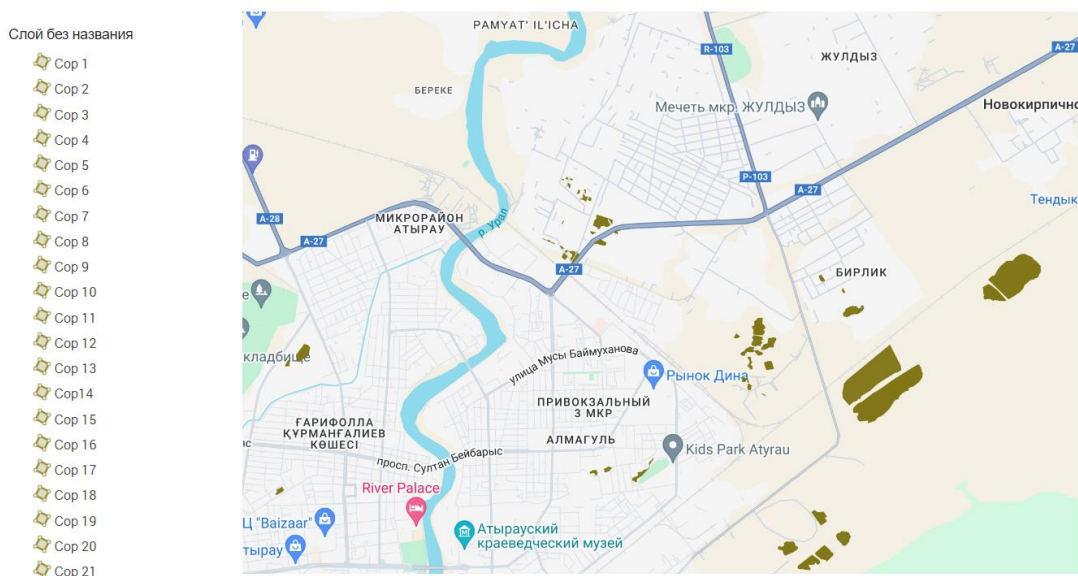
*Стильдер мен белгілерді реттеу:* картаға деректерді қосқаннан кейін әр нүкте үшін стильдер мен белгілерді реттеуге болады. Бұл картаны ақпараттық және пайдаланушылар үшін тартымды етеді.

*Жариялау және бөлісу:* картамен жұмыс аяқталғаннан кейін оны орналастырып және кіру параметрлері реттеледі.

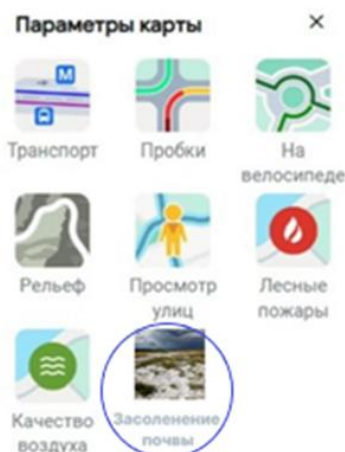
Осылайша, осы қадамдарды орындау арқылы 3.11 – суретке сәйкес тұзды және сортанданған топырақтарды көрсететін және оны басқа пайдаланушылармен бөлісуге мүмкін болатын Google Map интерактивті картасы дайындалды.

Қазіргі уақытта, қоршаған орта проблемалары өзекті бола бастаған кезде, топырақтың тұздануы сияқты әртүрлі экологиялық аспектілер туралы ақпаратқа қол жеткізу маңызды. Жақын арада Google карталары тұзды топыраққа арналған жаңа қабат қосса жақсы болар еді. 3.12 - суретте белгіленгендей қабатты мәзірге қосу пайдаланушыларға тұзды жерлер туралы ақпаратқа тез және оңай қол жеткізуге, осы мәселеге бейім аймақтарды анықтауға және қосымша зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл сонымен қатар қоршаған ортаны қорғау, ауыл шаруашылығы және география мамандарына пайдалы шешімдер қабылдауға және топырақтың тұздылығын басқару стратегияларын әзірлеуге көмектесу арқылы пайдалы болуы мүмкін.

## Атырау қаласының сортаңдану картасы



3.11-сурет – Google Maps бағдарламасында жасалынған карта [9]



3.12 - сурет – Google Maps мәзіріне тұзданған топырақ қабатының қосылуы

Әзірге бұл мен айтып отырған идея болса да, Google карталарына тұзды топырақ белгісін қосу экологиялық мәселелерді кеңірек қамту және барлық мүдделі тараптар үшін ақпаратқа қол жеткізуді қамтамасыз ету жолындағы маңызды қадам болуы мүмкін.

### 3.4 Зерттеу аумағындағы сортаңдану процесін бағалау және болжау

Алдағы 10 жылдағы топырақтың сортаңдану процесін бағалау және болжау әртүрлі көздерден алынған деректерді, соның ішінде ғарыштық



суреттерді және NDSI (Normalized Difference Salinity Index) және SI (Salinity Index) сияқты спектрлік индекстерді пайдалануды талдауға негізделген.

Ғарыштық суреттер, атап айтқанда Sentinel-2 және Landsat 8 спутниктерінің суреттері арқылы топырақтың ағымдағы күйі мен оның тұздылығы туралы егжей-тегжейлі түсінік алуға болады. Бұл суреттерді талдау тұзды жерлерді анықтауға, олардың ауданын, тұздану қарқындылығын және уақыт өте келе өзгеру динамикасын бағалауға мүмкіндік береді.

NDSI және SI сияқты спектрлік индекстер топырақтың тұздылығын бағалауда шешуші рөл атқарады. NDSI жарықтың инфрақызыл және қысқа толқынды инфрақызыл диапазондарының арасындағы айырмашылыққа негізделген, бұл жоғары тұзды аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Екінші жағынан, SI кең спектрлік диапазонды және қарқындылық пен пигментация сияқты қосымша параметрлерді ескереді, бұл оны топырақтың тұздылығының дәл көрсеткіші етеді.

Мақат ауданындағы тұзды топырақ аймағының өзгеру динамикасы осы аймақтағы топырақ жамылғысының жағдайына әртүрлі факторлардың әсерін түсіну тұрғысынан қызығушылық тудырады. 2015 жылы бұл аймақтағы тұзды топырақтың ауданы 200,7 гектарды құрады. Бұл сан белгілі бір аймақтағы тұздану проблемасының ауқымын көрсетеді және кейінгі өзгерістерді талдаудың бастапқы нүктесі болып табылады.

Кейінгі жылдардағы тұзды топырақтың ауданы туралы мәліметтермен салыстыра отырып, төмендеу тенденциясын атап өтуге болады. 2018 жылы тұзды жерлер 134,63 гектарға дейін қысқарды. Бұл 2015-2018 жылдар аралығында тұздануға қарсы белгілі бір шаралар қабылданғанын немесе жер ресурстарын пайдалану жағдайында өзгерістер болғанын, бұл тұзданудың төмендеуіне ықпал еткенін көрсетеді.

Алайда, 2023 жылы сортаңданған топырақ аумағының 228,96 гектарға дейін өсуі байқалады. Бұл өсу әртүрлі факторларға, соның ішінде климаттың өзгеруіне, жерді пайдалану тәжірибесіне, суды басқаруға және басқа аспектілерге байланысты. Бұл өзгерістер 3.13 және 3.14 – суреттерге сәйкес келеді.

2018 және 2023 жылдардағы тұзданған топырақтардың сынып бойынша өзгеруін анықтау үшін өзгеріс анализі жасалынды. ArcGIS Pro-дағы өзгерістерді анықтау талдауы (Change Detection) белгілі бір уақыт аралығында орын алған кеңістіктік деректердегі өзгерістерді анықтау процесі болып табылады. Бұл талдау табиғи ресурстарды бақылау мен басқарудың, урбанизацияның, жерді пайдаланудың өзгеруінің және басқа динамикалық процестердің маңызды құралы болып табылады. Жұмыс нәтижесін В қосымшасында көрсетілген.

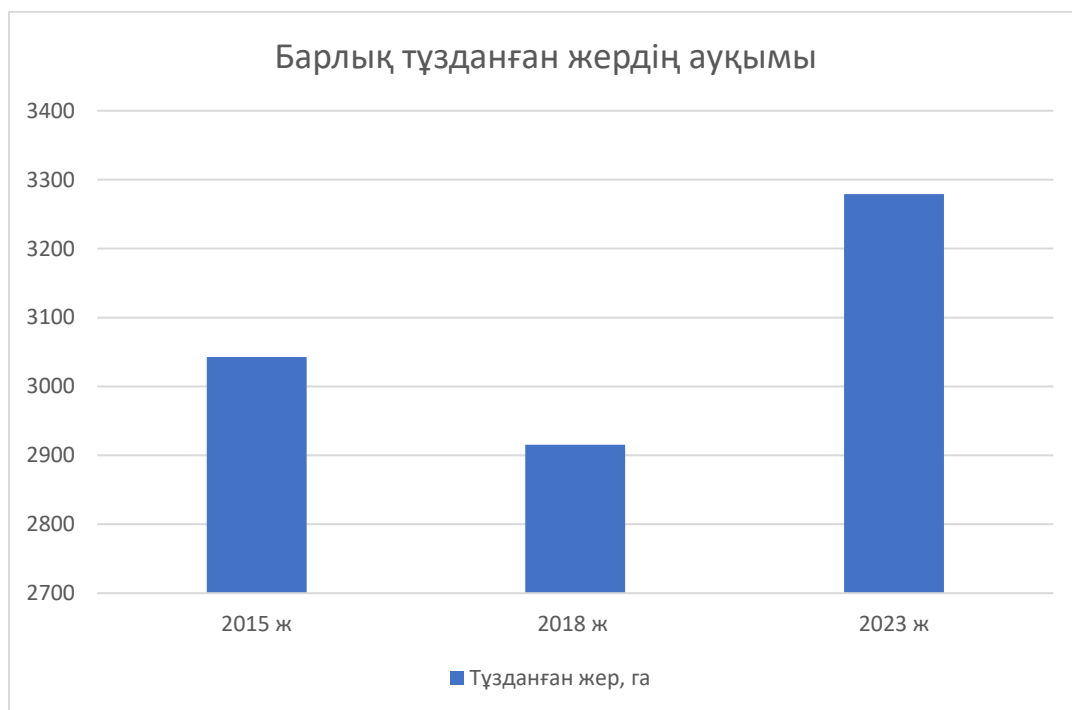
Осылайша, Мақат ауданындағы тұзды топырақ аймағының өзгеру динамикасын 3.1 - кестеге сәйкес талдау осы құбылысқа әсер ететін трендтер мен факторларды анықтауға мүмкіндік береді, бұл белгілі бір аймақта тұрақты жерді пайдалану және қоршаған ортаны қорғау стратегияларын әзірлеу үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кесте 3.1 – Тұзданған және сортаңданған жерлердің ауданы туралы деректер

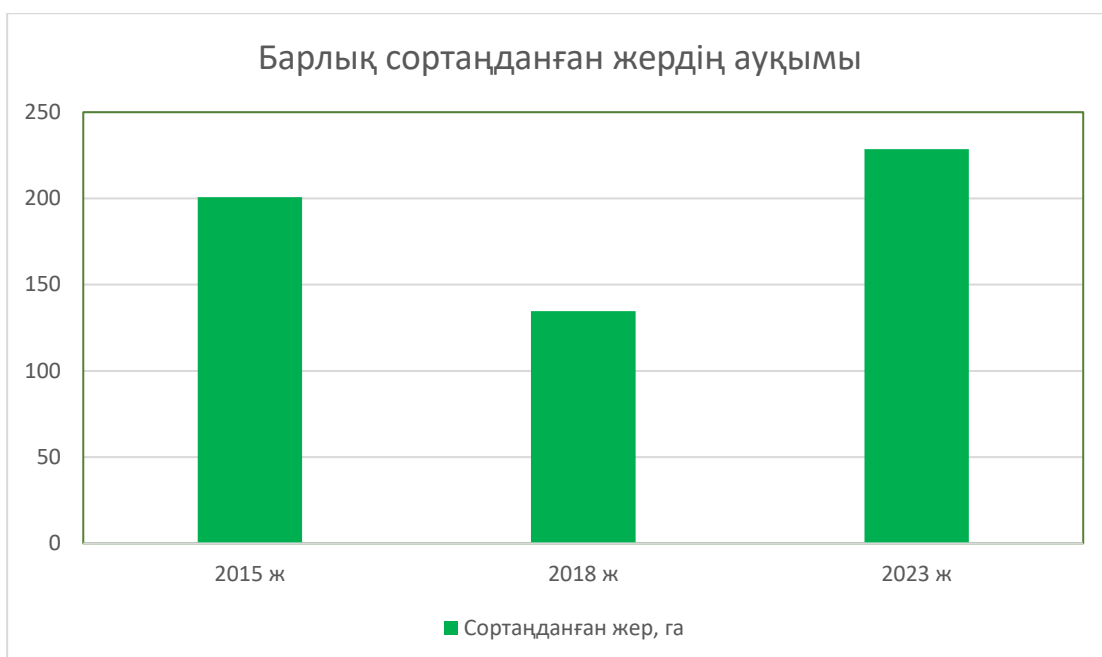
Жыл	Тұзданған жер ауданы, га	Сортаңданған жер ауданы, га
2015	3042,87	200,7
2018	2915,19	134,63
2023	3279,25	228,96

2017-2018 жылдары Мақат ауданында мұнай өндірумен айналысатын шетелдік компаниялар топырақты дренаждау мен суаруды қоса алғанда, тұздануға қарсы іс-шаралар өткізді. Бұл шаралар осы аймақтағы топырақтың тұздану деңгейін төмендету мақсатында қабылданды. 2018 жылғы ғарыштық суреттерді талдау нәтижесінде тұздалған топырақ аймағының азаюын байқауға болады, бұл тұздануға қарсы шаралардың оң әсерін көрсетеді.

Алайда, өкінішке орай, аталған іс-шаралар өткізілгеннен кейін олар қайталанбады және тұзды топырақтар алаңда қайтадан өсті. Бұл тұздануға қарсы шаралардың әсері уақытша болғанын және тұздану мәселесін ұзақ мерзімді шешу үшін осы аймақтағы топырақтың тұздануына қарсы осындай шараларды қолдауды және жақсартуды жалғастыру қажет екенін көрсетуі мүмкін.



3.13 - сурет – Тұзданған жерлердің ауданының 2015 - 2023 жылы өзгеру динамикасы



3.14 - сурет – Сортаңданған жерлердің ауданының 2015 – 2023 жылы өзгеру динамикасы

Топырақтың тұздануын болжау берілген процестің жағымсыз салдарын түсінудің және алдын алудың негізгі аспектісі болып табылады. Power BI сияқты деректерді талдау құралдарын пайдалана отырып, болашақ оқиғалардың ықтимал дамуы туралы болжам жасау үшін 2015, 2018 және 2023 сияқты әртүрлі жылдардағы тұзды топырақ аумағы туралы тарихи деректерге негізделуге болады.

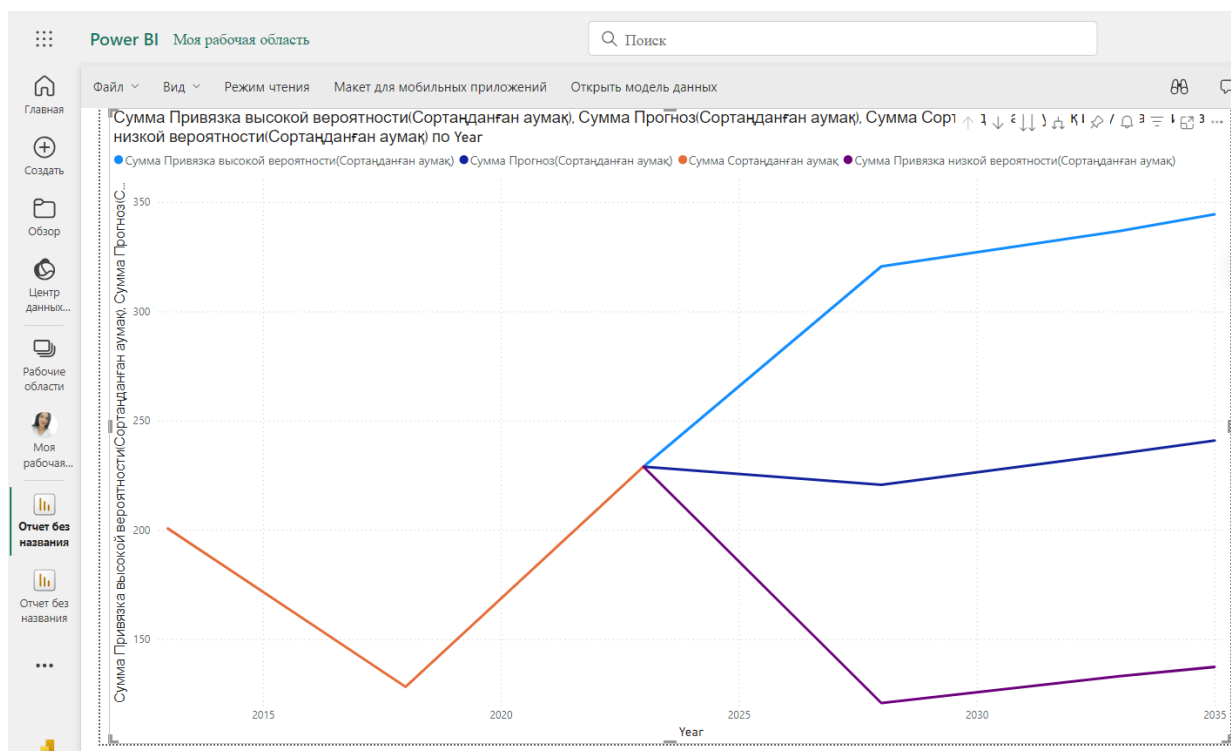
Power BI-де өткен жылдардағы тұзды топырақ аймағының деректерін талдай отырып, өзгеру тенденциялары мен үлгілерін анықталды. Осы деректерге сүйене отырып және Power BI-де қол жетімді уақыт қатарын немесе сызықтық регрессияны болжау әдістерін қолдана отырып, болашақта тұзды топырақтың ауданын болжауға мүмкіндік беретін модель жасауға болады [10].

Болжамнан кейін нәтижелерді Power BI-дегі интерактивті графиктерде немесе диаграммаларда бейнелеп, бұл әртүрлі жылдардағы тұзды топырақ аймағының күтілетін өзгерістерін көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік береді. Бұл топырақтың тұздану динамикасын жақсы түсінуге және оның алдын алу немесе азайту үшін тиісті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

Топырақтың тұздануын болжау үшін Power BI пайдалануы өткен деректерді талдауға ғана емес, сонымен қатар топырақ ресурстарының болашақ жағдайы туралы болжамдарға негізделген ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Бұл жер ресурстарын тұрақты басқару және қоршаған ортаны қорғау бағытындағы маңызды қадам.

Топырақтың тұздануын болжау үшін 2015, 2018 және 2023 жылдардағы тұзды топырақ аймағының деректеріне сүйене отырып, болжам жасалынып,

нәтиже 3.15 – суретте көрсетілді. Үш сценарий қарастырылды: жақсы, орташа және нашар нұсқалар.



3.15 - сурет – POWER BI бағдарламасында 10 жылға жасалынған болжам

*Жақсы нұсқа:* Бұл сценарийде Мақат ауданында тұздануға қарсы шаралар мен тұздануға қарсы шаралар сәтті болады және болашақта жалғасады деп болжануда. Соңғы жылдары тұзды топырақ аймағының азаюына сүйене отырып, жағдай жақсарады және топырақтың тұздануы одан әрі азаяды деп болжауға болады.

*Орташа нұсқа:* бұл сценарийде жағдай қазіргі деңгеймен бірдей деңгейде қалады деп болжануда. Кейбір тұздануға қарсы шараларға қарамастан, олар қолдау мен ресурстардың жоқтығынан немесе жеткіліксіздігінен айтарлықтай нәтиже бермеуі мүмкін.

*Нашар нұсқа:* Нашар сценарий болған жағдайда, болашақта топырақтың тұздануы арта береді. Бұл тұздану мәселесіне мұқият болмау, тиімді тұздануға қарсы шаралардың болмауы немесе осы құбылыспен күресуге кедергі келтіретін басқа факторларға байланысты болуы мүмкін.

3.16 – суретте әр нұсқа үшін сортаданған аумақтың болжам бойынша ауданы есептелінді.

<b>2028</b>		
●	Сумма Привязка высокой вероятности(Сортаңданған аумақ)	320,61
●	Сумма Прогноз(Сортаңданған аумақ)	220,72
●	Сумма Привязка низкой вероятности(Сортаңданған аумақ)	120,82
<b>2033</b>		
●	Сумма Привязка высокой вероятности(Сортаңданған аумақ)	336,75
●	Сумма Прогноз(Сортаңданған аумақ)	234,90
●	Сумма Привязка низкой вероятности(Сортаңданған аумақ)	133,05
<b>2035</b>		
●	Сумма Привязка высокой вероятности(Сортаңданған аумақ)	344,48
●	Сумма Прогноз(Сортаңданған аумақ)	240,90
●	Сумма Привязка низкой вероятности(Сортаңданған аумақ)	137,32

3.16 - сурет – Үш нұсқа қарастырылған болашақтың болжамы

Осылайша, тұзды жерлердің ауданы туралы қолда бар мәліметтер негізінде топырақтың тұздануын болжау жағдайдың ықтимал даму сценарийлерін бағалауға және жағымсыз салдарды азайту үшін тиісті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыс Атырау облысы Мақат ауданының топырақтарының сортаңдану процестерін бағалауға және болжауға арналған. Жұмыста тұздылық индекстерін есептеу үшін ArcGIS Pro бағдарламалық жасақтамасымен өңделген Landsat 8 және Sentinel-2 ғарыштық суреттері пайдаланылды. Осы мәліметтер негізінде соңғы 10 жылдағы тұзды топырақ аймағының өзгеру динамикасы құрылды.

Талдау көрсеткендей, Мақат ауданындағы сортаңданған жерлердің ауданы зерттеу кезеңінде айтарлықтай өзгерді. Тұзданудың дамуына ықпал ететін негізгі факторлар, соның ішінде жер асты суларының жоғары деңгейі, климаттық жағдайлар және суару әдістері анықталды. Бұл факторлар тұзды батпақтардың қалыптасуы мен таралуында шешуші рөл атқарады.

Жұмыстың маңызды жетістіктерінің бірі Google Maps қосымшасында Атырау қаласы топырағының сортаңдануының интерактивті картасын жасау болды. Бұл карта жер пайдаланушылар үшін тұзданудың қазіргі жағдайын елестетуге және жерді басқару туралы ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға ыңғайлы құрал болып табылады.

Сонымен қатар, Power BI қосымшасы 2015, 2018 және 2023 жылдардағы деректерге сүйене отырып, тұзды топырақтың болашақ күйіне болжам жасады. Болжау тұзданумен байланысты тенденциялар мен ықтимал тәуекелдерді анықтауға мүмкіндік берді, бұл мелиорация стратегияларын әзірлеу және жердің одан әрі нашарлауын болдырмау үшін маңызды қадам болып табылады.

Сондай-ақ, Қытай мен Австралияның тәжірибесін қоса алғанда, топырақтың тұздануына қарсы күрестегі халықаралық тәжірибеге шолу жасалды. Бұл елдердің тұзды жерлерді басқаруда бай тәжірибесі бар және олардың әдістері Қазақстан жағдайында бейімделу мен қолдану үшін пайдалы болуы мүмкін.

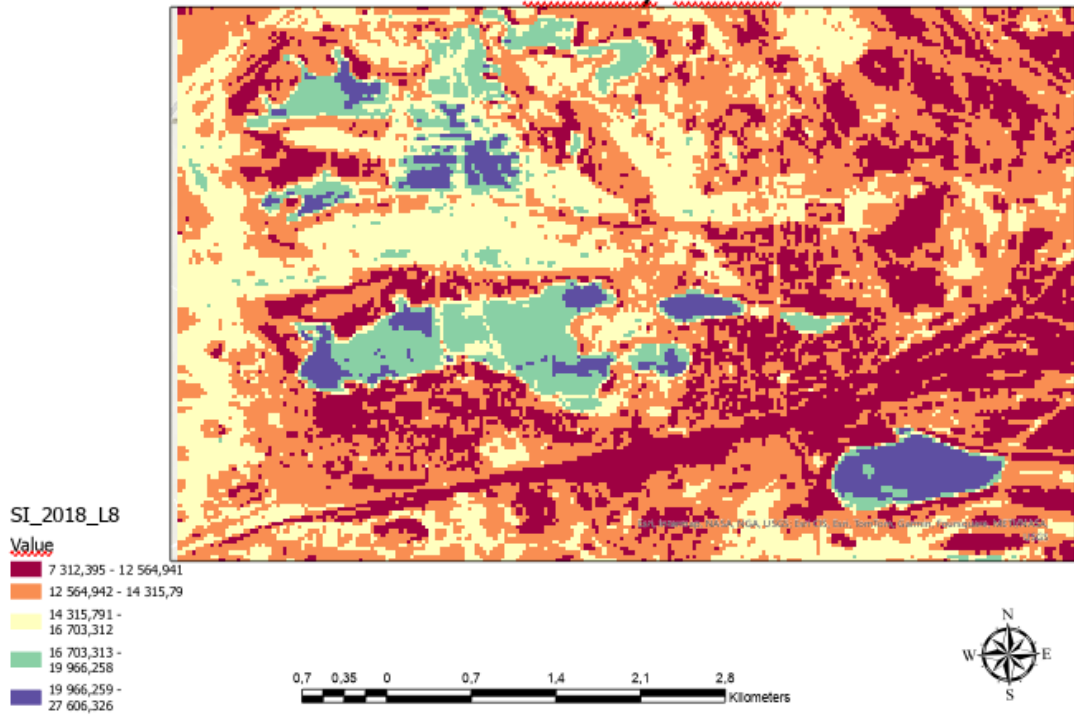
Қорытындылай келе, жұмыс топырақтың тұздануын бақылау және болжау үшін ғарыштық кескіндер мен заманауи геоақпараттық технологияларды пайдаланудың жоғары тиімділігін көрсетті. Ұсынылған шараларды енгізу және әзірленген құралдарды пайдалану Мақат ауданында жер ресурстарын басқаруды едәуір жақсартуға, олардың өнімділігі мен тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді. Өзгерістерге уақтылы ден қою және тұзданумен күресудің тиімді әдістерін енгізу мақсатында топырақ жағдайын зерттеу мен мониторингті жалғастыру ұсынылады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Лопатовская О. Г., Сугаченко А. А. Мелиорация почв засоленные почвы: оку құралы – Иркутск: Иркутск мемлекеттік университетінің баспасы, 2010. – 5-7 Б. [Электрондық ресурс] URL: <http://www.cawater-info.net/bk/improvement-irrigated-agriculture/files/lopatovskaya-sugachemko.pdf>
- 2 Варгас Р., Панкова Е. И., Балюк С. А., Красильников П. В., Хасанханова Г.М., Руководство по управлению засоленными почвами: Еуразиялық топырақ серіктестігін іске асыру жоспары – Рим, 2017. – 9 Б. [Электрондық ресурс] URL: [https://ecfs.msu.ru/images/publications/Rukovodstvo\\_po\\_zasolen.pdf](https://ecfs.msu.ru/images/publications/Rukovodstvo_po_zasolen.pdf)
- 3 Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. – Рим: БҰҰ азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы, 2021. – 27 Б. [Электрондық ресурс] URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ee4e8f1c-6197-4ce2-a8e6-eb4af260212c/content>
- 4 Xuejun Du, Hao Hu, Tianhao Wang, Li Zao, Wenfeng Zhou, Haixiang Gao, Jie Wang, Shuwen Hu. Long – term rice cultivation increases contributions of plant and microbial – derived carbon to soil organic carbon in saline – sodic soils// «Science of The Total Environment» ғылыми-техникалық журналы – 904 басылым-2023. – 6-7 Б. [Электрондық ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972305338X?via%3Dihub>
- 5 Балаганова Ж. М. Космический мониторинг состояния деградации почв туркестанской области // «Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары – Алматы, 2022. – 246 - 250 Б. [Электрондық ресурс] URL: <https://kazatu.edu.kz/webroot/js/kcfinder/upload/files/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%96.%D0%9C..pdf>
- 6 USGS Earth Explorer – <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- 7 Copernicus Data Space Ecosystem – <https://dataspace.copernicus.eu/>
- 8 Давидович Ю. С., Катковский Л.В. Спектральные индексы для изучения усыхания хвойной растительности – Минск, 2020. – 157-161 Б. [Электрондық ресурс] URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/254330/1/157-161.pdf>
- 9 Google Maps – [https://www.google.com/maps/@47.0993202,51.8954074,12z/data=!3m1!4b1!4m2!6m1!1s1zZer83PqZl\\_QTwuq293pDwl5BjgDDFo?entry=ttu](https://www.google.com/maps/@47.0993202,51.8954074,12z/data=!3m1!4b1!4m2!6m1!1s1zZer83PqZl_QTwuq293pDwl5BjgDDFo?entry=ttu)
- 10 Power BI – <https://powerbi.microsoft.com/ru-ru/desktop/>

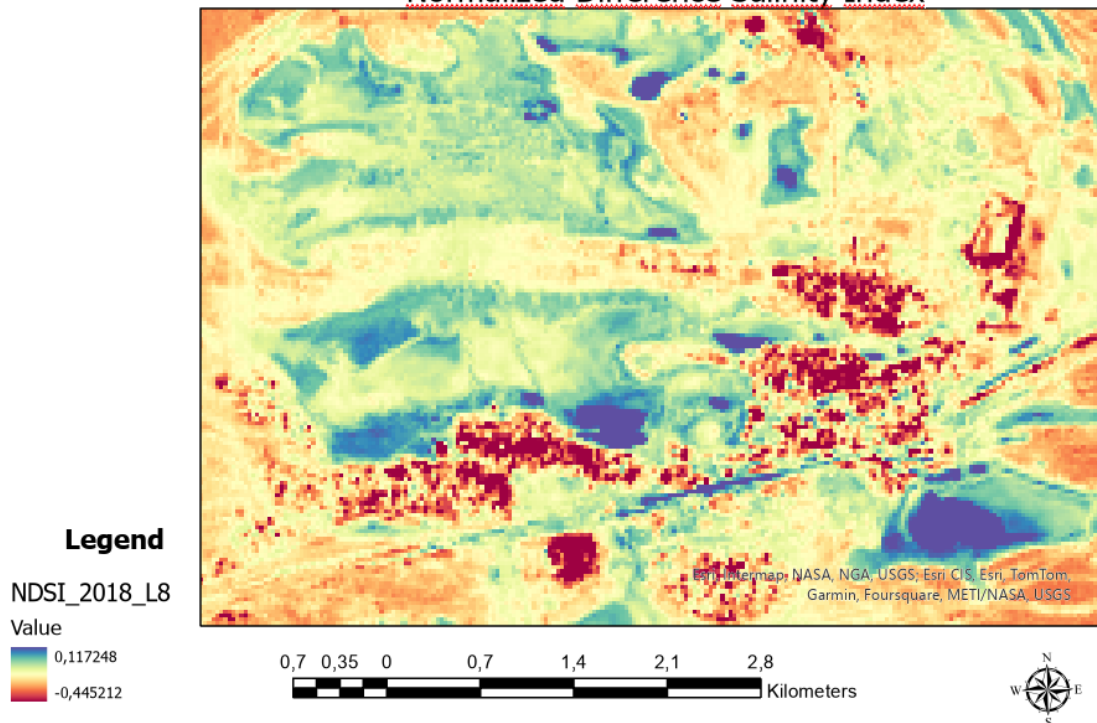
## А қосымшасы

### Salinity Index



А.1-сурет – SI есептеу нәтижесі 2018 ж., Landsat-8

### Normalized Difference Salinity Index

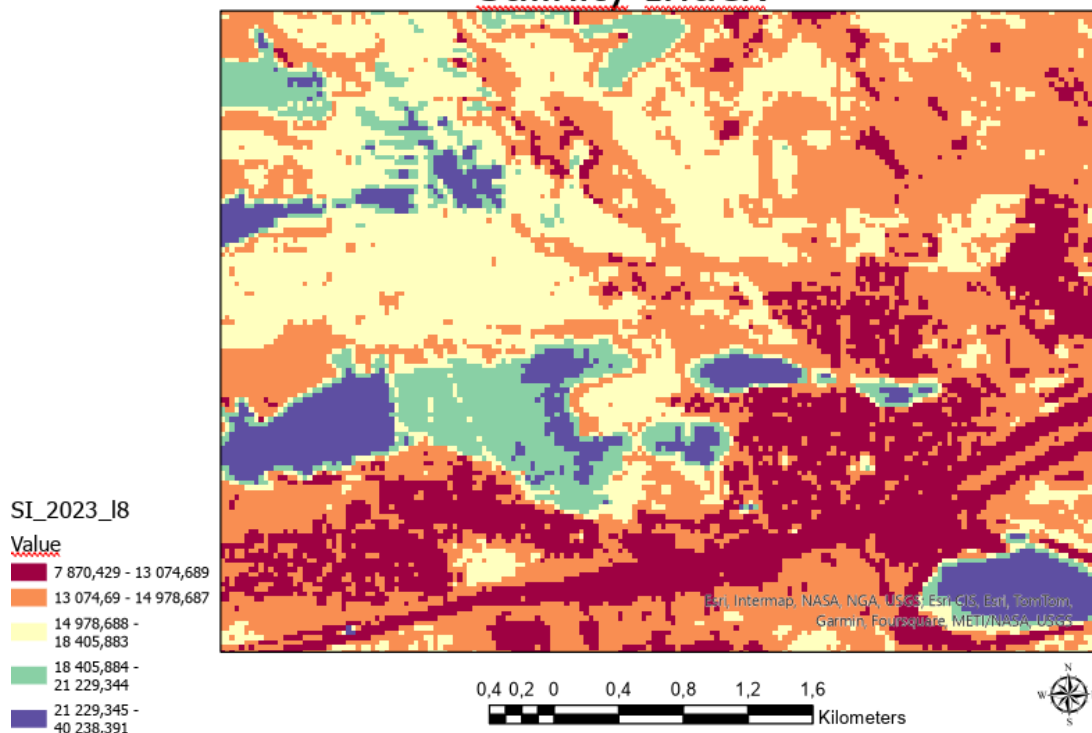


А.2 - сурет – NDSI есептеу нәтижесі 2018 ж., Landsat-8



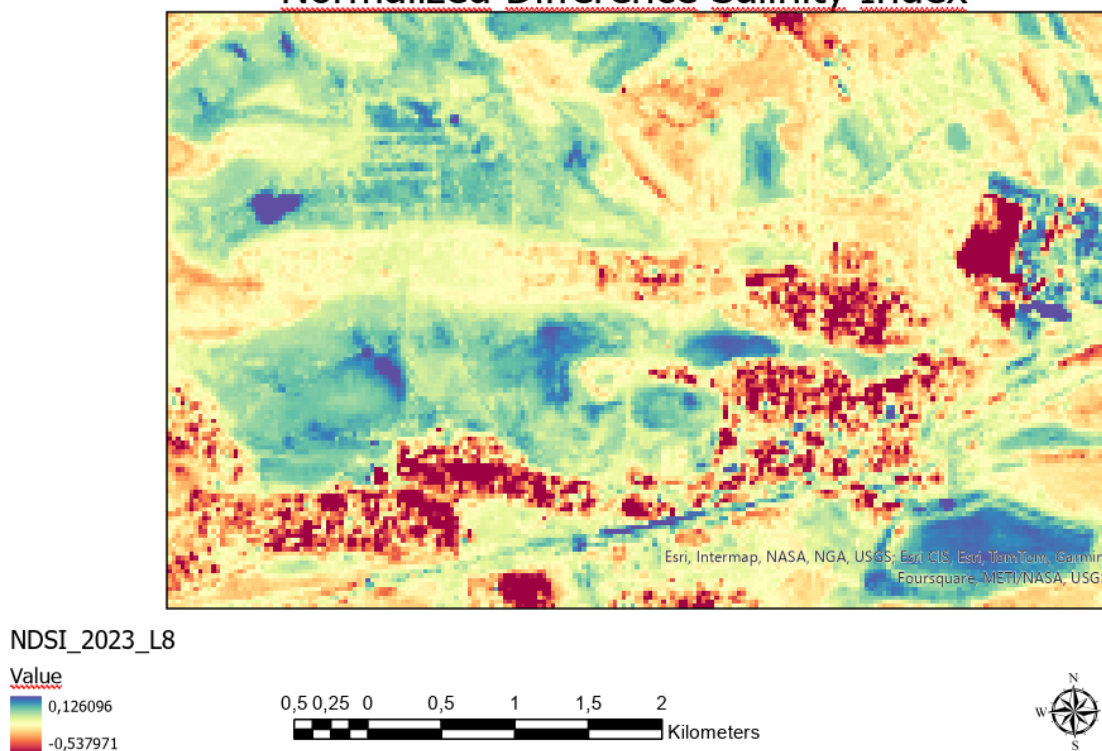
## А қосымшасының жалғасы

### Salinity Index



А.3 - сурет – SI есептеу нәтижесі 2023 ж., Landsat-8

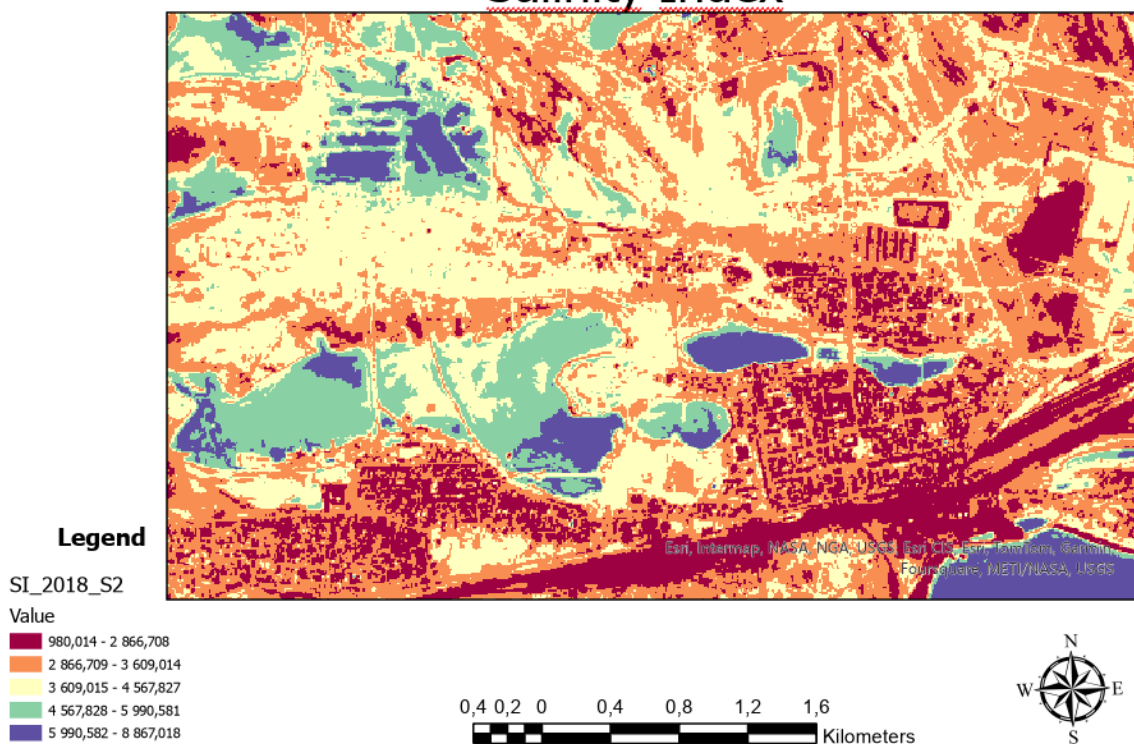
### Normalized Difference Salinity Index



А.4 - сурет – NDSI есептеу нәтижесі 2023 ж., Landsat-8

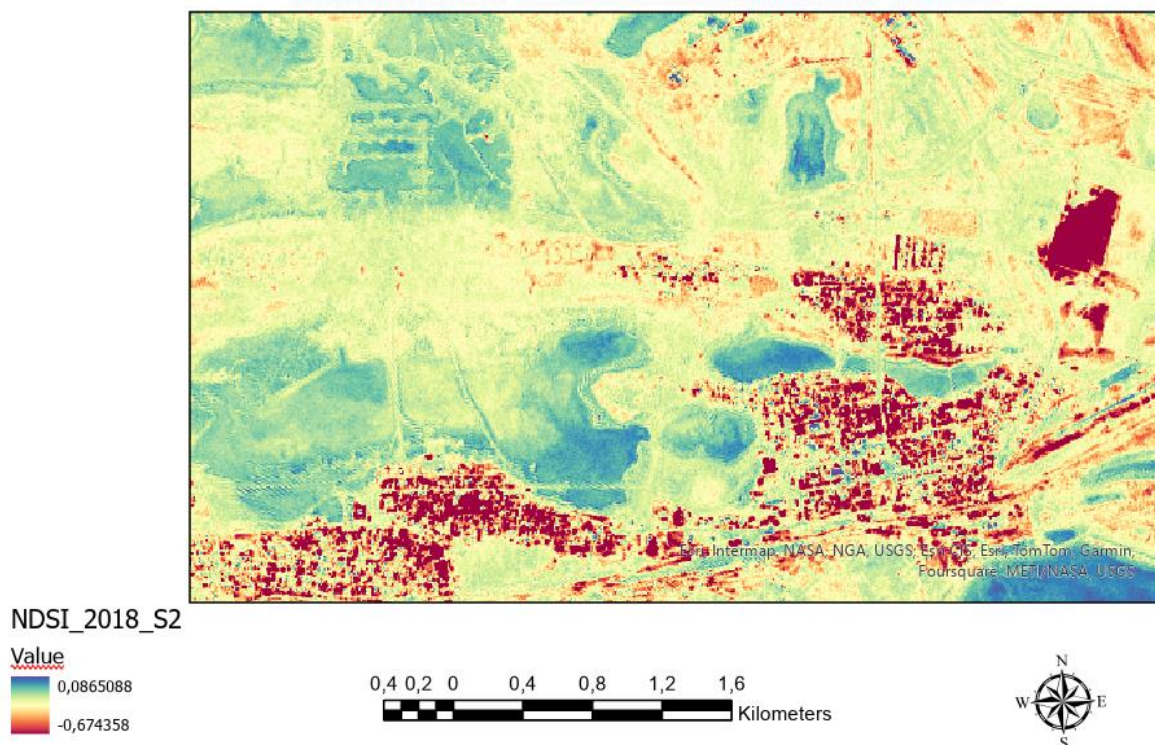
## Б қосымшасы

### Salinity Index



Б.1 - сурет – SI есептеу нәтижесі 2018 ж., Sentinel – 2

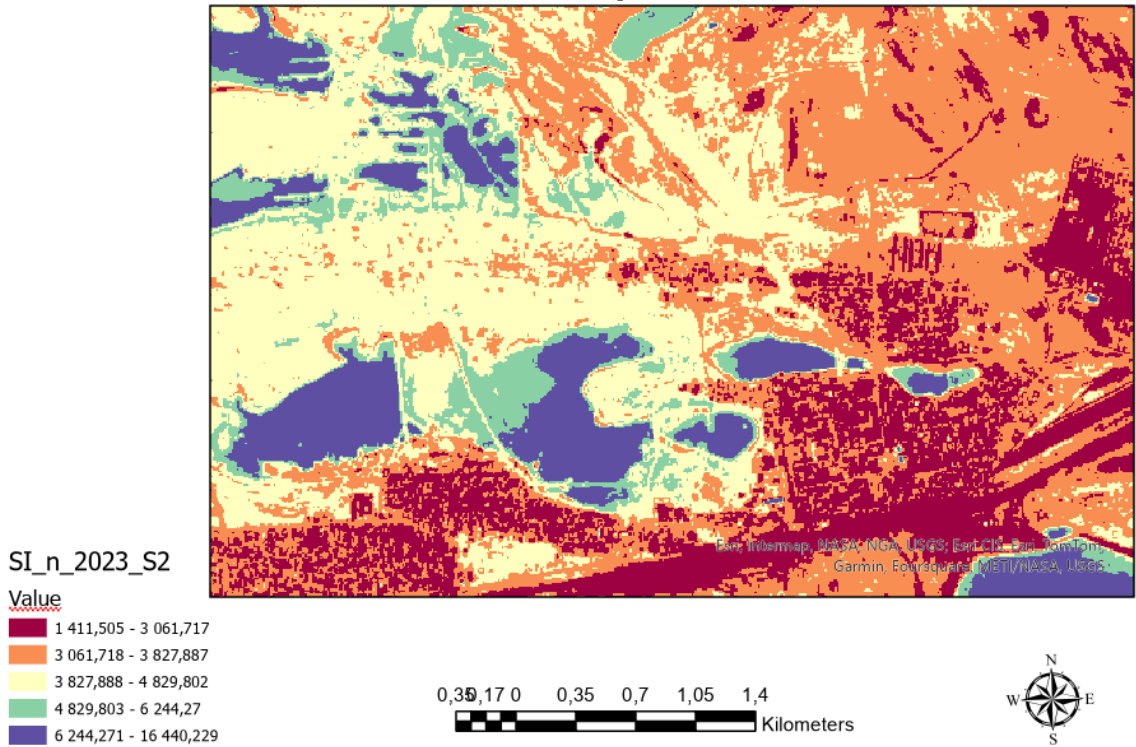
### Normalized Difference Salinity Index



Б.2 - сурет – NDSI есептеу нәтижесі 2018 ж., Sentinel – 2

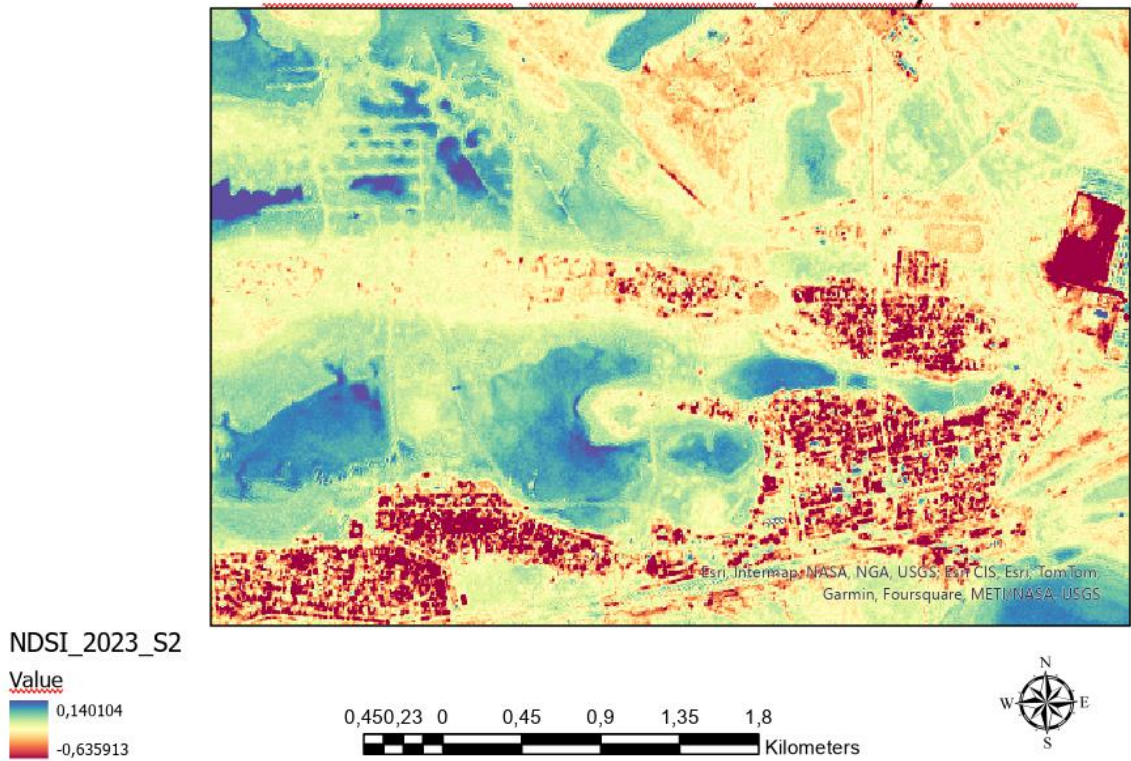
Б қосымшасының жалғасы

### Salinity Index



Б.3 - сурет – SI есептеу нәтижесі 2023 ж., Sentinel – 2

### Normalized Difference Salinity Index



Б.4 - сурет – NDSI есептеу нәтижесі 2023 ж., Sentinel – 2

## В қосымшасы

# Change Detection Analysis



ChangeDetection\_2024052

Class\_name

- Тұзданбаған -> Әлсіз тұзданған
- Тұзданбаған -> Орташа тұзданған
- Тұзданбаған -> Қатты тұзданған
- Тұзданбаған -> Сортаңданған
- Әлсіз тұзданған -> Тұзданбаған
- Әлсіз тұзданған -> Орташа тұзданған
- Әлсіз тұзданған -> Қатты тұзданған
- Әлсіз тұзданған -> Сортаңданған

- Орташа тұзданған -> тұзданбаған
- Орташа тұзданған -> Әлсіз тұзданған
- Орташа тұзданған -> Қатты тұзданған
- Орташа тұзданған -> Сортаңданған
- Қатты сортаңданған -> Тұзданбаған
- Қатты тұзданбаған -> Әлсіз тұзданған
- Қатты тұзданған -> Орташа тұзданған
- Қатты сортаңданған -> Сортаңданған
- Сортаңданған -> Тұзданбаған
- Сортаңданған -> Әлсіз тұзданған

- Сортаңданған -> Орташа тұзданған
- Сортаңданған -> Қатты тұзданған



В.1 - сурет – 2018 – 2023 ж. аралығындағы өзгеріс анализі

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмысқа  
(жұмыс түрлерінің атауы)

Берикова Ясмينا  
(оқушының аты жөні)

6B07304 – «Геокеңістік цифрлық инженерия»  
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Атырау облысы Мақат ауданы мысалында ғарыштық суреттерді талдау негізінде жердің сортадану процестерінің дамуын бағалау және болжау.

Орындалды:

а) слайдтық бөлім 20 парак

б) түсініктеме 44 бет

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыс Атырау облысы Мақат ауданы мысалында ғарыштық суреттерді талдау негізінде жердің сортадану процестерінің дамуын бағалау және болжау тақырыбына арналып жазылған. Жұмысқа айтарлықтай үлкен ескертулер жок. Дипломдық жұмыс заманауи Google Maps интерактивті карта көмегімен топырақтың тұздану процестерін зерттеуге және болжауға үлес қосады. Дипломдық жұмыстың зерттеу тақырыбы жақсы ашылған.

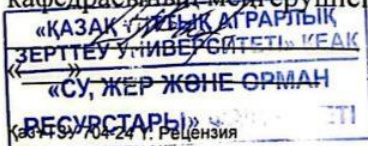
## ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Ізденушінің жұмысын және презентациясын жан-жақты талдай отырып, Берикова Ясминаның дипломдық жұмысы барлық стандарттық талаптарға сай, тақырыпқа сәйкес, жоғары деңгейде орындалған. Жалпы жұмысты 100 - «өте жақсы» деп бағалап, иесі **Берикова Ясмينا** бакалавр академиялық дәрежесіне лайық деп санаймын.

### Рецензент

ҚазҰАЗУ «Жер ресурстары және кадастр»  
кафедрасының меңгерушісі, PhD

Серікбаева Г. К.  
2024 ж.



Берикова Ясминаның

тақырыбы «Атырау облысы Мақат ауданы мысалында ғарыштық суреттерді талдау негізінде жердің сортадану процестерінің дамуын бағалау және болжау» атты 6B07304 – «Геокеңістік цифрлық инженерия» мамандығы бойынша бакалавр дәрежесін алу үшін дайындаған дипломдық жұмысына

### ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ШКІРІ

Жұмыс өзекті экологиялық проблемалардың бірі – Атырау облысы Мақат ауданының ауыл шаруашылығы мен экожүйелеріне елеулі қауіп төндіретін топырақтың сортадануын зерттеуге арналған. Деректерді талдау тұздылық индекстерін есептеуді, соңғы 10 жылдағы тұзды жерлердің өзгеру динамикасын құруды және Power BI көмегімен болжамды модельдерді әзірлеуді қамтыды. Google Maps қолданбасында тұзды батпақтардың интерактивті картасын жасау жер пайдаланушыларға топырақ жағдайын бақылаудың ыңғайлы құралын ұсынатын маңызды жұмыс нәтижесі болып табылады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты Мақат ауданы топырағының сортадану процестеріне талдау жасай отырып, болашақтағы дамуын бағалау мен болжау жұмысын жүргізу.

Дипломдық жұмысты орындау барысында атқарылған жұмыстар тізімі:

- Sentinel-2 және Landsat-8 суреттерін зерттеу арқылы салыстыру.
- NDSI; SI индекстерін есептеп, жылдары бойынша өзгеру динамикасын көрсету.
- Атырау қаласының сортаданған топырағының Google Maps интерактивті картасын жасау.

Дипломдық жұмысты орындау барысында Ясмина аймақ бойынша толық зерттеу жұмыстарын жүргізген. Тақырыпты толықтай ашып, мәселенің өзектелігін нақты көрсете отырып, шешу жұмыстары үшін өзінің ұсыныстарын көрсете білген.

Ясмина дипломдық жұмысты орындау барысында өз бетімен жұмыс істеуге лайықты екенін дәлелдеп, өз білімін зерттеу жұмыстар барысында пайдалана білді. Дипломдық жұмыс бекітілген тақырыпқа толықтай келіседі және мемлекеттік стандартқа сай орындалған. Дипломдық жұмысты «100» баллмен бағалаймын және дипломдық жұмыстың иесі Берикова Ясминаны бакалавр академиялық дәрежесіне лайықты деп санаймын және жұмысын қорғауға жіберуге ұсынамын.

Ғылыми жетекші  
ҚазҰЗТУ, МЖГ кафедрасының  
PhD, қауымдастырылған профессор  
 Айтказинова Ш.К.

«05» маусым 2024ж.

ҚазҰЗТУ 704-23 Ү.Пікір



Подпись	
Заверил:	Главный менеджер Горно-металлургического института им. С.А. Байконурова НАО «КазННТУ им. К.И. Сатпаева» 
ФИО	Подпись, дата

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Берикова Ясмينا Бериковна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Берикова Ясмينا диплом

Научный руководитель: Шынар Айтказинова

Коэффициент Подобия 1: 3.8

Коэффициент Подобия 2: 1.3

Микропробелы: 1

Знаки из здругих алфавитов: 10

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



Заведующий кафедрой

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Берикова Ясмينا Бериковна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Берикова Ясмينا диплом

Научный руководитель: Шынар Айтказинова

Коэффициент Подобия 1: 3.8

Коэффициент Подобия 2: 1.3

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 10

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

  
проверяющий эксперт