

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Балапанова Жулдыз Маратовна

ГАЖ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылығы  
жерлері топырақтарының құнарлығын бағалау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6В07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

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

«Маркшейдерлік іс және  
геодезия» кафедрасының  
менгерушісі PhD,  
қауымдастырылған профессор  
Орынбасарова Э.О.  
«10» 06 2024ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «ГАЗ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл  
шаруашылығы жерлері топырақтарының құнарлығын бағалау»

БВ07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Орындаған

Балапанова Ж.М.

Рецензент

Ғылыми жетекші

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ PhD докторы,

Аға оқытушы

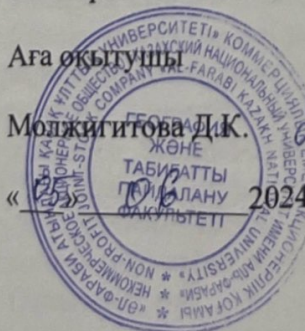
Аға оқытушы

Шакиева Г.С. *Ш*

Молжигитова Д.К.

«4» 06 2024ж.

«06» 06 2024ж.



Алматы 2024

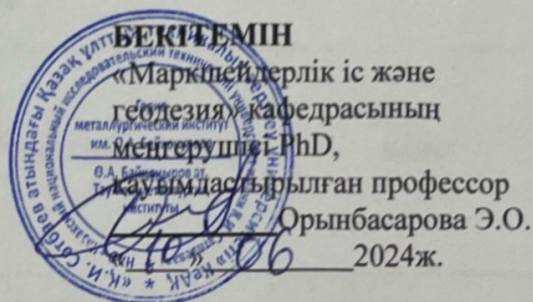
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»



Дипломдық жұмысты орындауға арналған  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Балапанова Жұлдыз Маратовна

Тақырыбы: ГАЗ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлері топырақтарының құнарлығын бағалау Академиялық істер жөніндегі проректор 2023 жылғы «04» 12 №548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «17» маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Sentinel-2 MSI спутнигінен алынған 2021, 2022 және 2023 жылдарға арналған ғарыштық суреттер

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Зерттеу объектісі туралы жалпы мәліметтерді зерделеу
- б) Топырақ құнарлығын бағалау әдістеріне шолу
- в) Спутниктік суреттерді өңдеу және алынған нәтижелерді талдау

Графикалық материалдардың тізімі: ArcGIS Pro, Sentinel - 2 MSI спутнигінен алынған ғарыштық суреттер, 2021 және 2023 жылдарға арналған қызығушылық аймақтары көрсетілген Sentinel-2 спутниктік суреттері бойынша есептелген NDVI, SAVI, NDRE, NDMI өсімдіктерінің индекстерін есептеу нәтижелері және графиктері.

жұмыс презентациясы слайдтарда 15 көрсетілген



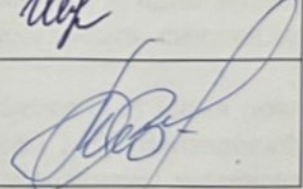
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 16 атаулардан

1 Оспанова Б.С., Дюсенбекова З.Д. Мониторинг земель в Республике Казахстан (состояние и перспективы развития): Ауыл шаруашылығы жерлерінің топырақ жамылғысы және топырақ құнарлығының жағдайы – Астана, 2016 г.

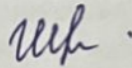
Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Кадастрлық бөлім	13.02.2024	Ескерту жоқ
Арнайы бөлім	28.03.2024	Ескерту жоқ

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Кадастрлық бөлім	Шакиева Г.С. Т.ғ.м	04.06.24	
Арнайы бөлім	Шакиева Г.С. Т.ғ.м	04.06.24.	
Норма бақылаушы	Киргизбаева Д.М. PhD докторы, қауым. профессор	04.06.2024	

Ғылыми жетекшісі



Шакиева Г.С.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Балапанова Ж.М.

Күні « 4 » 06 2024ж.

## АНДАТПА

Бүгінгі таңда ауылшаруашылық жерлері агроөнеркәсіптік кешен үшін шикізаттың негізгі көзі болып табылады. Ақмола облысы еліміздің ауыл шаруашылығы саласында маңызды орын алатынын ескере отырып, аумақтағы халықты азық-түлікпен қамтамасыз етуде ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің құнарлылығын сақтау және тиімді пайдалану әрқашан өзекті мәселе болып қала береді. Ауылшаруашылық жерлерін пайдалануды азайту теріс процестерге әкелуі мүмкін және болашақта құнарлылықтың төмендеуіне ықпал етеді.

Бұл дипломдық жұмыс ГАЖ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлері топырақтарының құнарлық жағдайын зерттеуді қарастырады. Вегетациялық және топырақ индекстерін, қашықтықтан зондтау деректерін және математикалық көрсеткіштерді қолданып ArcGIS Pro бағдарламасында өсімдіктер мен топырақтың күйін талдау және бағалау. Зерттеу нысаны Ақмола облысының аумағында орналасқан Аршалы ауданы маңындағы ауыл шаруашылығы жерлері болып табылады.

## АННОТАЦИЯ

В настоящее время агропромышленный комплекс полагается на сельскохозяйственные угодья в качестве основного источника сырья. Учитывая, что Акмолинская область занимает важное место в сфере сельского хозяйства страны, сохранение и эффективное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения в обеспечении продовольствием населения на территории всегда остается актуальным вопросом. Сокращение использования сельскохозяйственных угодий может привести к возникновению негативных процессов и будет способствовать снижению плодородия в будущем.

Данная дипломная работа предусматривает изучение плодородного состояния почв сельскохозяйственных угодий Акмолинской области с использованием ГИС-технологий. Анализ и оценка состояния растений и почвы в ArcGIS Pro с использованием индексов вегетации и почвы, данных дистанционного зондирования и математических показателей. Объектом исследования являются сельскохозяйственные угодья вблизи Аршалынского района, расположенные на территории Акмолинской области.

## ANNOTATION

Currently, the agro-industrial complex uses agricultural land as the main source of raw materials. Considering that the Akmola region occupies an important place in the field of agriculture of the country, the preservation and effective use of the fertility of agricultural lands while providing the population of the territory with food always remains an urgent issue. Reducing the use of agricultural land can lead to negative processes and will contribute to a decrease in fertility in the future.

This thesis provides for the study of the state of fertile soils of agricultural lands of the Akmola region using GIS technologies. Analysis and assessment of the state of plants and soil in ArcGIS Pro using vegetation and soil indices, remote sensing data and mathematical indicators. The object of the study is agricultural land near the Arshaly district, located on the territory of the Akmola region.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Зерттеу объектісі туралы жалпы мәліметтер	8
1.1 Ақмола облысының физика-географиялық сипаттамасы	8
1.2 Облыстың топырақ жамылғысы және топырақ құнарлылығының жағдайы	10
1.3 Ауыл шаруашылығы жерлерінің сапалық жағдайы	13
2 ГАЖ технологиялары арқылы деректерді өңдеу және талдау	16
2.1 Топырақтың құнарлылығын бағалау әдістері	17
2.2 Қолданылатын бағдарламалық өнімдер мен спутниктік жүйелер	18
2.3 Вегетациялық және топырақ индекстері	21
3 Деректерді өңдеу және талдау	24
3.1 Аймақтың спутниктік суреттерін алу және талдау	24
3.2 ArcGIS Pro бағдарламасында вегетациялық индекстерді есептеу	26
3.3 Топырақ құнарлылығының өзгеруін салыстырмалы талдау	29
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер	35
А қосымшасы	37
Б қосымшасы	38
В қосымшасы	42

## КІРІСПЕ

Топырақ құнарлылығын бағалау - бұл топырақтың өсімдік өсуін қолдау және өсімдіктерге қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету қабілетін анықтау процесі. Бұл ауыл шаруашылығы мен экологияның маңызды аспектісі, өйткені топырақ сапасы экожүйелердің өнімділігі мен денсаулығына тікелей әсер етеді. Топырақтың құнарлылығын бағалау оның химиялық құрамы (қоректік заттардың құрамы, рН деңгейі), физикалық қасиеттері (құрылымы, ылғалдылығы, өткізгіштігі), Органикалық заттардың құрамы, сондай-ақ биологиялық көрсеткіштері (микроорганизмдердің белсенділігі, микробиоманың құрамы, пайдалы фауна мен флораның болуы) сияқты әртүрлі факторларды талдауды қамтиды. Топырақтың құнарлылығын бағалаудың мақсаты-оның қазіргі жағдайын анықтау, проблемалық аймақтарды немесе қоректік заттардың жетіспеушілігін анықтау және топырақтың сапасын жақсарту әдістерін әзірлеу, мысалы, ұрықтандыру арқылы, немесе арнайы агротехникалық әдістерді қолдану.

Топырақ құнарлылығын анықтау фермерлерге өнімділікті арттыруға және топырақтың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге көмектесетін егістік жерлерді басқарудың маңызды аспектісі болып табылады. Географиялық ақпараттық жүйені (ГАЖ) пайдалану топырақтың құнарлылығын бағалаудың тиімді құралына айналды. Спутниктік кескіндер мен басқа кеңістіктік деректерді біріктіру арқылы берілген ГАЖ технологиясы топырақтың қоректік құрамы және жердің үлкен бөліктеріндегі ылғалдың болуы сияқты қасиеттері туралы нақты және толық ақпарат бере алады. Топырақтың құнарлылығын бағалау үшін ГАЖ технологиясын ең перспективалы қолданудың бірі-топырақ денсаулығының әртүрлі көрсеткіштерін есептеу үшін спутниктік суреттерді пайдалану. Жерді түгендеу кезінде ГАЖ қолдану көптеген маңызды мәселелерді шеше алады, мысалы, топырақ құнарлылығын бақылау, дақылдарды өсіру үшін өндеуге жарамды жер учаскелерін талдау, жерді пайдалану құрылымындағы тиімділікті арттыру, жерді аймақтарға бөлу және ауыспалы егіске байланысты экономикалық факторлар.

Бұл дипломдық жұмыстың өзектілігі, Ақмола облысы аумағындағы ауылшаруашылығы жерлерінің болжамды өсімдік жамылғысының күйі мен өзгерістерін жылдам және жан-жақты бағалау. Нәтижелер маңызды және құнарлылығы төмен ауылшаруашылық учаскелерін басқарудың нақты стратегияларын әзірлеу үшін пайдаланылу.

## 1 Зерттеу объектісі туралы жалпы мәліметтер

### 1.1 Ақмола облысының физика-географиялық сипаттамасы

Ақмола облысы 1939 жылы құрылған, Қазақстанның солтүстік бөлігінде орналасқан. Солтүстігінде Солтүстік Қазақстан облысымен, батысында Қостанай облысымен, оңтүстігінде Қарағанды облысымен, шығысында Павлодар облысымен шектеседі. Облыс аумағының ауданы 146,2 мың км<sup>2</sup> құрайды. Облыс аумағының ұзындығы солтүстіктен оңтүстікке қарай 350 км, ал батыстан шығысқа қарай 500 км - ден асады [1].

Ақмола облысының құрамына 17 әкімшілік аудан, облыстық маңызы бар 3 қала - Көкшетау қаласы, Қосшы қаласы және Степногорск қаласы кіреді. Облыстың орталығында әкімшілік жағынан облысқа кірмейтін Қазақстанның астанасы Астана қаласы 1.1 - суретте көрсетілген. Сондай-ақ 8 қала, 15 кент, 245 ауылдық округ бар [2].



1.1-сурет – Ақмола облысының картасы

2024 жылғы 1 сәуірге облыс халқының саны 788,5 мың адамды құрады, соның ішінде қалалықтар - 446,8 мың адам (56,7%), ауылдықтар - 341,7 мың адам (43,3%) [3].

Ақмола облысының аумағы Қазақ қатпарлы елдің солтүстік-батыс бөлігіндегі дала аймағында, Есіл өзенінің жоғарғы ағысы бассейнінде және Теңіз және Қорғалжын ағынсыз көлдерінің қазанында орналасқан. Мұндай географиялық жағдай оның табиғи жағдайларының: рельефтің, климаттың, топырақ-өсімдік жамылғысының және жануарлар дүниесінің әртүрлілігіне ықпал етеді. Ақмола облысы шегіндегі ең ірі өзендері Есіл, Жабай, Сілеті, Нұра, Шағалалы, Қылшықты, Терісаққан.

Ақмола облысының климаты шұғыл континенталды, құрғақ, қысы суық және жазы ыстық болып келеді. Қоңыржай белдеудің Батыс-Сібір климаттық



аймағына жатады. Көктем мен күз қатты білінбейді. Жауын-шашынның жылдық мөлшері солтүстіктен оңтүстікке дейін азаяды, олардың ең көп мөлшері маусым айына, ең азы ақпан айына түседі. Қар жамылғысы орташа 150 күн сақталады. Ақмола облысында жел өте күшті. Облыс аумағында бүкіл Қазақстан үшін ауа температурасының ең төмен мәндері байқалды (Атбасар —  $-57^{\circ}\text{C}$ , Астана —  $-52^{\circ}\text{C}$ ).

Ақмола облысы пайдалы қазбаларға бай. Қазақстан Республикасының минералдық шикізат кешені бойынша жетекші орындардың бірін алады. Ақмола облысы ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру және қайта өңдеу бойынша республиканың жетекші аймақтарының бірі болып табылады, айтарлықтай өнеркәсіптік әлеуетке ие.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер ерекше құқықтық режимге ие және қорғауға жатады, ол осындай жерлерді алып қоюды шектеуге, құнарлылығын сақтауға және арттыруға бағытталады. ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігінің Жер ресурстарын басқару комитетінің деректеріне сәйкес, Ақмола облысының 2022 жылғы жер қоры 14 613,2 мың га құрайды (1.1-кесте) [4].

Кесте 1.1 – 2020-2022 жылдары санаттар бойынша Ақмола облысының жерлерін бөлу, мың га

№	Жер санаты	2020 жыл	2021 жыл	2022 жыл
1	Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер	10 848,0	10 914,0	10 908,2
2	Елді мекен жерлері	1 359,2	1 371,5	1 368,6
3	Өнеркәсіп, көлік, байланыс, қорғаныс және өзге де ауыл шаруашылығы мақсатына арналмаған жерлер	108,8	109,0	107,0
4	Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері	519,0	519,0	519,0
5	Орман қоры жерлері	514,8	514,8	514,1
6	Су қоры жерлері	200,8	200,8	200,8
7	Босалқы жерлер	1 061,4	982,9	994,3
	Барлығы	14 612	14 612,0	13 098,1
	Астана қаласының жер учаскелерінің меншік иелері мен жер пайдаланушылары пайдаланатын жерлер	1,2	1,2	1,2
	<b>Облыс бойынша барлығы</b>	<b>14 613,2</b>	<b>14 613,2</b>	<b>14 613,2</b>

Кестенің көрсеткіштері бойынша, 2022 жылы облыстың жер қорын ұйымдастыруда ауыл шаруашылығы жерлері 10 908,2 мың га, елді мекендердің жерлері – 1 368,6 мың га, өнеркәсіп, көлік, байланыс, қорғаныс және ауыл шаруашылығы мақсатына арналмаған өзге де жерлер – 107,0 мың га, ерекше қорғалатын табиғат аймақтарындағы жерлер – 519,0 мың га, орман қорының жерлері – 514,1 мың га, су қоры жерлері – 200,8 мың га және босалқы жерлер – 3 035,3 мың га құрайды.

## 1.2 Облыстың топырақ жамылғысы және топырақ құнарлылығының жағдайы

Жер ресурстары кез-келген мемлекет ресурстарының маңызды компоненттерінің бірі болып табылады. Топырақты тиімді пайдалану және ауыспалы өндірістің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында мемлекеттік басқару жердің жай-күйін бақылауға назар аударуы керек. Бұл адамның жер жамылғысына антропогендік әсерінің өсу жағдайларына байланысты.

Ақмола облысын табиғи-климаттық жағдайлар бойынша ең қолайлы деп атауға болады, бірақ көптеген басқа аймақтардағыдай оның экологиямен проблемалары бар. Бірінші кезекте тау-кен өнеркәсібі қоршаған ортаны радиоактивті, техногендік ластануына әкелуі. Өнеркәсіп топырақтың ластану деңгейін жоғарылатады, атмосфераға зиянды заттардың таралу процесінде топырақ жамылғысының беткі қабаттарында жиналады, бұл топырақтың антропогендік өзгеруіне әкеледі. Құрамындағы табиғи және техногендік радиоактивті элементтердің болуымен ерекшеленетін топырақтың радиоактивтілігі топырақ арқылы ауаға, суға, өсімдіктерге, жануарларға және адам ағзасына тамақ арқылы енуі мүмкін. Қоршаған ортаға улы заттардың үнемі өсуі, ең алдымен, халықтың денсаулығына әсер етеді, ауылшаруашылық өнімдерінің сапасы нашарлайды, астық өнімділігі төмендейді, Жердің озон қабатының жағдайы нашарлайды, бұл флора мен фаунаның жойылуына әкелуі мүмкін [5].

Ақмола облысын әкімшілік аудандарға (Ақкөл, Аршалы, Астрахан, Атбасар, Бұланды, Бурабай, Егіндікөл, Еңбекшілдер, Ерейментау, Есіл, Жақсын, Жарқайын, Зеренді, Қорғалжын, Сандықтау, Целиноград, Шортанды аудандары) бөліп қарасақ, әрқайсысының өзіне тән ерекшеліктері бар [6].

Ақмола облысындағы топырақтың негізгі түрлері қарапайым қара топырақтар және оңтүстік қара топырақтар, аз дәрежеде облыстың оңтүстігінде каштан топырақтары бар. Ақмола облысының топырағын бірнеше аймаққа бөлуге болады:

1. Орманды дала, таулы жазық, дала, оңтүстік қара топырақпен орташа құрғақ. Бұланды, Зеренді, Сандықтау және Щучье аудандары;

2. Тегіс емес, дала, қара каштан топырақтарымен орташа құрғақ. Ақкөл, Атбасар, Шортанды, Еңбекшілдер аудандары;

3. Дала, орташа құрғақ, қара каштан топырақтары бар. Астрахан, Аршалы, Егіндікөл, Ерейментау, Есіл аудандары жатады [7].

Топырақ жағдайының сипаттамасы:

Кәдімгі черноземалар облыстың қиыр солтүстігінде, оңтүстіктен Көкшетау таулы аймағын айналып өтіп, аз аумақты алып жатыр. Олар негізінен Сандықтау, Бұланды, Зеренді және Бурабай аудандарының аумақтарында таралған. Қарашірік горизонт қуаты орта есеппен 45 см құрайды. Фосфор аз, олардың топырақтағы жалпы мөлшері шамамен 0,1% құрайды. Карбонаттылықтың көріну тереңдігі 35-40 см, гипс 140-160 см

тереңдіктен анықталады. Профильдегі натрий алмасуының мөлшері 1% - дан аспайды, бұл тұздылықтың жоқтығын көрсетеді.

Кәдімгі карбонатты черноземдер биік жазықтарға тән, карбонатты саздақтар мен саздардан тұратын ашық бөліну кеңістігінде таралған. Олар жоғарғы горизонттағы карбонаттардың жоғары құрамымен ерекшеленеді. Гумустың мөлшері-6-8%.

Оңтүстік черноземалар құрғақ дала жағдайында дамиды, көтерілген беттермен шектеседі және Ақмола облысының шегінде батыстан шығысқа қарай ені 80-100 км-ге дейін созылып, шығыста күрт солтүстікке қарай көтеріледі. Фрагментті түрде оңтүстік қара топырақтар Ерейментау тауларының шегінде кездеседі. Олар негізінен Ақкөл, Аршалы, Астрахан, Атбасар, Бұланды, Еңбекшілдер, Есіл, Жақсы, Сандықтау, Шортанды аудандарының аумақтарында таралған. Топырақтың қарашірік горизонтының қуаты 45-47 см құрайды. тың алқаптағы гумустың мөлшері 5-6 - дан 7% - ға дейін, азот 0,3-0,35% құрайды. Төмен фосформен сипатталады. Оңтүстік карбонатты қара Топырақтардың карбонаттылығы бетінен немесе 28-30 см тереңдіктен, гипс - 100-120 см шегінде кездеседі.

Оңтүстік сортаң қара топырақтар сортаңдары бар әртүрлі кешендерде кездеседі. Жоғарғы горизонттағы қарашірік шамамен 4% құрайды. Тұздардың жинақталу көкжиегі көбінесе 70-90 см тереңдікте болады. Тұздану түрі негізінен сульфатты. Оңтүстік черноземалар дамымаған және толық дамымаған қиыршық тастар ұсақ шоқылармен және тау жыныстары жақын орналасқан су бөлетін беткейлермен шектеседі. Олардың арасындағы айырмашылық тау жыныстарының пайда болу тереңдігінде, толық дамымаған топырақтарда тау жынысы 30-80 см тереңдікте, ал дамымағандарда 10-30 см тереңдікте жатыр.

Шалғынды-қара топырақты топырақтар жазық рельефтің төмендетілген элементтерін, кейбір жерлерде өзендер мен көлдердің төмен жайылмалы террасаларын алады. Бұл топырақтың морфологиялық ерекшеліктері-қарашірік горизонттарының күңгірт түсі, төменгі горизонттарда тот басқан дақтар мен сұр дақтардың болуы. Топырақ негізінен орташа гумусты (7-9%, егістікте 6-8%), бірақ аз гумусты (4-7%, егістікте 4-6% ) және көп гумусты (9% - дан жоғары, егістікте 8% - дан астам). Олардағы жалпы азот 0,4-0,5%, жалпы фосфор - 0,1 - 0,2%.

Қара каштан топырағы Ақмола облысының орталық және шығыс бөлігін алып жатыр. Облыстың батысындағы осы топырақтың солтүстік шекарасы шамамен 51°50' ендік бойымен өтеді, орталық бөлігінде Шортанды кентіне дейін және одан әрі шығысқа қарай солтүстікке қарай көтеріледі (Силета өзенінің жоғарғы жағы).

Қара каштан топырақтары қалыпты, карбонатты, тұзды, дамымаған және дамымаған қиыршық тасты тұқымдармен ұсынылған. Олар негізінен Аршалы, Астрахан, Атбасар, Егидыкөл, Еремей, Есіл, Жақсы, Жарқайың, Сандықтау, Целиноград, Шортанды аудандарының аумақтарында таралған. Қарашірік Горизонт қуаты 38-45 см аралығында өзгереді. Тың жерлердегі

гумустың мөлшері 3,5-4,5% құрайды. Бұл топырақтарға тән қасиет-профильдің жоғарылауы. Жеңіл еритін тұздар 130-150 см тереңдікте болады, яғни. Бұл топырақтың профилі іс жүзінде тұзды емес.

Қара-каштан сортаңдары Ақмола облысының аумағында едәуір таралады және су бөлетін беттердің учаскелерінде, өзендердің жоғарғы террасаларында орналасқан, көбінесе сортаңдармен бірге кездеседі. 90-110 см тереңдіктен топырақта гипс және тез еритін тұздар кездеседі.

Орташа каштан карбонатты топырақтары негізінен Ақмола облысының батысында кең таралған.

Ақмола облысының аумағындағы ашық-каштан топырақтары сортаң, негізінен биік жазықтарда жатыр. Негізінен Жарқайың, Қорғалжын аудандарының аумақтарында таралған. Жоғарғы горизонттың қуаты әдетте 15-18 см құрайды. Жоғарыдағы гумустың мөлшері көбінесе 2-2,5-тен 3% - ға дейін, азот 0,07-0,15% құрайды.

Жайылмалы топырақтар ірі өзендердің жайылмаларында қабатты аллювиалды шөгінділерде дамиды, бұл топырақтың кең массивтері Есіл, Колутон, Нұра өзендерінің жайылмасымен шектеседі. Бұл топырақтың құрылымы көптеген себептерге, соның ішінде су тасқынының ұзақтығына, жер асты суларының пайда болуына және т. б. байланысты. Гумустың құрамы жас жайылмалы топырақтарда 1% - дан, жайылмалы шалғынды далаларда 5-6% - ға дейін. Төменгі террасалы жерлерде жайылмаларда сортаң, тұзды және гидроморфты топырақтар болады.

Сортаңдар негізінен аймақтық топырақтармен кешенде, сондай-ақ Астрахан, Атбасар, Еңбекшілдер, Қорғалжын, Ақкөл аудандарының шығыс бөлігінде және Степногорск қалалық әкімшілігінің оңтүстік бөлігінде жекелеген массивтерде таралады. Тұзды батпақтарда әдетте жоғарғы горизонтта 2-3% немесе одан да көп гумус болады. Гумустың құрамына байланысты жалпы азоттың мөлшері өзгереді, бірақ оның мөлшері 0,2% - дан аспайды. Тұзды сортаңдарға тән жалпы фосфордың кедейлігі, пайыздың жүзден бір бөлігі ғана.

Топырақ бонитеті - бұл табиғи қасиеттеріне, өнімділігіне және ауыл шаруашылығына жарамдылығына негізделген ұпайлармен көрсетілген топырақ сапасын бағалау. Қазақстанда, соның ішінде Ақмола облысында топырақ бонитетінің баллы көптеген факторларға, соның ішінде топырақ түріне, климаттық жағдайларға, қоректік заттардың құрамына және басқаларға байланысты өзгереді.

Ақмола облысындағы топырақтың негізгі түрлері және олардың бонитеті:

- Қара каштан топырақтары:

Бұл топырақтар аймақтағы ең көп таралған топырақтардың бірі болып табылады. Қара қоңыр топырақ бонитетінің орташа баллы шамамен 40-60 баллды құрайды.

- Карбонатты топырақтар:

Карбонаты жоғары топырақтардың басқа түрлерімен салыстырғанда құнарлылығы төмен. Олардың бонитеті 30-дан 50-ге дейін болуы мүмкін.

- Сортаң топырақтар:

Тұздылықтың жоғары болуына байланысты бұл топырақтар ауыл шаруашылығына онша қолайлы емес. Мұндай топырақ бонитетінің баллы әдетте төмен, 20-дан 40 баллға дейін.

- Шалғынды-каштан топырақтары:

Олар өзен аңғарларында кездеседі және құнарлылықтың жақсы деңгейіне ие. Шалғынды-каштан топырақтарының бонитеті 60-70 баллға жетуі мүмкін.

Топырақ бонитетінің ұпайларын білу жер пайдаланушылар мен агрономдарға жерді ауыл шаруашылығы қажеттіліктері үшін пайдалануға, ауыспалы егістерді жоспарлауға және агротехникалық шараларды енгізуге қатысты негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Аршалы ауданы. Аршалы ауданы географиялық орналасуына, климаттық жағдайына және рельефіне байланысты әр түрлі топырақ түрлерімен сипатталады. Аудан аумағында қара каштан топырақтары кең таралған: қалыпты, карбонатты, сортаң, дамымаған және толық дамымаған ұсақ шоқылардың қиыршық тасты топырақтары. Қара каштан қалыпты және карбонатты топырақтар көтерілген, тегістелген, нашар құрғатылған жазықтармен шектелген. Механикалық құрамы бойынша жеңіл сазды және сазды сорттар басым. Қарашірік құрамы мен жақсы құрылымына байланысты қара каштан топырақтары құнарлы және әртүрлі дақылдарды өсіруге жарамды. Сортаңды қара каштан топырақтары ұсақ шоқылармен, су бөлетін беттердің учаскелерімен, өзендердің жоғарғы террасаларымен шектеседі. Нашар дамыған және толық дамымаған қиыршық тасты қара-каштан топырақтары тау жыныстарының жақын түбінде ұсақ шоқылардың шыңдары мен тік беткейлерінде қалыптасады. Рельефтің төмен бөліктерінде қара каштан топырақтары тұзды батпақты кешендер құрайды. Алқап кешендерінде шалғынды топырақтар мен шалғынды каштан топырақтары басым [6].

Ақмола облысындағы Аршалы ауданының топырақ жағдайын құнарлы және проблемалы учаскелердің болуымен әр түрлі сипаттауға болады. ГАЖ технологиясы мен қашықтықтан зондтауды қолдану топырақтың жағдайын бақылауға, проблемалық аймақтарды анықтауға және олардың құнарлылығы мен тұрақты пайдаланылуын жақсарту стратегияларын жасауға көмектеседі.

### **1.3 Ауыл шаруашылығы жерлерінің сапалық жағдайы**

Қазақстандағы Ақмола облысы өзінің кең ауылшаруашылық жерлерімен танымал. Бұл аймақтағы жердің сапасы әртүрлі факторларға, соның ішінде климаттық жағдайларға, топырақты өңдеу әдістеріне, суару жүйелеріне және тыңайтқыштарды қолдануға байланысты.

Ақмола облысындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жалпы құрылымында 10 908,2 мың га ауыл шаруашылығы алқаптарын алып

жатыр, оның ішінде егістік жерлер - 6 087,5 мың га, тыңайған жерлер - 218,2 мың га, шабындықтар - 154,4 мың га, жайылымдар - 4 420,2 мың га [4].

Мәселен, Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлерінің құрылымында ауыл шаруашылығы алқаптары барлық дерлік аумақты алып жатыр – 90,1%, оның ішінде: егістік – 51,1%, тыңайған жерлер – 5,9%, шабындықтар – 1,5%, жайылымдар – 41,5%. Ауыл шаруашылығы жерлерінің айтарлықтай жоғары үлесі облыс аумағының негізінен салыстырмалы түрде қолайлы табиғи-климаттық жағдайларда орналасуымен түсіндіріледі.

Ақмола облысының Астрахань, Бұланды, Егіндікөл, Есіл, Жақсы, Жарқайың, Зеренді, Сандықтау, Шортанды аудандары егістік жерлермен көбірек қамтамасыз етілген. Мысалы, Ақмола облысында жайылымдық жер тапшылығы Астрахань, Бұланды, Бурабай, Зеренді, Сандықтау, Целиноград облыстарында және Көкшетау, Степногорск қалаларында байқалады.

Облыс бойынша ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер көлемінің динамикасы 1.2-кестеде ұсынылған.

Кесте 1.2 – 1991-2022 жылдардағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер көлемінің Ақмола облысы бойынша динамикасы, мың га

Облыс	1999 ж.	2005 ж.	2020 ж.	2022 ж.	Өзгерістер(+,-)	
					2022 ж. 1991 жалға қарағанда	2022 ж. 2020 жалға қарағанда
Ақмола	13,6	9,1	10,8	10,9	-2,7	+0,1

2022 жылы «Қазгидромет» РМК Ақмола облысының әртүрлі аудандарындағы топырақтың жай-күйіне бақылау жүргізді. Ауыр металдармен ластануды анықтау үшін топырақ сынамалары алынды (1.3-кесте) [8].

Кесте 1.3 – 2022 жылы Ақмола облысының топырағының ауыр металдармен ластануы, мг/кг

Елді мекен	Ауыр металдар				
	Қорғасын	Мыс	Хром	Мырыш	Кадмий
«Бурабай» КФМС	0,01	0,02	0,1	1,0	0,04
Бурабай а.	0,01-1,4	0,01-0,1	0,01-0,5	1,0-1,3	0,01-0,4
Щучинск қ.	0,02-1,7	0,01-0,1	0,1-0,2	1,1-1,2	0,1-0,8
Көкшетау қ.	0,05-1,3	0,02-0,05	0,1-0,3	0,9-1,1	0,1-0,3
Атбасар қ.	0,1	0,1	0,2	0,9	0,1
Балкашино қ.	0,03	0,05	0,1	0,8	0,2
Зеренді а.	0,6	0,02	0,1	0,6	0,1

Ақмола облысында топырақтың ауыр металдармен ластануы қоршаған ортаға және адам денсаулығына елеулі зардаптар әкелуі мүмкін. Ауыр металдар топыраққа әртүрлі көздерден, соның ішінде өнеркәсіптік шығарындылардан, автокөліктерден және ауыл шаруашылығында тыңайтқыштар мен пестицидтерді қолданудан түсуі мүмкін. Бұл өнеркәсіптік кәсіпорындардың қызметіне, тау-кен өнеркәсібіне, сондай-ақ қалдықтарды өңдеуге байланысты болуы мүмкін.

Топырақты ластайтын негізгі ауыр металдардың қатарына қорғасын, кадмий, сынап, хром, никель және мыс жатады. Бұл металдар уақыт өте келе топырақта жиналып, өсімдіктерге, жануарларға және адамдарға улы әсер етуі мүмкін. Топырақтың ауыр металдармен ластануы топырақ сапасының төмендеуіне, құнарлылықтың төмендеуіне, биоәртүрлілікке қауіп төндіруге және экожүйенің тұрақтылығын жоғалтуға әкелуі мүмкін. Ластануды бақылау және оның алдын алу шаралары топырақтың сапасын сақтау үшін маңызды.

2022 жылы Ақмола облысында іріктелген топырақ сынамаларындағы ауыр металдардың мөлшері норма шегінде болды.

Жалпы, Ақмола облысы негізгі ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру бойынша жетекші өңірлердің бірі болып табылады. 1999 жылдан бастап ауыл шаруашылығының өсу қарқыны артып келеді. Ақмола облысы аграрлық сектордың 20% - дан астамын алып жатыр. Аграрлық сектордағы экономикалық қатынастарды дамыту, жер ресурстарын ұтымды және тиімді пайдалану, топырақ құнарлылығын сақтауды, егістік дақылдарды молайту мен азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуді қоса алғанда, жер ресурстарын қорғау Ақмола облысындағы басты мәселесі болып табылады.

Алайда, қазіргі уақытта Ақмола облысында шөлейттену, топырақтың кебуі құбылысы қауіпті бола түсуде. Сонымен қатар, ластанған жерлер көбейіп, жердің құнарлылығы төмендеді. Ресми мәліметтер бойынша, 2015 жылдың 1 қаңтарында Ақмола облысында эрозия 571,6 мың гектар жерге әсер етіп, 17 мың гектар жерге зақым келген [9].

Топырақтың одан әрі ластануын болдырмау және оның жағымсыз салдарын азайту үшін ластануды жүйелі түрде бақылау және ауыр металдар шығарындыларын бақылау, ластанған жерлерді тазарту және қалпына келтіру стратегияларын әзірлеу және жүзеге асыру қажет.

## 2 ГАЖ технологиялары арқылы деректерді өңдеу және талдау

Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) деректерді жинау, өңдеу, модельдеу және кеңістіктік талдауды қоса алғанда, көптеген тапсырмаларды орындайды және бұл деректерді есептеу, дайындау және шешім қабылдау үшін пайдаланады. ГАЖ-ның негізгі мақсаты - пайдаланушыларға тиімді жұмыс істеу үшін қажетті деректерді, сондай-ақ жер, жеке аумақтар және жер бедері туралы ақпараттармен қамтамасыз ету.

Толығырақ айта кетсек, ГАЖ пайдаланушысы үшін ГАЖ технологиясын қолдану процесі мыналарды қамтиды:

Сандық түрде ұсынылатын кеңістіктік деректердің ерекшеліктерін іздеу, жинау, бағалау және түсіну;

Қойылған міндетті шешу үшін қажетті кеңістіктік ақпараттың құрылымы мен тақырыбын анықтау, сонымен қатар мәліметтер базасы, мәліметтер құрылымы мен моделі, цифрландыру әдістері мен сақтау құралдары құрылатын координаттар жүйесін анықтау және олардың дәлдігі мен сенімділігін бағалау;

Табиғаттағы процестер мен құбылыстардың өзара байланысын әртүрлі типтегі ақпарат кеңістігінде түрлендіру және біріктіру арқылы талдау (қабаттасу), картографиялық, аэроғарыштық және статистикалық деректерді жалпылау, суреттерді интерактивті дешифрлеу;

Тиісті математикалық модельді және оған қажетті параметрлерді таңдау-географиялық (картографиялық, математикалық-картографиялық) модель құру;

Кеңістіктік деректерді ұсыну (электрондық және компьютерлік карталар мен атластар, түрлендірілген суреттер, кестелер, анимациялық модельдер және т. б.);

Деректер базасына жазбалар қосу;

Географиялық модель шеңберінде деректерді түзету.

Айтарлықтай табиғи және антропогендік өзгерістерге ұшыраған ауылшаруашылық жерлерін бақылау маңызды рөл атқарады. Мақсаты тек олардың экономикалық пайдалану объектілеріне байланысты болған өзгерістерді көру ғана емес, сонымен бірге осы жерлерді пайдалану сипатын және осы жерлерді реформалау елдің агроэкологиялық жағдайына қалай әсер ететінін құжаттау.

Мониторинг процесінде ақпаратты әртүрлі әдістер мен құралдар арқылы алуға болады, соның ішінде:

ЖҚЗ - Жерді қашықтықтан зондтау спутниктік суреттер өсімдік жамылғысының өзгеруі, құрғақшылық деңгейі немесе топырақ эрозиясы сияқты жер бетіндегі күй мен өзгерістер туралы ақпарат бере алады. ЖҚЗ деректерді кең аумақтардан алуға мүмкіндік береді, бұл дәстүрлі әдістермен салыстырғанда зерттеу ауқымын айтарлықтай арттырады. Бұл әсіресе Ақмола облысы сияқты ірі өңірлер үшін өте маңызды. Қарапайым сөзбен айтқанда, бұл жерді ғарыштан "көруге" және зерттеуге мүмкіндік беретін технология;



Жердегі сенсорлар мен құрылғылар топырақтың күйін бақылау мен талдауда, әсіресе қашықтықтан зондтау деректерімен бірге шешуші рөл атқарады. Жердегі сенсорлар мен құрылғылар - температура, топырақ ылғалдылығы, су мен ауаның ластану деңгейі және т.б. сияқты қоршаған орта параметрлерін тікелей өлшеу үшін сенсорлар мен басқа құрылғыларды жерге орналастыруға болады;

Геокеңістіктік деректерді талдау - бұл географиялық мәліметтер базасында рельеф, климат, геология, топырақ және т.б. сияқты қоршаған ортаның әртүрлі факторлары туралы ақпарат бар;

Қашықтықтан зондтау табиғат объектілері мен антропогендік процестердің сапалық және сандық сипаттамалары туралы деректерді тұрақты және жиі қабылдаудан тұратын спутниктік мониторингті және спутниктер, ұшу аппараттары, спутниктік жүйелер мен аэростаттар арқылы деректерді қабылдауды қамтитын аэрофототүсірілім әдістерін қамтитын ең өзекті мониторинг әдістерінің бірі болып табылады.

Ауыл шаруашылығы жерлерін бақылаудың қазіргі түрлері ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйін, олардың өсіп-өну шектерін, жер жамылғысының эрозиясын, сондай-ақ жерлерді ұйымдастыру мен егістіктерді орналастыруды егжей-тегжейлі қарауға мүмкіндік береді. Мониторинг деректерінің көмегімен бір уақытта жерлердің өсу дәрежесін және топырақтың эрозиясын талдауға, мақсатсыз пайдаланылған жерлерді анықтауға, сондай-ақ қанағаттанарлықсыз экологиялық жағдайы бар аумақтарды анықтауға болады [10].

Осылайша, ауылшаруашылық жерлерін бақылаудың заманауи формаларына жерді пайдаланудың өзгеруін бақылау үшін геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалану, топырақ пен өсімдік жамылғысының күйін талдау үшін қашықтықтан зондтау және топырақ құнарлылығы мен қоректік заттарды өлшеуге арналған арнайы аппараттық және бағдарламалық құралдар кіреді. Сондай-ақ, ауылшаруашылық жерлерінің жалпы жағдайын бағалауға және проблемалық аймақтарды анықтауға мүмкіндік беретін аумақтық зерттеулер мен аудиттер жүргізілуде.

## **2.1 Топырақтың құнарлылығын бағалау әдістері**

Топырақтың құнарлылығы - топырақтың қоректік заттар, су, ауа, жылу және т.б. сияқты қалыпты өсуі мен дамуы үшін барлық қажетті жағдайларда өсімдіктердің қажеттіліктерін қанағаттандыру қабілеті. Құнарлылық ауыл шаруашылығындағы маңызды фактор болып табылады, өйткені ол топырақтың дақылдардың өсуін қаншалықты жақсы қолдайтынын анықтайды.

Жоғары құнарлылық жоғары өнімділікке және өнімнің жақсы сапасына мүмкіндік береді, ал төмен құнарлылық нашар өнімділікке, топырақтың деградациясына және экожүйенің нашарлауына әкелуі мүмкін. Бұл қасиетті ресейлік топырақтанушы В.Р. Уильямс зерттеді, ол топырақ түзілу процесінде

құнарлылықтың қалыптасуы мен дамуын зерттеді және топырақтың қасиеттері мен оны ауылшаруашылық мақсатта пайдалану арқылы арттыру мүмкіндіктері арасындағы байланысты анықтады [11].

Топырақ құнарлылығының дәстүрлі анықтамасы топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттеріне, сондай-ақ тәжірибе мен бақылауға негізделген. Ол келесі аспектілерді қамтиды:

Физикалық қасиеттері: дәстүрлі тәсіл топырақтың құрылымы, құрылымы, ылғалдылығы, ауа өткізгіштігі және су өткізгіштігі сияқты физикалық қасиеттерін бағалайды. Ол бұл қасиеттердің топырақтың су мен ауаны ұстау қабілетіне, сондай-ақ өсімдіктердің тамыр дамуына қалай әсер ететінін талдайды.

Химиялық қасиеттері: дәстүрлі тәсіл топырақтың химиялық қасиеттерін талдауды қамтиды, мысалы, органикалық заттар, рН, негізгі және қоректік заттар (азот, фосфор, калий және басқа микроэлементтер), сондай-ақ ауыр металдар мен басқа ластаушы заттардың болуы. Ол топырақтың химиялық белсенділігін және оның өсімдіктерге қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету қабілетін бағалайды.

Биологиялық қасиеттері: топырақ құнарлылығының дәстүрлі анықтамасы сонымен қатар биологиялық аспектілерді, соның ішінде бактериялар мен саңырауқұлақтар сияқты микроорганизмдердің болуын, жауын құрттары мен басқа биологиялық организмдердің болуы мен белсенділігін ескереді. Бұл факторлар қоректік заттардың циклі мен гумустың түзілуіне әсер ететін топырақтың биологиялық белсенділігінің көрсеткіштері болып саналады.

Топырақ құнарлылығының дәстүрлі анықтамасы көп қырлы және топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерін, сондай-ақ жер пайдаланушылардың практикалық тәжірибесіне сүйенуді талап етеді [12].

## **2.2 Қолданылатын бағдарламалық өнімдер мен спутниктік жүйелер**

ArcGIS Pro - Esri әзірлеген заманауи географиялық ақпараттық жүйе (ГАЗ). Бұл географиялық деректерді талдау, визуализациялау және басқару үшін қолданылатын қуатты бағдарламалық жасақтама. Ол растрлық, векторлық және кестелік деректерді, сондай-ақ геокодтау, байланыстыру және кеңістіктік талдау құралдарын қолданады [13].

Spatial Analyst-ArcGIS Pro-дағы кеңейтілген құралдардың бірі, кеңістіктік талдау мен геоөңдеу үшін кең мүмкіндіктер ұсынады. Ол талдауға, модельдеуге, интерполяцияға, картографияға және т.б. қатысты көптеген мәселелерді шешу үшін растрлық және векторлық деректермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Spatial Analyst сандық рельефтік модельдермен (DEM) операцияларды, жерді пайдалануды, вегетациялық индекстерді және басқа кеңістіктік деректерді талдауды қамтитын растрлық деректерді өңдеуге

мүмкіндік береді. Растрлық қабаттар арасында қосу, азайту, көбейту, бөлу сияқты арифметикалық амалдарды орындауға арналған құралдар. Бұл жаңа растрлар жасауға және талдау жасауға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, ArcGIS Pro - география, экология, қала құрылысы, инженерия, ауыл шаруашылығы, ресурстарды басқару және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолданылатын көп функциялы құрал. Ол географиялық деректерді талдауға және визуализациялауға қуатты мүмкіндіктер береді, бұл оны ГАЖ мамандары арасында танымал құралға айналдырады.

Жерді бақылау және мониторинг жүргізу үшін белгілі және кеңінен қолданылатын екі спутниктік жүйе-Sentinel-2 және Landsat-8 қолданылады. Еуропалық ғарыш агенттігі (ESA) бағдарламасының маңызды бөліктерінің бірі - Sentinel-2 спутниктік жүйесі. Оның негізгі мақсаты-пайдаланушылардың кең ауқымына жердің жоғары ажыратымдылықтағы оптикалық суреттеріне қол жеткізуге мүмкіндік беру. Sentinel-2 спутниктік жүйесі ауыл шаруашылығы, қоршаған ортаны бақылау, картография, су ресурстарын талдау және т.б. сияқты әртүрлі қолданбалар үшін пайдаланылатын жоғары сапалы мультиспектралды суреттерді ұсынады. Sentinel-2 13 түрлі диапазонда жұмыс істейтін жоғары ажыратымдылықтағы оптикалық, мультиспектрлі сенсормен жабдықталған, оның төрт диапазоны 10 метр, алты диапазоны 20 метр және үш диапазоны 60 метр. Sentinel-2 спутниктері деректерді ақысыз және ашық түрде жібереді. Нәтижесінде олар зерттеушілер, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, экология және басқа салалардағы мамандар сияқты пайдаланушылардың кең ауқымына қол жетімді болады [14].

2.1-кестеде Sentinel-2 спектрлік түсіру арналарының параметрлері көрсетілген. Арналар электромагниттік спектрдің көрінетін бөліктерінен (мысалы, көк, қызыл және жасыл арналар) жақын инфрақызылға дейін (мысалы, SWIR және NIR арналары) маңызды бөліктерін қамтиды. Бұл өсімдік жамылғысы, топырақ сипаттамалары және су ерекшеліктері сияқты қоршаған ортаның әртүрлі компоненттері туралы мәліметтер жинауға мүмкіндік береді.

Кесте 2.1 – Sentinel 2 спектрлік түсіру арналарының сипаттамасы

Sentinel 2 спектрлік түсіру арналары	Ажыратымдылық, м
Band 1- Coastal aerosol	60
Band 2- Blue	10
Band 3- Green	10
Band 4- Red	10
Band 5- Vegetation RedEdge	20
Band 6- Vegetation RedEdge	20
Band 7- Vegetation RedEdge	20
Band 8- NIR	10
Band 8A- Narrow NIR	20
Band 9- Water vapour	60
Band 10- SWIR- Cirrus	60
Band 11- SWIR	20
Band 12- SWIR	20

Осы арналардың қысқаша сипаттамасы:

1. 1 арна (Aerosol):

Толқын ұзындығы: 443 нм (көк спектр). Аэрозольдің ластануын бағалау және суды бақылау үшін қолданылады.

2. 2 арна (Көк):

Толқын ұзындығы: 490 нм. Ол су объектілерін бағалау, жағалау аймақтарын картаға түсіру және өсімдік жамылғысының айырмашылықтарын анықтау үшін қолданылады.

3. 3 арна (Жасыл):

Толқын ұзындығы: 560 нм. Ол өсімдіктерді картаға түсіру, су объектілерін талдау және экологиялық зерттеулер үшін қолданылады.

4. 4 арна (Қызыл):

Толқын ұзындығы: 665 нм. Ол өсімдіктерді талдау, ауыл шаруашылығы және өсімдік денсаулығын бақылау үшін қолданылады.

5. 5 арна (Қызыл жиек 1):

Толқын ұзындығы: 705 нм. Өсімдік денсаулығын бақылау және өсімдік жамылғысының өзгеруін анықтау үшін қолайлы.

6. 6 арна (Қызыл жиек 2):

Толқын ұзындығы: 740 нм. Өсімдіктердің денсаулығын бағалау және ауылшаруашылық мониторингі үшін қолданылады.

7. 7 арна (Қызыл жиек 3):

Толқын ұзындығы: 783 нм. Ол ауыл шаруашылығы мен өсімдік денсаулығын талдау үшін қолданылады.

8. 8 арна (Жақын инфрақызыл):

Толқын ұзындығы: 842 нм. Өсімдік тығыздығын бағалауға және NDVI сияқты вегетациялық индекстерді есептеуге арналған негізгі арналардың бірі.

9. 8А арнасы (Жақын инфрақызыл, кеңейтілген):

Толқын ұзындығы: 865 нм. Өсімдік жамылғысын бақылау және жер ресурстарын картаға түсіру үшін қолданылады.

10. 9 арна (су буы):

Толқын ұзындығы: 945 нм. Атмосферадағы су буын және атмосфералық әсерлерді бағалау үшін қолайлы.

11. 10 арна (Орташа инфрақызыл 1):

Толқын ұзындығы: 1380 нм. Ол жұқа бұлттарды анықтау және атмосфералық әсерді бақылау үшін қолданылады.

12. 11 арна (Орташа инфрақызыл 2):

Толқын ұзындығы: 1610 нм. Ол ауыл шаруашылығын бақылау және топырақтың ылғалдылығын анықтау үшін қолданылады.

13. 12 арна (Орташа инфрақызыл 3):

Толқын ұзындығы: 2190 нм. Топырақтың минералды құрамын және басқа геологиялық қосымшаларды бағалау үшін қолданылады.

Осылайша, Sentinel-2 спектрлік арналары талдаудың, картаға түсірудің және бақылаудың әртүрлі түрлерінде қолдануға болатын деректердің кең ауқымын алуға мүмкіндік береді.

## 2.3 Вегетациялық және топырақ индекстері

Зерттеу әдісі вегетациялық және топырақ индекстерін есептеуге негізделген. Вегетациялық және топырақ индекстері-қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, өсімдіктер мен топырақтың күйін талдау және бағалау үшін қолданылатын математикалық көрсеткіштер. Олар көбінесе ауыл шаруашылығында, экологияда, қоршаған ортаны бақылауда және басқа салаларда қолданылады.

Өсімдік жамылғысын талдау үшін қолданылатын индекстердің әртүрлі түрлері бар, мысалы:

- Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index);
- Кеңейтілген вегетациялық индексі (EVI, Enhanced Vegetation Index);
- Топыраққа түзетілген өсімдік жамылғысының индексі (SAVI, Soil Adjusted Vegetation Index);
- Атмосфераға төзімді вегетациялық индексі (ARVI, Atmospherically Resistant Vegetation Index);
- Нормаланған айырмашылық қызыл жиегі индексі (NDRE, Normalized Difference RedEdge);
- Нормаланған дифференциалды топырақ индексі (NDSI Normalized Difference Soil Index);
- Өзгертілген топырақ түзетілген вегетациялық индексі (MSAVI, Modified Soil-Adjusted Vegetation Index);
- Нормаланған дифференциалды су индексі (NDWI, Normalized Difference Water Index);
- Нормаланған айырмашылық ылғалдылық индексі (NDMI, Normalized Difference Moisture Index).

Бұл индекстер ауыл шаруашылығы, өсімдіктерді бақылау, топырақ ресурстарын талдау, картография және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолданылады. Олар өсімдік жамылғысы мен топырақтың күйін түсінуге көмектеседі. Бұл ауыл шаруашылығы, жерді басқару және қоршаған ортаны бақылау салаларында ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға ықпал етеді [15].

Бұл дипломдық жұмыста өсімдік жамылғысының күйін талдау және топырақ құнарлығын және бағалау үшін бірнеше қол жетімді вегетациялық индекстерді қолданамыз.

NDVI "Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі" білдіреді. Бұл спутниктік немесе аэрофототүсірілімдерді талдау арқылы өсімдіктердің денсаулығын, тығыздығын және энергиясын бағалау үшін жиі қолданылатын қашықтықтан зондтау индексі. Қарапайым сөзбен айтқанда, ауыл шаруашылығындағы NDVI өсімдіктерді жер жамылғысының басқа түрлерінен ажыратуға және оның жалпы жағдайын анықтауға көмектеседі. Сонымен қатар, ол картада өсімдіктермен жабылған жерлерді бөліп көрсетуге

және визуализациялауға, сондай-ақ өсу процесінде қалыптан тыс өзгерістерді анықтауға мүмкіндік береді.

NDVI спутниктік суреттерден немесе аэрофототүсірілімнен электромагниттік сәулеленудің жақын инфрақызыл (NIR) және қызыл жолақтары (RED) арқылы есептеледі.

Есептеу формуласы келесідей (1):

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

мұндағы NIR - жақын инфрақызыл арнасы;

RED - қызыл арна.

NDVI мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді. 1-ге жақын мәндер тығыз, сау өсімдіктерді көрсетеді. 0 шамасындағы мәндер сирек немесе зиянды өсімдіктерді көрсетеді. 0-ден төмен мәндер әдетте су, тас немесе жалаңаш топырақ сияқты өсімдік емес беттерді білдіреді.

SAVI "Топыраққа түзетілген өсімдік жамылғысының индексі" дегенді білдіреді. Бұл топырақ жарықтығының өсімдіктердің шағылысуына әсерін ескере отырып, өсімдіктердің денсаулығын бағалауға арналған қашықтықтан зондтау индексі. SAVI өсімдіктердің қалыпқа келтірілген айырмашылық индексіне (NDVI) ұқсас, бірақ топырақтың шағылысуының индекс мәндеріне әсерін азайту үшін топырақты түзету коэффициентін қолданады.

Есептеу формуласы келесідей (2):

$$SAVI = ((NIR - RED) / (NIR + RED + L)) \times (1 + L) \quad (2)$$

мұндағы NIR - жақын инфрақызыл арнасы;

RED - қызыл арна;

L- топырақты түзету коэффициенті 0,5.

Топырақты түзету коэффициенті (L) - бұл белгілі бір аумақтағы өсімдік жамылғысының үлесін білдіретін айнымалы. Бұл фактор топырақ түріне және өсімдік тығыздығына байланысты вегетациялық индекстің мәндерін реттеу үшін қолданылады.

SAVI мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді. Жоғары мәндер өсімдік жамылғысы мен топырақтың құнарлылығын көрсетеді. Нөл мәні өсімдік жамылғысының жоқтығын көрсетеді, ал теріс мәндер топырақтың шағылыстырғыштығы жоғары және өсімдік жамылғысы төмен аймақтарды көрсетеді.

NDMI әдетте "Нормаланған айырмашылық ылғалдылық индексі" дегенді білдіреді. Бұл спутниктік суреттерді немесе басқа қашықтықтан зондтау деректерін талдау арқылы өсімдіктер мен топырақтағы ылғалдылықты бағалау үшін қолданылатын қашықтықтан зондтау индексі. NDMI судың күйзелісін, құрғақшылық жағдайларын немесе өрт қаупін бағалау үшін қоршаған ортаны бақылау, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы және жерге орналастыру салаларында жиі пайдаланылады.

NDMI электромагниттік сәулеленудің жақын инфрақызыл (NIR) және қысқа толқынды орташа инфрақызыл (SWIR) диапазондарының көмегімен келесі формуламен есептеледі (3):

$$\text{NDMI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR}) \quad (3)$$

мұндағы NIR - жақын инфрақызыл арнасы;

SWIR - орташа инфрақызыл арнасы.

NDMI мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді. -1-ге неғұрлым жақын болса, өсімдік жамылғысы соғұрлым аз болады. Нөлге жуық өсімдік жамылғысының тығыздығы орташадан төмен, су стрессінің жоғары деңгейі немесе өсімдік жамылғысы аз. 1-ге жақын болса, өсімдік жамылғысының тығыздығы соғұрлым жоғары болады.

NDRE "Нормаланған айырмашылық қызыл жиегі индексі" дегенді білдіреді. Бұл өсімдіктердің денсаулығын және хлорофилл құрамын бағалау үшін қолданылатын қашықтықтан зондтау индексі. Бұл NDVI-ге ұқсас (Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі), бірақ ол қызыл және жақын инфрақызыл (NIR) диапазондар арасында орналасқан "қызыл жиек" деп аталатын басқа спектрлік диапазонды пайдаланады.

Есептеу формуласы келесідей (4):

$$\text{NDRE} = (\text{NIR} - \text{RedEdge}) / (\text{NIR} + \text{RedEdge}) \quad (4)$$

мұндағы NIR - жақын инфрарнасы арнасы;

RedEdge - қызыл жиек арнасы.

NDRE мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді. 1-ден 0,2-ге дейінгі индекс мәндері жалаңаш топырақты немесе дамып келе жатқан мәдениетті көрсетеді. 0,2-0,6 сау емес өсімдікті немесе піспеген егінді көрсетеді. 0,6 - дан 1-ге дейін сау, жетілген, пісетін дақылдарды көрсететін жақсы мәндер [15].

### 3 Деректерді өңдеу және талдау

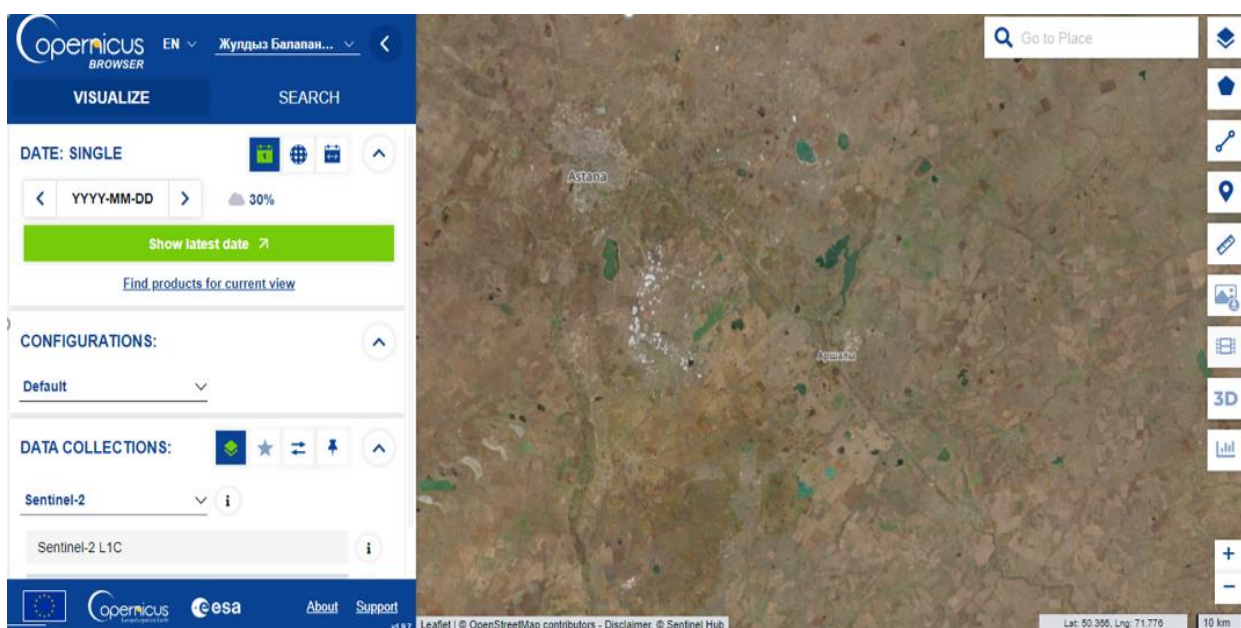
#### 3.1 Аймақтың спутниктік суреттерін алу және талдау

Қашықтықтан зондтау саласындағы зерттеулер спутниктік суреттерге негізделген. Ғарыштық суреттерді USGS Earth Explorer, Copernicus Open Access Hub, Sentinel Hub, EO Browser, NASA Earthdata Search және т.б. сайттардан алуға болады. Бұл платформалардың әрқайсысы спутниктік суреттерді іздеу және жүктеу үшін өз мүмкіндіктерін ұсынады. Олардың кейбіреулері тіркелуді талап етеді, бірақ деректерге қол жеткізу тегін.

Бұл дипломдық жұмыста талдау үшін пайдаланылған суреттер 3.1-суретте көрсетілгендей Copernicus Open Access Hub сайтынан алынды [16].

Copernicus Open Access Hub - Еуропалық Одақтың жерді бақылау деректеріне тегін және ашық қол жеткізуді қамтамасыз ететін платформасы. Copernicus спутниктік деректер мен басқа да бақылау көздері арқылы экологиялық және әлеуметтік мәселелер бойынша жан-жақты және сенімді ақпаратты ұсынуға арналған. Платформа пайдаланушыларға Copernicus бағдарламасының бөлігі болып табылатын Sentinel спутниктерінен деректерді іздеуге, көруге және жүктеп алуға мүмкіндік береді. Бұл спутниктер радиолокациялық бейнелеу (Sentinel-1), оптикалық бейнелеу (Sentinel-2), қоршаған ортаны бақылау (Sentinel-3), атмосфералық бақылау (Sentinel-5P) және т.б. сияқты жерді бақылаудың бірқатар міндеттерін қамтиды.

Индекстерді есептеу үшін Sentinel - 2 сериясының суреттері ең қолайлы болып көрінді. Ақмола облысын Аршалы ауданы маңындағы ауыл шаруашылығы алқаптары бар аумақтың (бірінші сурет 28.06.2021 ж., екінші сурет 28.06.2022 ж., үшінші сурет 03.06.2023) үш кезеңін таңдадым.



3.1-сурет – Copernicus Open Access Hub сайты



Индекстерді есептеу және карталарды жасау үшін қажет барлық суреттер ArcGIS Pro бағдарламасына импортталды.

Бұлттармен немесе басқа да бұрмаланулармен жарықтандырылмаған қолайлы суреттерді таңдадым. Суретті басу арқылы ғарыштық сурет туралы толық ақпарат аламын. 3.2, 3.3 және 3.4-суреттерде ғарыштық түсірілім туралы ақпарат бар және Аршалы ауданында орналасқан зерттелетін ауыл шаруашылығы учаскесінің аумағы көрсетілген.

Сайттан жүктеліп бағдарламаға импортталған суреттер келесідей:

PRODUCT INFO

ATTRIBUTES	
<b>Summary</b> ^	
Name:	S2B_MSIL1C_20210628T061629_N0300_R034_T42UYB_20210628T072738.SAFE
Size:	< 1MB
Sensing time:	2021-06-28T06:16:29.024Z
Platform short name:	SENTINEL-2
Instrument short name:	MSI
Product v	
Instrument v	
Platform v	
Download single files v	

PREVIEW



FOOTPRINT



3.2-сурет – Аршалы ауданы маңындағы ауыл шаруашылығы алқаптары бар аумақтың 28.06.2021 ж. түсірілген Sentinel-2 суреті

PRODUCT INFO

ATTRIBUTES	
<b>Summary</b> ^	
Name:	S2A_MSIL1C_20230603T061631_N0509_R034_T42UYB_20230603T080712.SAFE
Size:	713MB
Sensing time:	2023-06-03T06:16:31.024Z
Platform short name:	SENTINEL-2
Instrument short name:	MSI
Product v	
Instrument v	
Platform v	
Download single files v	

PREVIEW



FOOTPRINT



3.3-сурет – Аршалы ауданы маңындағы ауыл шаруашылығы алқаптары бар аумақтың 03.06.2023 ж. түсірілген Sentinel-2 суреті



3.4-сурет – Аршалы ауданы маңындағы ауыл шаруашылығы алқаптары бар аумақтың 28.06.2022 ж. түсірілген Sentinel-2 суреті

Көрсетілген аумақтар мен қызығушылық аймақтары бар қалған суреттер А қосымшасында тіркелген.

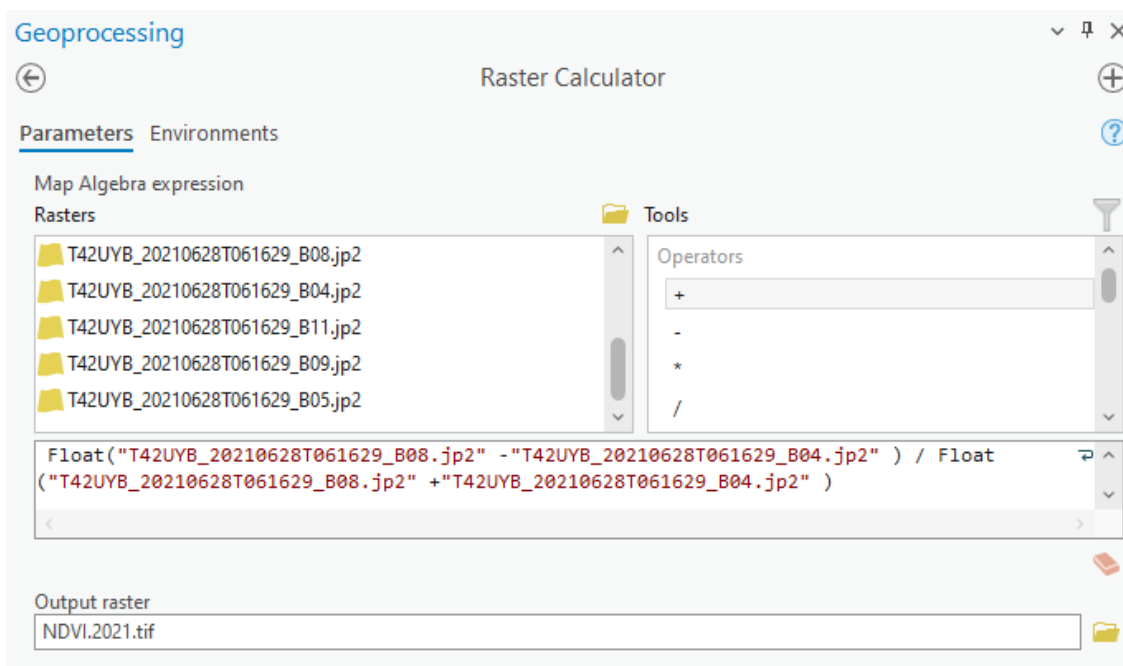
### 3.2 ArcGIS Pro бағдарламасында вегетациялық индекстерді есептеу

ArcGIS Pro-дағы вегетациялық индекстерді есептеу - бұл қашықтықтан зондтау деректерін талдауға, өсімдіктердің жай-күйін бағалауға және ауыл шаруашылығында, экологияда және басқа салаларда ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға мүмкіндік беретін икемді процесс.

Барлық көрсеткіштерді есептеу "Raster Calculator" құралының көмегімен жүзеге асырылады. Raster Calculator (немесе растрлық калькулятор) — бұл растрлық мәліметтерде математикалық операцияларды орындау үшін географиялық ақпараттық жүйелерде (ГАЖ) жиі қолданылатын құрал. Растрлық деректер ұяшықтардан (пиксельдерден) тұрады, олардың әрқайсысы белгілі бір мәнге ие, мысалы, биіктікті, температураны, өсімдік тығыздығын немесе басқа өлшенетін сипаттаманы білдіреді.

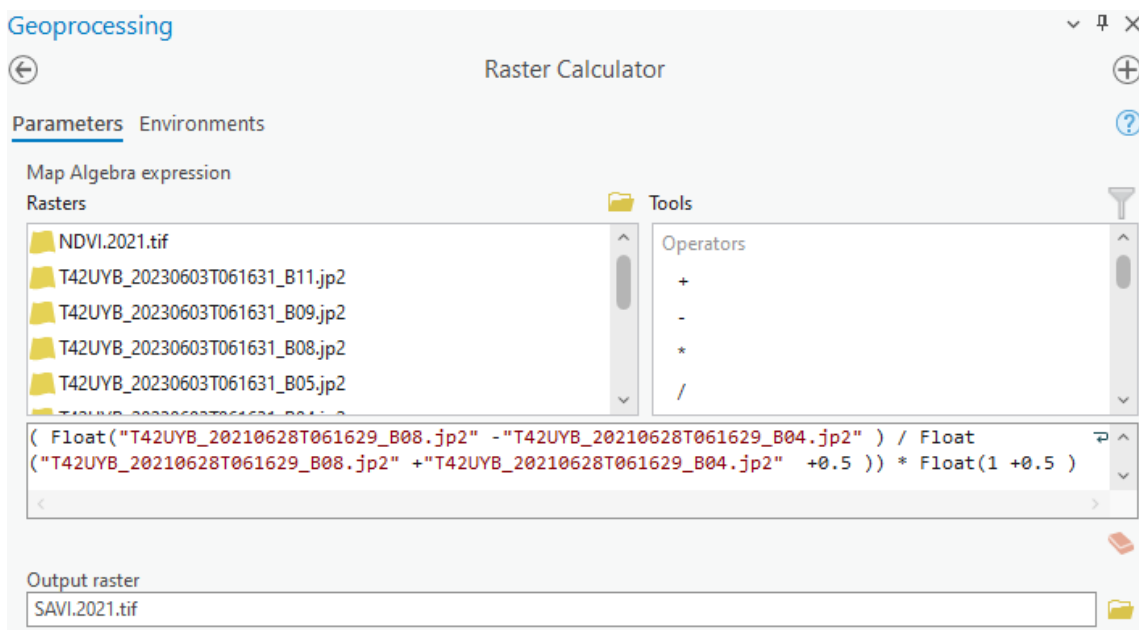
NDVI, SAVI, NDRE, NDMI индекстерін есептеу. Есептеуді бастамас бұрын ArcGIS Pro бағдарламасына арналарды жүктеп, оларды ашу керек.

1) "Raster calculator" құралын пайдалана отырып, нормаланған айырмашылық индексті есептеу жүргізілді:  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ . 3.4-суретте NDVI индексін есептейтін растрлық калькулятор көрсетілген.



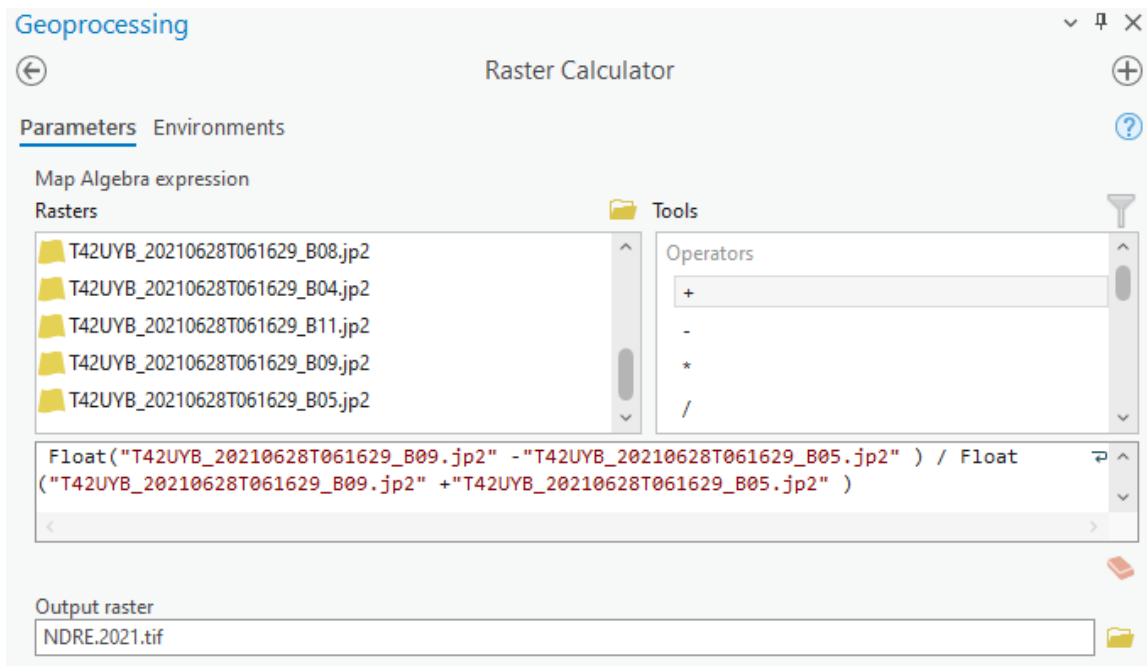
3.4-сурет – Растрлық калькулятор (NDVI индексін есептеу)

2) Топыраққа түзетілген өсімдік жамылғысының индексін есептеу:  $SAVI = ((NIR - RED) / (NIR + RED + L)) \times (1 + L)$ . 3.5-суретте SAVI индексін есептейтін растрлық калькулятор көрсетілген.



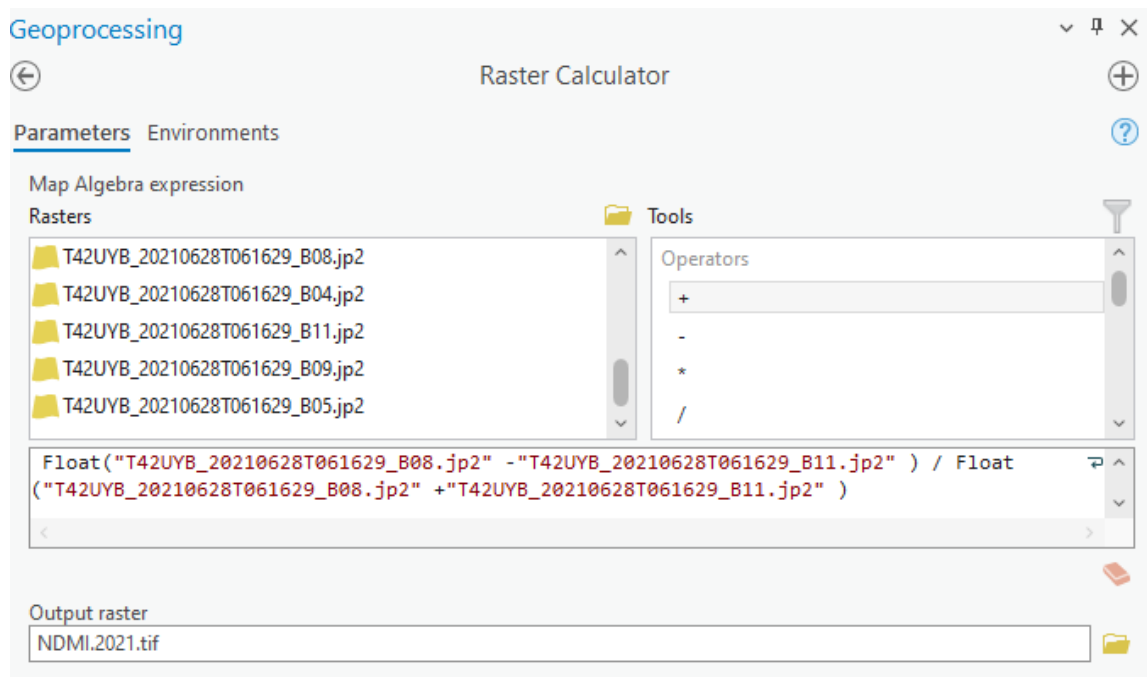
3.5-сурет – Растрлық калькулятор (SAVI индексін есептеу)

3) Нормаланған айырмашылық қызыл жиегі индексін есептеу:  $NDRE = (NIR - RedEdge) / (NIR + RedEdge)$ . 3.6-суретте NDRE индексін есептейтін растрлық калькулятор көрсетілген.

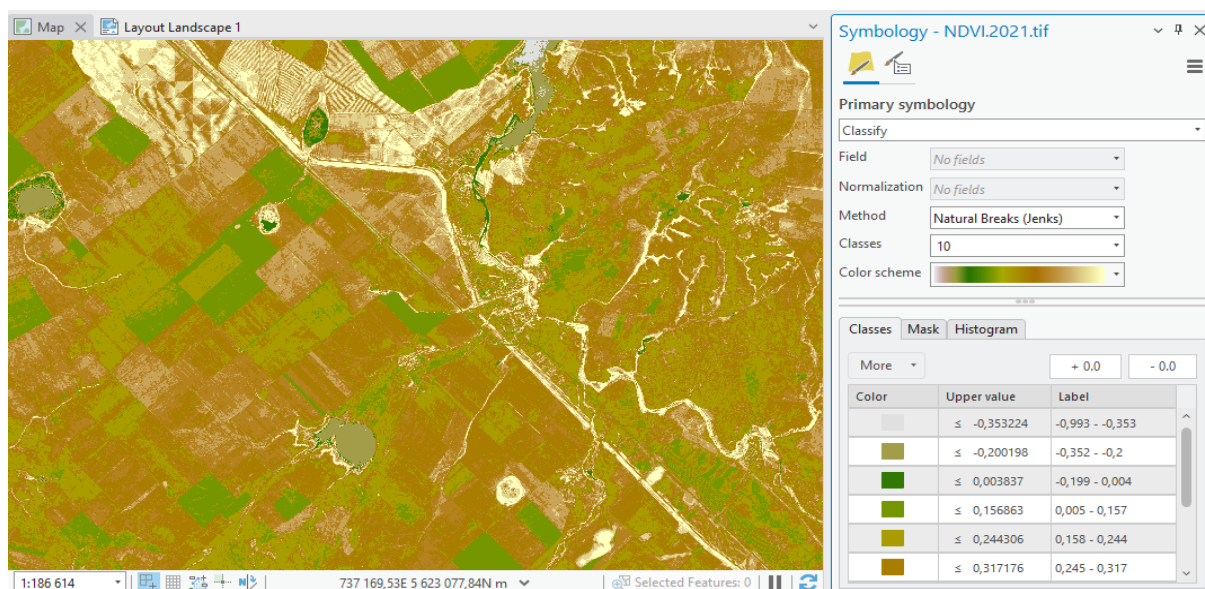


3.6-сурет – Растрлық калькулятор (NDRE индексін есептеу)

4) Нормаланған айырмашылық ылғалдылық индексін есептеу:  $NDMI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$ . 3.7-суретте NDMI индексін есептейтін растрлық калькулятор көрсетілген.



3.7-сурет – Растрлық калькулятор (NDMI индексін есептеу)



3.8-сурет – Қабаттың параметрлері

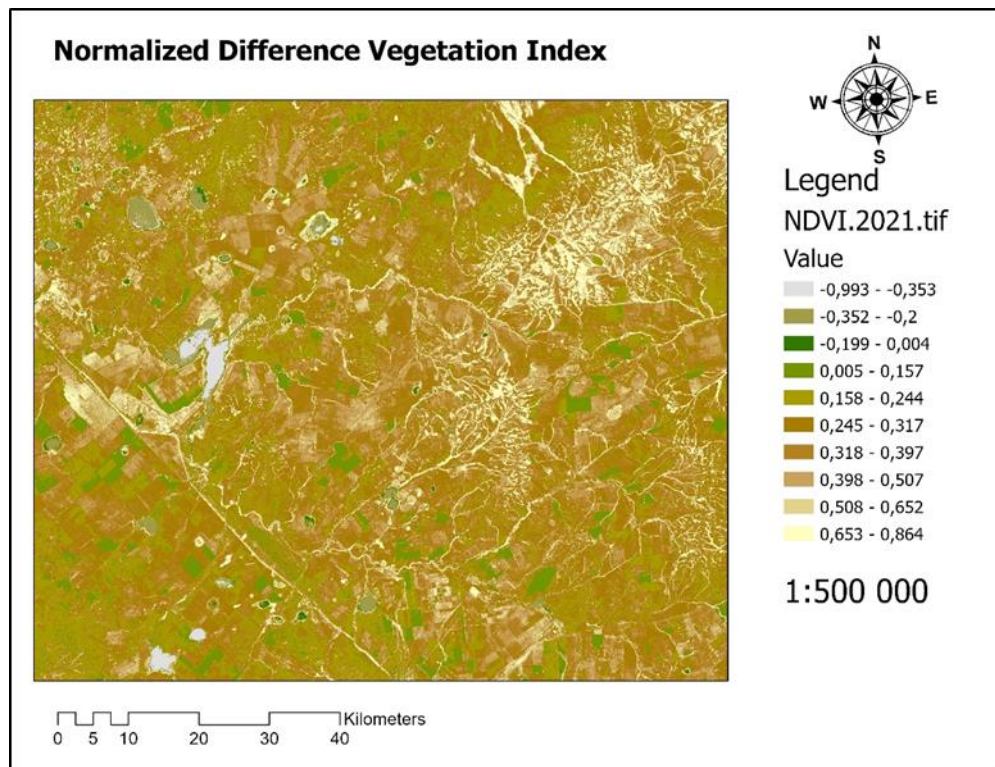
Вегетациялық индексті есептегеннен кейін әр түрлі индекс мәндері бар аймақтарды бөлектеу үшін визуализацияны реттеуге болады. Ол үшін градиенттік түстер палитрасын немесе деректерді топтарға жіктеуді қолдануға болады. Параметрлер мен түс диапазонын реттеу үшін вегетациялық индекс қабатында “Symbology”-ға кіреміз, класстардың қажетті санын, түс гаммасы мен мәндер диапазонын құрамыз. 3.8-суретте қабаттың параметрлері туралы ақпаратты көруге болады. Дәл осылай есептеулерді 2022-2023-ші жылдарға қайталап шығарамыз.

2021, 2022 және 2023-ші жылдардағы көрсетілген қызығушылық аймақтың индекстерді есептеу нәтижелері бар қалған суреттер Б қосымшасында тіркелген.

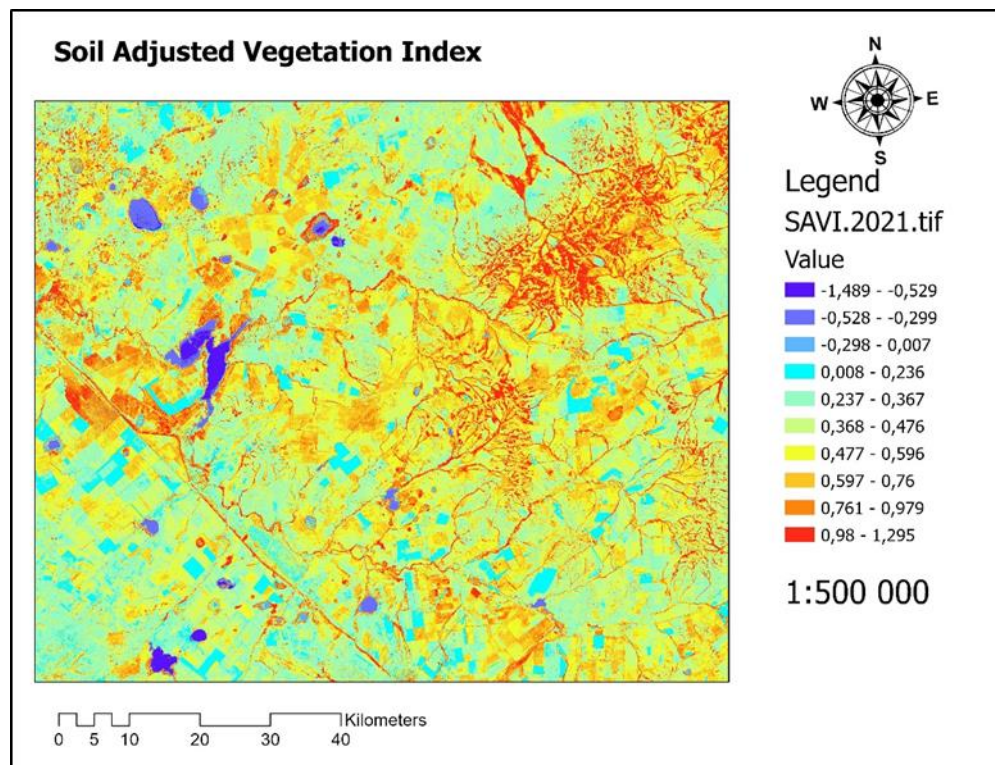
### 3.3 Топырақ құнарлылығының өзгеруін салыстырмалы талдау

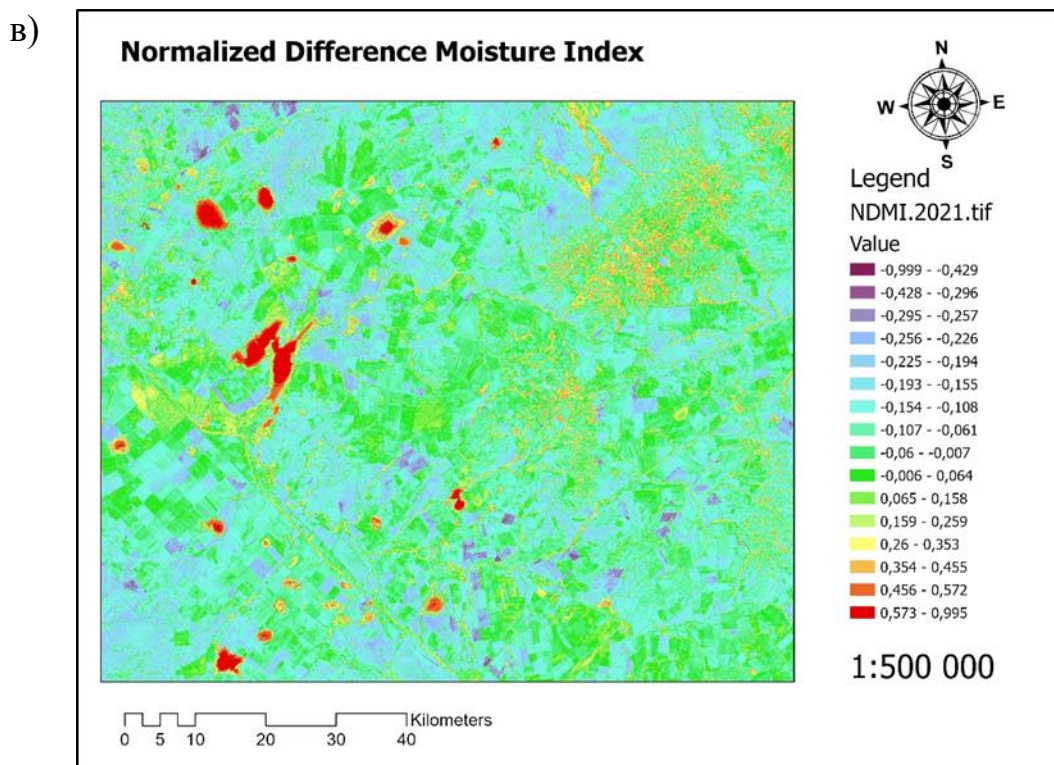
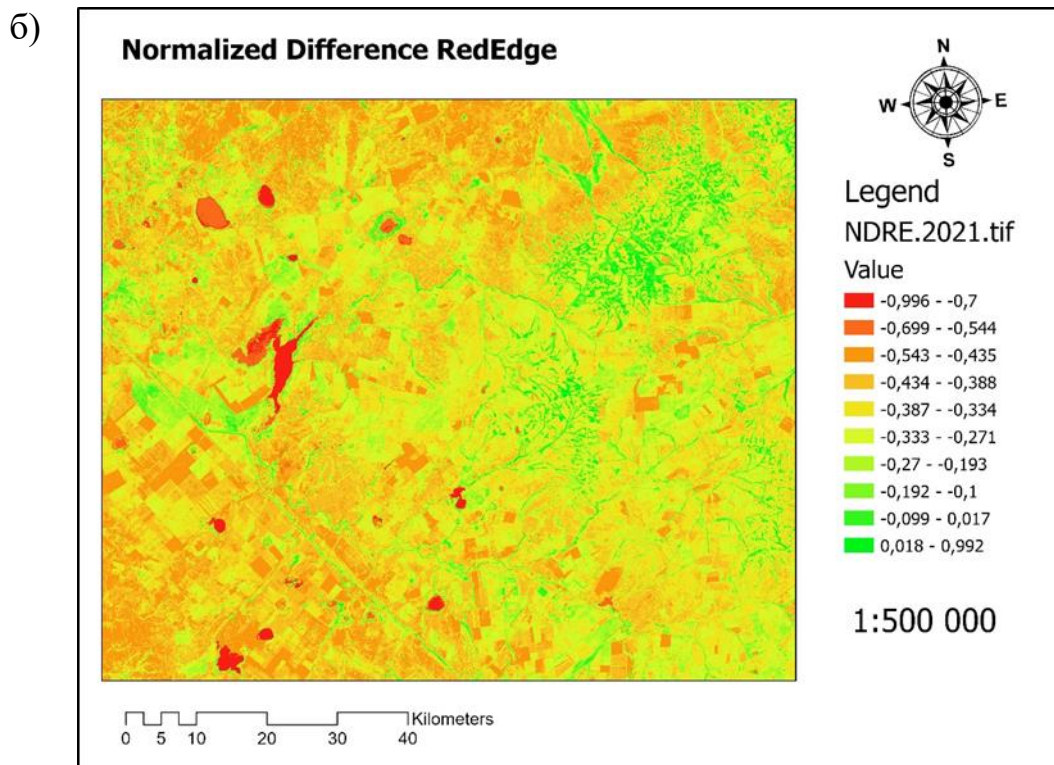
Топырақ құнарлылығының өзгеруін салыстырмалы талдау уақыт өте келе немесе әртүрлі факторларға ұшыраған кезде топырақ құнарлылығының күйінің қалай өзгертетінін бағалауға бағытталған зерттеу болып табылады. Мұндай талдау агротехникалық тәжірибелердің тиімділігін анықтауға, ауылшаруашылық жүйелерінің тұрақтылығын бақылауға, топырақтың деградациясын анықтауға немесе климаттың өзгеруінің ауыл шаруашылығына әсерін бағалауға пайдалы болуы мүмкін. Осы дипломдық жұмыста жерді қашықтықтан зондтау деректері мен ГАЖ технологиясының әдістерін талдау зерттелетін Ақмола облысындағы қызығушылық аймағындағы индекстер есептеу нәтижесі максималды мәндерін анықтауға мүмкіндік берді (3.9-сурет).

a)



ə)





3.9-сурет – Ақмола облысындағы қызығушылық аймағындағы индекстер есептеу нәтижесі, 2021 ж : а) NDVI; ә) SAVI; б) NDRE; в) NDMI

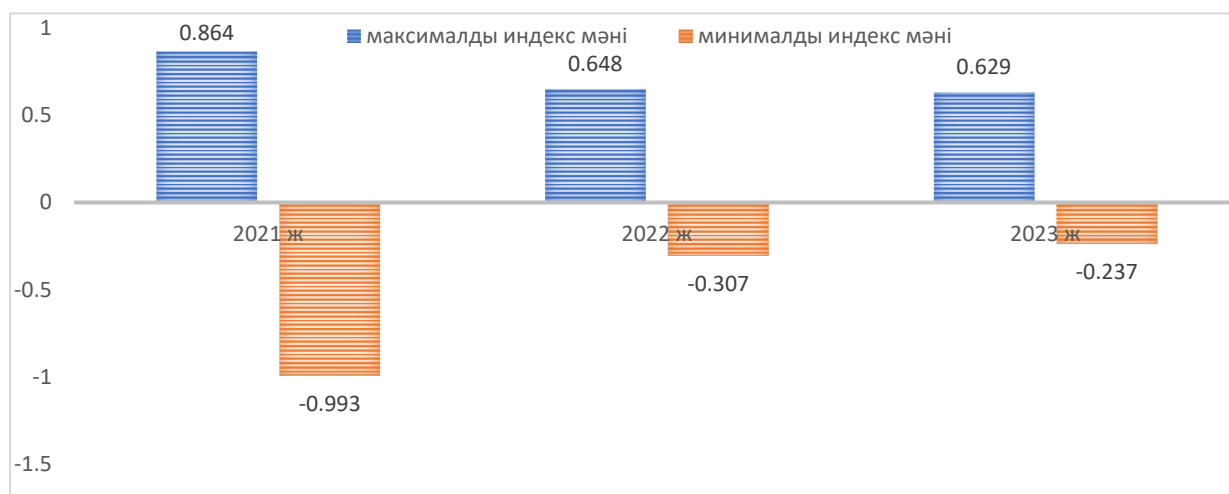
NDVI, SAVI, NDRE және NDMI индекстеріне негізделген топырақ құнарлылығын салыстырмалы талдау келесі нәтижелерді береді:

NDVI жоғары мәндері құнарлы топырақты және өсімдіктердің жақсы өсу жағдайларын көрсетеді. Таңдалған аумақтың (Аршалы ауданының маңы) нәтижелері бойынша 3 жыл ішінде NDVI индексі өсімдік жамылғысының тығыздығы арасындағы айырмашылықты көрсетті. Осы индекстің жылдар арасындағы көрсетілген кезеңдегі ең жоғары мәндері 0,86-дан 0,62-ге дейін ауытқиды. 2021 жылы аумақта максималды көрсеткіш 0,864 болды, бұл тығыз өсімдіктердің болуын көрсетеді. Алайда, 2023 жылға қарай индекс 0,62 максималды мәнін көрсетті. Бұл 3 жыл ішінде өсімдік жамылғысының тығыздығы айтарлықтай төмендегенін көруге болады (3.10-сурет).

SAVI топырақтың минералды құрамы мен ылғалдылығы сияқты қасиеттерін көрсетеді. SAVI жоғары мәндері топырақ құнарлылығының жақсарғанын көрсетеді. SAVI индексінің нәтижелері мәндердің кең ауқымын көрсетті (0,94-тен 1,3-ке дейін). 2021 жылы аумақта максималды мән 1,3, ал минимум -1,5. 2023 жылы максималды мән 0,94 болды, ал минимум -0,35. Осы 3 жыл ішінде топырақ құнарлылығының төмендегенін көруге болады.

Таңдалған аумақтың нәтижелері бойынша 2021 және 2023 жылдар аралығында NDRE индексінің ең жоғары мәндері 0,99-дан 0,33-ке дейін ауытқиды. 2021 жылы аумақта максималды көрсеткіш 0,992 болды, өсімдіктердің денсаулығы жақсы жағдайда болғанын көрсетеді. Алайда, 2023 жылға қарай индекс 0,33 максималды және -0,7 минималды мәндерін көрсетті. Бұл 3 жыл ішінде өсімдік жамылғысының жағдайы айтарлықтай төмендегенін көрсетті.

NDMI жоғары мәндері жақсы ылғал сақтау қабілеті бар құнарлы топырақты көрсетеді. Бұл ауылшаруашылық қызметі үшін топырақтың құнарлылығы мен әлеуетін анықтаудың пайдалы көрсеткіші. NDMI индексінің нәтижелері 3 жыл арасында мәндердің кең ауқымын көрсетті, яғни 1-ден 0,44-ке дейін. 2021 жылы аумақта максималды мән 0,995, ал минимум -0,99. 2023 жылы максималды мән 0,44 болды, ал минимум -0,79. Осы 3 жыл ішінде топырақтың ылғал сақтау қабілетінің төмендегенін көруге болады.



3.10-сурет – 2021 жылдан 2023 жылға дейінгі NDVI индексінің өзгеру диаграммасы



2021 жылдан 2023 жылға дейінгі индекстердің өзгеру диаграммалары В қосымшасында тіркелген.

Осылайша, осы деректер өсімдік жамылғысының сапалық күйінде айтарлықтай болған өзгерістерді көрсетеді. Бұған тығыз және сау өсімдіктердің азаюы және сирек өсімдік жамылғысы бар аудандарды көбейту, сондай-ақ ашық топырақ мандерінің өсуі дәлел бола алады. Бұл тенденция көптеген факторларға байланысты болуы мүмкін, олардың ішінде антропогендік әсерді, белсенді егіншілікті, көбінесе жердің нысаналы мақсатыда пайдаланбау, жердің химиялық заттармен, қалдықтармен және пестицидтермен ластануын және т.б. Топырақ құнарлылығын арттыру топырақ сапасының одан әрі нашарлауын болдырмау және сау өсімдік жамылғысын қалпына келтіру үшін өте маңызды. Маусымдар бойы әртүрлі жер учаскелеріндегі дақылдардың өзгеруі қоректік заттардың тепе-теңдігін сақтауға және топырақтың сарқылуын болдырмауға көмектеседі. Ауыспалы егіс сонымен қатар өсімдік аурулары мен зиянкестердің көбею қаупін азайтады. Құқықтық шаралар мен заңнама топырақты сақтау тәжірибесін қолдануға негіз бола алады. Бұған жерді пайдалану ережелерін енгізу, тұрақты ауыл шаруашылығын қаржыландыру және топырақтың ластануын болдырмау шаралары кіруі мүмкін. Топырақтың жай-күйін үнемі бақылау деградация белгілерін уақтылы анықтауға және қажетті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді. Қашықтықтан зондтау технологиясы мен ГАЖ бұл процеске көмектесе алады. Топырақ құнарлылығын арттыру ауылшаруашылық жүйелерінің өнімділігін, тұрақтылығын және денсаулығын жақсартуға ықпал етеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты орындау барысында ГАЖ технологияларын пайдалана отырып, ауыл шаруашылығы жерлерінің топырақ құнарлылығының жай-күйін мониторингтеу мәселесі қаралды. Зерттеу объектісі Ақмола облысының Ауыл шаруашылығы алқаптары болды, онда өңірдің физикалық-географиялық сипаттамалары, топырақ жамылғысы, ауыл шаруашылығы алқаптарының пайдаланылуы мен жай-күйі қаралды. Алынған нәтижелер Ақмола облысының Аршалы ауданындағы топырақ құнарлылығының жай-күйі мен динамикасы туралы ақпарат береді.

Зерттеу мақсатында бір аумақтың Sentinel 2 спутнигінің суреттері пайдаланылды: Аршалы ауданының аумағында, 2021-2023 жылдары аралығында түсірілген. Ақмола облысының Sentinel-2 аумағының суреттері Copernicus Open Access Hub web-сайтының көмегімен таңдалды. Іріктеу критерийі минималды бұлттылық (бұлтсыз және тұмансыз суреттер таңдалды) және өсімдіктерді бағалау үшін қолайлы белсенді вегетациялық кезең болды. Деректерді өңдеу барысында NDVI, SAVI, NDMI, NDRE индекстерінің мәндері есептелді. Нәтижелер өсімдік жамылғысы мен топырақ күйінің индекстерінің дифференциалды таралу үлгісін көрсетеді. Дифференциалды таралуы табиғи және антропогендік факторлардың жиынтығынан туындауы мүмкін. Табиғи факторларға климат, жер бедері, геология және экожүйелер жатады, ал антропогендік факторларға ауылшаруашылық белсенділігінің қарқындылығы, урбанизация, тыңайтқыштарды қолдану және техногендік әсер ету кіруі мүмкін. 2021 жылғы суреттің өсімдік жамылғысының талдауы мен индекстері 2023 жылғы суреттің нәтижелерімен салыстырғанда жоғары мәндерді көрсетеді.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер вегетациялық индекстерді пайдалану сандық параметрлерді алуға, сондай-ақ болжамды өсімдік жамылғысының күйі мен өзгерістерін жылдам және жан-жақты бағалауға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Нәтижелер маңызды және құнарлылығы төмен ауылшаруашылық учаскелерін басқарудың нақты стратегияларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Тұрақты ауылшаруашылық тәжірибесін қамтамасыз ету және экологиялық қауіпті азайту үшін ГАЖ технологиясы арқылы ауылшаруашылық топырақтарының құнарлылығын бағалау өте маңызды. Топырақ құнарлылығын талдау мен басқарудың кешенді тәсілі өнімділікті арттыруға, топырақ сапасын жақсартуға және қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

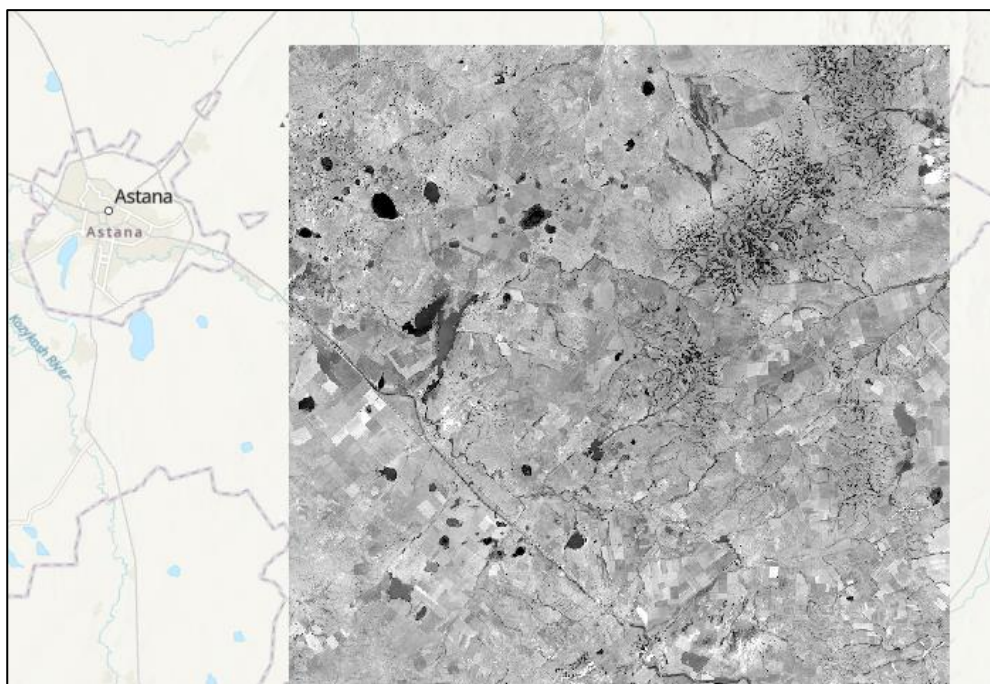
## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т.3. Под редакцией. Медеу. А.Р. 2-е изд. - Алматы, 2010. - С. 366-367. Интернет-ресурс: <https://elib.kaznu.kz/>
- 2 Қазақстан Республикасы Ақмола облысы әкімдігінің ресми сайты. Интернет-ресурс: <https://www.gov.kz/memleket/entities/aqmola>
- 3 Қазақстан Республикасы стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің ұлттық статистика бюросы. Интернет-ресурс: <https://stat.gov.kz/region/akmola/>
- 4 2022 жылға арналған қоршаған ортаның жай-күйі туралы және Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын пайдалану туралы ұлттық баяндама Астана қ. 2023 ж. Интернет-ресурс: <https://ecogofond.kz/kz/>
- 5 Мониторинг земель в Республике Казахстан (состояние и перспективы развития). Под редакцией Оспанова Б.С., Дюсенбекова З.Д. – Астана: ГосНПЦзем, 2001. - 104с. Спектор М. Д. – Оценка использования земельных ресурсов, Астана - 2016 г. - С. 264- 273.
- 6 Ерохина О.Г., Кусаинова М.М., Соколов А.А., Пачикин К.М. Почвы Казахстана. Том 1: Природные условия и ресурсы. Алматы, 2006 г. - С. 316-361.
- 7 Редков В.В., Почвы Целиноградской области. Алма-Ата, 1964 г. - С. 32. Интернет-ресурс: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000806110>
- 8 Қоршаған ортаның жай-күйі туралы ай сайынғы ақпараттық бюллетень. Интернет-ресурс: <https://kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyaniiokruzhayuschey-sredy/2022>
- 9 Программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005-2015 годы: утв. 24 января 2005 года. Интернет-ресурс: [www.unccd.int/ActionProgrammes/kazakhstan-rus2005.pdf](http://www.unccd.int/ActionProgrammes/kazakhstan-rus2005.pdf)
- 10 Чупина И.П., Зарубина Е.В., Симачкова Н.Н., Журавлева Л.А., Фатеева Н.Б., Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения. Проблемы и перспективы совершенствования. Екатеринбург, 2023 г. - С. 17. Интернет-ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-zemel-selskohozyaystvennogo-naznacheniya-problemy-i-perspektivy-sovershenstvovaniya>
- 11 Почвоведение. Акбасов А.Ж., Саинова Г.А., Алматы, 2006 г. - С. 23-30.
- 12 "Natural Resources Conservation Service<sup>14</sup>" ресми сайты. Интернет-ресурс: <https://www.nrcs.usda.gov/>
- 13 С. В. Белим, Д. М. Бречка, Т. А. Горбунова, И.Б. Ларионов, И.В. Шмидт., Интеллектуальная геоинформационная система археологических объектов. Омск, 2016 г. - С. 119-126.
- 14 "Совзонд" геоақпараттық порталы. Интернет-ресурс: <https://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/>

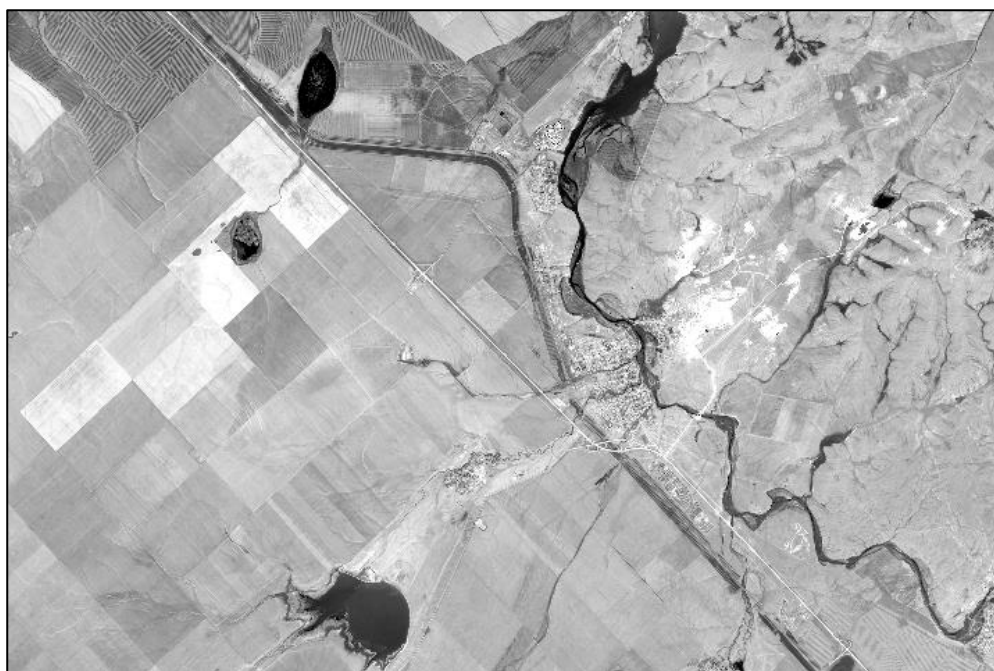
15 Өсімдік индекстерінің негіздері "Hirphen" ресми сайты. Интернет-ресурс: <https://www.hiphen-plant.com/vegetation-index/>

16 "Copernicus Open Access Hub" ресми сайты. Интернет-ресурс: <https://scihub.copernicus.eu/>

## А қосымшасы

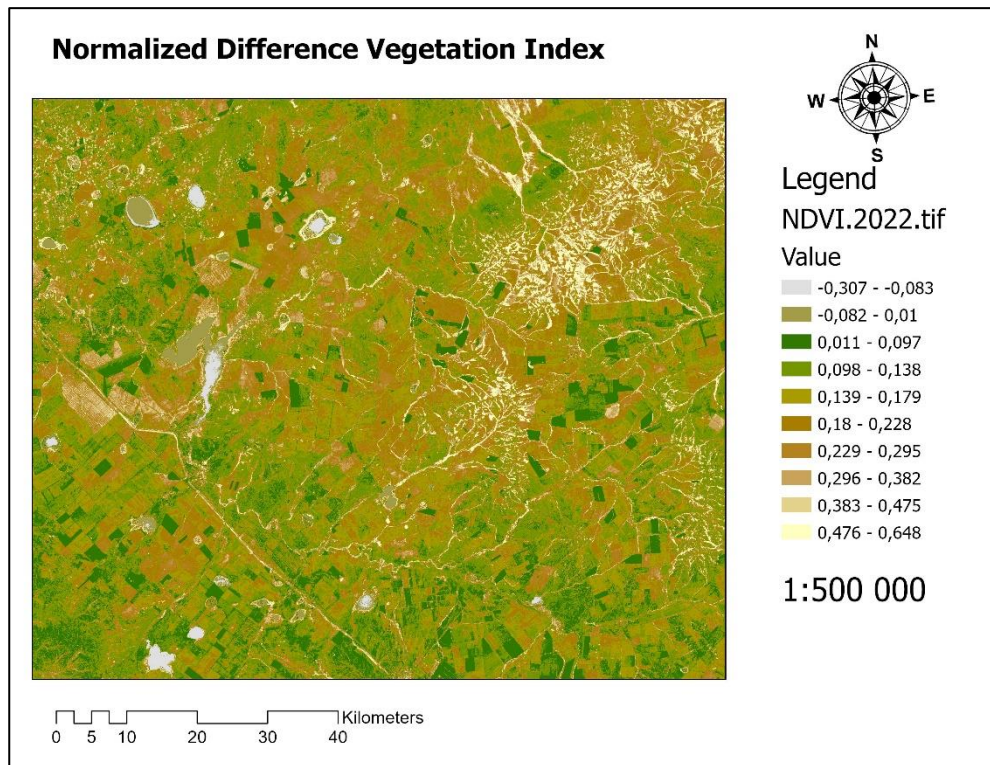


А.1-сурет – Ақмола облысы аумағының суретін шолу

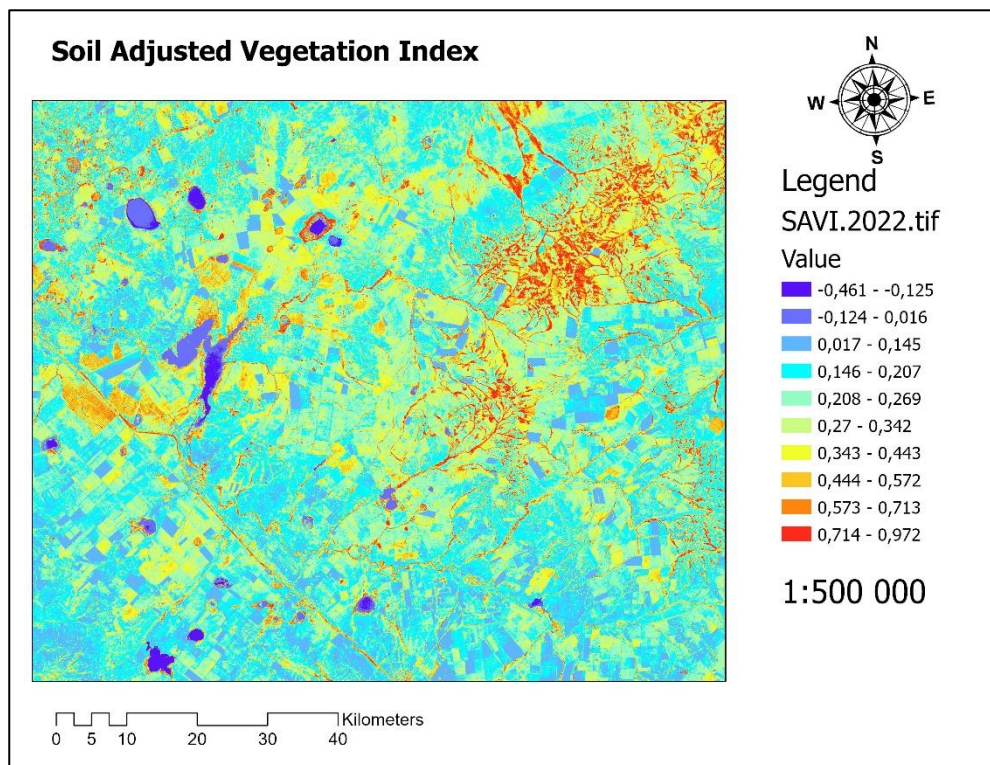


А.2-сурет – Ақмола облысындағы қызығушылық аймағына шолу

## Б қосымшасы

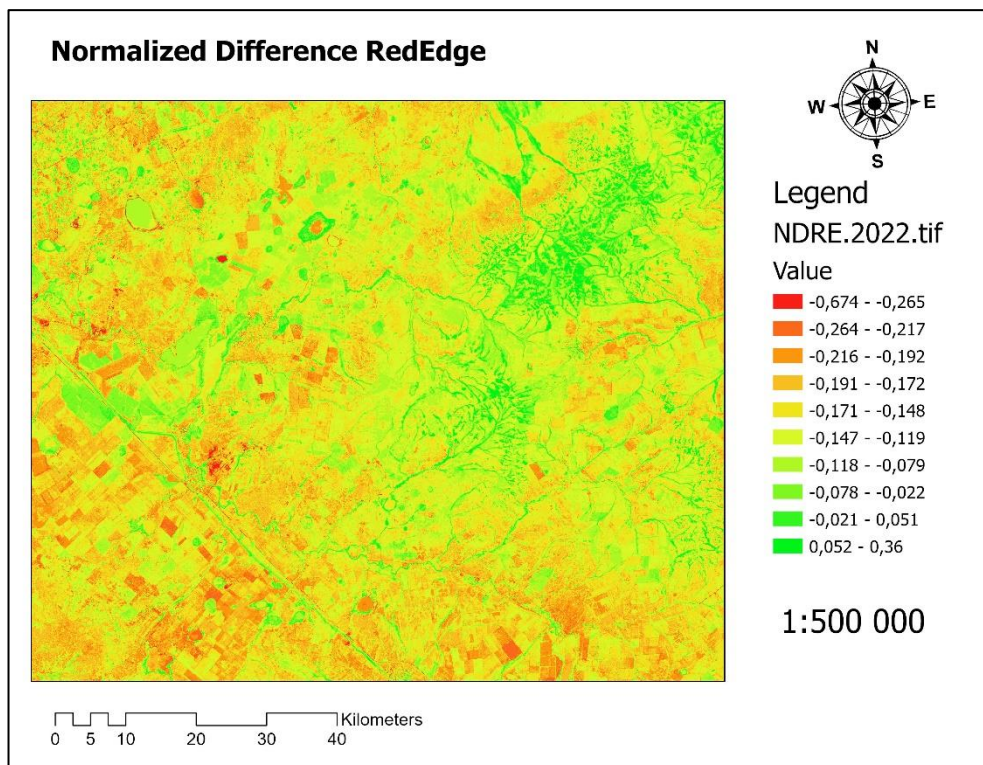


Б.1-сурет – NDVI индексін есептеу нәтижесі, 2022 ж

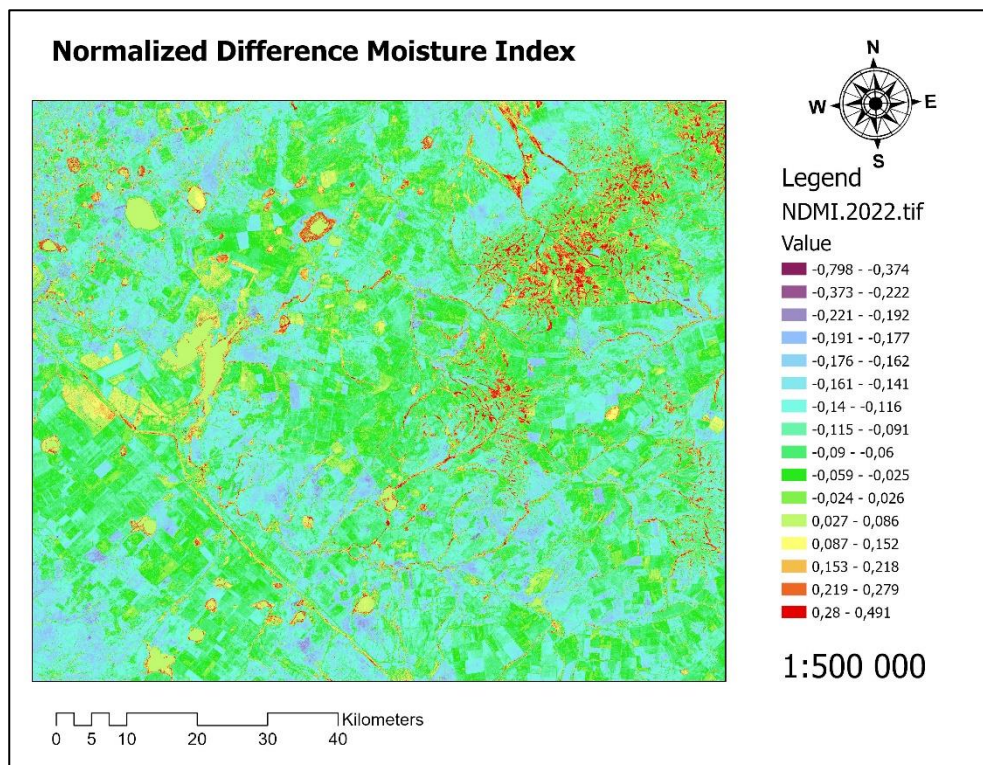


Б.2-сурет – SAVI индексін есептеу нәтижесі, 2022 ж

## Б қосымшасының жалғасы

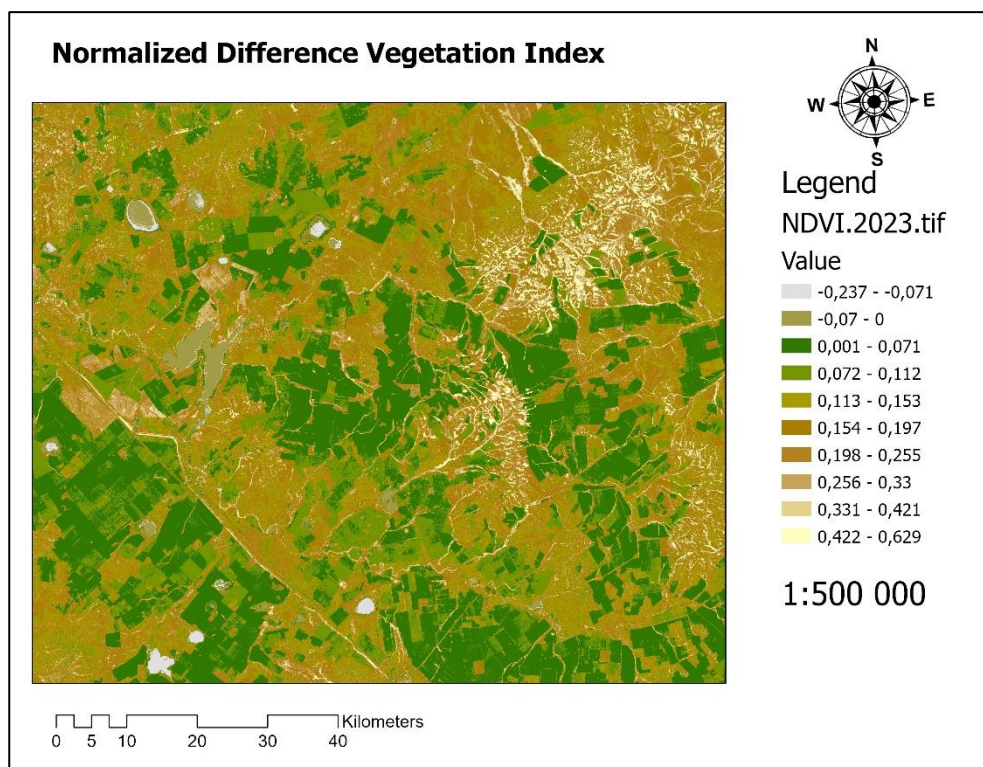


Б.3-сурет – NDRE индексін есептеу нәтижесі, 2022 ж

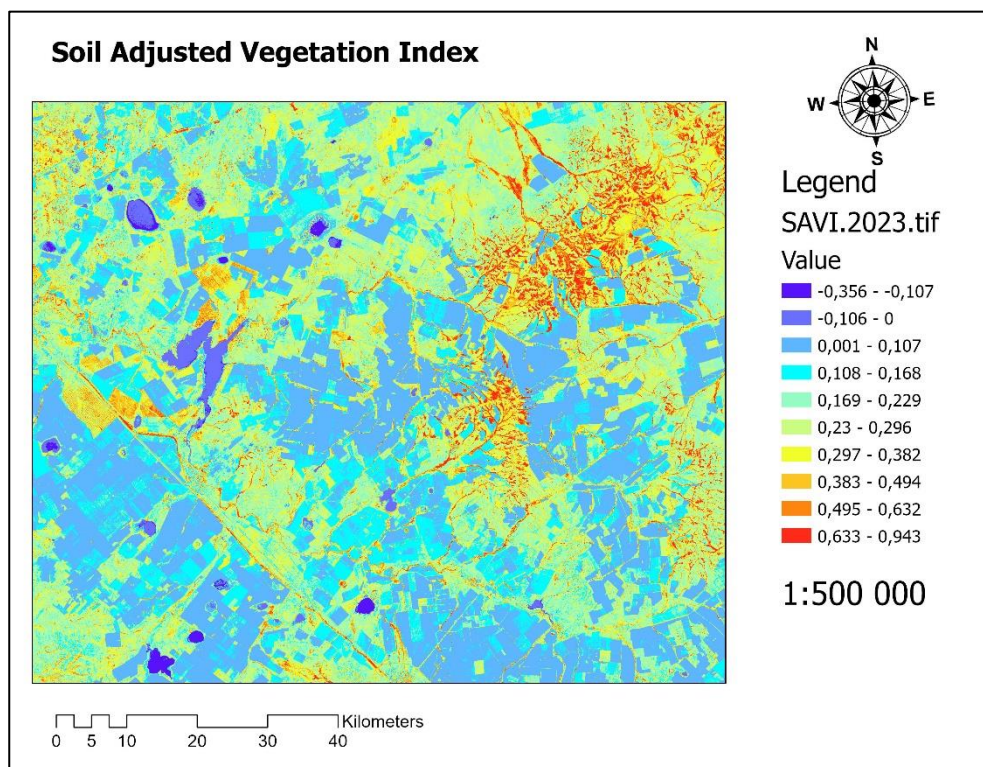


Б.4-сурет – NDMI индексін есептеу нәтижесі, 2022 ж

## Б қосымшасының жалғасы



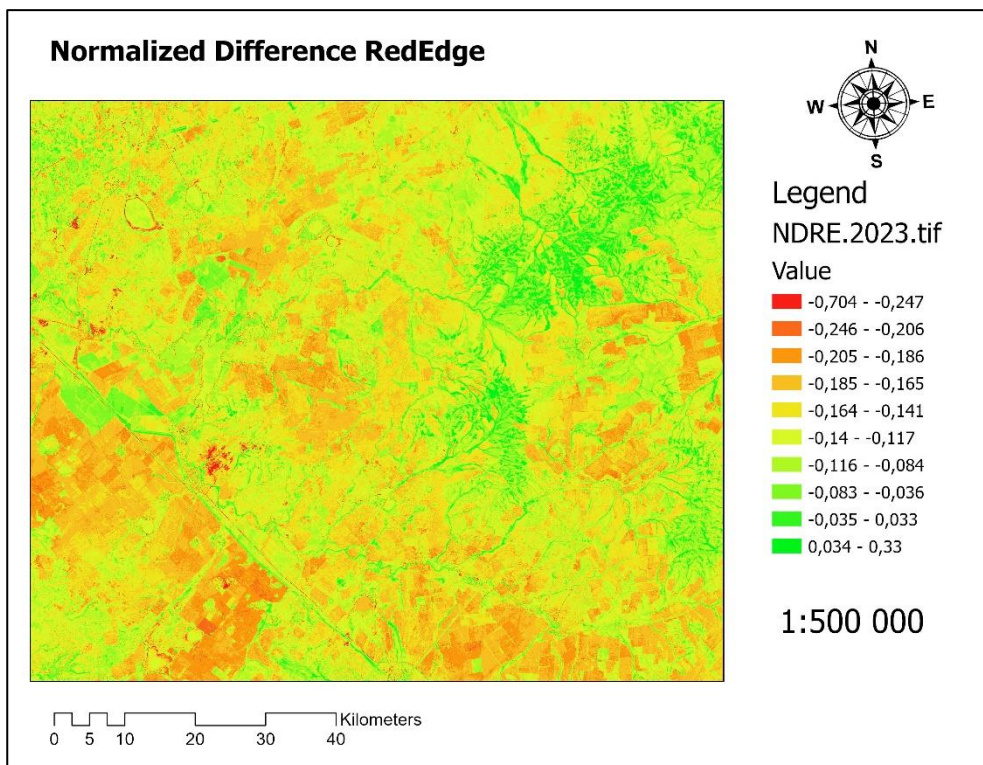
Б.5-сурет – NDVI индексін есептеу нәтижесі, 2023 ж



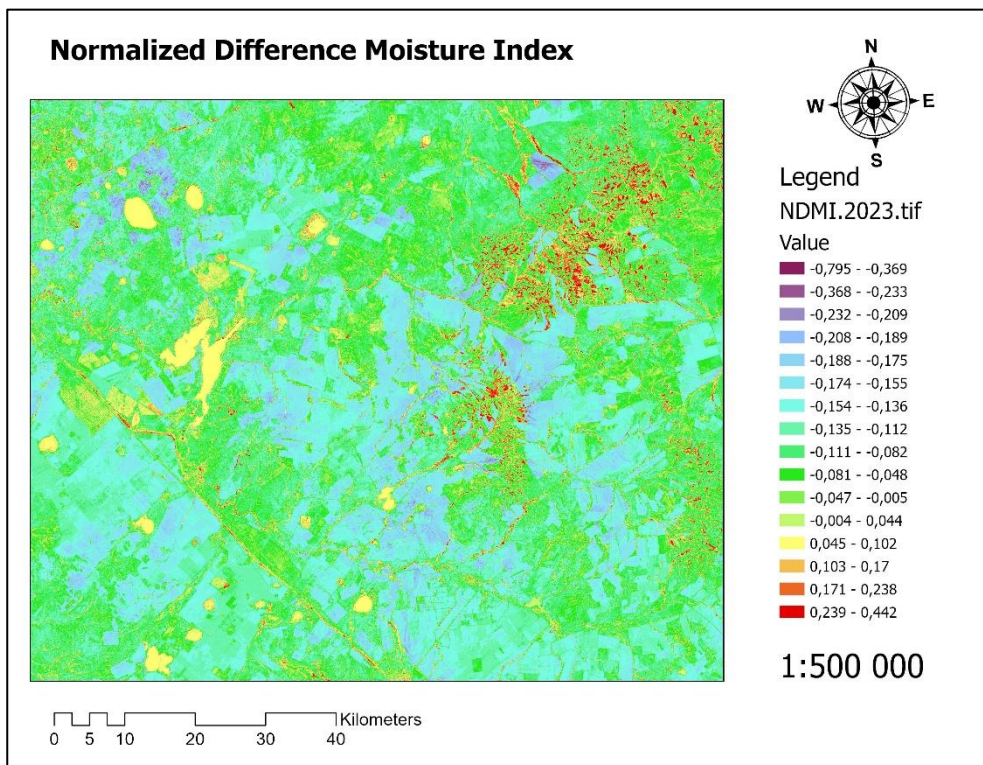
Б.6-сурет – SAVI индексін есептеу нәтижесі, 2023 ж



## Б қосымшасының жалғасы

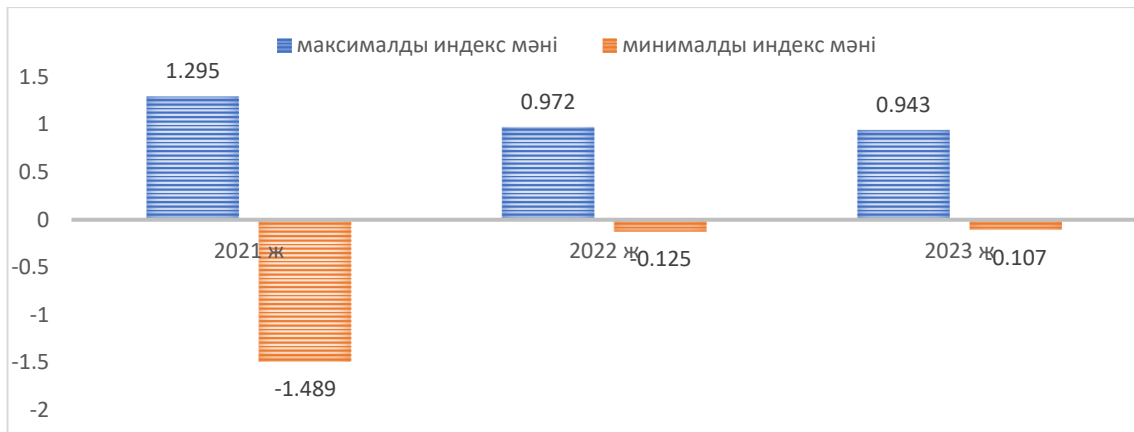


Б.7-сурет – NDRE индексін есептеу нәтижесі, 2023 ж

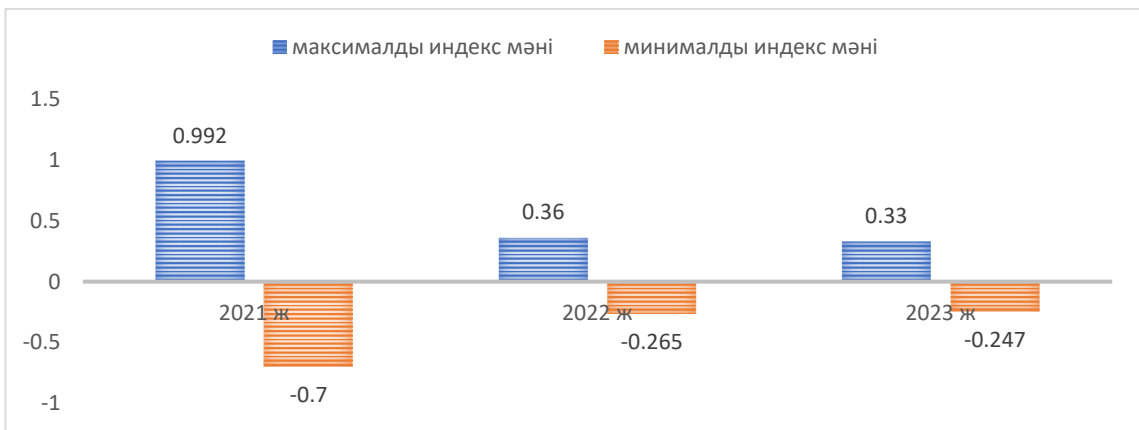


Б.8-сурет – NDMI индексін есептеу нәтижесі, 2023 ж

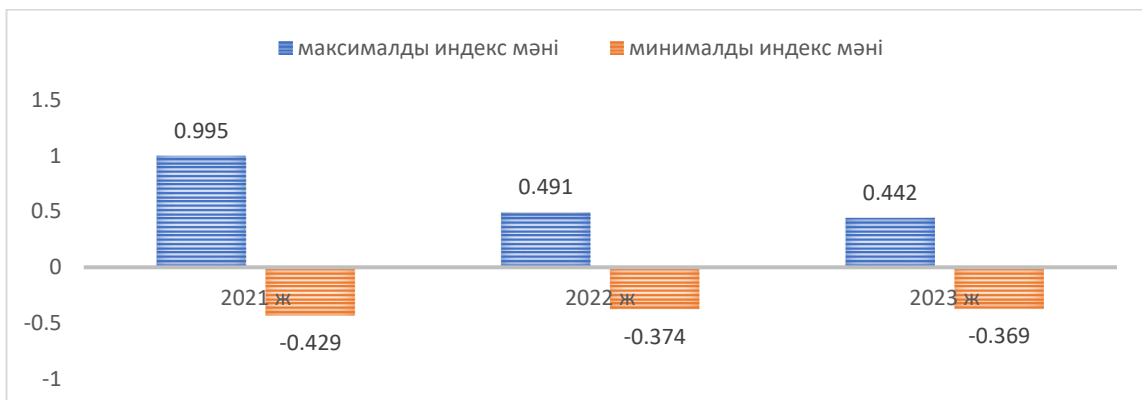
## В қосымшасы



В.1-сурет – 2021 жылдан 2023 жылға дейінгі SAVI индексінің өзгеруі



В.2-сурет – 2021 жылдан 2023 жылға дейінгі NDRE индексінің өзгеруі



В.3-сурет – 2021 жылдан 2023 жылға дейінгі NDMI индексінің өзгеруі

## Протокол

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

Автор: Балапанова Жулдыз

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Балапанова Жулдыз. Дипломдық жұмыс (1)

Научный руководитель: Гулим Шәкиева

Коэффициент Подобия 1: 5.6

Коэффициент Подобия 2: 1.8

Микропробелы: 14

Знаки из других алфавитов: 1

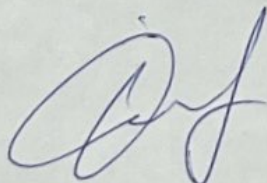
Интервалы: 0

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



Заведующий кафедрой

## Протокол

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

Автор: Балапанова Жулдыз

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Балапанова Жулдыз. Дипломдық жұмыс (1)

Научный руководитель: Гулим Шәкиева

Коэффициент Подобия 1: 5.6

Коэффициент Подобия 2: 1.8

Микропробелы: 14

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.

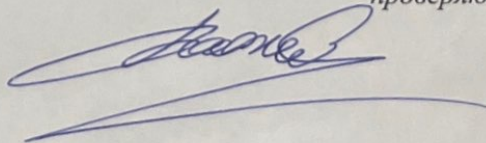
Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

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

*Асанжолдас О.*  
проверяющий эксперт



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС ЖЕТЕКШІСІНІҢ

ШІКІРІ

Балапанова Жулдыз Маратовна

Аты-жөні

6B07304 - «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Тақырыбы: «ГАЗ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлері топырақтарының құнарлығын бағалау»

Дипломдық жұмыста ГАЗ-технологияларын пайдалана отырып, ауыл шаруашылығы жерлерінің топырақ құнарлылығының жай-күйін мониторингтеу мәселесі қаралды. Зерттеу объектісі Ақмола облысының ауыл шаруашылығы алқаптары алынды.

Дипломдық жұмыста ауылшаруашылық жерлерін бақылау әдістері және жерді зерттеуде ғарыштық суреттер қолданылды. Жүргізілген зерттеулер вегетациялық индекстерді пайдалану сандық параметрлерді алуға, сондай-ақ болжамды өсімдік жамылғысының күйі мен өзгерістерін жылдам және жан-жақты бағалауға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Нәтижелер маңызды және құнарлылығы төмен ауылшаруашылық учаскелерін басқарудың нақты стратегияларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Топырақ құнарлылығын талдау мен басқарудың кешенді тәсілі өнімділікті арттыруға, топырақ сапасын жақсартуға және қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыс толықтай тақырыпқа және мемлекеттік стандартқа сәйкес келеді. Дипломдық жұмысты 100% баллға (өте жақсы) бағалаймын және Балапанова Жулдыз Маратовна бакалавр дәрежесіне лайықты деп санаймын және дипломдық жұмысын қорғауға жіберуге ұсынамын.

Ғылыми жетекші

Аға оқытушы

«5» 06 2024ж.



Шакиева Г.С.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ  
**СЫН-ШҚІР**

Дипломдық жұмыс

Балапанова Жулдыз Маратовна  
6B07304 - «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Тақырыбы: «ГАЗ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлері топырақтарының құнарлығын бағалау»

Аяқталды:

А) түсініктеме қағаз 44 парақтан тұрады.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР**

Дипломдық жұмыста ГАЗ-технологияларын пайдалану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлері топырақтарының құнарлық жағдайын зерттеу қарастырылды. Зерттеу объектісі Ақмола облысы Аршалы ауданының ауыл шаруашылығы алқаптары болды. Таңдалған өңірдің физикалық-географиялық сипаттамалары, топырақ жамылғысы, ауыл шаруашылығы алқаптарының пайдаланылуы мен жай-күйі қаралды.

Дипломдық жұмыста ауылшаруашылық жерлерін бақылау әдістері және жерді зерттеуде ғарыштық суреттер қолданылды. Вегетациялық индекстер мен деректерді талдау бағдарламалық құралы да таңдалды. Деректерді өңдеу барысында NDVI, SAVI, NDMI, NDRE индекстерінің мәндері есептелді. Нәтижелер өсімдік жамылғысы мен топырақ күйінің индекстерінің дифференциалды таралу үлгісін көрсетеді.

Жалпы, дипломдық жұмыс ГАЗ-технологияларын қолдана отырып, жердің жай-күйі мен пайдаланылуын бақылау саласында жақсы зерттеу болып табылады. Нәтижелер жұмыс қорытындылары практикалық маңызы бар және дақылдардың өнімділігін арттыру, топырақ сапасын жақсарту және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту үшін пайдаланылуы мүмкін.

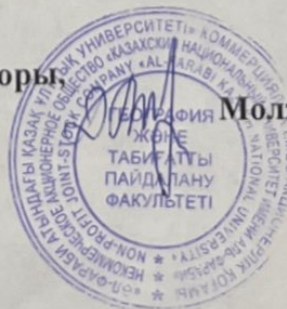
**Жұмысты бағалау**

Дипломдық жұмыс қойылған талаптарға сәйкес толығымен орындалды, қорғауға ұсынылды және "өте жақсы" 98 баллға бағаланады.

**Пікір беруші:**

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ PhD докторы,  
Аға оқытушы

«05» маусым 2024 ж.



Молжигитова Д.К.