

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

О.А.Байқоңыров атындағы Тау - кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Сырғабаева Сая  
Насурла Меруерт

Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу  
процестерінің дамуын зерттеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

О.А.Байқоңыров атындағы Тау - кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Маркшейдерлік іс және геодезия»  
кафедрасының меңгерушісі,  
т.ғ.к., қауымдастырылған профессор  
Мейрамбек Г.  
" 03 " 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан  
топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу»

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Орындаған

Сырғабаева Сая  
Насурла Меруерт

Рецензент  
PhD, аға оқытушы

Е.С. Сарыбаев  
" 03 " 06 2025 ж.



Ғылыми жетекші

PhD, қауымдастырылған профессор  
Имансакипова Б. Б.  
" 03 " 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

О.А.Байқоңыров атындағы Тау - кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6В07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Маркшейдерлік іс және геодезия»  
кафедрасының меңгерушісі,

Т.ғ.к., қауыпдастырылған профессор  
Мейрамбек Г.

2025 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға арналған  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Сырғабоева Сая, Насурла Меруерт

Тақырыбы: «Жерді қашықтықтан зондау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу»

Академиялық істер жөніндегі проректор 2025 жылғы «29» 01 №26-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «13» маусым 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: ЖОО қабырғасынан алған теориялық материалдар мен тәжірибеден өту барысында жинақталған мәліметтер, облыстың географиялық орны, топырағы мен климаттық мәліметтер мен ЖҚЗ суреттері.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- ЖҚЗ деректері негізінде СҚО топырақ тозуының кеңістіктік таралуын анықтау.
- Вегетациялық индекстер арқылы топырақ деградациясы мен өсімдік жамылғысы.
- Топырақ деградациясына әсер ететін табиғи-климаттық және антропогендік факторларды кешенді түрде қарастыру.

Графикалық материалдардың тізімі: Солтүстік Қазақстан облысы картасы жұмыс презентациясы слайдтарда 26 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 11 атаулардан

1 Пашков С. В., Шаяхметова А. С. «Постцелинная дегумификация пахотных почв Северо-Казахстанской области» Журнал: Геополитика и экогеодинамика регионов Год издания: 2020 Том: 6, № 1, стр. 145–156

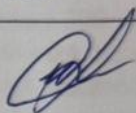
2 Белецкая Н.П. и др. Экологические проблемы СКО. – Петропавловск, 1994. – 55 стр.



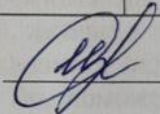
**Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ**

| Бөлімдер атауы, дайындалатын<br>сұрақтардың тізімі | Ғылыми жетекшіге,<br>кеңесшілерге өткізу мерзімі | Ескерту     |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
| Геодезиялық бөлім                                  | 12.05.2025                                       | Ескерту жоқ |
| Арнайы бөлім                                       | 26.05.2025                                       | Ескерту жоқ |

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

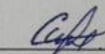
| Бөлімдер атауы    | Ғылыми жетекші, кеңесшілер,<br>(аты, әкесінің аты, тегі<br>(ғылыми дәрежесі, атағы)) | Қол<br>қойылған<br>күні | Қолы                                                                                  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Геодезиялық бөлім | Имансакипова Б. Б.<br>PhD, қауымдастырылған<br>профессор                             | 03.06.2025              |    |
| Арнайы бөлім      | Имансакипова Б. Б.<br>PhD, қауымдастырылған<br>профессор                             | 03.06.2025              |    |
| Норма бақылаушы   | Ормамбекова А. Е.<br>PhD, аға оқытушы                                                | 03.06.2025              |  |

Ғылыми жетекшісі

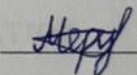


Имансакипова Б. Б.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Сырғабаева Сая



Насурла Меруерт

Күні

« 03 » 02 2025 ж

## АНДАТПА

Солтүстік Қазақстан облысы дала және орманды дала аймағында орналасқан. Аймақтың климаты қатаң континентті, қысы суық, жазы жылы. Жылдық жауын-шашын мөлшері 300–400 мм, бұл буланудан төмен, сондықтан топырақта ылғал тапшылығы бар. Жазық жер бедері мен су айналымының ерекшеліктері топырақ деградациясына әсер етеді. Негізгі мәселе – эрозия. Ауыл шаруашылығының қарқынды дамуы және агротехниканың жеткіліксіздігі топырақ құрылымын бұзып, қарашірінді азайтады. Кейбір суармалы алқаптарда тұздану мен қайталама сортаңдану байқалады. Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) технологиялары топырақ жағдайын бағалаудың тиімді әдісі. Олар кең аумақты қамтып, кез келген уақытта дерек жинауға, топырақтың ылғалдылығы, тұздануы, құрылымы мен органикалық заттарын бағалауға мүмкіндік береді. Біздің зерттеулер ЖҚЗ арқылы қарашірік мөлшерін, эрозия деңгейін және кейбір ластаушы заттарды анықтауға болатынын көрсетті. Бұл Солтүстік Қазақстанның агроэкологиялық жағдайын жақсартуға негіз болады.

## АННОТАЦИЯ

Северо-Казахстанская область находится в степной и лесостепной зонах с резко континентальным климатом: холодной зимой и тёплым летом. Осадков выпадает 300–400 мм в год, что ниже испарения - наблюдается дефицит влаги в почвах. Равнинный рельеф и водообмен способствуют деградации почв. Главная проблема - ветровая эрозия. Интенсивное земледелие и недостаток агротехники ухудшают структуру почвы, уменьшают гумус и плодородие. В орошаемых зонах встречается засоление и вторичное осолонцевание. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) - эффективный способ мониторинга состояния почв. Преимущества: охват больших территорий, данные в любое время, оценка влажности, засоления, структуры и органики. Наши исследования подтвердили возможность оценки гумуса, эрозии и загрязнений с помощью ДЗЗ. Это поможет улучшить агроэкологическую ситуацию региона.

## ANNOTATION

North Kazakhstan lies in steppe and forest-steppe zones with a sharply continental climate: cold winters and warm summers. Annual precipitation is 300–400 mm, lower than evaporation, causing soil moisture deficit. Flat terrain and hydrological conditions lead to soil degradation. The main issue is wind erosion. Intensive farming and limited agronomic practices reduce humus and soil fertility. In irrigated areas, salinization and secondary salinity occur. Remote Sensing (RS) technologies offer effective soil condition monitoring. Key benefits include wide area coverage, data availability regardless of weather, and assessment of moisture, salinity, structure, and organic matter. Our studies show RS can estimate humus content, erosion level, and some pollutants. These findings support agroecological improvement and land fertility preservation in the region.

## МАЗМҰНЫ

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Кіріспе                                                                                                                        | 7  |
| 1 Зерттеу объектісі жайлы жалпы мәліметтер                                                                                     | 8  |
| 1.1 Солтүстік Қазақстан облысының физика-географиялық жағдайы                                                                  | 8  |
| 1.2 Топырақтың таралуы және тозуына әсер ететін факторлар                                                                      | 13 |
| 2 Жерді қашықтықтан зондтау әдестемелері                                                                                       | 19 |
| 2.1 Қазіргі картографияны зертеудегі жер қашықтықтан зондтаудың рөлі                                                           | 19 |
| 2.2 Sentinel-2 спутниктік суреттерін алу алгоритмі және каналдарды қосу                                                        | 20 |
| 2.3 Landsat-8 жер серігі суреттерін жүктеу үдерісі және арналарды біріктіру әдісі                                              | 23 |
| 3 Жерді қашықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан облысы топырағының деградациясын зерттеу                      | 30 |
| 3.1 Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарын өсімдік жамылғысының жағдайын NDVI және NDMI индексі арқылы ылғалдылықты бағалау | 30 |
| 3.2 NDVI, NDMI, SAVI, NDWI, RDI, GNDVI индексін есептеу және 10 жылдық өзгеру динамикасы                                       | 37 |
| 3.3 Топырақтың тозуын алдын алу ұсыныстары                                                                                     | 53 |
| Қорытынды                                                                                                                      | 57 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі                                                                                                | 58 |

## **КІРІСПЕ**

**Тақырыптың өзектілігі.** Тұзды топырақтар барлық континенттерде, барлық табиғи аймақтарда дамыған, дала, жартылай шөлейт мен шөлді аймақтарында өте басым болып келеді. Қазақстан аумағында сортаңданған топырақтың ауданы 110 млн гектардан астам немесе бүкіл аумақтың 41% құрайды. Солтүстік Қазақстан – еліміздегі астықты аймақтарының бірі. Бірақ соңғы жылдары бұл өңірде топырақ тозуы, эрозия және ылғал тапшылығы сынды экологиялық мәселелер туындауда. Бұл өзгерістер ауыл шаруашылығы өнімділігіне теріс әсер етіп, топырақ ресурстарының сарқылуына әкелуі мүмкін. Солтүстік Қазақстан облысында топырақтың өндірістік құндылығы мен құнарлылығы жердің ауыл шаруашылығында қарқынды пайдаланылуы нәтижесінде төмендейді. Аймақтағы басты экологиялық мәселелердің бірі – топырақтың деградациясы, оның ішінде эрозия, құрылымдық бұзылу және органикалық заттардың азаюы. Бұл процестер ауыл шаруашылығына кері әсерін тигізіп, жердің өнімділігін төмендетеді. Сондықтан топырақтың жағдайын үздіксіз бақылау мен өзгерістерді уақтылы анықтау маңызды.

Бұл мәселені шешудің тиімді жолдарының бірі – Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) технологияларын қолдану. Ғарыштық мониторинг арқылы топырақтың деградациясын бақылаудың теориялық және әдістемелік негіздерін қалыптастыру, өңірдің табиғи-экономикалық ерекшеліктерін ескере отырып, оның құнарлылығын сақтау шараларын анықтау қажеттілігі туындайды.

**Жұмыстың мақсаты.** Солтүстік Қазақстан облысына қарасты аудандардың топырақтарының деградациясын спектрлік шағылыстыру қабілеті негізінде зерттеу.

**Зерттеу нысаны** Солтүстік Қазақстан облысы, Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандары.

### **Зерттеу әдістері**

Аумақтың топырақ тозу деңгейін зерттеп, өзгерістерін анықтау және қалпына келтіру бағытында ұсыныстар жасау.

Ғылыми зерттеулердің негізгі нәтижелері (ғылыми, практикалық)

Солтүстік Қазақстан облысы топырақ деградациясының жылдар бойы өзгерісі анықталды: Тимирязов және Мағжан Жұмабаев аудандарының 10 жылдық өзерісі көрсетілді, NDVI өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі, NDWI су айырмашылығы өзгерісінің модификацияланған индексі, NDMI нормаланған дифференциалды ылғалдандыруды анықтау индексі, SAVI топырақтың әсерін ескеретін өсімдіктер индексі, RDI өсімдіктердегі биомассасын анықтайтын индексі, GNDVI өсімдіктердегі хлорофил деңгейін дәлірек өлшеуге көмектесетін индекстері есептелінді.

## 1 Зерттеу объектісі жайлы жалпы мәліметтер

### 1.1 Солтүстік Қазақстан облысының физика-географиялық жағдайы

Солтүстік Қазақстан облысы геологиялық тұрғыдан Батыс Сібір плитасының оңтүстік шеті мен Қазақ қалқанының (Сарыарқа) солтүстік шекарасында орналасқан.

- Архей және протерозой жыныстары (2,5–1 млрд жыл) – облыстың оңтүстік бөлігінде кездесетін ежелгі кристалды іргетас.

-Палеозой дәуірі (541–252 млн жыл) – бұл кезеңде Сарыарқа аймағы қарқынды тектоникалық қозғалыстарға ұшырап, граниттер, базальттар және басқа магмалық жыныстар түзілді.

-Мезозой және кайнозой дәуірі – облыстың солтүстігінде теңіздік және континенттік шөгінділердің жиналуымен сипатталады (кұм, саз, мергель кабаттары).

Аймақтағы негізгі геологиялық құрылымдар:

-Қазақ қатпарлы өлкесінің шеткі бөлігі – қатпарлы-жақпарлы құрылым, құрамында кристалды жыныстар бар.

-Батыс Сібір плитасының шөгінді бассейні – салыстырмалы түрде жас және қалың шөгінді жыныстардан тұрады (кайнозойдың құмды-сазды шөгінділері).

Солтүстік Қазақстан облысы 1936 жылы құрылған. Облыс орталығы Петропавл қаласы, 1752 жылы негізі қаланған, қазіргі уақытта облыс халқының саны 522,2 мың адамды құрайды. (2025жылғы 1қаңтардағы деректер бойынша)

Жер көлемі 98 мың км<sup>2</sup>, республика аумағындағы үлес салмағы 3,6%-ды құрайды.

Табиғат жағдайы. Солтүстік Қазақстан Солтүстік қазақ жазығының оңтүстігінде және Қазақтың ұсақ шоқылы аймақты алып жатқан орманды дала және дала зоналарында орналасқан. Жер бедері адырлы, қырқалы жазық болып келеді. Көптеген қырқа мен адырларының биіктігі 120-200 м. Бұл аймақ Есіл жазықтығы мен оңтүстік Көкшетау қыраттарын алып жатыр. Негізгі таулы қыраттары Жақсы Жалғызтау (731 м), Имантау (661 м), Айыртау (523 м).

Климаты шұғыл континенталды, қысы қатаң және ұзақ (5 ай). Қаңтардың орташа температурасы -18-19°C. Салыстырмалы түрде жазы ыстық, шілденің орташа температурасы +18,5+19,5°C. Жылдық жауын-шашын мөлшері 300-350 мм. Өзендері Обь бассейніне карайды. Ірі өзендері: Есіл, Иманбұрлық, Аққанбұрлық. Көлдерінен тұщы көлдер көп. Олар: Шағалалытеңіз, Теке, Сілетітеңіз, Үлкен Қараой, Кіші Қараой, Айдабол.

Топырағы кара топырақ. Өсімдіктері: әр түрлі шалғынды, шөптесін дала өсімдіктерімен бірге солтүстігінде шоқ-шоқ қайыңды ормандар, қайыңды-қылқан жапырақты ормандар алқабы Боровское, Арықбалық аймақтың оңтүстігін камтиды. Жануарлары: қарақұйрық, қарсақ, түлкі, қабан, аю, кірпі, құстардан: құр, тоқылдақ, тиін, аққұр, қыран, қарақұс т.б. тараған.



Табиғи қорлары. Облыста пайдалы қазбалардың барлық түрлері анықталған. Жалпы 286 кен орны барланған. Облыс аумағында минералды шикізаттың біршама қорлары анықталған, олар Қазақстан Республикасының балансында: калайы бойынша-65%, цирконий-36,6%, уран-19%, титан-5%, вольфрам 1,1%-ды құрайды. Сонымен қатар алтын, күміс, алмаз, титанның түсті және жиі кездесетін металдардың кен орындары бар.

#### Ландшафттық ерекшелігі

Солтүстік Қазақстан облысының ландшафттық ерекшеліктері оның географиялық орналасуына және табиғи-климаттық жағдайларына байланысты қалыптасқан. Облыстың жер бедері негізінен жазық, аздап толқынды болып келеді және Батыс Сібір жазығының оңтүстік шетінде 1 - кестеге сәйкес орналасқан.

#### Негізгі ландшафттық ерекшеліктері:

1. Жазық және ойпатты жер бедері
  - Облыстың жер бедері көбінесе тегіс, аздап төбелі жазықтардан тұрады.
  - Биіктігі шамамен 120–250 метр аралығында өзгереді.
  - Оңтүстігінде біртіндеп Қазақтың ұсақ шоқыларына ұласады.
2. Дала және орманды дала аймағы
  - Солтүстік бөлігінде орманды дала ландшафты басым, мұнда қайыңды-теректі шағын ормандар кездеседі.
  - Оңтүстікке қарай дала белдеуі орналасқан, онда негізінен шөптесін өсімдіктер өседі.
3. Гидрографиялық ерекшеліктері
  - Өзен жүйесі сирек, ең ірі өзен – Есіл (оның салалары: Аққанбурлық, Шағалалы және т.б.).
  - Көлдер көп (Солтүстік Қазақстанда 1000-нан астам көл бар), олардың ішінде ең ірілері: Шағалалытеңіз, Теке, Сілетітеңіз, Меңгесер және т.б.
  - Көлдердің көпшілігі тұщы, бірақ кейбіреулері тұзды.
4. Топырақ жамылғысы
  - Солтүстік бөлігінде қара топырақ басым, ол ауыл шаруашылығына қолайлы.
  - Оңтүстікке қарай кәдімгі қара топырақ пен қоңыр топырақтар кездеседі, бұл жерлерде құрғақшылық байқалады.
  - Кейбір жерлерде тұзданған және сортаңданған топырақтар бар.
5. Эрозиялық процестер және топырақтың тозуы
  - Жел эрозиясы (дефляция) өңірдегі басты мәселелердің бірі, әсіресе жыртылған жерлерде топырақ тез тозады.
  - Су эрозиясы аз байқалады, бірақ өзен-көл маңында шағын бедерлі өзгерістер орын алады.

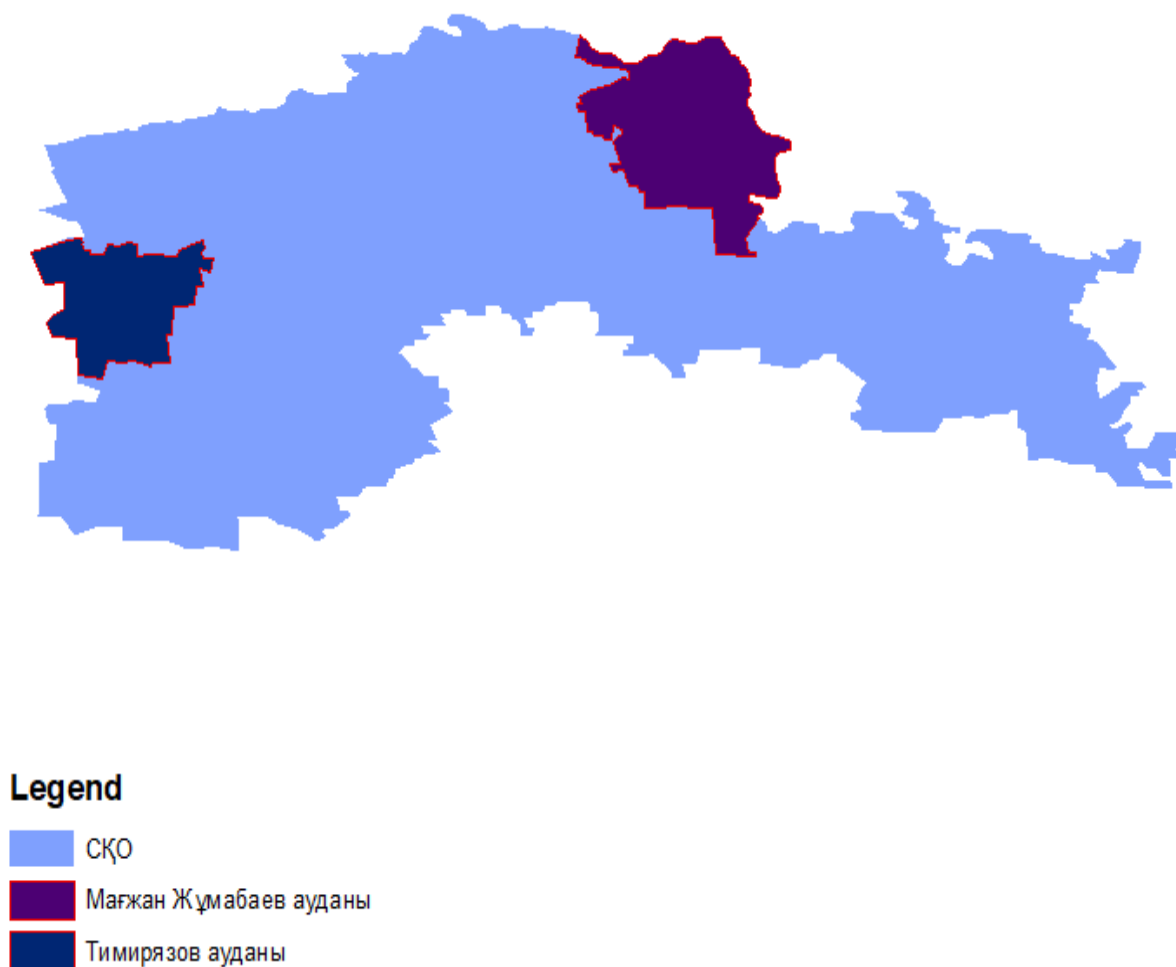
Солтүстік Қазақстан облысы негізінен жазық дала және орманды дала ландшафтымен ерекшеленеді. Табиғи жағдайлар ауыл шаруашылығы үшін қолайлы болғанымен, топырақтың жел эрозиясы, тұздануы және деградациясы үлкен экологиялық мәселелердің бірі болып отыр.

Кесте 1 – Солтүстік Қазақстан облысының ландшафттық ерекшеліктері

| Саты     | Кіші саты    | Түрі                  | Тип түрі             | Тегі                   | Көрінісі                                              |
|----------|--------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| Жазықтар | Орманды дала | Аллювиалды            | Жазық толқынды төмен | Қара топырақты         | Шалғынды-далалық өсімдіктері бар қара топырақты жазық |
|          | Дала         | Аллювиалды            | Жазық толқынды төмен | Кәдімгі қара топырақты | Боз, бетеге, селеу өсімдіктері басым жазық            |
|          | Құрғақ дала  | Террассалы аллювиалды | Жазық толқынды төмен | Қоңыр топырақты        | Құрғақшылыққа бейім жусан-бетегелі өсімдіктер         |
| Қыраттар | Дала         | Денудациялық          | Жазық толқынды орта  | Ашық қара топырақты    | Өсімдік жамылғысы сирек бозды дала                    |
|          | Құрғақ дала  | Денудациялық          | Жазық толқынды биік  | Қоңыр топырақты        | Сирек өсімдікті, жусанды дала                         |
| Тауалды  | Дала         | Жартылай денудациялық | Жазық толқынды орта  | Ашық қара топырақты    | Беткейлерде әртүрлі шөпті дала                        |
|          | Құрғақ дала  | Жартылай денудациялық | Жазық толқынды биік  | Қара топырақты         | Жусанды-бетегелі өсімдіктер                           |
|          | Орманды дала | Жартылай денудациялық | Жазық толқынды төмен | Қара топырақты         | Орманды-бұталы аймақ                                  |

Солтүстік Қазақстан облысы қазақ жерінің ұсақ шоқылы жерлерін алып жатқан, Қазақстан Республикасының солтүстік аймағында орналасқан 1-суретке сәйкес жер бөлігі. Жер аумағы орманды дала және дала зоналарында жатыр. Жалпы жер аумағы 98 мың км<sup>2</sup>, республика бойынша үлес аумағы 3,6 %-ды құрайды. Солтүстік Қазақстан облысы климатты шұғыл континентті, қысқы жіне жазғы мезгіл кезіндегі температура үлкен амплитудасымен белгілі. Облыс жалпы жазықтығы бірқатар аумақтарда тараған және соның әсерінен еркін меридиандық және ендік ауа алмасуы жиі байқалады. Жазықтық сонымен қатар

облыс аумағының үздіксіз экономикалық дамуына ықпал етеді. Облыстың климатына байланысты аудандарды үш агроклиматтық белдеуге бөлеміз.



1-сурет – Солтүстік Қазақстан облысы картасы

1. Орманды дала типтік ландшафттары мен Көкшетау таулы аумағы. Аумақ аздап ылғалды және орташа жылы. (гидротермиялық коэффициентінің (ГТК) мәні 1,0-1,1-ге тең.)

2. Дала типтік бөлігі, құрғақ, орташа жылы. 1,0ден

3. Есіл өзенінің аңғары, облыстың шығыс және батыс бөліктері сонымен қатар оңтүстік аймағы. Құрғақ, орташа жылы. Ол 0,9-дан 0,7-ге дейін өзгереді.

Жалпы облыстың солтүстіктен-оңтүстікке дейінгі шеткі нүктелерінің қашықтығы 375км, ал батыстан-шығысқа қарай қашықтық 602км. Сонымен қатар облыста аласа жалдар, рельефте көптеген көл ойпаттары, үйінділер бар.

Мағжан Жұмабаев ауданы – Солтүстік Қазақстан облысының солтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан әкімшілік-аумақтық құрылым. 1928 жылы құрылған. Жалпы жер көлемі шамамен 7,8 мың шаршы шақырымды құрайды. 2000 жылы бұрынғы Булаев ауданына қазіргі атауы – Мағжан Жұмабаев ауданы берілді. Аудан орталығы – 1893 жылы негізі қаланған Булаев қаласы.

## Географиялық орналасуы мен жер бедері

Ауданның солтүстігі мен шығысы Ресей Федерациясының Омбы және Түмен облыстарымен шекаралас. Батыс жағында Аққайың мен Қызылжар аудандары орналасса, оңтүстігінде Тайынша және Ақжар аудандарымен шектеседі. Географиялық жағынан қарастырғанда, ауданның солтүстігі орманды дала зонасына жатады, ал оңтүстігінде кішігірім көл қазаншұңқырлары жиі кездеседі.

Климаттық жағдайы, топырақ түрлері, өсімдіктер мен жануарлар дүниесі

Аудан климаты – тым континенттік сипатта. Қаңтар айындағы орташа температура – минус 18–19°C, ал шілде айында +18–19°C шамасында болады. Жылдық жауын-шашын мөлшері 300–350 мм аралығында. Топырақ жамылғысы негізінен карбонатты қара топырақ, шалғынды-қара және орманды топырақтардан, сондай-ақ сортаң топырақтардан тұрады. Өсімдік жамылғысында боз, бетеге, селеу, сәбізшөп, жусан, бидайық секілді өсімдіктер басым. Орманды аймақтарда қайың, терек және сібір үйеңкісі өседі. Бұталы өсімдіктерден итмұрын, жабайы шие, шаттауық және тал кең таралған. Ауданда сирек кездесетін өсімдіктер қатарына шүйіншөп, ашық және сарғыш құндызшөптер, шайқурай, альпі астрасы, бетеге мен шолпанкебіс жатады.

## Су ресурстары

Ауданда көптеген шағын көлдер орналасқан. Ірі көлдерге Келтесор, Майбалық, сондай-ақ Қамыстысай өзені аңғарында жатқан Половинное, Соленое, Қамысты, Медвежье және Баранье көлдері жатады. Бұл су айдындарының көбісінің суы ащы немесе тұзды болып келеді.

Экономикалық құрылымында агроөнеркәсіп кешенінің үлесі шамамен 41%-ды құрайды. Жалпы ішкі өнімнің (ЖІӨ) ішінде бұл саланың үлесі – 12%, ал мал шаруашылығы өнімдерінің жалпы ауыл шаруашылығы өніміндегі салмағы – 30% шамасында [1].

Сонымен қатар, М. Жұмабаев ауданы – Қазақстандағы ең көп жыртылған жерлер орналасқан өңірлердің бірі. Бұл аудандағы егістік жерлер барлық ауыл шаруашылығы алқаптарының шамамен төрттен бірін алады. Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің игерілу деңгейі шегіне жеткен. Алайда, аудан Қазақстан аумағының небәрі 3%-ын ғана алып жатыр. Дегенмен, бұл аймақты дамытуға едәуір қаражат салынды, нәтижесінде тарихи тұрғыдан алғанда қысқа мерзім ішінде аудан еліміздің жетекші астық өндіру аймақтарының біріне айналды. Мұнда, әсіресе, қатты сұрыпты бидай түрлерін өсіру жақсы дамыған.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жалпы көлемі 1833 гектарды құрайды. Оның ішінде 151 гектары – егістік, 1593 гектары – жайылым, 79 гектар – көкөніс алқаптары, ал 10 гектары – көпжылдық екпелер.

Гумус қабатының қалыңдығы шамамен 40 – 50 см, түсі біркелкі қара, құрамындағы гумус мөлшері 5 – 7%-ға дейін жетеді. Карбонаттардың орналасу тереңдігі 60 – 90 см шамасында. Өңірдің солтүстік бөлігінде орманды дала белдеміне тән топырақтар (қою сұр, сұр және ашық сұр орман топырақтары)

кездеседі. Көлді жазық дала аймағында кәдімгі қара топырақтар кең таралған. Оңтүстік аймағында дала ландшафттары басым, мұнда карбонатты кәдімгі қара топырақтар, оңтүстік қара топырақтар және қарақошқыл қоңыр топырақтар кездеседі. Бұл жерде интразоналық топырақтар да кеңінен таралған. Олардың қатарына негізінен сортаң топырақтар мен түрлі гидроморфты топырақтар жатады [1].

Тимирязев ауданы – Солтүстік Қазақстан облысының оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан әкімшілік-аумақтық бірлік. Аудан 1963 жылы құрылған. Жалпы жер көлемі шамамен 4,51 мың шаршы шақырымды құрайды. Әкімшілік орталығы – Тимирязево ауылы. Облыс орталығы – Петропавл қаласынан 236 шақырым қашықтықта орналасқан.

Географиялық орны

Аудан солтүстігінде Жамбыл ауданымен, шығысында Шал ақын ауданымен, оңтүстігінде Ғабит Мүсірепов ауданымен, ал батысында Қостанай облысының Ұзынкөл және Қарасу аудандарымен шекаралас.

Климаттық жағдайы мен табиғи ерекшеліктері

Климаты – қатты континенттік сипатта. Қыста, яғни қаңтар айында орташа температура – шамамен  $-18^{\circ}\text{C}$ , ал шілде айында  $+20^{\circ}\text{C}$  шамасында болады. Аудан орманды табиғи аймақта орналасқан.

Жер бедері негізінен жазық, топырақ жамылғысы ауыл шаруашылығына қолайлы. Ауданда қара топырақтар кең таралған. Бұл топырақ түрі органикалық заттарға бай, құрылымы түйіршікті, қуаң климат жағдайында да құнарлылығын ұзақ уақыт бойы сақтай алады. Мұндай топырақтарда дәнді дақылдар, әсіресе бидай өсіруге қолайлы жағдай жасалған. Сонымен қатар, жердің кей тұстарында карбонатты қара топырақтар мен шалғынды топырақ үлгілері де кездеседі.

Су ресурстары

Аудан аумағында он шақты көл бар, олардың жалпы ауданы 85,5 шаршы километрді құрайды. Ең ірісі – Қақ көлі, ол Москворецк ауылдық округі аумағында орналасқан және ауданы 37,5 шаршы километрге жетеді. Бұл көлдер жергілікті экожүйенің, соның ішінде мал шаруашылығы мен егіншілікке қажетті ылғал көзі ретінде маңызы зор [2].

## **1.2 Облыстағы топырақтық таралуы және тозуына әсер ететін факторлар**

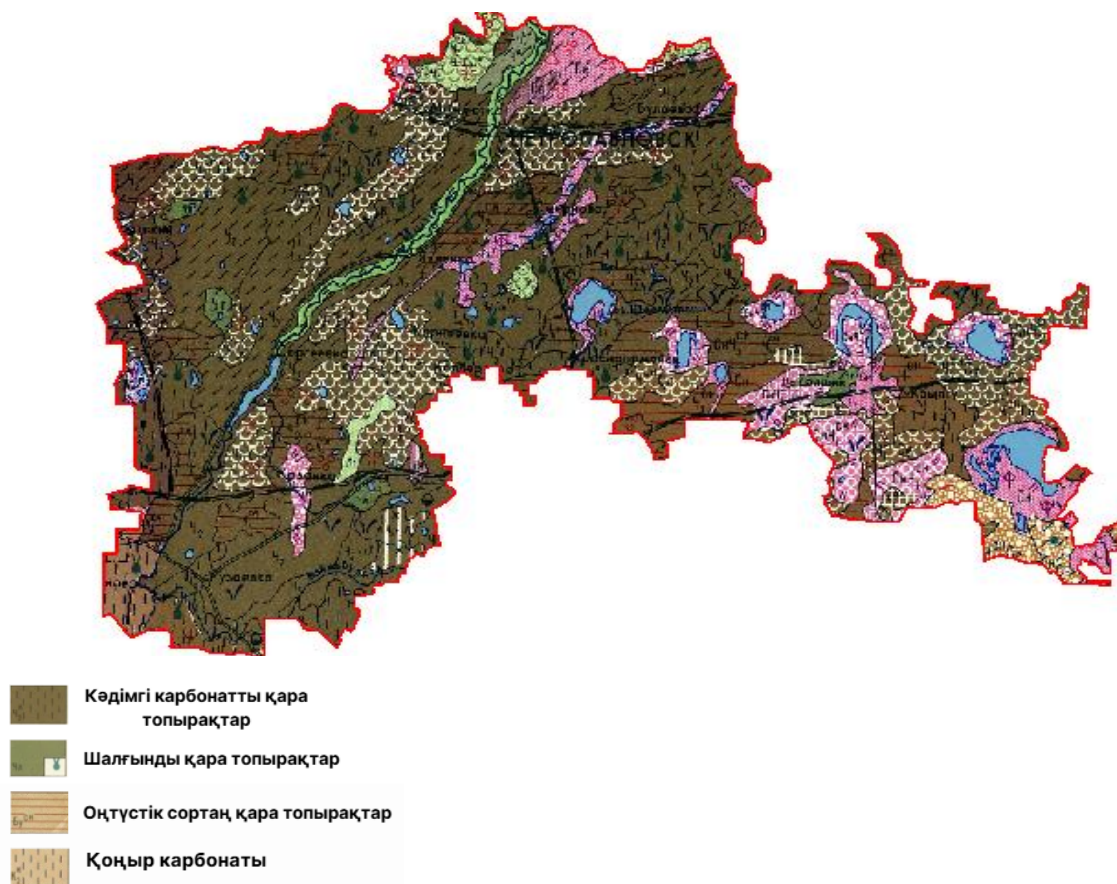
Солтүстік Қазақстан облысының жалпы 80 мың км<sup>2</sup> жер аумағы құнарлы топырақпен сондай-ақ ауылшаруашылық дамуы үшін оңтайлы қапталған.

Жалпы Солтүстік Қазақстанның және Солтүстік Қазақстан облысының (СҚО) топырақ жамылғысы, атап айтқанда, байланысты бірқатар ерекшеліктерге ие, ең алдымен, климаттың ерекше жағдайлары бар: өткір континенталдылық, қардың біркелкі таралмауы, жиі қарлы боран, көктемнің құрғақтығы, бактериялық ыдырау процестерінің әлсіз дамуы органикалық заттар, желдің жер



жамылғысын желбіретудегі рөлі және олардың әлсіз дренажына байланысты топырақтың біркелкі емес ылғалдануы [3].

Солтүстік Қазақстан аумағының табиғи жағдайына және кең ауқымды жер көлеміне байланысты, бірқатар әртүрлі қасиеттері мен өзіне тән ерекшелігі бар 2-суретке сәйкес топырақтар түзілген. Егістік жерлердің негізгі массивтері топырақтың үш түрін біріктіреді.



2-сурет – Солтүстік Қазақстан облысы топырақ картасы

1. Бұл дала аймағындағы қара топырақтар
2. Оңтүстік сортаң қара топырақтар
3. Шалғынды қара топырақтар

Солтүстікте орманды дала аймағының сұр орманды топырақтары қара топыраққа іргелес. Интразоналды топырақтар өте кең ұсынылған: сортаңдар, сортаңдар, мальталар, шалғынды-дала, шалғынды, жайылмалы, шалғынды-батпақты және т. б [4].

Солтүстік Қазақстан аумағында қара топырақтар көптеп таралған. Олар Батыс Сібір ойпатының оңтүстік бөлігінде, Қазақ ұсақ шоқыларының солтүстік бөлігінде таралған және Торғай үстіртінің едәуір бөлігін алып жатыр. Сонымен қатар интразоналды топырақтар өте кең ұсынылған: сортаңдар, сортаңдар,

мальталар, шалғынды-дала, шалғынды, жайылмалы, шалғынды-батпақты және т.б.

Әрбір генетикалық топырақ түрі келесі типке ауысқанда, оның қасиеттерінде біртіндеп өзгерістер байқалып, осыған байланысты түрлі кіші түрлерге бөлінеді. Олардың ішінде сілтісізденген, кәдімгі және оңтүстік қара топырақтар ерекшеленеді. Солтүстік Қазақстан өңірінде негізінен оңтүстік қара топырақ кеңінен таралған. Бұл топырақтардың жалпы ауданы шамамен 14 миллион гектарға жуық. Бұл аймақта карбонатты топырақтар негізгі орынды алады. Олардың механикалық құрамы көбінесе ауыр сазды және сазды болып келеді, ал кейбір жерлерде құмдауыт және жеңіл саздақ жерлер де кездеседі.

Бұл аймақта карбонатты топырақтар негізгі орынды алады. Олардың механикалық құрамы көбінесе ауыр сазды және сазды болып келеді, ал кейбір жерлерде құмдауыт және жеңіл саздақ жерлер де кездеседі.

Солтүстік Қазақстанның оңтүстігінде орналасқан карбонатты қара топырақтардың ауданы шамамен 3,5 миллион гектарды құрайды. Бұл топырақтар негізінен лесс тәрізді саздақтарда қалыптасқан. Қарашірікке бай жоғарғы қабаттың (А көкжиегі) қалыңдығы 15–20 см, ал қарашірік жиналған қабаттың (А+В) тереңдігі 55–65 см аралығында. Түсі – қоңыр-сұр, құрылымы – майда түйіршікті [4].

Солтүстік Қазақстан облысы республика бойынша ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіруде алдыңғы орында. Өңірлік жалпы өнім құрылымында аграрлық сектордың үлесі тұрақты түрде 50%-дан асып, жыл сайын өсіп келеді. Бұл өңірде ауыл шаруашылығына түсетін антропогендік жүктеме әрдайым жоғары болды, әсіресе егістік жерлер мен жайылымдарда. Жерді игеру қарқынды түрде жүріп, оның шарықтау шегі тың игеру кезеңіне - 1954–1959 жылдарға сәйкес келеді. Осы кезеңде ауыл шаруашылығы алқаптарын кеңейту мақсатында топырақтың құнары азайып, деградацияға ұшыраған. Бұл құбылыс дегумификация мен жайылымдардың тозуымен көрініс тапты.

Кеңес одағы ыдырағаннан кейінгі жылдары облыстағы ауыл шаруашылығына арналған жер көлемі айтарлықтай қысқарды: 1992 жылы 9 млн гектардан 2018 жылы 7,15 млн гектарға дейін азайды. 2005 жылы бұл көрсеткіш ең төменгі шегіне – 5,8 млн гектарға дейін жетті. Бұл дағдарыс кезеңіндегі экономикалық қиындықтарға байланысты болды, себебі шамамен 1,2 млн гектар егістік жер ұзақ уақыт бойы өңделмей, тіпті бидай дақылдарына жарамсыз күйге түсті.

Өңірдің ауыл шаруашылығын дамытуына кедергі келтіретін маңызды факторлар – топырақ жамылғысының әркелкілігі мен қарашірік қабатының жұқалығы. Кей аудандарда сортаң жерлердің үлесі 50–70%-ға дейін жетеді. Осыған байланысты егістік жерлердің үлесі ауданға қарай 29%-дан 75%-ға дейін құбылады. Ауыл шаруашылығы облыс экономикасында негізгі рөл атқарып отырғандықтан, топырақтың құнарын жүйелі түрде бағалап, қадағалап отыру – аса маңызды [5].

Эрозияның орын алуы 2 түрлі факторға байланысты: табиғат әсерінен (су, жел, қар) және антропогендік (қарқынды ауылшаруашылығы) жағдайға байланысты.

Нақты статистикалық сандарға сүйенсек дәл қазіргі уақытта Қазақстан республикасы жерінің 90 млн. Га эрозияға ұшырау қаупі алдында, 29,3 млн. Га жер нақты эрозияға ұшыраған. Сондай-ақ, аумақтың қарқынды шаруашылық игерілуіне байланысты туындаған Солтүстік Қазақстан өңіріндегі экологиялық ахуалдың шиеленісуі ерекше назар аударуды талап етеді. Облыстың аграрлық бағытының қарқынды дамуына облыстың негізгі табиғи байлығын құрайтын орманды дала мен даланың аймақтық топырақтарының болуы ықпал етті. Қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы алқаптарының ауданы 8,4 млн. гектарды құрайды, оның 4 млн. облыс аумағының үлес салмағы республика аумағының небәрі 3% - . құрайтынына қарамастан, бұл іс жүзінде Қазақстан Республикасының (ҚР) егіс алқабының төртінші бөлігі. Республикадағы облыстың ең жоғары жыртылуы маңызды экологиялық проблемалардың бірі - топырақты дегумификациялауға себеп болды. Нәтижесінде көптеген дала және орманды-дала ландшафттары бұзылды немесе толығымен деградацияға ұшырады, жайылымдық жерлер әртүрлі дәрежеде деградацияға ұшырады, жер жамылғысының құнарлылығын төмендетудің нақты қаупі пайда болды [6].

Солтүстік Қазақстан облысындағы топырақтың деградацияға ұшырауына көптеген факторлар байланысты, олардың ішінде:

1. Облыс жалпы ауылшаруашылығы саласына мамандандырылған, оның ішінде - астық шаруашылығы топырақтың жоғарғы қабатының гумустың төмендеуіне және биогендердің шығарылуына әкеледі.

2. Экономикалық қызметпен туындаған табиғи процестер - жел және су эрозиялары. Эрозия топырақ құнарлылығын қатты төмендетеді. Солтүстік Қазақстан облысының аумағындағы жердің тозуының барлық түрлерінің ішінде ең көп тарағаны су эрозиясы болып табылады. Су эрозиясына ұшыраған топырақтың жалпы аумағының 68,83% - ы аздап эрозияға ұшыраған, 25,56-сы орташа эрозияға ұшыраған, 5,6-сы жоғары эрозияға ұшыраған [11]. Топырақтың су эрозиясы көбінесе көктем және қыс айларындағы топырақтың қабатындағы көп ылғал мөлшеріне байланысты. Топырақтың көлбеу жерлерде шәйіліп кетуі, соның әсерінен шатқалдардың пайда болуы көктем айланыда жиі кездеседі. Солтүстік Қазақстан облысында су эрозиясы байқалу дәрежесі бойынша жіктеулерге бөлінеді: аздап жуылған, орташа жуылған және қатты жуылған

3. Жайылымдық деградация-мал жою. Құрғақ даламен мал жаю облыстың орталық және оңтүстік аудандарында байқалады. Қарастырылып отырған аумақ XX ғасырдың ортасына дейін жазғы жайылым ретінде ұзақ уақыт пайдаланылды, сондықтан жер жамылғысы ұзақ уақыт бойы жайылымдық дигрессияға ұшырады. Кейіннен тың және тыңайған жерлерді игеру кезеңінде ауыл шаруашылығы айналымына 25 млн гектарға жуық жер тартылды. Батыс Сібір және жалпы табиғатты пайдалану кезінде көптеген мәселелер жеткілікті түрде зерттелмеді, соның әсерінен экологиялық мәселелер көп туындады. Соңғы

кездері жаһандық проблемаға айналған шөлейттену процесі ауылшаруашылық жерлерінің қысқаруында теріс рөл атқарады, сондықтан ЮНЕП мәліметтері бойынша 1980 жылдың басында дамушы елдерде миллион гектар жайылым қалыпты шөлейттенуге ұшырады. Жағдайды жақсарту Ауыл шаруашылығын жүргізу қатаң ғылыми қағидаттарға негізделетін және бұл ретте ықтимал экологиялық зардаптар ескерілетін жағдайда ғана мүмкін болады. Дұрыс пайдалану және жоғары ауылшаруашылық технологиясымен топырақ өнімділігін қалпына келтіреді.

1. Жел эрозиясы. Облыста жылдар бойы зерттелген аумақтарда шаңды дауылдар жиі орын алды.

Жер жамылғысы, әсіресе егістік жерлер және ауыл шаруашылығы алқаптары, деградацияға ұшырауды жалғастыруда. Апатты түрде ластану, қоқыстану және жою, бұзуға төзімділік, қасиеттерді қалпына келтіру қабілеті, сарқылу және тұтыну салдарынан қауіптері жоғарлады. Солтүстік Қазақстан аумағындағы эрозия процестеріне 777,6, оның ішінде мың га: Солтүстік Қазақстан облысы 56,0 мың га-ды құрайды. 15-20 м/с немесе одан да көп жылдамдықпен соғатын көктемгі желдер үлкен қауіп төндіреді, бұл қорғалмаған алқаптарда топырақтың жел эрозиясын және өсімдік көшеттерінің ағып кетуіне әкелуі мүмкін. Аймақ ерте және кеш көктемнің ауысуымен сипатталады.[17]

Сондай-ақ қазіргі уақытта Солтүстік Қазақстанда сайлардың пайда болуы қарқынды жүріп жатыр мәселенің бірі, оның нәтижесінде көп сайлар пайда болуда. кезеңдер. Топырақтың жел эрозиясы процестерінің пайда болуының негізгі себебі болып табылады дефляциялық қауіпті Топырақтардың үлкен массивтерін жер жырту жоқ.

Топырақтың гумуссыздану себептері:

- Топырақтағы органикалық және минералды заттардың (биологиялық айналым) арасындағы тепе-теңдіктің бұзылуы. Бұл, ең алдымен, қоректік заттардың түрлі жолдармен жоғалуы кезінде олардың орнын толтыру шараларының жеткіліксіз болуынан орын алады.

- Гумус құрамының азаюы топырақ пен беткі сулар арқылы шайылу, дефляция (желдің әсерінен топырақтың ұшуынан), сондай-ақ өнім жинау барысында орын алатын элементтердің шығынымен тікелей байланысты.

- Органикалық және минералдық тыңайтқыштардың жеткілікті деңгейде қолданылмауы.

- Топырақ жамылғысына тұрақты мониторинг жүргізілмеуі, су және жел эрозиясы да дегумификация процесін үдетеді. Әсіресе, облыстың далалық бөлігінде (шамамен 1,2 млн га жер) жел эрозиясына бейімділік жоғары болып келеді. Бұл аймақтағы орманды алқаптар жеткіліксіз және теңдей таралмаған. Ағашты белдеулер, өзен-көлдер маңында жиі жағдайда орманды немесе сұқорғау аймақтары жоқтың қасы.

- Топырақты өңдеуде агротехникалық талаптардың сақталмауы (күрғақ жерге соқамен өңдеу, егістік алқаптарын дұрыс алмастырмау) да топырақтың құнарсыздануына себеп болады.

- Ауыл шаруашылығында бір ғана дақылдың (монокультура) басым болуы. Мәселен, егістік жерлердің 80%-дан астамы тек дәнді дақылдарға бөлінген.

- Суармалы алқаптарда топырақтың батпақтануы мен қайталама сортаңдануы. Бұл жағдай, бір жағынан, жерасты сулары деңгейінің табиғи көтерілуінен, екінші жағынан – су құбырларындағы апаттардан туындайды.

- Ауыр техниканың топыраққа механикалық әсері де құрылымының бұзылуына әкеледі.

- Құнарлылығы төмен жерлердің қайта көгалдандырылуы жеткіліксіз көлемде жүргізіледі.

Топырақтың ластану жолдары:

Топырақ түрлі жолдармен ластанады: атмосфера арқылы, өндірістік және ауыл шаруашылығы қалдықтары (қатты әрі сұйық түрінде), көлік құралдары арқылы. Мысалы, механизм бөлшектерінің тозуынан пайда болатын металл шаңы, автокөліктердің шинасынан шыққан резеңке қалдықтары – осының бәрі топырақ сапасына кері әсерін тигізеді.

## 2 Жерді қашықтықтан зондтау әдістемесі

### 2.1 Қазіргі картографияны зертеудегі жер қашықтықтан зондтаудың рөлі

Қазіргі заманғы картография саласында жерді қашықтықтан зондтау (ҚЗ) әдістері кеңінен қолданылып келеді. Бұл технология картографиялық өнімдерді жоғары дәлдікпен және жылдамдықпен дайындауға мүмкіндік береді. ҚЗ деректері негізінде жер бетінің морфологиясы, табиғи ресурстардың таралуы, топырақтың жай-күйі, өсімдік жамылғысының жағдайы мен өзгерістері туралы маңызды ақпараттар алуға болады. Бұл өз кезегінде геоақпараттық жүйелермен (ГАЖ) интеграциялау арқылы картографиялық зерттеулердің сапасын арттырады.

Жерді қашықтықтан зондтау арқылы бірқатар маңызды міндеттер шешіледі:

- Жер мониторингі – жер қорындағы өзгерістерді уақтылы бақылау және олардың себеп-салдарын талдау;
- Жер ресурстарының құрылымын бағалау – ауылшаруашылық мақсаттағы және басқа да жерлердің түрлері мен жағдайын анықтау;
- Экологиялық жағдайды болжау – топырақ деградациясы, эрозия, тұздану сияқты теріс процестердің таралу аймақтарын картаға түсіру;
- Топырақтың жай-күйін бағалау – гумус құрамын, ылғалдылық деңгейін, тұздардың мөлшерін және басқа да агрохимиялық көрсеткіштерді жанама түрде анықтау;
- Ауылшаруашылық өнімділікті болжау – NDVI, SAVI, NDRE, NDMI сынды вегетациялық индекстер негізінде егіннің өсу жағдайын бақылау.

Аэроғарыштық түсірілім материалдары (жерсеріктік және ұшақтық) жер бетінің түрлі объектілерінің спектрлік–жарықтық сипаттамаларын тіркейді. Әрбір топырақ жамылғысының өзіндік спектралды бейнесі бар, ол оның құрамындағы гумус мөлшері, ылғалдылығы, механикалық құрылымы, карбонаттылығы мен тұздану деңгейі сияқты қасиеттерге байланысты өзгеріп отырады. Ғылыми зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, әртүрлі топырақ түрлері аэроғарыштық суреттерде түрлі түстер мен реңктер түрінде көрініс береді, бұл олардың картографиялық интерпретациясын жеңілдетеді.

Қашықтықтан зондтау әдістерінің көмегімен топырақтың тұздану дәрежесін, эрозиялық процестердің таралу аймағын, сонымен қатар жарамсыз немесе пайдаланылмай жатқан бос жерлерді анықтауға болады. Бұл жерлердің кадастрлық есебін жүргізу және жер ресурстарын ұтымды пайдалануды жоспарлау кезінде аса маңызды. Сондай-ақ бұл әдістер агрошаруашылық түгендеу кезінде де үлкен рөл атқарады, өйткені ол жерлердің нақты пайдаланылуы мен әлеуетін бағалауға мүмкіндік береді.

## 2.2 Sentinel-2 спутниктік суреттерін алу алгоритмі және каналдарды қосу

Зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында өзгерістерді мен салыстыруды нақтылап көру мақсатында аумақты толық қамтитын 10 жылдық көрсеткіштер қаралды.

Бұрынғы СҚО топырақтарының тозуын зерттеу мен картаға түсіруде геоақпараттық жүйелер мен қашықтықтан зондтау деректерін қолдану. Осы аумаққа ғарыштық суреттерді дайындау Sentinel-2 және қазіргі таңдағы соңғы технология Landsat 8-9 OLI/TIRS ғарыштық суреттерінің деректері жүктелді. Аталған жүйе ауылшаруашылық алқаптарының жай-күйін саралау, табиғи ортаға мониторинг жүргізу, картографиялық материалдарды жаңарту, су қорларын бақылау және басқа да көптеген бағыттарда қолданылады.

1. Sentinel-2 мультиспектралды кескіндерді жеткізетін жоғары технологиялық сенсорлармен жабдықталған. Бұл құрылғы 13 түрлі спектрлік арнада жұмыс істейді, оның төртеуі – 10 метрлік, алтауы – 20 метрлік, үшеуі – 60 метрлік кеңістіктік нақтылыққа ие.

Sentinel-2 жүйесінің артықшылықтарының бірі - жиналған деректердің барлығын ашық әрі тегін таратуы. Осы себепті бұл ақпаратты түрлі сала өкілдері – ғылыми зерттеушілер, аграрлық сала мамандары, орман ресурстарын басқарушылар мен табиғи ортаға қатысты шешім қабылдаушылар еркін пайдалана алады.

Sentinel-2 спутнигінің спектрлік арналары 2-кестеге сәйкес қоршаған ортаны кешенді зерделеуге, жер ресурстарын картографиялық бейнелеуге және экологиялық процестерді бақылауға қажетті кең ауқымды ақпаратты ұсынуға мүмкіндік береді.

Кесте 2 – Sentinel-2 жүйесінің спектрлік арналарының қысқаша баламалы сипаттамасы төмендегідей:

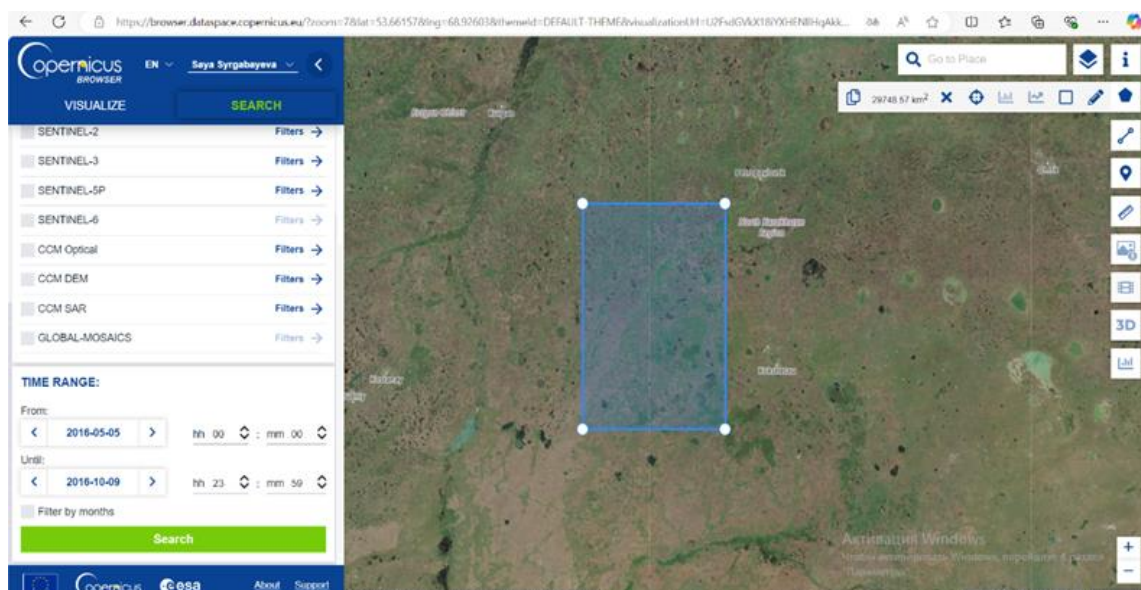
| № | Арна атауы            | Толқын ұзындығы (нм) | Қолданылу мақсаты                                                    |
|---|-----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1-арна (Аэрозольдер)  | 443                  | Аэрозоль бөлшектерінің тығыздығын анықтау, су кеңістіктерін бақылау  |
| 2 | 2-арна (Көк)          | 490                  | Сулы нысандарды бағалау, жағалау картасы, өсімдік жамылғысын зерттеу |
| 3 | 3-арна (Жасыл)        | 560                  | Өсімдіктерді зерттеу, су ресурстарын бағалау, экологиялық талдау     |
| 4 | 4-арна (Қызыл)        | 665                  | Егістік өсімдіктерінің жағдайын бақылау, аграрлық мониторинг         |
| 5 | 5-арна (Қызыл жиек 1) | 705                  | Өсімдіктер физиологиясы мен жамылғысының өзгерісін бақылау           |



## 2-кестенің жалғасы

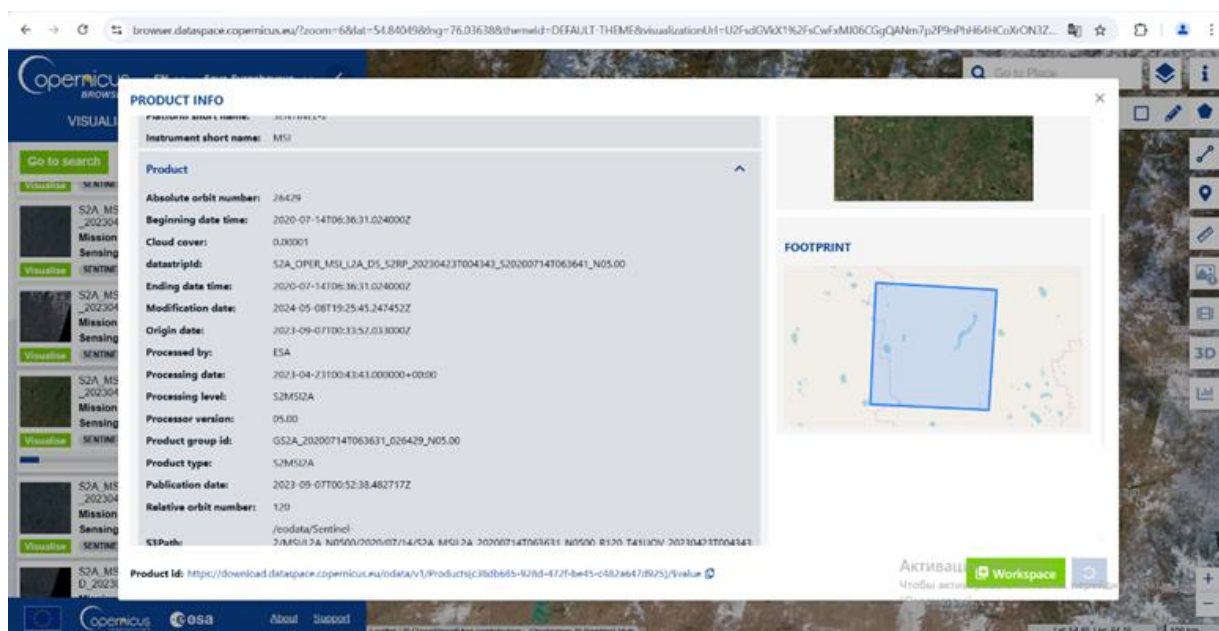
| №  | Арна атауы                  | Толқын ұзындығы (нм) | Қолданылу мақсаты                                                 |
|----|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 6  | 6-арна (Қызыл жиек 2)       | 740                  | Өсімдіктердің даму көрсеткіштерін бағалау                         |
| 7  | 7-арна (Қызыл жиек 3)       | 783                  | Ауылшаруашылық алқаптарын саралау, өсімдіктер биологиясын анықтау |
| 8  | 8-арна (Жақын инфрақызыл)   | 842                  | Вегетациялық тығыздық, NDVI индекстерін есептеу                   |
| 9  | 8А арнасы (Кеңейтілген ЖИҚ) | 865                  | Жер жамылғысын бақылау, жер ресурстарын бейнелеу                  |
| 10 | 9-арна (Су буының спектрі)  | 945                  | Атмосферадағы су буларын анықтау                                  |
| 11 | 10-арна (Орта ИҚ 1)         | 1380                 | Атмосфералық әсерлер мен жұқа бұлттарды анықтау                   |
| 12 | 11-арна (Орта ИҚ 2)         | 1610                 | Топырақ ылғалдылығын бағалау, ауылшаруашылық мониторинг           |
| 13 | 12-арна (Орта ИҚ 3)         | 2190                 | Жер жамылғысының минералдық құрамы, геологиялық зерттеулер        |

Sentinel-2 жерсерігіне қатысты кескіндерді жүктеу үшін алдымен Copernicus Data Space Ecosystem (<https://dataspace.copernicus.eu>) платформасына тіркеліп, жүйеге кіреміз. Кейін Explorer бөліміне өтіп, картадан немесе координаттар арқылы өзіміздің 3-суретке сәйкес зерттеу аумағыңызды Тимирязев ауданын белгіліп аламыз.

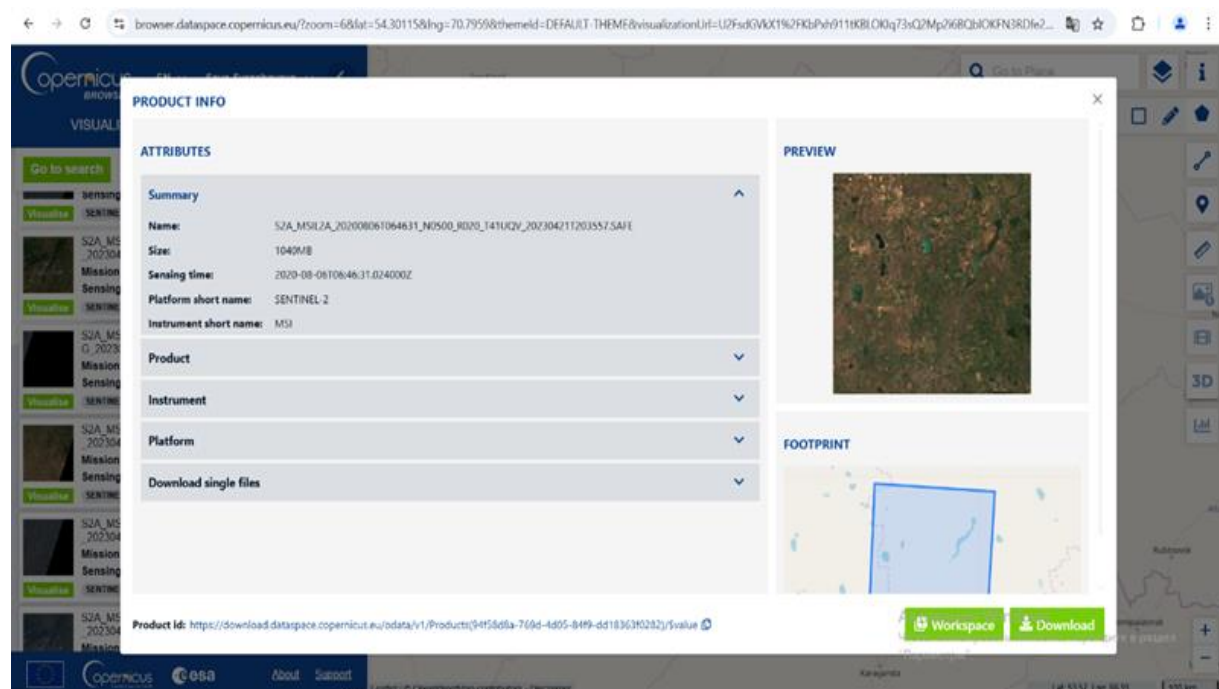


3-сурет –Copernicus Data Space Ecosystem сайтында нысанды таңдау

Іздеу кезінде Sentinel-2 миссиясын, өнім ретінде Level-2A (S2MSI2A) түрін, бұлттылық деңгейін (мысалы, 0–10%) және қажетті күндер диапазонын жаз айларын көрсетеміз. Іздеу нәтижелерінен бізге қажет спутниктік суретті таңдап, алдын ала шолу арқылы сапасын 4-5 суретке сәйкес тексеріп, SAFE форматында жүктеуге болады.



4-сурет –Метадеректер



5-сурет – Тимирязов ауданы метадеректері

Бұл файлдың ішінде спектралдық арналар .jp2 форматында беріледі, оларды ArcGIS немесе басқа геоақпараттық жүйелерде NDVI, NDRE және Clay Index секілді көрсеткіштерді есептеу үшін пайдалануға болады.

Sentinel жерсеріктерінен алынған суреттермен бірге метадеректер де беріледі. Бұл метадеректер суреттің түсірілген уақыты, географиялық орны, жерсерік атауы, орбиталық параметрлері, бұлттылық деңгейі, өңдеу деңгейі және қолданылған сенсорлар жайлы ақпарат береді. Сондай-ақ, әр суретке тән бірегей идентификатор болады. Бұл мәліметтер суретті дұрыс талдау мен өңдеу үшін қажет. Metадеректер арнайы XML файлдарда сақталады.

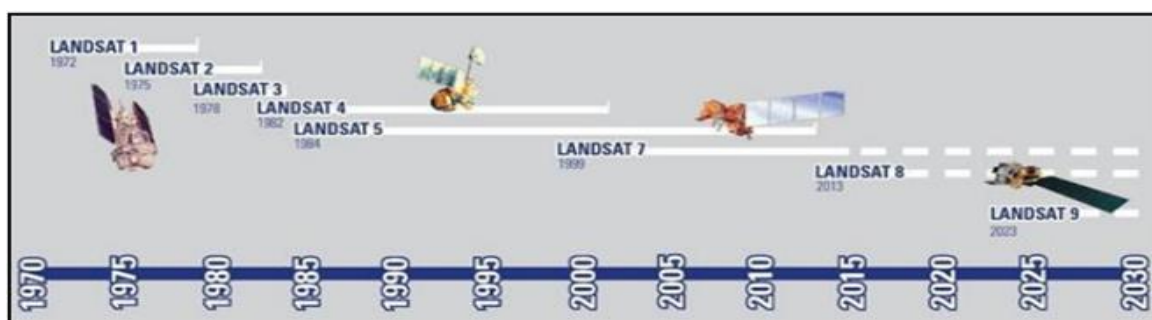
### 2.3 Landsat-8 жер серігі суреттерін жүктеу үдерісі және арналарды біріктіру әдісі

Landsat 8 – NASA мен Америка Құрама Штаттарының Геологиялық қызметі бірлесіп басқаратын Америка Жерді бақылау спутнигі. Деректерді жинау үшін екі сенсор қолданылады. Олар жалпы 11 диапазонда жұмыс істейді, соның ішінде көрінетін жарық, жақын, қысқа толқынды және ұзын толқынды (жылу) инфрақызыл (ИК) диапазондар.

Бірінші сенсор, Operational Land Imager (OLI) көрінетін жарықта және жақын инфрақызыл спектрде 9 арнаны пайдаланады. Екінші сенсор, Термиялық инфрақызыл сенсор (TIRS) ұзақ толқынды инфрақызыл диапазонда жұмыс істейді. Landsat 8 арналары бір пиксель үшін 15 м-ден 100 м-ге дейінгі орташа ажыратымдылықтағы кескіндерді шығарады. Ең төменгі ажыратымдылық дәлдік маңызды емес ұзын толқынды инфрақызыл диапазонда [7].

Жер жамылғысын бақылау үшін оңтайлы кескінді алу үшін бір немесе бірнеше Landsat 8 жолағын таңдауға болады. Зерттеу мақсаттарына байланысты жалған түсті кескін деректерді жақсырақ визуализациялау үшін қолайлы болуы мүмкін. Бұл жағдайда фотосуреттің шынайы түсін белгілі бір мақсаттарға қажетті түспен ауыстыруға болады.

Landsat суреттері - Жер бетінің ғарыштан түсірілген көпжылдық 6-суретке сәйкес, көпспектрлі және жоғары сапалы суреттері.



6-сурет – Landsat сериялы спутниктерінің жұмысының хронологиясы

Бұл суреттерді Landsat спутниктері түсіреді, және олар Жерді ұзақ мерзімді бақылауға 3-кестеге сәйкес сарналған ең маңызды көздердің бірі [8].

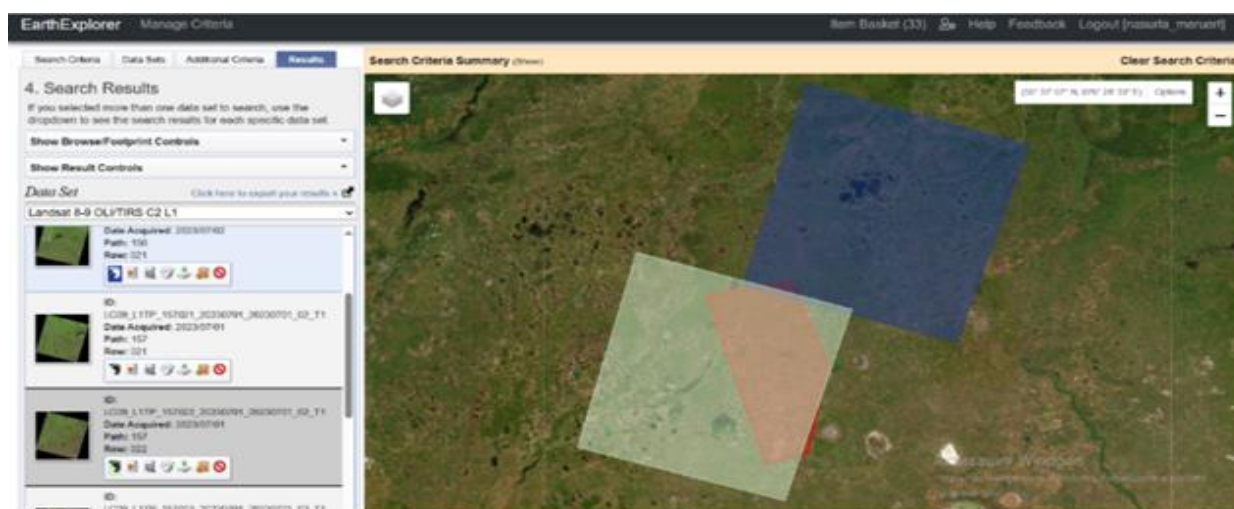
Landsat спутниктік жүйесі – ғарыш кеңістігінен Жер бетіне тұрақты түрде бақылау жүргізіп келе жатқан ең ұзақ мерзімді бағдарламалардың бірі және жаһандық деңгейде кеңінен қолданылатын қашықтықтан зондтау технологияларының алдыңғы қатарында. Бұл бағдарлама аясында іске қосылған автоматтандырылған спутниктер легі (алғашқы атауы – ERTS, яғни Earth Resources Technology Satellite) Жердің табиғи байлықтарын саралап, кеңістіктік сипаттағы мәселелерді шешуге бағытталған.

Кесте 3 –Landsat жер серіктерінің жұмысының уақытша сипаттамалары

| Жер серік | Іске қосу күні    | Жұмыстың аяқталу күні |
|-----------|-------------------|-----------------------|
| Landsat 1 | 23 шілде 1972ж    | 6 қаңтар 1978         |
| Landsat 2 | 22 қаңтар 1975ж   | 27 шілде 1983         |
| Landsat 3 | 5 наурыз 1978ж    | 7 қыркүйек            |
| Landsat 4 | 16 шілде 1982ж    | 14 желтоқсан 1993     |
| Landsat 5 | 1 наурыз 1984ж    | 21 желтоқсан 2012     |
| Landsat 6 | 5 қазан 1993ж     | сәтсіз іске қосу      |
| Landsat 7 | 15 сәуір 1999ж    | әрекет етуші          |
| Landsat 8 | 11 ақпан 2003ж    | әрекет етуші          |
| Landsat 9 | 27 қыркүйек 2021ж | әрекет етуші          |

#### Жұмысты орындау реті

Landsat түсірістер бойынша 1.Ғарыштық түсірілімдерді жүктеу үшін <https://earthexplorer.usgs.gov/> сайтына тіркеліп, қажетті аумақты таңдау керек. Осы мақсатта картаны үлкейтіп, іздеу критериясы қойындысын ашып 7-8 суретке сәйкес суреттегідей 3 айды белгілеп және бұлттылықты азайтып суреттерді жүктеп аламыз.



7-сурет – USGS Earth Explorer интерфейсі



The screenshot shows a search interface with three tabs: 'Date Range', 'Cloud Cover', and 'Result Options'. The 'Date Range' tab is active, showing a search from '06/01/2020' to '08/31/2020'. Below this, a 'Search months' dropdown menu is open, showing 'June, July, August' with checkboxes for each month, all of which are checked. A 'Results' button is visible to the right. The 'Cloud Cover' tab is also visible, showing a 'Cloud Cover Range' slider set to '0% - 10%' and a dropdown for 'Unknown Cloud Cover Values' set to 'Included'. A note at the bottom states: 'This filter will only be applied to data sets that support cloud cover filtering (☁ in the data set list denotes cloud cover support)'.

8-сурет – Қарастырылған уақыты мен бұлттылықты бекіту

2. Қызығушылық аймағын ашқаннан кейін тінтуірдің оң жақ батырмасымен полигон нүктелерін қоюға болады. Таңдалған аймақтың координаттары «Полигон» қосымша бетте көрсетіледі. Төменнен сіз қажетті күн мен бұлттылықты басқара аласыз. Зерттеуге қажетті уақыт аралығын таңдауға болады. Data collections (деректер жиынтығы) түймесін басамыз. Landsat – Landsat Collection 1 – Landsat Collection 1 (Level-2) 9-суретке сәйкес таңдаймыз. Бұл деңгейде деректер сұраныс бойынша қол жетімді болады, ал бірінші деңгейде ғарыштық суреттерді бірден жүктеуге болады.

The screenshot shows a search results interface. At the top, there is a checkbox for 'Use Data Set Prefilter (What's This?)'. Below it is a 'Data Set Search:' input field. The main part of the interface is a tree structure showing the following hierarchy: 'ISERV' (expanded), 'Land Cover' (expanded), 'Landsat' (expanded), 'Landsat Collection 2 Level-3 Science Products' (expanded), 'Landsat C2 U.S. Analysis Ready Data (ARD)' (expanded), 'Landsat Collection 2 Level-2' (expanded), and then a list of data collections. The first collection, 'Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2', is selected with a blue checkmark. Other collections include 'Landsat 7 ETM+ C2 L2' and 'Landsat 4-5 TM C2 L2'. Below this, 'Landsat Collection 2 Level-1' is expanded, showing 'Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1' selected, along with 'Landsat 7 ETM+ C2 L1', 'Landsat 4-5 TM C2 L1', and 'Landsat 1-5 MSS C2 L1'.

9-сурет – Ғарыштық деректерді іріктеу

3.Results түймесін басамыз (нәтижелер). Сіз қол жетімді ғарыштық суреттердің тізімін көресіз. Егер сізге ғарыштық суреттерді қарау қажет болса, ғарыштық суреттің кішкене суретін басу керек. Содан кейін кескін мен ғарыштық түсіру туралы ақпарат ашылады. Егер сіз аяқ ізі бар пиктограмманы бассаңыз, онда негізгі терезеде аумақты ғарыш түсірілімімен 10-суретке сәйкес қамтамасыз ету аймағы ашылады.



10-сурет – Landsat ғарыштық түсірілімдерін іздеу нәтижелері

4.Егер сіз қажетті ғарыш түсірілімін тапсаңыз, жүктеу белгішесін (төртінші батырма) басуға болады. Басқан кезде жүктеу параметрлері бар қалқымалы терезе ашылады. Сіз қалаған форматты (11-суретке сәйкес) таңдай аласыз. Бізге "Level-1 GeoTIFF Data Product" таңдау қажет.



11-сурет –Жүктеу үшін ғарыштық деректер түрін таңдау

5.Метадеректер (ағылш. metadata) – бұл қашықтықтан зондтау (ҚЗ) деректерімен жұмыс істеуде өте маңызды түсінік. Метадеректер 12-суретке сәйкес сурет туралы ақпаратты сипаттайтын қосымша мәліметтер жиынтығын құрайды.



- Мәліметтерді тарату: ArcGIS Server немесе ArcGIS Online қызметтері арқылы дайындалған карталарды және қабаттарды басқа пайдаланушылармен бөлісуге болады. Сондай-ақ деректер топтамасын жинақтап, бөлісуге арналған пакет жасау мүмкіндігі бар.

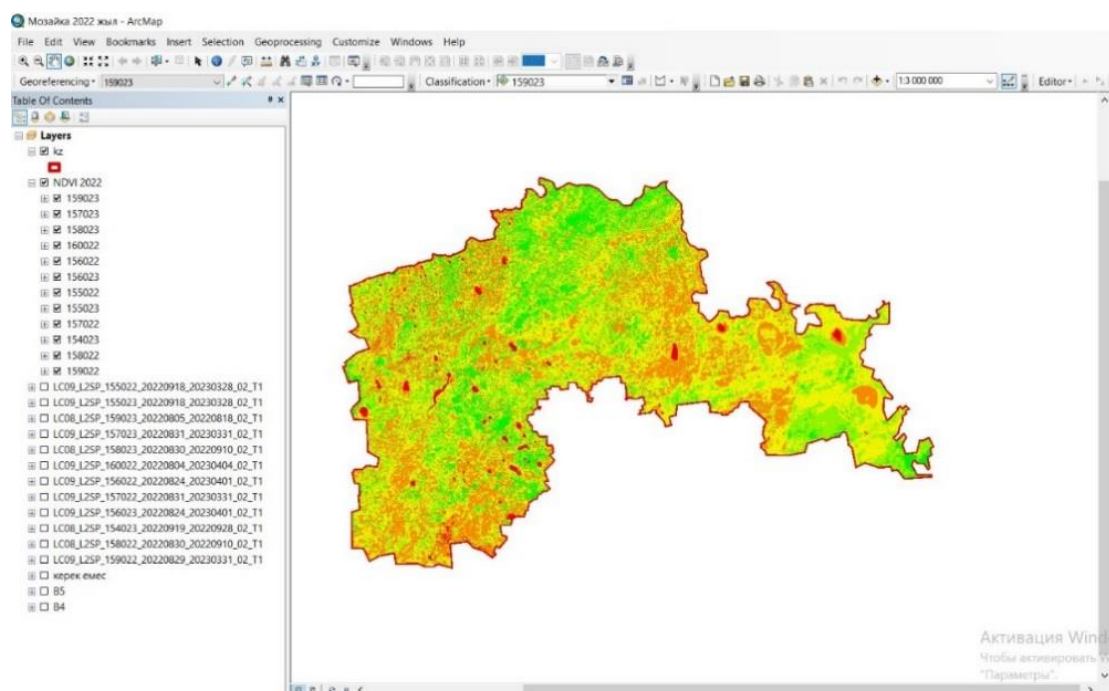
- Геодеректерді сипаттау: Жобалық материалдар мен метадеректерді сипаттау арқылы ақпаратты оңай табуға және сапалы түрде жеткізуге жағдай жасалады. Бұл үшін арнайы ендірілген метадеректер редакторы қолданылады.

Кесте 4 – Солтүстік Қазақстан облысы топырақтарының деградациясын анықтауда өзара әрекеттескен вегетациялық индекстерді есептеу формулалары

|                                                      |                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Normalized Difference Vegetation Index               | $NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)},$ <p>өсімдіктердің ең көп таралған вегетациялық индексі.<br/>Индекс мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді</p>           |
| Normalized Difference Water Index                    | $NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)},$ <p>судың мөлшерін және өсімдіктер мен табиғаттағы су ресурстарын зерттеуге арналған индекс</p>                 |
| Normalized Difference Moisture Index                 | $NDMI = \frac{(NIR - SWIR1)}{(NIR + SWIR1)},$ <p>өсімдіктердің ылғалдылығын және олардың, күйін бақылауға бағытталған</p>                                    |
| Soil Adjusted Vegetation Index SAVI                  | $SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \times (1 + L),$ <p>топырақ өсімдіктерінің жағдайы туралы индекс</p>                                             |
| Reflectance Difference Index (RDI)                   | $RDI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} = \frac{band\ 5 - band\ 4}{band\ 5 + band\ 4},$ <p>RDI өсімдіктердегі биомасса мен ылғалдың өзгеруіне сезімтал индекс</p> |
| NDRE (Normalized Difference Red Edge Index)          | $NDRE = \frac{(NIR - RedEdge)}{(NIR + RedEdge)}$ <p>NDRE индексі хлорофилл құрамына және фотосинтез белсенділігіне өте сезімтал</p>                          |
| GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index) | $GNDVI = \frac{(NIR - GREEN)}{(NIR + GREEN)},$ <p>Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылығының жасыл индексі (GNDVI)</p>                                 |



Жұмыстың негізгі бөлігі ArcGis бағдарламасының Arc Map қосымшасында 13-суретке сәйкес орындалды.



13-сурет – СҚО NDVI көрсеткіші

2022 жылдың тамыз айында Солтүстік Қазақстан облысы аумағында өсімдіктердің белсенді өсу кезеңі таңдалып алынды. Осы кезеңде 12 түрлі нүкте (позиция) бойынша деректер іріктеліп, NDVI (өсімдіктердің нормаланған салыстырмалы көрсеткіші) мәндері есептелді. Нәтижесінде алынған мәліметтер негізінде біртұтас мозаикалық карта құрылды.

### **3 Жерді қашықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан облысы топырағының деградациясын зерттеу**

#### **3.1 Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарын өсімдік жамылғысының жағдайын NDVI және NDMI индексі арқылы ылғалдылықты бағалау**

Вегетациялық индекстер арқылы Мағжан Жұмабаев және Тимирязев аудандарының топырақтың тозу деңгейін анықтаймыз.

Вегетациялық индекс (ВИ) – жердегі өсімдіктер мен олардың жай күйін мен өсуін бағалауға қолданылатын көрсеткіштер. Вегетациялық индекс өсімдіктердің фотосинтетикалық белсенділігін (ФСБ) және жалпы денсаулығын сипаттайды. Әдетте, ВИ расттардың вегетация кезеңінде өсімдік жамылғысының тығыздығын, су ресурстарын, топырақ ылғалдылығын және сапасын бағалауға қолданылады.

1. NDVI нормаланған дифференциалды вегетациялық индексті анықтау.

NDVI (нормаланған дифференциалды вегетациялық индекс, нормаланған вегетациялық индекс) - бұл егістік учаскесіндегі өсімдіктердің сапасы мен биомассаның фотосинтез мөлшерінің көрсеткішін анықтауға болады.

NDVI - келесі формула бойынша есептеледі:

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

мұндағы NIR-спектрдің жақын инфрақызыл аймағында шағылысу; RED-спектрдің қызыл аймағында шағылысу.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) индексі топырақ эрозиясын және топырақтың деградация деңгейін анықтау үшін кеңінен қолданылады. Бұл индекс топырақтың жай-күйі мен өсімдіктердің жағдайын анықтайды. (7-сурет)

NDVI индексін уақыт бойынша бақылау арқылы өсімдік жамылғысының жағдайы туралы ақпарат алуға болады. Егер NDVI көрсеткіші төмендеген болса, онда бұл топырақтың құнарлылығы төмендеп, деградация процестерінің басталғанын көрсетеді.

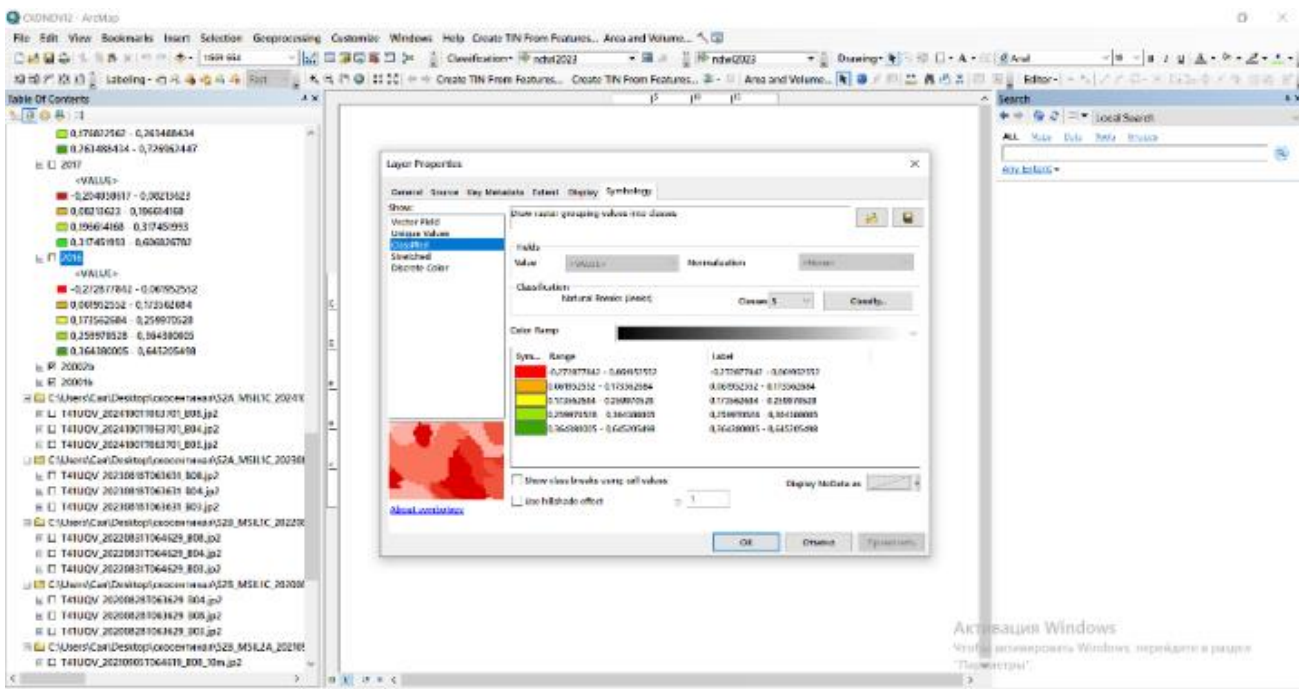
NDVI индексін көрсету үшін -  $1 < \dots$  (жасыл жамылғы айтарлықтай көп болса, мән 1-ге жақын болады) пайызға дейінгі мәндерді көрсететін стандартталған үздіксіз дискретті немесе градиент шкаласы қолданылады [9].

Жұмыс барысы

Sentinel, Landsat суреттерін дайындау, түсірістерді ESA Copernicus Hub және USGS Earth Explorer сайттарынан аламыз.

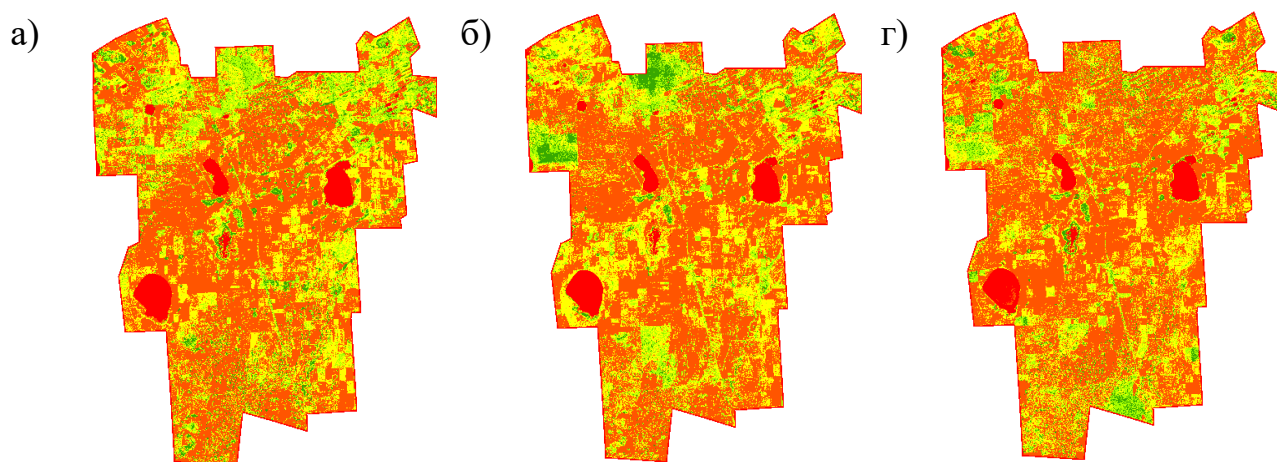
ArcGIS бағдарламасында NDVI есептеу (Raster Calculator)

14-сурет –ArccGis бағдарламасында Raster Calculator терезесі

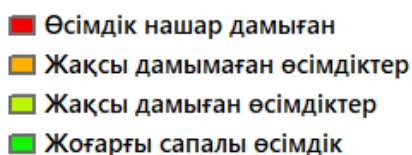


## 15-сурет – Классификация жасау

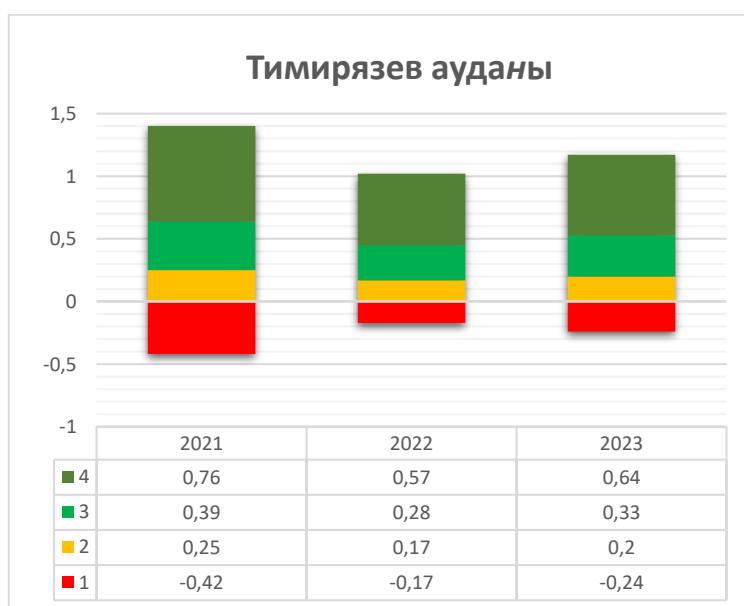
ArcGIS бағдарламалық кешенінде ғарыштық суреттерді өңдегеннен кейін 16 суретке сәйкес Солтүстік Қазақстан облысы аумағындағы өсімдіктер жамылғысы жайындағы келесі нәтижелер алынады.



16 - сурет – СҚО Тимирязев ауданы NDVI индекстері  
а) 2021 жыл б) 2022 жыл г) 2023жыл



Одан ары 2021, 2022, 2023 жылдардағы NDVI көрсеткіштерінің (17-суретке сәйкес) өзгеру динамикасы жасалды. (17-сурет)



17 - сурет – Өсімдік жамылғысы аумағының өзгеріс диаграммасы

- NDVI мәні -1 мен +1 арасында өзгереді.
- +1 маңында: сау өсімдіктер көп, өте тығыз және жасыл жамылғы.
- 0 маңында: өспейтін, тіршілік етпейтін аймақтар (мысалы, топырақ немесе су).
- -1 маңында: өсімдік жамылғысы жоқ су, қар, мұз, немесе басқа да тіршіліксіз объектілер.

2. NDMI-нормаланған дифференциалды ылғалдандыруды анықтау индексі.

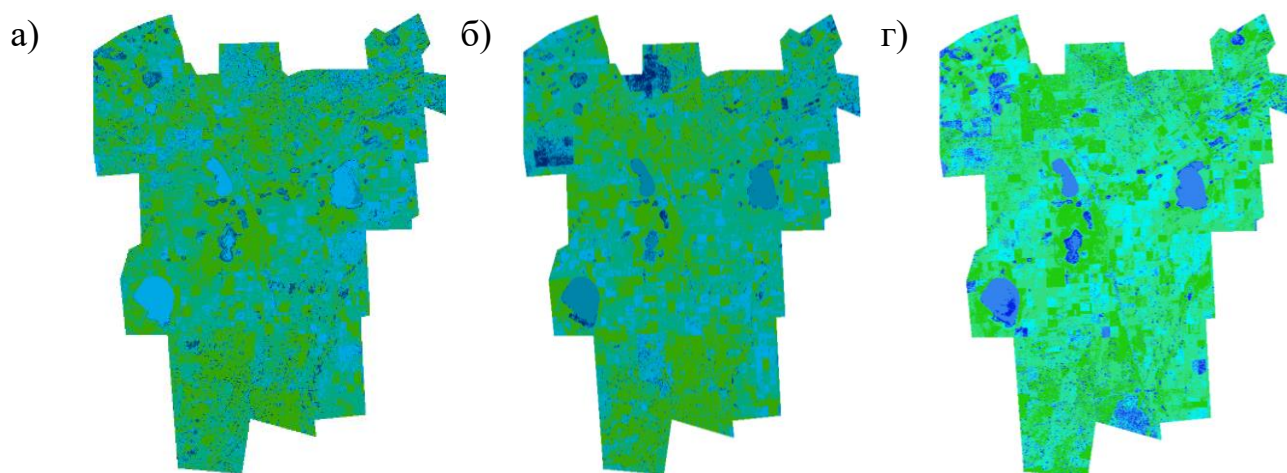
NDMI- қалыпты келтірілген ылғалдылықтың айырмашылық индексі, топырақ пен өсімдік жапырақтарындағы салыстырмалы ылғалдылықты сипаттайтын көрсеткіш. Тимирязов ауданы бойынша топырақ ылғалдылығы есептелді. (9-сурет)

NDMI - келесі формул бойынша есептеледі:

$$NDMI = \frac{(NIR - SWIR1)}{(NIR + SWIR1)} \quad (2)$$

Мұндағы NIR (Near Infrared) – жақын инфрақызыл сәуле, SWIR (ShortwaveInfrared) – қысқа толқынды инфрақызыл сәуле.

Тимирязов ауданы бойынша 18-суретке сәйкес көрсеткіштер көрсетілген.



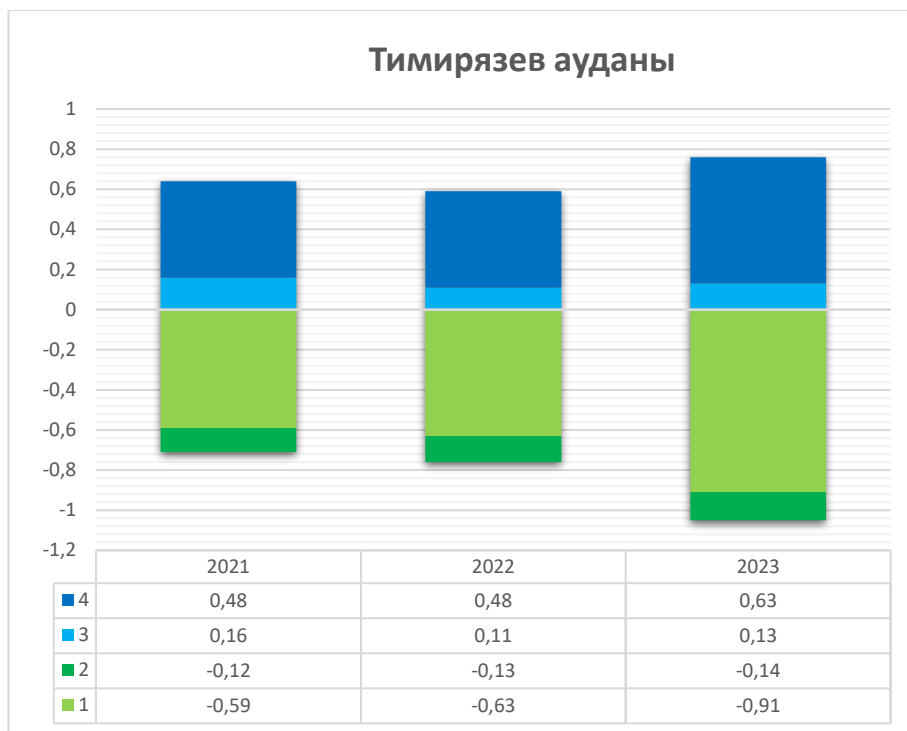
18-сурет –СҚО Тимирязев ауданы NDMI индекстері

а) 2021 жыл    б) 2022 жыл    г) 2023жыл

- Құрғақ
- Төмен ылғалдылық
- Қалыпты ылғалдылық
- Жоғарғы ылғалдылық

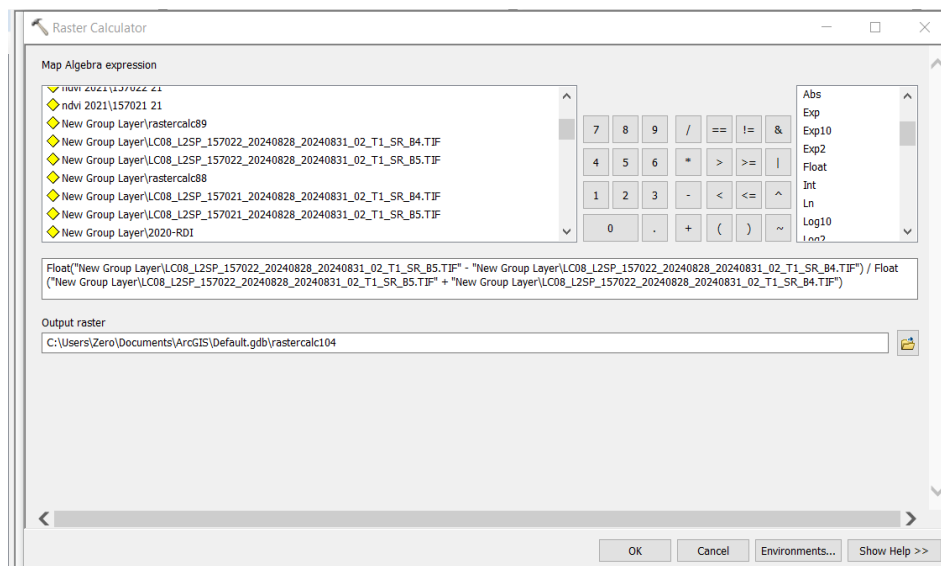


Одан ары 2021, 2022, 2023 жылдардағы NDMI көрсеткіштерінің өзгеру 19-суретке сәйкес динамикасы жасалды.



19-сурет –Топырақ ылғалдылығының өзгеріс диаграммасы

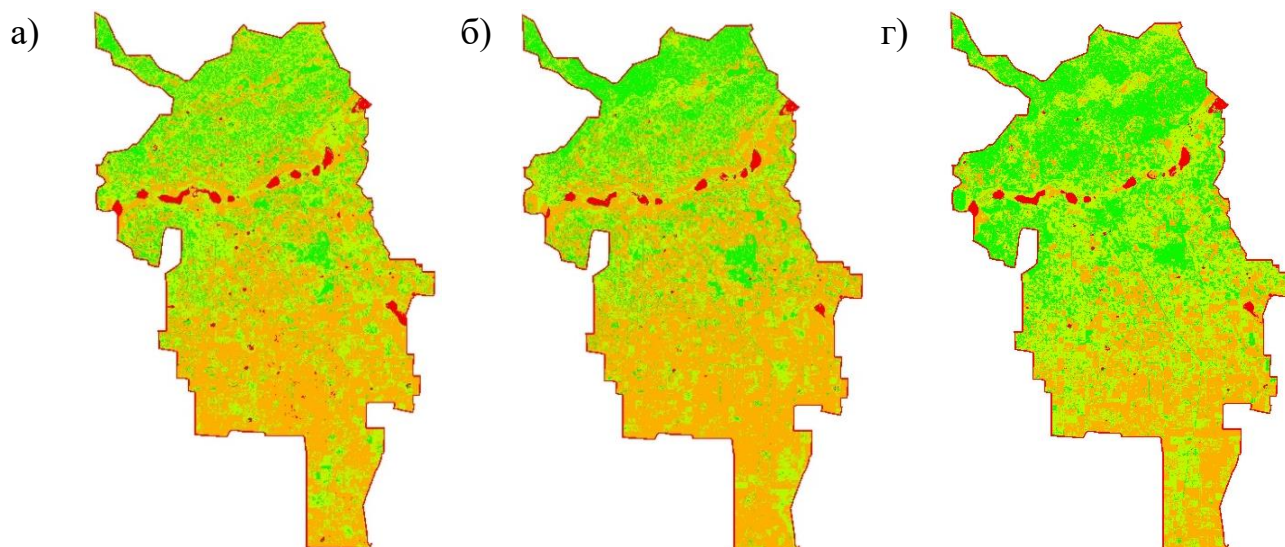
Мағжан Жұмабаев ауданының 2021, 2022, 2023 жылдардағы NDVI, NDMI индекстерінің ArcMap бағдарламасында 20-23суретке сәйкес есептеу барысы.



20 - сурет – ArcGIS бағдарламасында Raster Calculator терезесі



Мағжан Жұмабаев ауданы бойынша 21-24 суретке сәйкес көрсеткіштері.



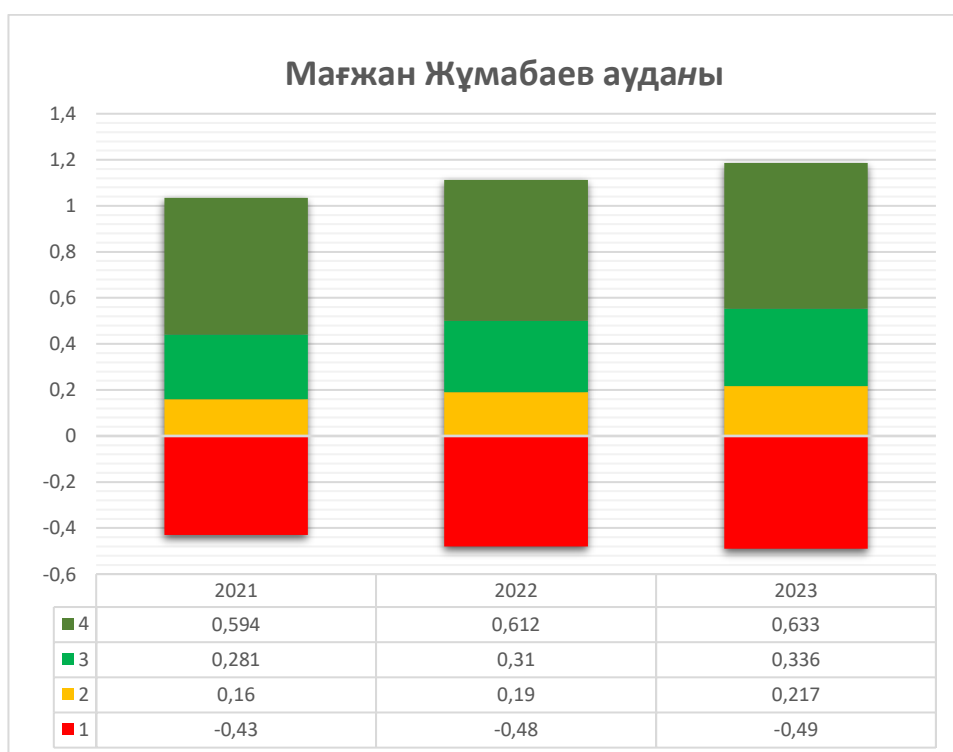
21 - сурет – СҚО Мағжан Жұмабаева ауданы NDVI индекстері

а) 2021 жыл

б) 2022 жыл

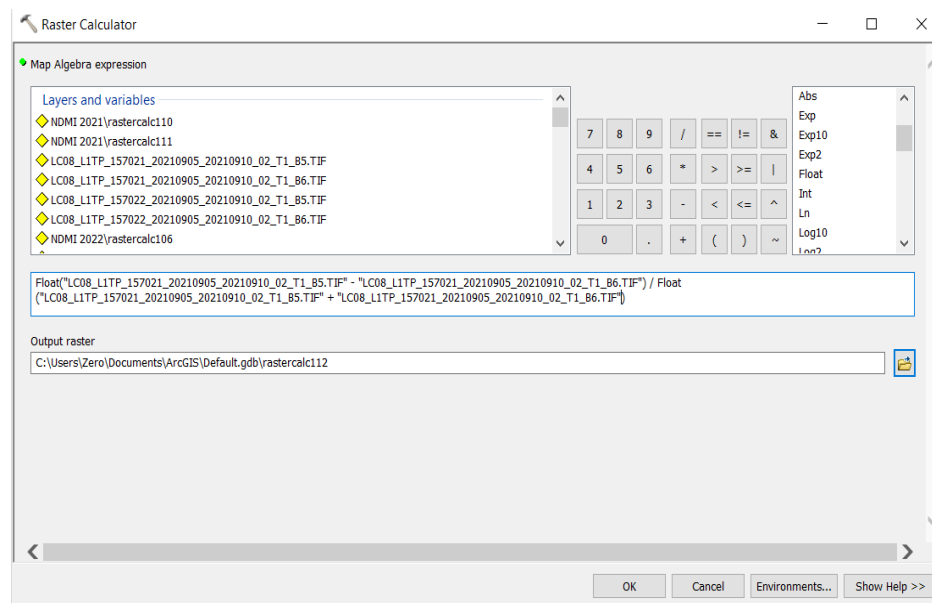
г) 2023 жыл

Одан ары 2021, 2022, 2023 жылдардағы NDVI көрсеткіштерінің 22-суретке сәйкес өзгеру динамикасы жасалды.

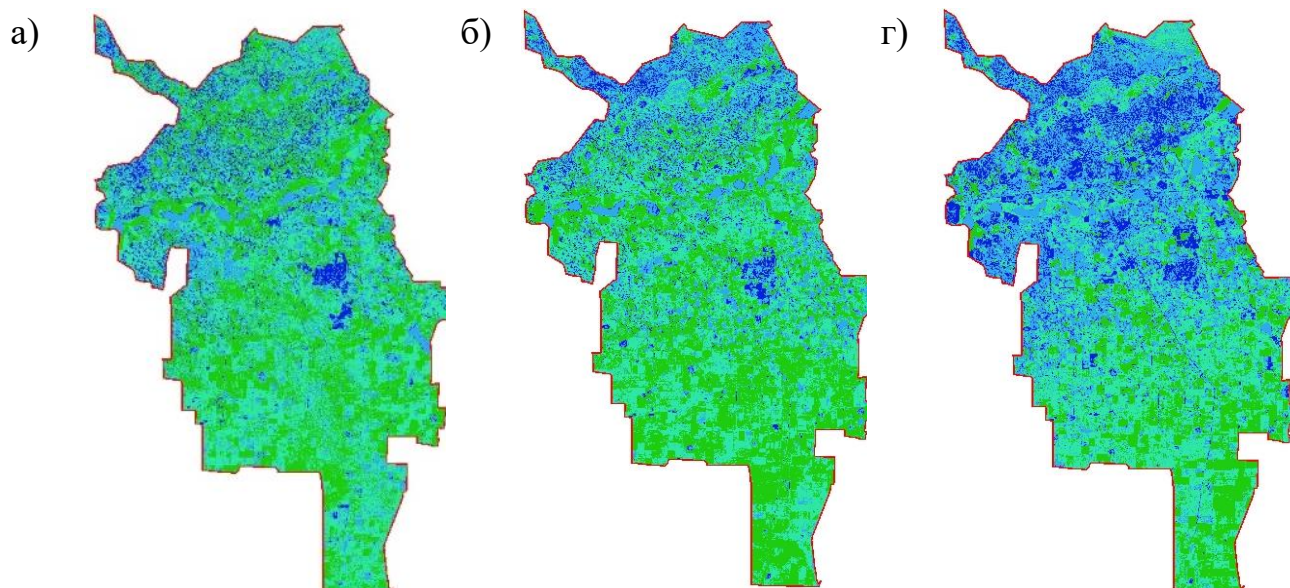


22-сурет – Өсімдік жамылғысы аумағының өзгеріс диаграммасы

Мағжан Жұмабаева ауданының 23-суретке сәйкес NDMI индексін есептеу барысы.



23 - сурет – ArcGis бағдарламасында Raster Calculator терезесі

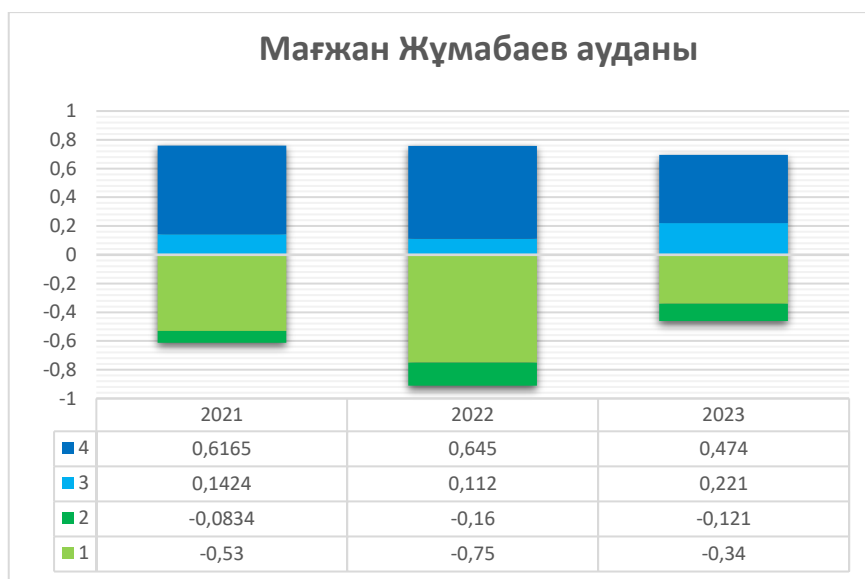


24-сурет – СҚО Мағжан Жұмабаева ауданы NDMI индекстері

а) 2021 жыл      б) 2022 жыл      г) 2023жыл

- Құрғақ
- Төмен ылғалдылық
- Қалыпты ылғалдылық
- Жоғарғы ылғалдылық

Одан ары 2021, 2022, 2023 жылдардағы NDMI көрсеткіштерінің 25-суретке сәйкес өзгеру динамикасы жасалды.



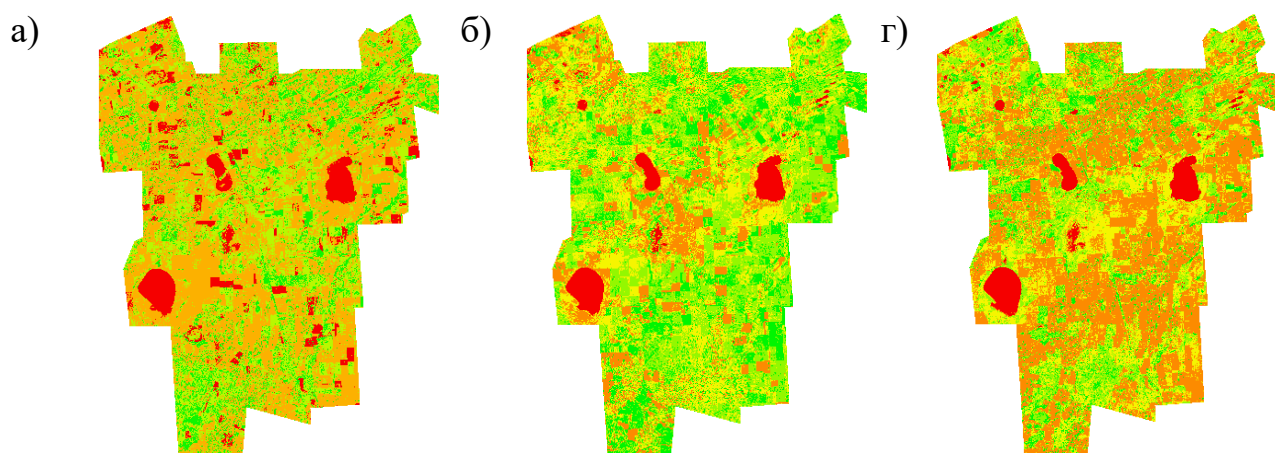
25 – сурет – Топырақ ылғалдылығының өзгеріс диаграммасы

### 3.2 NDVI, NDMI, SAVI, NDWI, RDI, GNDVI индексін есептеу және 10 жылдық өзгеру динамикасы

Мағжан Жұмабаева және Тимирязев аудандарының топырақ деградациясын салыстыру.

NDVI (нормаланған дифференциалды вегетациялық индекс)

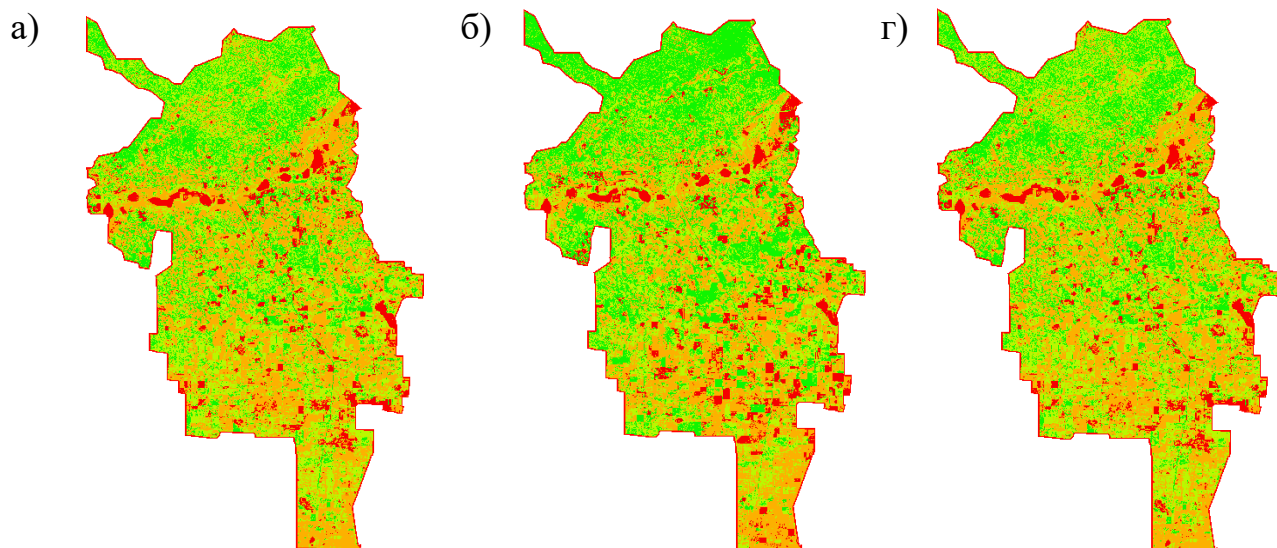
Тимирязев ауданы бойынша NDVI көрсеткіштері арқылы 26-суретке сәйкес өсімдік жамылғысының сапасын бақылаймыз.



26 - сурет – СҚО Тимирязев ауданы NDVI индекстері  
а) 24.08.2016 жыл б) 14.07.2020 жыл г) 31.08.2024жыл

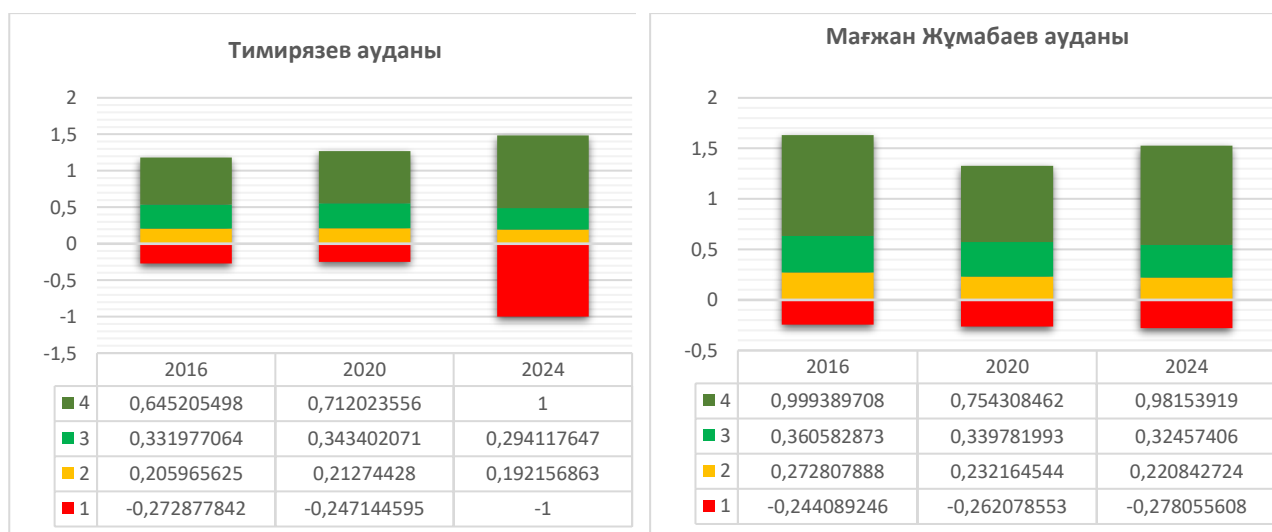
- Өсімдік нашар дамыған
- Жақсы дамымаған өсімдіктер
- Жақсы дамыған өсімдіктер
- Жоғарғы сапалы өсімдік

Мағжан Жұмабаева ауданы бойынша 27-суретке сәйкес көрсеткіштер есептелді.



27 - сурет – СҚО Мағжан Жұмабаев ауданы NDVI индекстері  
 а) 22.08.2016 жыл      б) 16.07.2020 жыл      г) 28.08.2024жыл

СҚО Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарының 2016,2020,2024 жылдардағы NDVI көрсеткіштерінің 28, 29 суретке сәйкес өзгеру динамикасы.



28, 29 - сурет – Салыстыру диаграммасы

NDVI талдау

Қызыл аймақтар: -1 -ге жақын NDVI мәндері вегетациялық кезеңнің минималды немесе теріс мәнін көрсетеді. Бұл ашық топырақтың, тау жыныстарының немесе өсімдік жамылғысының жоқтығын көрсетеді.

Жасыл аймақтар: 0,99-ға жақын NDVI мәндері сау өсімдіктердің болуын көрсетеді. Бұл аймақтар тығыз және сау өсімдіктер таралған.

NDVI индексі өсімдіктердің денсаулығын және олардың өсімдік жамылғысының тығыздығын бағалауға мүмкіндік береді. Бұл индекс арқылы топырақтың құнарлығының өзгерістерін бақылауға болады, себебі өсімдіктердің өсуі топырақтың жағдайымен тығыз байланысты.

NDRE (Normalized Difference Red Edge Index) – бұл спектралды вегетациялық индекс, ол өсімдіктердің денсаулығы мен даму жағдайын бағалауға көмектеседі, әсіресе өсімдік жапырақтары тығызданған, кейінгі өсу сатыларында тиімді.

NDRE формуласы

$$NDRE = \frac{(NIR - RedEdge)}{(NIR + RedEdge)} \quad (3)$$

мұнда NIR – жақын инфрақызыл диапазон (*near-infrared*)

RedEdge – қызыл шекара диапазоны, ол қызыл мен инфрақызыл аралығындағы тар спектрлік аймақ

NDRE индексі хлорофилл құрамына және фотосинтез белсенділігіне өте сезімтал, сондықтан ол тыңайтқыштың әсерін бақылау (5-кестеге сәйкес) немесе өсімдік стрессін ерте анықтау үшін тиімді қолданылады.

Бірақ нақты ауылшаруашылық жағдайларында NDRE шамамен 0.1–0.5 аралығында болады.

Кесте 5 – NDRE индексі көрсеткіштер мәндері

| NDRE мәні | Түсіндірме                                  |                                       |
|-----------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 – 0.2   | Өсімдіктер әлсіз, хлорофилл төмен, стрессте |                                       |
| 0.2 – 0.3 | Орташа даму                                 |                                       |
| 0.3 – 0.5 | Жақсы жағдай, өсім белсенді                 |                                       |
| > 0.5     | Жоғары даму, тығыз жапырақ массасы          |                                       |
| Индекс    | Формула                                     | Қай спектрлер қолданылады             |
| NDVI      | $\frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$           | Жақын ИҚ (NIR) және қызыл (Red)       |
| NDRE      | $\frac{(NIR - RedEdge)}{(NIR + RedEdge)}$   | Жақын ИҚ және қызыл шекара (Red Edge) |

NDVI – өсімдік сыртынан қарайды (жапырақ бар ма, жоқ па). NDRE – өсімдікке ішінен қарайды (хлорофилл бар ма, фотосинтез жүріп жатыр ма?).

NDRE өсімдіктің стрессін NDVI-ге қарағанда ертерек көрсетеді



NDRE – NDVI-мен салыстырғанда сезімтал индекс, әсіресе:

- Өсімдік жамылғысы қалың немесе орташа болғанда
- Стресс жаңа басталған кезде (мысалы, қоректік заттардың жетіспеуі, топырақтың тығыздалуы, құрғақшылық)

NDRE өсімдіктің ішкі күйін көрсететіндіктен, сыртқы белгілер шықпай тұрып-ақ проблема барын анықтайды.

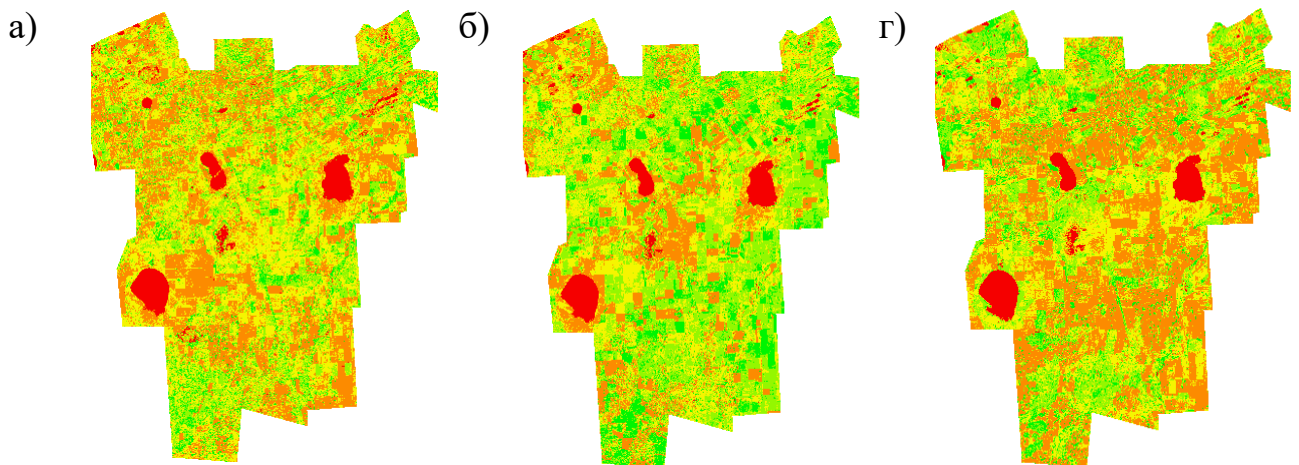
NDRE топырақтағы азот пен органикалық заттармен тығыз байланысты

Топырақтағы азот пен органикалық заттар – фотосинтездің негізгі факторлары.

Егер топырақ деградацияға ұшыраса:

- Өсімдіктің тамыр жүйесі әлсірейді
- Қоректік заттардың сіңірілуі төмендейді
- NDRE көрсеткіші төмендей бастайды, тіпті өсімдік сырттай жасыл көрінсе де

Тимирязев ауданының бойынша 30-суретке сәйкес көрсеткіші.



30 - сурет – СҚО Тимирязев ауданы NDRE индекстері  
а) 22.08.2016 жыл      б) 16.07.2020 жыл      г) 28.08.2024жыл

NDVI және NDRE индекстерінің қысқаша 31-суретке сәйкес қорытындысы

1. Хлорофилдің өзгеруі:

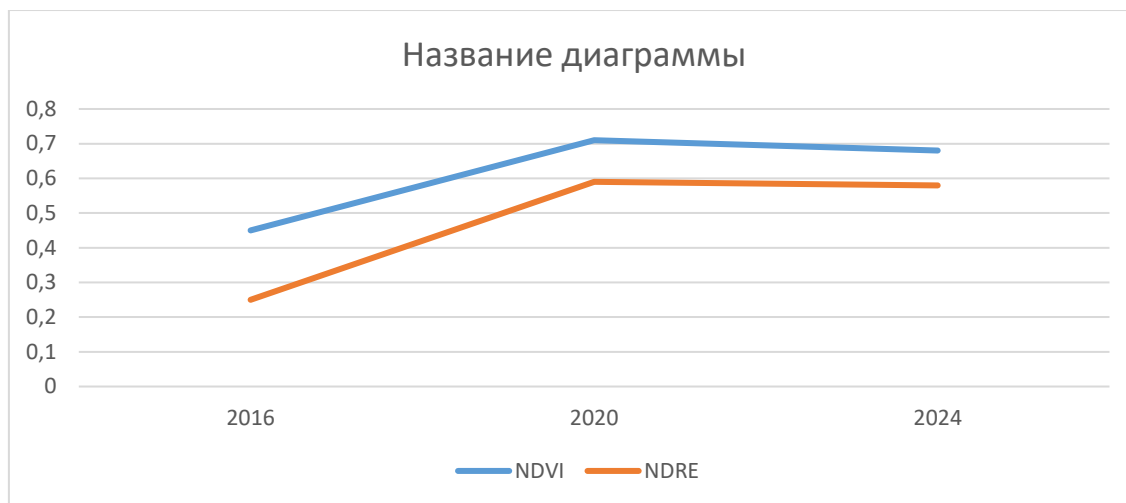
- NDVI (жасылдық көрсеткіші):
- 2020 ж. ең жоғары (0.712) → жапырақтардың саны мол
- 2024 ж. жасылдық көп (1.0), бірақ хлорофил сапасы төмен (NDRE 0.579)
- 2016 ж. ең төмен → өсімдіктер әлсіз
- NDRE (хлорофил/азот көрсеткіші):
- 2020 ж. ең жоғары (0.590) → азотпен жақсы қамтылған
- 2024 ж. хлорофилде сәл төмендеу (0.579) → стресс белгілері
- 2016 ж. ең нашар (-0.766) → ауыр азот жетіспеушілігі

Қорытынды:

- 2020 ж –ең үздік (екі индекс те жоғары): жапырақ көп және сапалы.



- 2024 ж. – жасылдық көп (NDVI ↑), бірақ хлорофил төмен (NDRE ↓) → "жалған жасылдық".
- 2016 ж.– екі индекс те төмен → өсімдіктер әлсіз немесе аз.



31 - сурет – NDVI мен NDRE индекстерін салыстыру

#### Мәндердің арақатынасы:

1. 2016 жыл: NDVI (0.45) және NDRE (0.25) төмен → Өсімдіктер аз, әлсіз дамыған, азот жетіспеушілігі.
2. 2020 жыл: NDVI (0.71) және NDRE (0.59) жоғары → Өсімдіктер сау, хлорофил мол, агротехника жақсы.
3. 2024 жыл: NDVI (0.68) жоғары, NDRE (0.58) сәл төмен → Жасылдық сақталған, бірақ хлорофилде азап төмендеу (мысалы, климат өзгерісінің әсері).

Түйін: NDVI тек өсімдік бар-жоғын, ал NDRE олардың денсаулығын көрсетеді. 2024 жылдың жасылдығына қарамастан, NDRE-нің төмендеуі хлорофилдік белсенділіктің төмендігін аңғартады. Бұл су жетіспеушілігі, азот тапшылығы немесе аурулардың әсері болуы мүмкін.

3. SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) – топырақтың әсерін ескеретін өсімдіктер индексі. Бұл индекс NDVI-ге (Normalized Difference Vegetation Index) ұқсас, бірақ ол топырақтың шағылысу әсерін азайту үшін (32-33 суретке сәйкес) қосымша түзету коэффициентін пайдаланады.

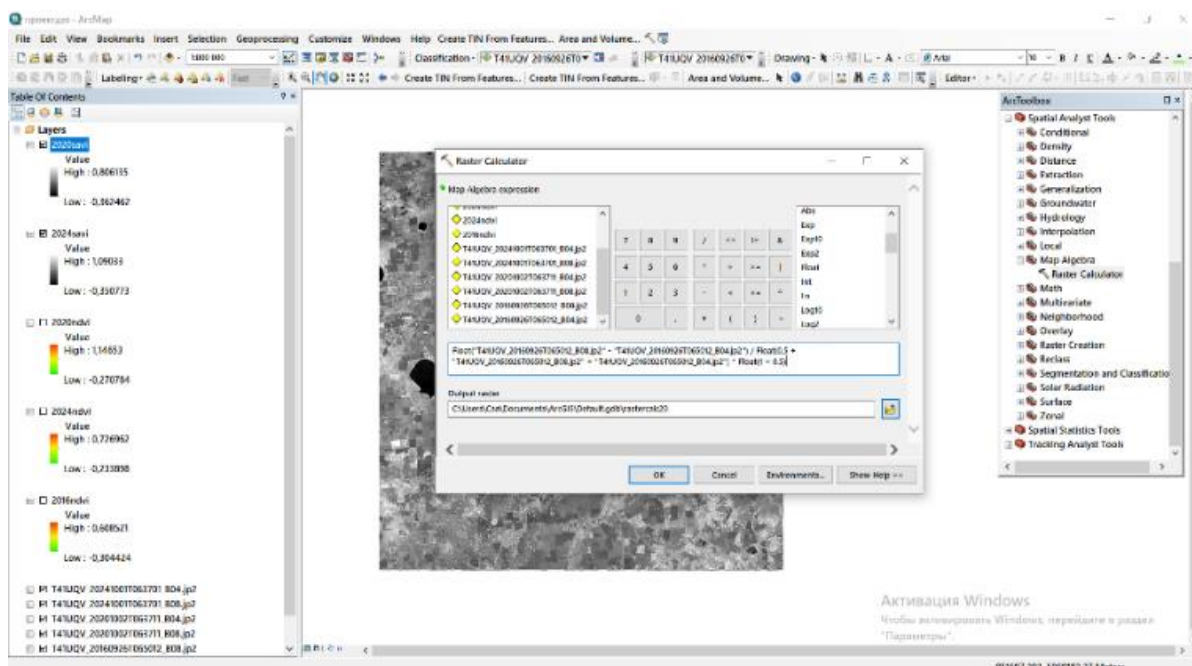
SAVI формуласы:

$$SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \times (1 + L) \quad (4)$$

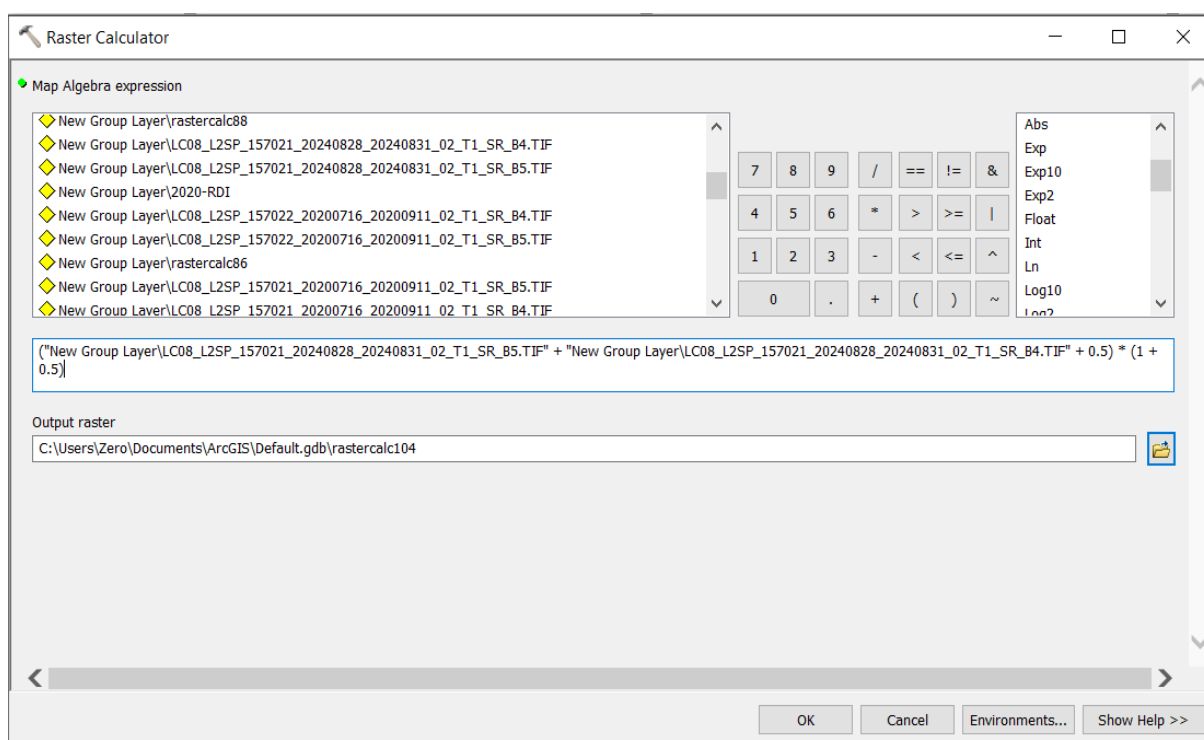
мұнда NIR – Жақын инфрақызыл сәуле (Near Infrared)

Red – Қызыл спектр (Red Band)

L – Түзету коэффициенті (әдетте 0.5)



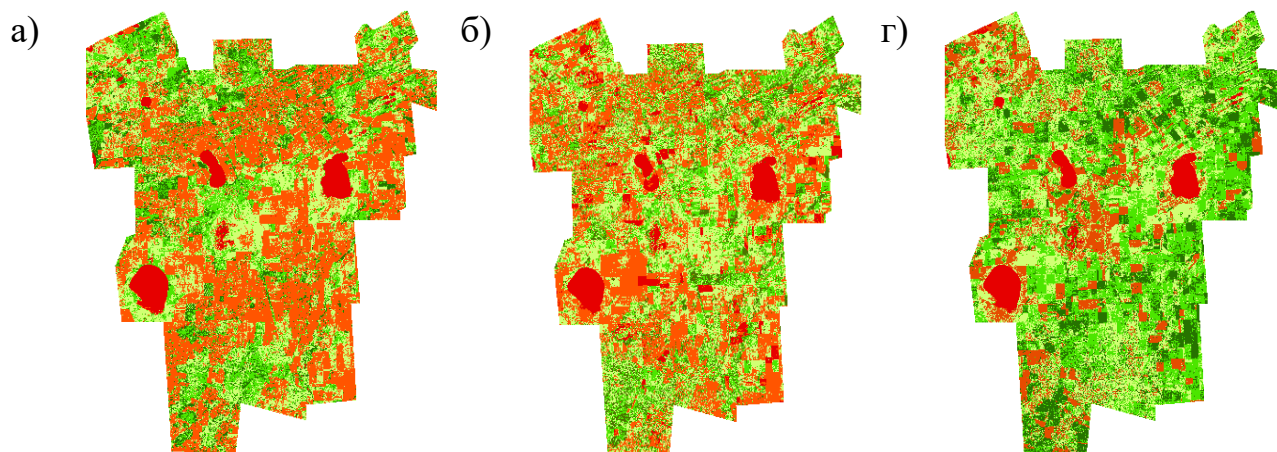
32-сурет – ArcGIS бағдарламасында Raster Calculator терезесі



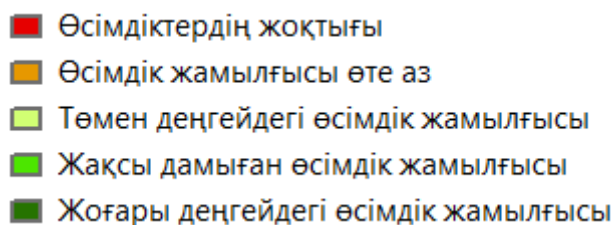
33-сурет – ArcGIS бағдарламасында Raster Calculator терезесі

SAVI әсіресе өсімдігі сирек немесе топырақ көрініп тұратын аумақтарда өсімдіктердің жағдайын дәлірек бағалауға мүмкіндік береді. Мысалы, шөлейт немесе жартылай шөлейт аймақтарда NDVI нәтижелері топырақтың әсерінен бұрмалануы мүмкін 34-суретке сәйкес, ал SAVI бұл әсерді түзетеді [8].

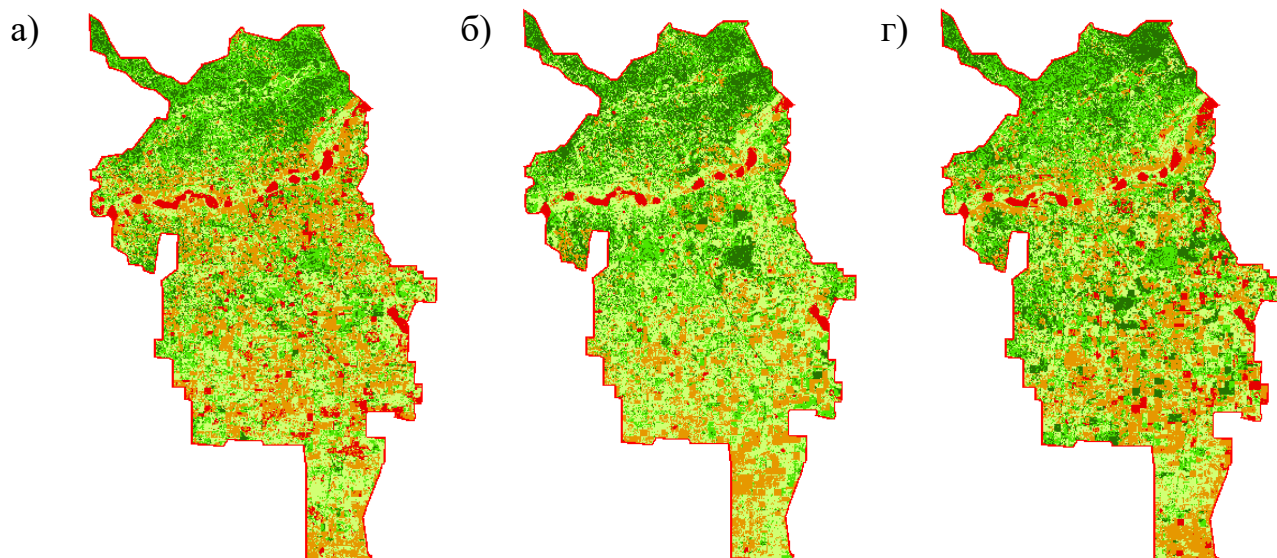
Тимирязев ауданы бойынша 34-суретке сәйкес көрсеткіштер.



34-сурет – СҚО Тимирязев ауданы SAVI индекстері



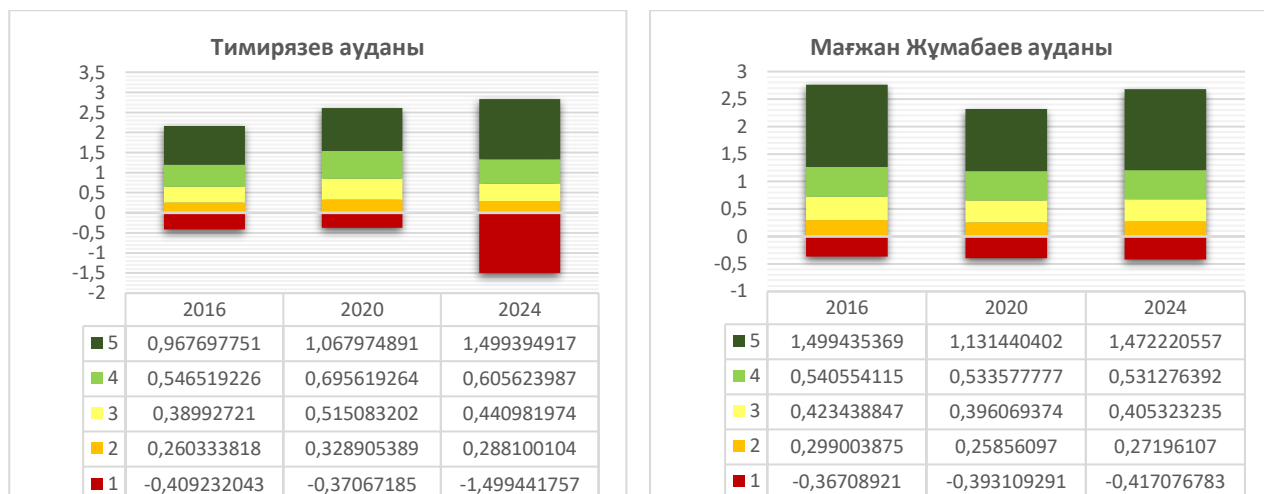
Мағжан Жұмабаева ауданы бойынша 35-суретке сәйкес көрсеткіштер.



35 - сурет – СҚО Мағжан Жұмабаев ауданы SAVI индекстері

а) 24.08.2016 жыл    б) 14.07.2020 жыл    г) 31.08.2024жыл

СҚО Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарының 2016,2020,2024 жылдардағы SAVI көрсеткіштерінің 36-37 суретке сәйкес өзгеру динамикасы.



36, 37 сурет –Көрсеткіштердің өзгеру динамикасы

#### SAVI талдау

**Жасыл аймақ:** SAVI жоғары мәндері бұл өсімдік жамылғысының денсаулығының жақсы екенін 1ге жақын мәндер көрсетеді.

**Қызыл аймақ:** -1 мәнін көрсеткенде, бұл жерде өсімдіктердің болмауы және құнарлығының төмендегенін көруге болады.

Әсіресе құрғақ немесе жартылай құрғақ аймақтарда, онда өсімдіктер мен топырақтың айырмашылығы айқын болмайды. SAVI индексы негізінен топырақтың әсерінен туындайтын артық шуды жою үшін L мәні қолданылады.

#### 4. NDMI- Ылғалдылықтың қалыпты айырмашылығының индексі

Қалыптастырылған айырмашылық ылғалдылық индексі (NDMI) жақын инфрақызыл (NIR) және қысқа толқынды инфрақызыл (SWIR) спектрлік жолақтарының комбинациясын пайдалана отырып, дақылдардың ылғалдылығын өлшейді және дақылдың ылғал кернеуінің сенімді көрсеткіші болып табылады.

Қатты құрғақшылық егінді күйзеліске ұшыратып қана қоймайды, сонымен қатар бүкіл егінді құртуы мүмкін. NDMI су кернеуін ерте кезеңде анықтауға және қайтымсыз зақымдануды болдырмауға қабілетті.

NDMI есептеу формуласы

$$NDMI = \frac{(NIR - SWIR1)}{(NIR + SWIR1)} \quad (5)$$

Sentinel 2:  $NDMI = (B08 - B11)/(B08 + B11)$

Landsat 8:  $NDMI = (B05 - B06) / (B05 + B06)$

NIR және SWIR арналары NDMI диапазонының теңдеуі үшін кездейсоқ таңдалмаған. Бұл комбинация жарықтандыру мен атмосфералық әсерлерді жұмсарту арқылы дәлірек нәтиже алуға мүмкіндік береді. Қысқа толқынды инфрақызыл (SWIR) спектрлік арна өсімдіктердің ылғалдылығына және жапырақтардың мезофильді құрылымына сезімтал. Екінші жағынан, жақын инфрақызыл (NIR) диапазонында өсімдіктерден шағылу олардың биомассасына



байланысты жазылады. Сонымен қатар, NDMI мәндердің күрт төмендеуіне байланысты NDVI-ге қарағанда ормандардың жойылуын анықтауда тиімдірек .

NDMI индексінің интерпретациясы : көптеген индекстер сияқты, NDMI - 1-ден 1-ге дейінгі мәндерге ие, бұл түсіндіруді жеңілдетеді. Су кернеуі -1-ге жақындаған теріс мәндермен көрсетілуі мүмкін, ал +1 батпақтануды көрсетуі мүмкін.

NDMI көрсеткіштеріне анықтама:

-1– 0,6 Өсімдік жамылғысы іс жүзінде жоқ

-0,6 – -0,4 Өсімдік тығыздығы өте төмен

-0,4 – 0,4 Өсімдік жамылғысының орташа тығыздығы, судың жоғары кернеуі немесе өсімдіктердің орташа тығыздығы төмен, судың төмен кернеуі

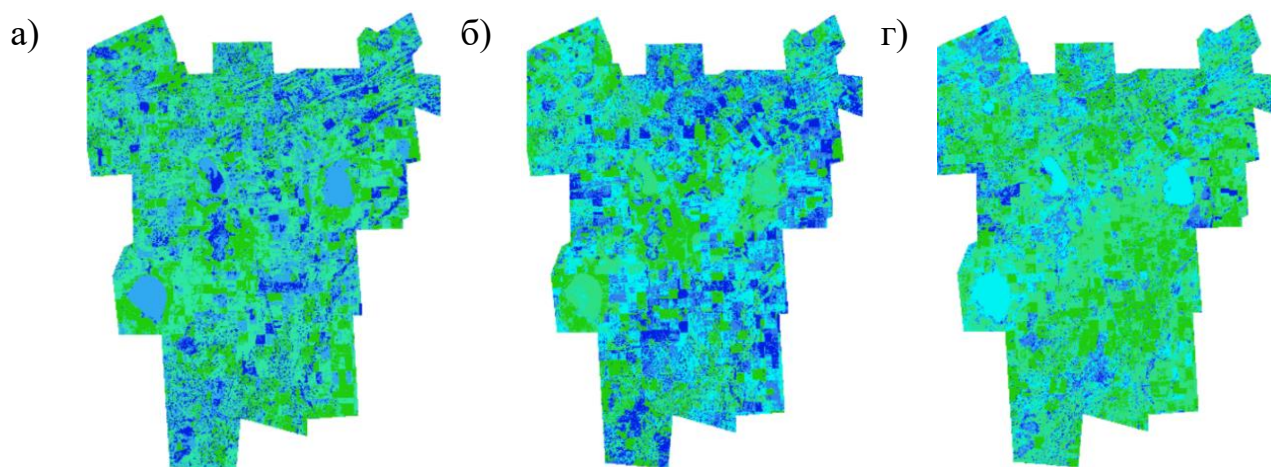
0,4 – 0,6 Өсімдік тығыздығы жоғары, су кернеуі байқалмайды

0,6 – 0,8 Өсімдік тығыздығы өте жоғары, су кернеуі жоқ

0,8 – 1 Аудан толығымен тығыз өсімдіктермен жабылған, су кернеуі жоқ

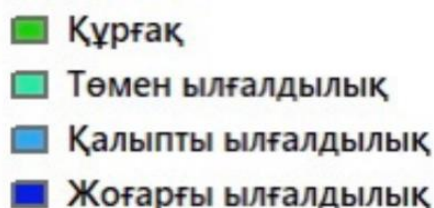
NDMI индексі мүмкіндік береді : Дақылдардың ылғалдылығын бақылау, ауыл шаруашылығы дақылдары судың күйзелісіне ұшырайтын егіс алқаптарын анықтау, өрт қауіпті аймақтардағы өрт қауіптілік деңгейін анықтауға мүмкіндік береді [9].

Тимирязев ауданы бойынша ылғалдылық индексін есептеп жылдар аралығындағы өзгерісті (38-суретке сәйкес) көрсетеді.

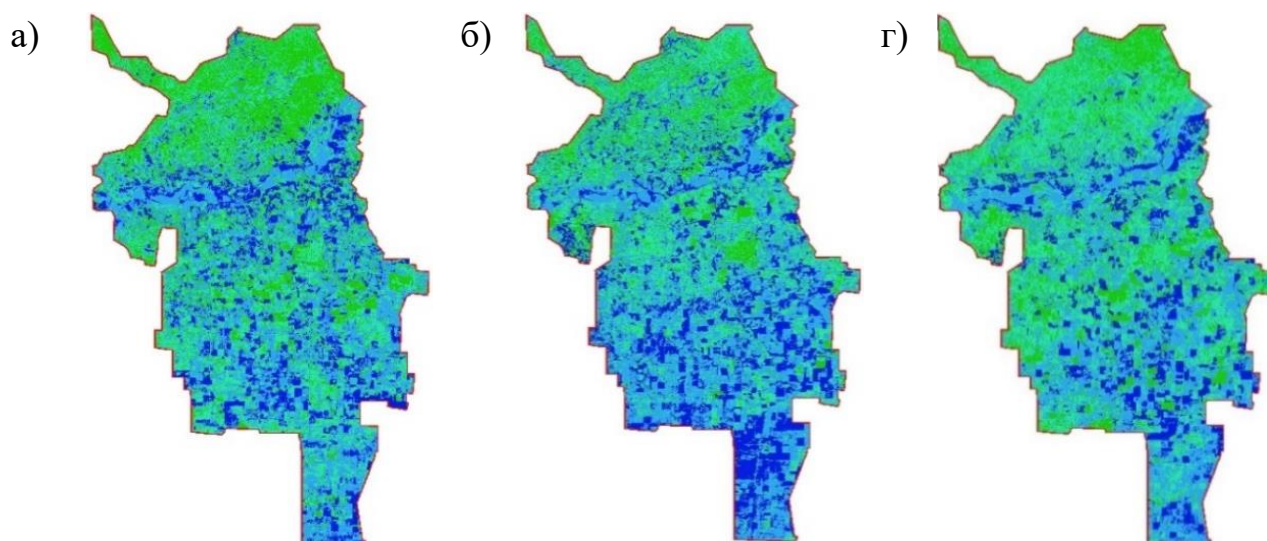


38-сурет – СҚО Тимирязев ауданы NDMI индекстері

а) 24.08.2016ж    б) 14.07.2020ж    г) 31.08.2024ж

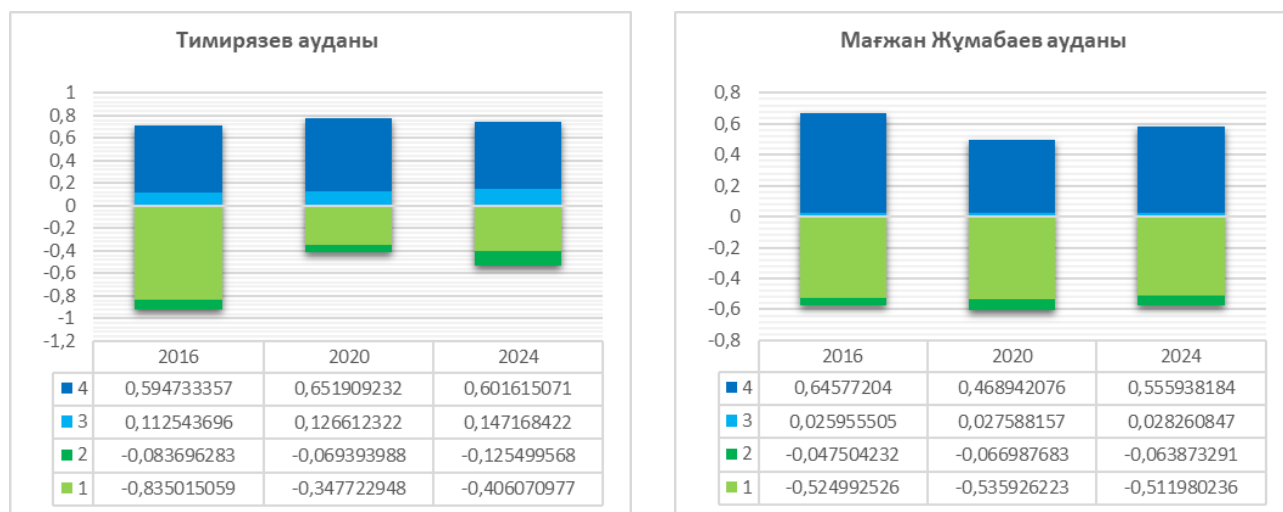


Мағжан Жұмабаева ауданы 39-суретке сәйкес индекс бойынша көрсеткіштер .



39-Сурет –СҚО Мағжан Жұмабаев ауданы NDMI индекстері  
а) 22.08.2016ж б) 16.07.2020ж г) 28.08.2024ж

Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарының 2016, 2020, 2024 жылдардағы NDMI көрсеткіштерінің (40, 41 суретке сәйкес) өзгеру динамикасы.



40, 41–сурет. Көрсеткіштердің өзгеру динамикасы

NDMI шкаласы -1-ден +1-ге дейін ауытқиды, ең төменгі мәндері өсімдіктің төмен ылғалдылығын және ең жоғары мәндері (көк) өсімдік ылғалдылығын көрсетеді . Басқаша айтқанда, NDMI мәндерінің төмендеуі өсімдіктерге судың жетіспеушілігін көрсетеді, ал NDMI әдеттен тыс жоғары мәндері су тасқыны туралы сигнал бере алады.



## 5. NDWI-Су ресурстарын анықтауға арналған индекс

NDWI (Су ресурстарын анықтауға арналған индекс) ашық су объектілерін анықтау және оларды спутниктік суреттегі топырақ пен өсімдіктерден ажырату үшін қолданылады .

NDWI (Су ресурстарын анықтауға арналған индекс) ылғалдылықты тиімді өлшейтіндіктен , оны GAO NDWI ретінде де белгілі NDMI индексімен жиі шатастырады . Шындығында, бұл бірегей есептеу формулалары мен қолдану аясы бар әртүрлі индекстер. NDMI өсімдік жапырақтарында ылғалдың болуын жақсарту үшін NIR-SWIR (инфрақызыл және қысқа толқынға жақын) комбинациясын пайдаланады. NDWI су объектілеріндегі су құрамының өзгерістерін анықтауға мүмкіндік беретін GREEN-NIR (көрінетін жасыл және жақын инфрақызыл) комбинациясы арқылы есептеледі .

NDWI формуласы

$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)} \quad (6)$$

Landsat 8: NDWI = (Band 3 – Band 5)/ (Band 3 + Band 5)

Sentinel 2: NDWI = (Band 3 – Band 8)/ (Band 3 + Band 8)

Бұл толқын ұзындығын таңдау толқын ұзындығының жасыл спектріндегі су объектілерінің шағылысу сипаттамаларының максималды мәндеріне және өсімдіктер мен топырақтың максималды мәндері болатын жақын инфрақызыл спектрдегі ең аз мәндерге негізделген.

NDWI индексінің мәндері келесі диапазондарға сәйкес келеді:

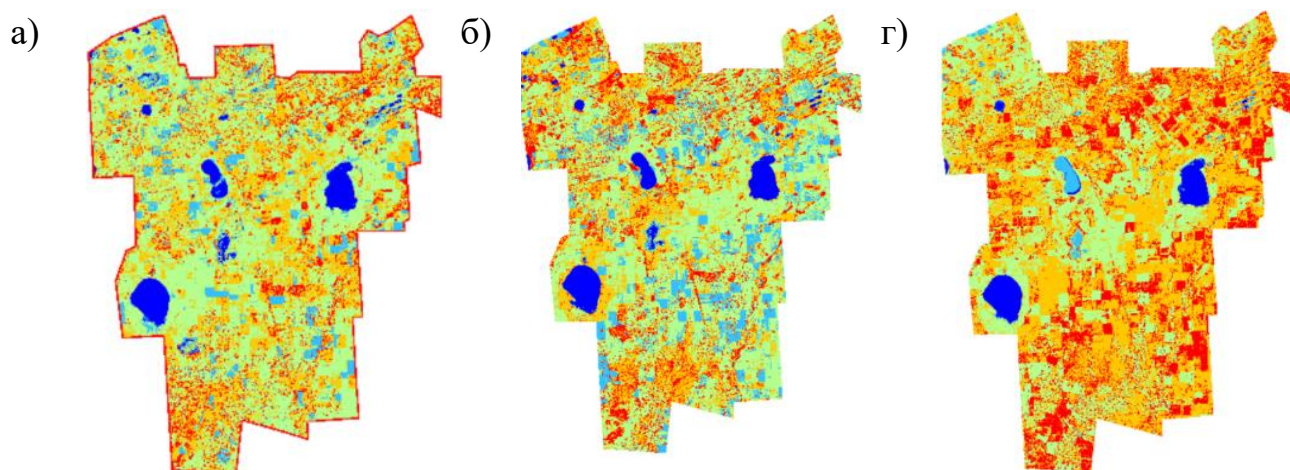
- 0,2-1 – су беті,
- 0-0,2 – Су басу, ылғалдылық,
- 0,3-0 – орташа құрғақшылық, сусыз беттер,
- -1 – (-0,3) – құрғақшылық, сусыз беттер

NDWI индексін қолдану: Су объектісін анықтау, оның сұлбасын картада нақтырақ көрсету және оның өзгерістерін қадағалау қажеттілігі туындаған кезде нормаланған айырмашылық су индексі қолданылады. Көрінетін спектрден тыс, инфрақызыл диапазонда су іс жүзінде ешқандай жарықты көрсетпейді. NDWI бұл сипатты су объектілерін сәтті картаға түсіру және судың лайлылығын бақылау үшін пайдаланады.

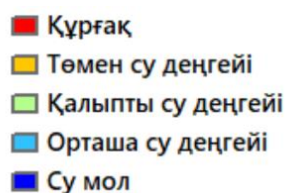
NDWI индексін пайдалана отырып, спутниктік суреттерден алынған деректер уақыт өте келе мәндердің қалай өзгеретінін қисық сызықта көрсету үшін түстер палитрасы мен графиктерді пайдаланып карталар ретінде бейнеленеді. Картада

- +1-ге жақындаған жоғары мәндер әдетте көк түспен көрсетіледі және судың жоғары мөлшеріне немесе су бетіне сәйкес келеді ,
- -1-ге дейін төмен мәндер, егер қызығушылық аймағы су емес бетпен көрсетілмесе, құрғақшылық жағдайының белгісі болып табылады [10].

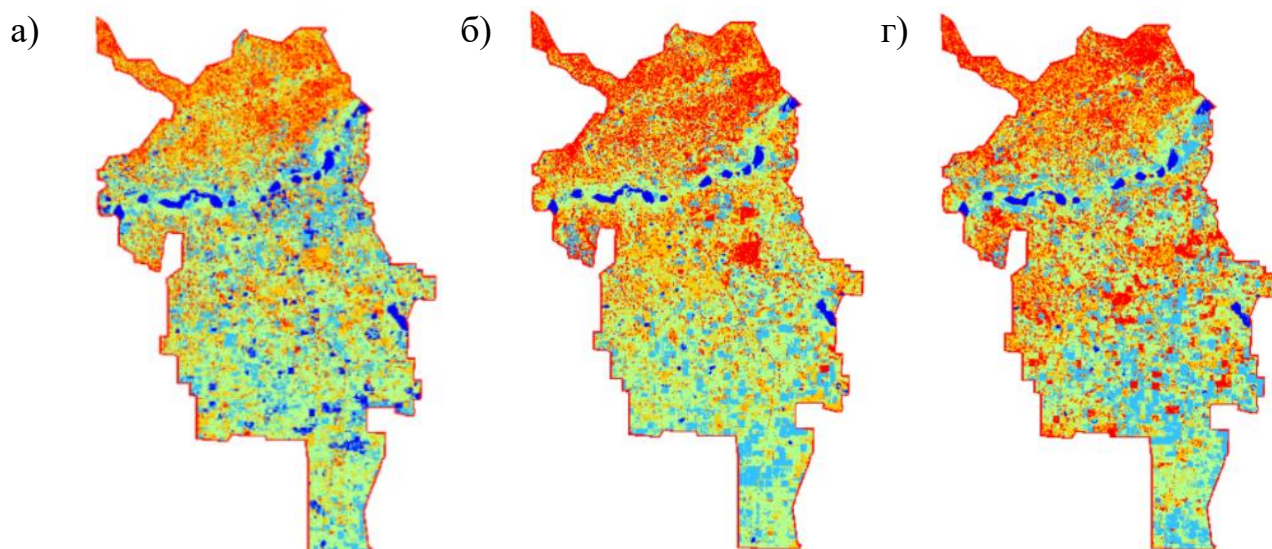
Тимирязев ауданы туралы мәлімет 42-суретке сәйкес төменде көрсетілген.



42 - сурет – СҚО Тимирязев ауданы NDWI индекстері  
а) 24.08.2016ж б) 14.07.2020ж г) 31.08.2024ж



43-суретке сәйкес Мағжан Жұмабаев ауданының NDWI индекстерінің өзгеруі көрсетілген.



43-сурет – СҚО Мағжан Жұмабаев ауданы NDWI индекстері  
а) 22.08.2016ж б) 16.07.2020ж г) 28.08.2024ж

### Тимирязев ауданы

|     | 2016         | 2020         | 2024         |
|-----|--------------|--------------|--------------|
| ■ 5 | 0,326687127  | 0,274987578  | 0,34435612   |
| ■ 4 | -0,12668     | -0,17944     | -0,01387867  |
| ■ 3 | -0,128038804 | -0,088260826 | -0,20740781  |
| ■ 2 | -0,215927009 | -0,279444197 | -0,285642994 |
| ■ 1 | -0,647725582 | -0,700004761 | -0,705642402 |

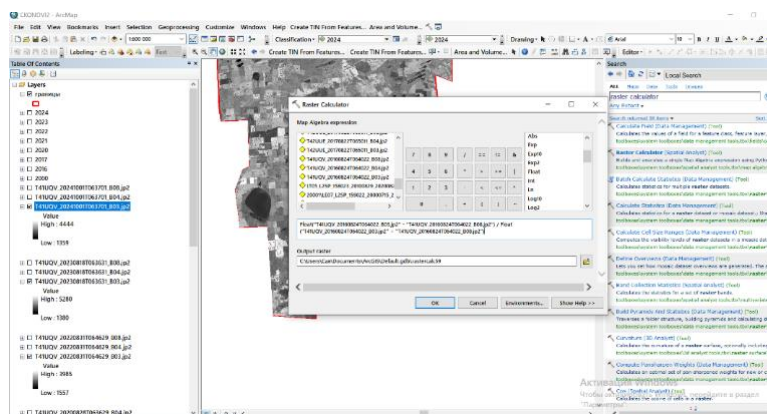
### Мағжан Жұмабаев ауданы

|     | 2016         | 2020         | 2024         |
|-----|--------------|--------------|--------------|
| ■ 5 | 0,354365051  | 0,351519793  | 0,223915353  |
| ■ 4 | -0,102325176 | -0,035693448 | -0,042562109 |
| ■ 3 | -0,203221854 | -0,168928111 | -0,175800841 |
| ■ 2 | -0,277566775 | -0,252199776 | -0,251937259 |
| ■ 1 | -0,999774575 | -0,710193932 | -0,989508808 |

Нәтижесі су объектілері оң мәндерге ие, ал топырақ пен жер өсімдіктері нөлдік немесе теріс мәндерге ие болады. Өсімдіктердің болуының көрсеткіштері су объектілерінің көрсеткіштерінен (0,5 және одан жоғары) айтарлықтай төмен, бұл өсімдіктерді су объектілерінен ажыратуды жеңілдетеді. Құрылыс объектілерінің оң мәндері 0-ден 0,2-ге дейін.

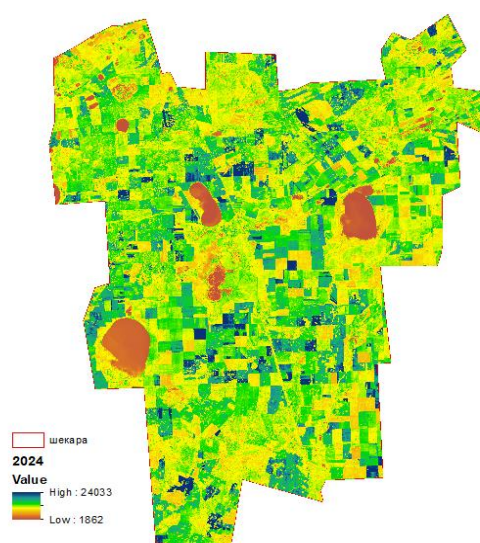
Бұл диапазон өсімдіктердегі биомасса мен ылғалдың өзгеруіне сезімтал, бұл өсімдіктер мен топырақ жағдайындағы айырмашылық тарды анықтауға 46-47 суретке сәйкес мүмкіндік береді. Есептеу формуласы

$$RDI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} = \frac{band\ 5 - band\ 4}{band\ 5 + band\ 4} \quad (7)$$

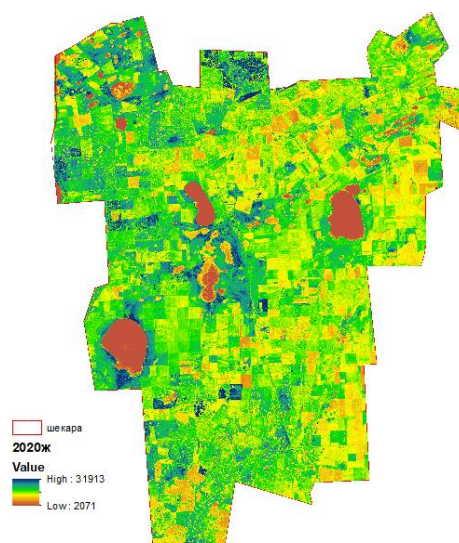


49

47-суретке сәйкес Тимирязев ауданы бойынша RDI индекстерін есептеу нәтижесі көрсетілген.

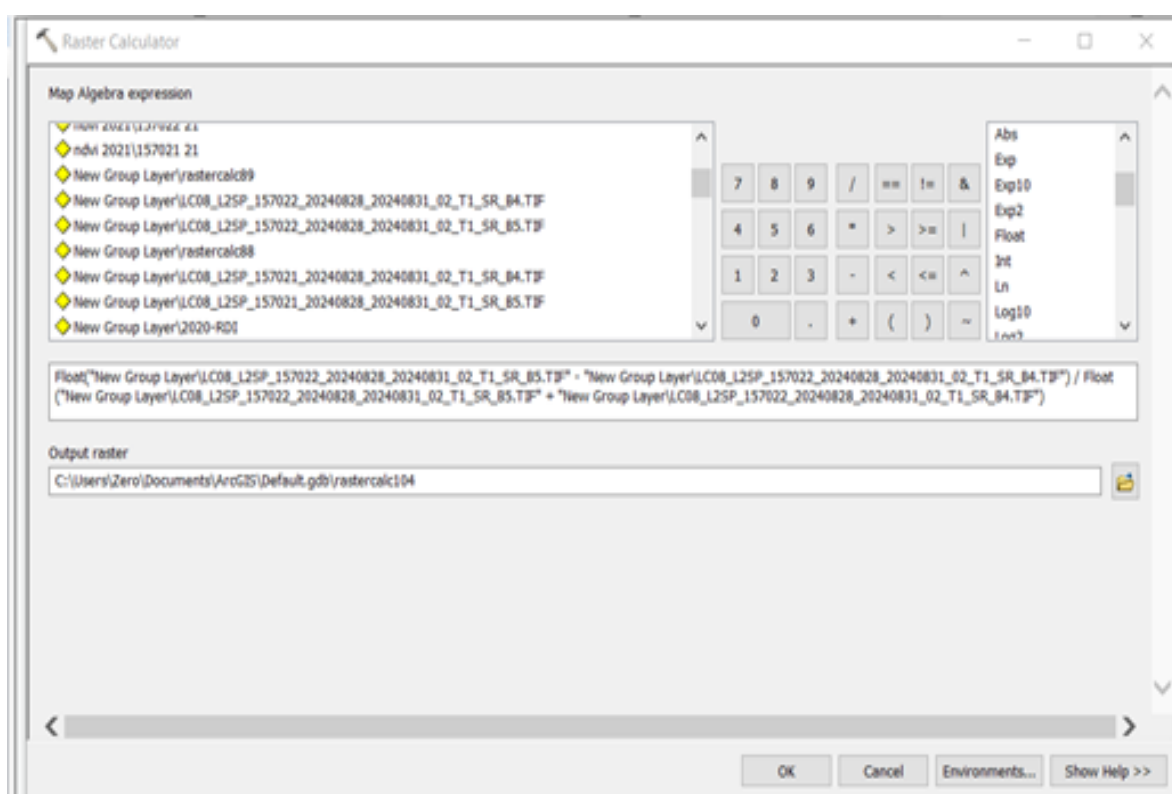


б) 16.07.2020ж



г) 28.08.2024ж

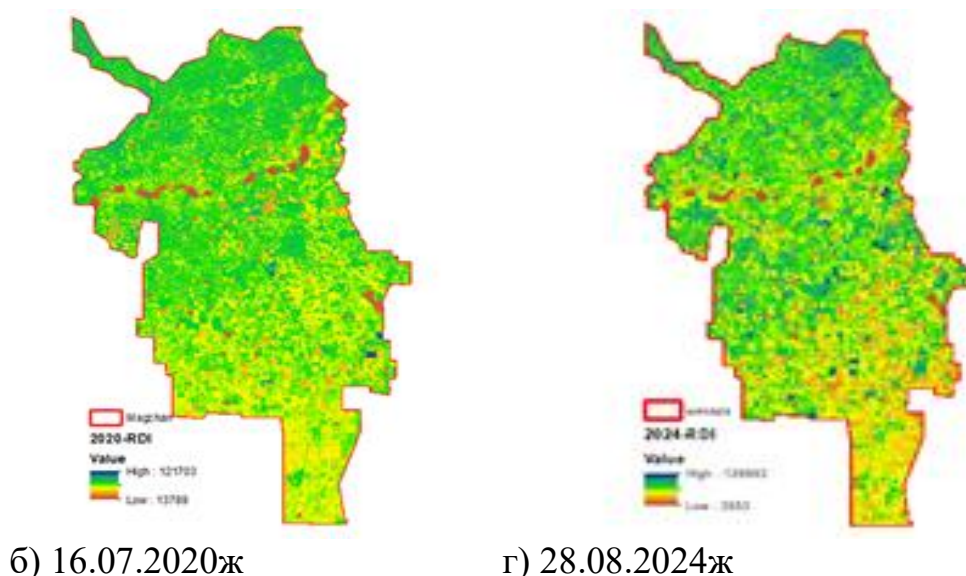
47-сурет – СҚО Тимирязев ауданы RDI индекстері



47-сурет – ArcGis бағдарламасында Raster Calculator терезесі

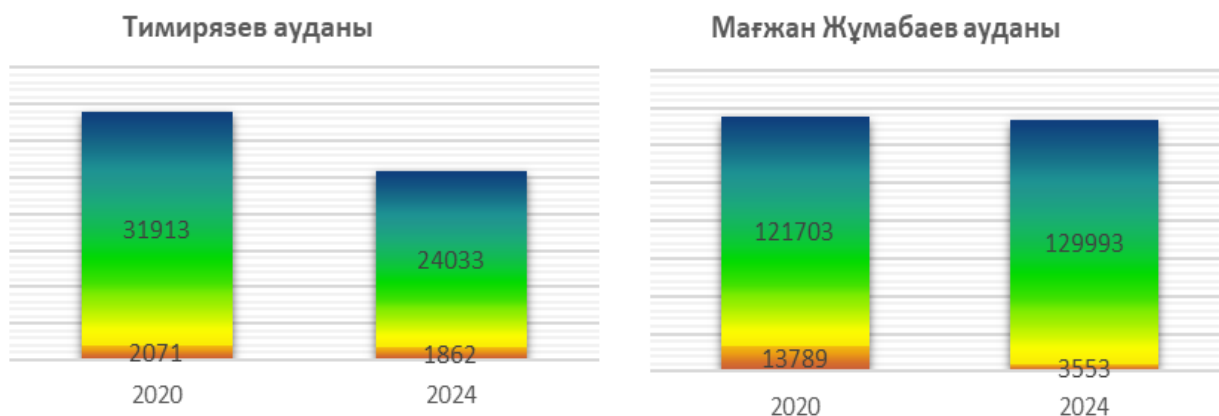


48 - суретке сәйкес ауданы бойынша RDI индекстерін есептеу нәтижесі көрсетілген.



48 - сурет – СҚО Мағжан Жұмабаев ауданы RDI индекстері

Суреттерде СҚО Тимирязов және Мағжан Жұмабаев аудандарының 2020, 2024 жылдардағы RDI көрсеткіштерінің өзгеру динамикасы. Аудандарды салыстыру арқылы Тимирязев ауданында соңғы жылдарда өсімдік биомассасының азайғанын 49, 50 суретке сәйкес байқаймыз.



49, 50 сурет – Көрсеткіштердің өзгеру динамикасы

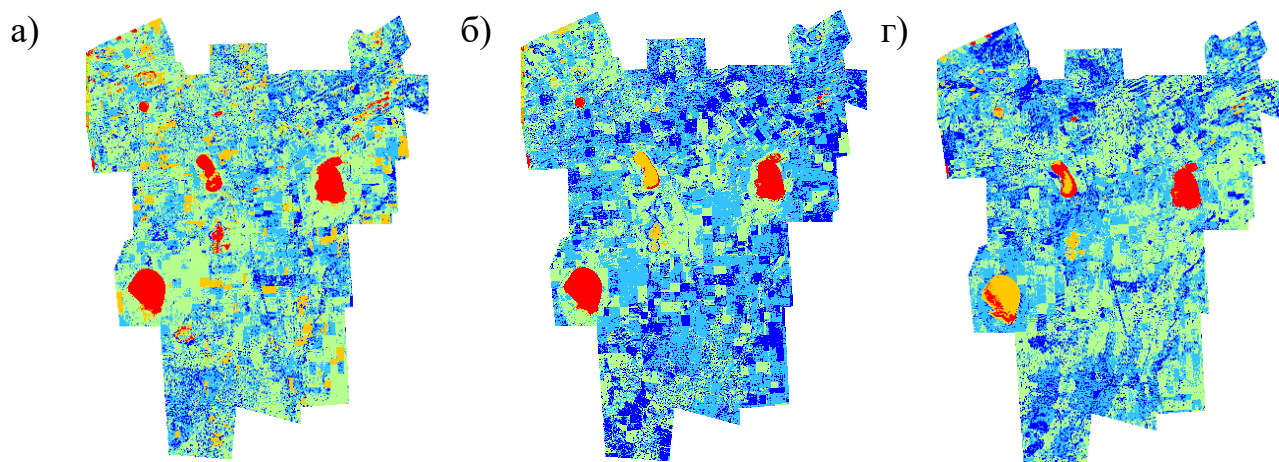
RDI мәндері Тимирязев ауданында шамамен -50947-ден (қара көк) 1862-ке дейін (Қызыл). Мағжан Жұмабаев ауданында шамамен - 124500 ден, 13836 ға дейін. Қара-көк мәнде топырақтың тығыз өсімдік жамылғысын көрсетеді. Қызыл-сары мәнде ашық топырақтарды көрсетеді

Жылдар бойынша аудандардың вегетациялық индекстерін салыстыру топырақ тозуының қарқыны мен кеңістіктік таралуын бағалауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс топырақтың деградациясын ерте анықтап, жер ресурстарын тиімді басқаруға жол ашады.

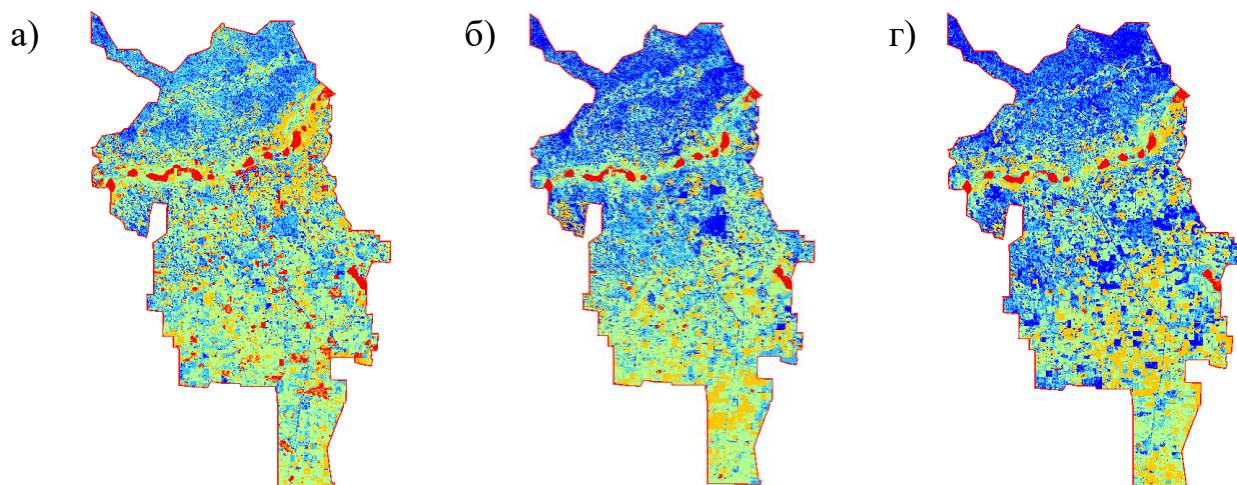
7) Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылығының жасыл индексі (GNDVI)

GNDVI индексі NDVI модификациясы болып табылады: ол сонымен қатар спектрдің инфрақызыл диапазонын пайдаланады, бірақ көрінетін қызыл түс көрінетін жасыл түске ауыстырылады (540-тан 570 нм) формула:

$$GNDVI = \frac{(NIR - GREEN)}{(NIR + GREEN)} \quad (8)$$



51-сурет –СҚО Тимирязев ауданы GNDVI индекстері  
а) 24.08.2016ж б) 14.07.2020ж г) 31.08.2024ж

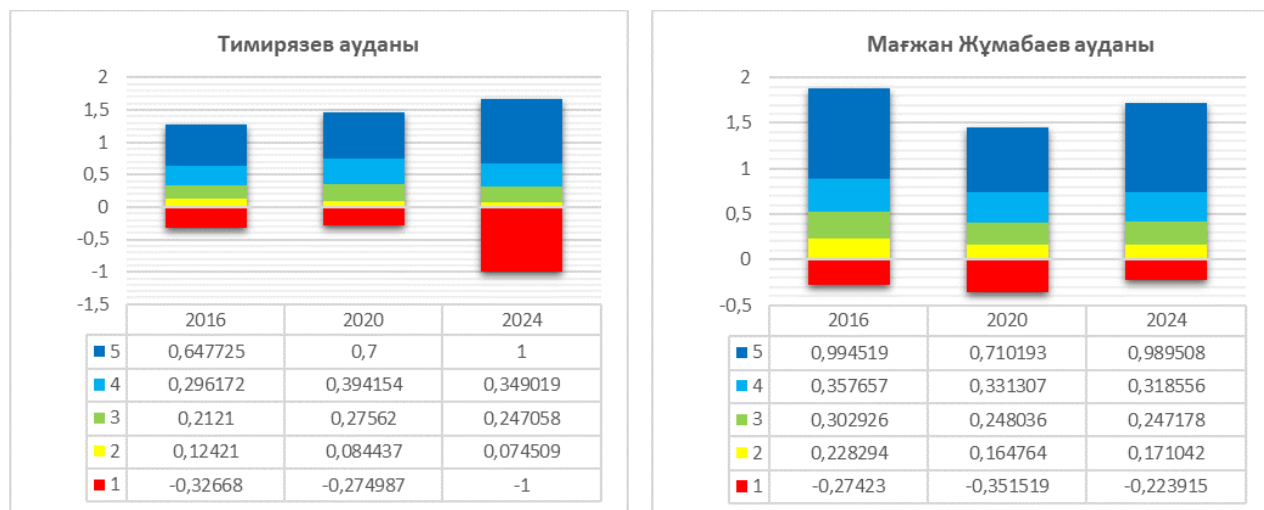


52-сурет –СҚО Мағжан Жұмабаев ауданы GNDVI индекстері  
а) 22.08.2016ж б) 16.07.2020ж г) 28.08.2024



Қолданған кезде : шеткі қызыл канал болмаған кезде солған немесе пісетін дақылдарды анықтау үшін; жабынның тығыздығы жоғары немесе егіннің пісу кезеңінде өсімдіктерді бақылау үшін. GNDVI өсімдіктердегі хлорофил деңгейін дәлірек өлшеуге көмектеседі [11].

Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарының 2016, 2020, 2024 жылдардағы GNDVI көрсеткіштерінің 53, 54 суретке сәйкес өзгеру динамикасы.



53, 54 сурет–Көрсеткіштердің өзгеру динамикасы

### 3.2 Топырақтың тозуын алдын алу ұсыныстары

Солтүстік Қазақстан – еліміздің негізгі егін шаруашылығы жүргізілетін өңірлерінің бірі. Бірақ соңғы жылдары бұл аймақта топырақтың құнары азайып, сапасы төмендеп бара жатқаны байқалады. Бұл – табиғи және адам әрекетінің салдарынан туындайтын маңызды экологиялық мәселе.

М. Жұмабаев ауданы топырағының құнарлылығын арттыру жолдары

Топырақтың құнарын қалпына келтіру үшін ең алдымен оны төмендеткен негізгі себептерді анықтап, оларды жою қажет. Бұл бағыттағы негізгі шараларға мыналар жатады:

- Топырақ құрамында жетіспейтін органикалық және минералды заттардың орнын толтыру;
- Ғылыми негізделген севооборот жүйесін енгізу;
- Топырақты су және жел эрозиясынан қорғау;
- Құнарсыз әрі өнімділігі төмен егістік жерлерді шалғынға айналдыру жұмыстарын кең көлемде жүргізу.

Топырақ органикалық заттарды ыдыратып, сіңіруге жоғары қабілетті. Қолайлы жағдайда бұл табиғи тазарту процесінің тиімділігі 90–99%-ға дейін жетеді. Бұл қасиет көбінесе топырақтың ауа өткізгіштігіне, өсімдік жамылғысының сипатына және инфильтрация деңгейіне байланысты. Органикалық қосылыстардың тотығуынан пайда болған соңғы өнімдер қоршаған

ортаға кері әсер етпейді, ал сіңірілмеген бөлігі топырақ гумусының құрамына кіреді.

Топырақтың құнарын арттыру үшін тыңайтқыштарды ғылыми түрде есептелген мөлшерде және нақты жүйемен қолдану қажет. 2008 жылғы деректерге сәйкес, облыс бойынша 1 гектар жерге орта есеппен 25 кг белсенді зат енгізілген. Тыңайтқыш мөлшерін есептеудің бірнеше тәсілдері бар, олардың бірнешеуін бірге қолдану – нәтиженің дәлдігіне кепіл болады.

Көп жағдайда үш негізгі элементті – азот, фосфор және калийді енгізу қажеттілігі туындайды. Минералды тыңайтқыштардың тиімділігі оларды уақтылы, дұрыс мөлшерде және біркелкі түрде таратуға байланысты.

Тыңайтқыштарды қолданудың үш негізгі түрі бар: негізгі (егіс алдындағы), егіспен бірге енгізілетін және үстеп қоректендіру. Негізгі тыңайтқыштар әдетте өсімдік тамыры шоғырланатын аймаққа енгізіледі.

Табиғи және қолдан жасалған жайылымдарға ерте көктемде және әр шабудан кейін азоттық тыңайтқыштар беру ұсынылады.

Топырақ құнарлылығын арттырудың тағы бір маңызды жолы – органикалық тыңайтқыш ретінде көң қолдану. Көң топырақтың агрохимиялық және физика-химиялық қасиеттерін жақсартып, гумус мөлшерін арттырады. Бұл көң құрамындағы органикалық және минералды биогенді заттарға байланысты.

Су және жел эрозиясына қарсы күрес

Жел эрозиясымен күрестің негізгі әдісі – стернені сақтай отырып жүргізілетін плоскорездік жер өңдеу. Солтүстік Қазақстан тәжірибелік станциясының 20 жылдан астам бақылау нәтижелері көрсеткендей, тіпті қолайсыз жылдардан кейін де егістік алқаптарда бір шаршы метрге 200–250 шартты стернелік қалдықтар сақталады. Бұл көлем барлық аймақтарда топыраққа жеткілікті желге төзімділік береді. Дегенмен көктемгі дала жұмыстарында топырақты қорғау құралдарын қолдану қажет:

- ылғалды сақтау үшін,
- егіс алдындағы және аралық өңдеу кезінде,
- көктемгі дала жұмыстарында.

Ауыл шаруашылығы өндірісінде осы талаптар ескерілсе, дәнді дақылдардан кейін жел эрозиясы байқалмайды. Егер жоғарыда аталған технологиялар толық сақталса, біржылдық шөптер мен жүгері егілген жерлер де жел эрозиясына қарсы төзімді болады.

Пар алқаптарында жиі жүргізілетін кулисалық өңдеулер жаздың соңында стернені түгелдей жояды, нәтижесінде мұндай алқаптар егіс жылы жел эрозиясына бейім болады. Сондықтан пар алқаптарының эрозияға қарсы төзімділігін арттыру үшін олардың жағдайына байланысты – кулисалы, минималды немесе кулисалы-минималды өңдеу тәсілдері қолданылуы тиіс.

Облыстың көптеген шаруашылықтарында су эрозиясы кең таралған. Қазіргі таңда одан келетін зиян жел эрозиясына қарағанда әлдеқайда жоғары, алайда ғылыми негізделген күрес тәсілдері әлі толық дайын емес. Сол себепті еңіс жерлерде су эрозиясының алдын алу үшін ең тиімді әдіс – бұл плоскорездік

немесе топырақты аудармайтын терең өңдеу тәсілдері. Олар, әдетте, жердің еңісімен емес, көлденең бағытта жүргізілуі тиіс. Бұл әдіс еріген қар суларын және жауын-шашын суларын 60–80%-ға дейін ұстап тұруға, топырақ шайылуын бірнеше есе азайтуға мүмкіндік береді.

Сондықтан топырақты сақтау мен оны тиімді пайдалану үшін мынадай ұсыныстарды ұсынуға болады:

1. Топырақты артық жыртпай, жерді аз өңдеу тәсілдерін қолдану

Көп жыртылған жерлердің топырағы жел мен судың әсерінен оңай шайылып кетеді. Сондықтан ауыл шаруашылығында жерді мүмкіндігінше аз өңдейтін (мысалы, no-till, strip-till сияқты) тәсілдерді қолдану қажет. Бұл әдістер топырақтың құрылымын бұзбай, оның бетінде өсімдік қалдықтарын қалдырып, топырақты жел мен судан қорғайды.

2. Дақылдарды жыл сайын алмастырып егу (севооборот)

Бір ғана дақылды (мысалы, тек бидай) бірнеше жыл қатарынан егудің орнына, оларды жыл сайын ауыстырып отырған дұрыс. Әсіресе бұршақ тұқымдас өсімдіктерді қосу пайдалы, себебі олар топырақты табиғи жолмен азотпен байытады. Бұл тәсіл топырақтың шаршауын азайтып, құнарын арттырады.

3. Жел эрозиясынан қорғау

Аймақтағы желдің күші қатты болған кезде, ашық егістік жерлерден топырақ ұшып кетуі мүмкін. Бұл мәселені шешу үшін:

- алқап арасына орман жолақтарын отырғызу
- жер бедерін ескере отырып, контурлы жырту жүргізу
- кейбір егістіктерді шөппен жауып қою (мысалы, жоңышқа егу) сияқты тәсілдерді қолдану қажет.

4. Органикалық тыңайтқыштарды қолдану

Топырақтың құнары – ондағы органикалық заттардың мөлшеріне байланысты. Сондықтан көң, компост немесе жасыл тыңайтқыштар (мысалы, жыртылған бұршақ) қолдану арқылы топырақтағы пайдалы заттарды көбейтіп, оның сапасын жақсартуға болады.

5. Жайылымдарды дұрыс пайдалану

Мал жаю ережесі бұзылған жағдайда жайылымдық жерлер тез тозады. Бұны болдырмау үшін: әрбір жайылымды ретпен қолдану (жайылым айналымы), мал басын шектеу, әсіресе шөптің қалпына келуіне уақыт беру, суаттардың маңындағы жерлерге ерекше көңіл бөлу керек.

6. Жердің жағдайын бақылау үшін жаңа технологияларды қолдану

Топырақтың жағдайын уақтылы анықтау үшін спутниктік суреттерді, дрондарды және геоақпараттық жүйелерді (ГАЖ) қолдануға болады. Бұл технологиялар жердің қай бөлігінде тозу болып жатқанын нақты көрсетіп, тиісті шараларды уақытында қабылдауға көмектеседі.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыстың мақсаты бойынша СҚО Тимирязев және Мағжан Жұмабаев аудандарының топырақ тозу деңгейін талдау.

1. NDVI, SAVI, NDMI, NDWI, RDI, NDRE, GNDVI индекстерін есептеп, 10 жылдық бойынша өзгеру динамикасы көрсетілді. Жалпы аудан бойынша жоғарғы сапалы өсімдік 10%, жақсы дамыған 40%, жақсы дамымаған 30%, ал нашар дамыған бөлігі 20 % құрады. Талдау нәтижелері бойынша NDVI өсімдік жамылғысы Тимирязев ауданы бойынша -1ге дейін, ал Мағжан Жұмабаев ауданында бұл көрсеткіш -0,24-ті құрайды. Ылғал мөлшері Тимирязев ауданында 0,54ды көрсетсе, Мағжан Жұмабаев ауданында 0,68. Су ресурстары Тимирязев ауданында Мағжан Жұмабаев ауданымен салыстырғанда соңғы жылдарда 20%-ға азайған. GNDVI бойынша хлорофилл мөлшері Тимирязев ауданында төмен, Мағжан Жұмабаев ауданында жоғары (орташа айырмашылық шамамен 0.15). RDI индексі бойынша өсімдік биомассасы Тимирязевте сирек (орташа мәні 0.35), Мағжан Жұмабаевта тығыз (орташа мәні 0.52).

2. Салыстырмалы талдау нәтижесінде:

- Тимирязев ауданында топырақтың тозу деңгейі жоғары екені байқалды. Бұл спутниктік деректермен қатар далалық тексерулер нәтижесінде де расталды. Өсімдік жамылғысының сиректігі, эрозиялық процестердің қарқынды таралуы және топырақтағы органикалық заттардың азаюы – өңірдегі агроэкожүйенің деградацияға ұшырағанының дәлелі.

- Тимирязев ауданында өсімдік жамылғысы мен биомасса әлсіреген, ылғал аз, хлорофилл мөлшері төмен, бұл өңірдегі экожүйенің деградацияға ұшырағанын көрсетеді. Ал Мағжан Жұмабаев ауданында өсімдіктердің жағдайы біршама жақсы, топырақ тозуы аз.

- Мағжан Жұмабаев ауданында керісінше, өсімдік жамылғысы біршама жақсы сақталған, топырақтың деградациясы қалыпты деңгейде, ал ылғалдану жағдайы қанағаттанарлық.

- СҚО бойынша кең ауқымды талдау оңтүстік-батыс бөлігінде экологиялық деградацияның анағұрлым белсенді жүріп жатқанын көрсетті. Бұл өңірлерде жердің тозуы мен өнімділіктің төмендеуі кең көлемде байқалады.

Аталған ауданда егістік жерлерінің бір бөлігінде өсімдік жамылғысы сирек екені, ал соңғы жылдарда өсімдік жамылғысының азайғанын көреміз, бұл топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің нашарлауына және органикалық заттардың азаюына алып келуде.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Белецкая Н.П. и др. Экологические проблемы СКО. – Петропавловск, 1994. – 55 стр .
- 2 Социально-экономический паспорт Тимирязевского района. Акимат Северо-Казахстанской области, 2021.
- 3 С.В. Пашков, А.О. Закирина, Геоэкологическая оценка состояния почв Северо-Казахстанской области, ВЕСТНИК МГПУ СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ», 5-6 Бет. <https://iest-vestnik.mgpu.ru/wp-content/uploads/sites/5/2021/09/1885.pdf>
- 4 Пашков С.В., Пигалев А.В., Дефляция почв в Северо-Казахстанской области, Вестник Забайкальского государственного университета. 2016. Т. 22. № 2. С. 14–25.
- 5 Пашков С. В., Шаяхметова А. С. «Постцелинная дегумификация пахотных почв Северо-Казахстанской области» Журнал: Геополитика и экогеодинамика регионов Год издания: 2020 Том: 6, № 1, стр. 145–156
- 6 Landsat 8: Комбинации Для Спутниковых Снимков <https://eos.com/ru/blog/kombinatitsii-kanalov-landsat-8/>
- 7 Карта NDVI Для Контроля За Состоянием Полей <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndvi/>
- 8 Вегетационные Индексы В ПО Для Сельского Хозяйства <https://eos.com/ru/blog/vegetatsionnye-indeksy/>
- 9 NDMI: Нормализованный Разностный Индекс Влажности <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndmi/>
- 10 NDWI: Нормализованный Разностный Водный Индекс <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndwi/>
- 11 Vegetation indices and their interpretation: NDVI, GNDVI, MSAVI2, NDRE, and NDWI <https://www.auravant.com/en/articles/precision-agriculture/vegetation-indices-and-their-interpretation-ndvi-gndvi-msavi2-ndre-and-ndwi/>



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс бойынша  
(жұмыс түрінің атауы)

Сырғабаева Сая, Насурла Меруерт  
(Білім алушының Т. А. Ә.)

6В07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия  
(Шифр және ББ атауы)

Тақырып: Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу

Дипломдық жұмыс еліміздің аграрлық әлеуеті жоғары аймақтарының бірі – Солтүстік Қазақстан облысының топырақ жамылғысының тозу процестерін зерттеуге арналған. Тақырып қазіргі кезеңде ерекше өзектілікке ие, себебі топырақтың деградациясы ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігіне тікелей әсер ететін маңызды экологиялық әрі экономикалық мәселе болып отыр.

Зерттеу барысында заманауи әдістер мен құралдарды тиімді пайдалана білді. Атап айтқанда, Жерді қашықтықтан зондтау (ҚЗ) деректері негізінде Sentinel-2 және Landsat-8 жерсеріктік суреттері арқылы зерттеу жүргізіліп, NDVI және NDVI, NDMI, SAVI, NDWI, RDI, GNDVI секілді индекстер есептелді. Бұл индекстердің көмегімен соңғы 10 жыл ішіндегі топырақ тозуының динамикасы мен кеңістіктік таралуы анықталды. Сонымен қатар, Power BI платформасында мәліметтерді визуализациялау арқылы топырақ тозу аймақтарының болашақ даму үрдісіне болжам жасалды.

Дипломдық жұмысты орындау барысында студент өз бетінше ізденіп, ғылыми әдебиеттермен және дереккөздермен жұмыс істеу қабілетін көрсете білді. Тақырып жан-жақты ашылған, өзектілігін дәлелдеп, экологиялық мәселелерді шешуге бағытталған нақты ұсыныстарын ұсынды.

Жалпы, дипломдық жұмыс қойылған мақсат пен міндеттерге толық сәйкес келеді, ғылыми-әдістемелік тұрғыда сауатты орындалған және мемлекеттік стандарттарға сай. Жұмыс «100» балға лайық деп есептеймін және дипломдық жұмыстың авторлары Сырғабаева Сая, Насурла Меруерттің бакалавр академиялық дәрежесіне лайықты деп санаймын, қорғауға жіберуге ұсынамын.

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

ҚазҰЗТУ 706-16 Ұ.Ғылыми жетекшінің пікірі



## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмысқа  
(жұмыс түрлерінің атауы)

Насурла Меруерт, Сырғабасева Сая  
(оқушының аты жөні)

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

Тақырыбы: Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу

Орындалды:

|                     |    |            |
|---------------------|----|------------|
| а) Графикалық бөлім | 26 | парақтарда |
| б) түсіндірме жазба | 57 | беттерінде |

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жұмыс жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу тақырыбына арналып жазылған. Жұмысқа айтарлықтай үлкен ескертулер жоқ, түсініктеме жазба арасында грамматикалық қателіктер кездеседі. Жұмыста тақырып жақсы ашылған.

## Жұмысты бағалау

Ізденушілердің жұмысын және презентациясын жан-жақты талдай отырып, Насурла Меруерт, Сырғабасева Саяның дипломдық жұмысы барлық стандарттық талаптарға сай, тақырыпқа сәйкес, жоғары деңгейде орындалған. ЖҚЗ деректері негізінде СҚО топырақ тозуының кеңістіктік таралуын анықталып, вегетациялық индекстер арқылы топырақ деградациясы мен өсімдік жамылғысы, топырақ деградациясына әсер ететін табиғи-климаттық және антропогендік факторларды кешенді түрде қарастырылған. Жалпы жұмысты 98 - «өте жақсы» деп бағалауға болады.

### Рецензент

Әл Фараби атындағы ҚазҰУ  
PhD, аға оқытушы

*Сырғабасев Е.С.*

Сырғабасев Е.С.

«13» 06 2023 ж.



## Протокол

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

**Автор:** Сыргабаева Сая Насурла Меруерт

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу

**Научный руководитель:** Имансакипова Ботакоз

**Коэффициент Подобия 1:** 3.2

**Коэффициент Подобия 2:** 2.1

**Микропробелы:** 10

**Знаки из других алфавитов:** 6

**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.

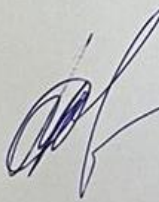
☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрыва 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:

2025-05-27

Дата



Заведующий кафедрой



## Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Сыргабаева Сая Насурла Меруерт

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Солтүстік Қазақстан топырағының тозу процестерінің дамуын зерттеу

**Научный руководитель:** Имансакипова Ботакоз

**Коэффициент Подобия 1:** 3.2

**Коэффициент Подобия 2:** 2.1

**Микропробелы:** 10

**Знаки из других алфавитов:** 6

**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.

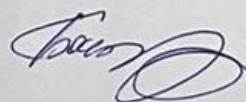
☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом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

☐ Обоснование:

2025-05-27

Дата

Орынбасар Байтурбай



проверяющий эксперт