

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Оралбек Амина Маратқызы

«Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің
жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07304- «Геокеңістік цифрлық инженерия»

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

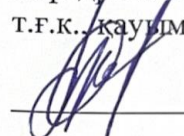
«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

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

 Г. Мейрамбек

" 12 " 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы
жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу»

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Орындаған

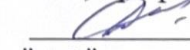
Оралбек А.М



Т.Д. Джоламанов
2025 ж

Ғылыми жетекші:

т.ғ.к., профессор

 Т.Б. Нурпеисова
" 27 " 05 2025 ж

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

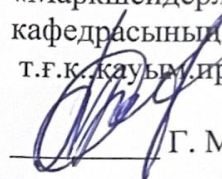
Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік және геодезия» кафедрасы

6В07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

БЕКІТЕМІН

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


Г. Мейрамбек

" 12 " 06 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушылар: Оралбек Амина Маратқызы

Тақырыбы: ««Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу»

Академиялық мәселелер жөніндегі проректор 2025 жылғы 29 қаңтар №26-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі: «10» маусым 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: алынған теориялық материалдар мен тәжірибеден өту барысында жинақталған мәліметтер.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылық жай-күйі

б) Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылық жерлеріне мониторинг жүргізу

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген):

Түркістан облысы Сарыағаш ауданының жалпы картасы, вегетациялық индекс көрсеткіштері.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 12 атаулардан.

1 Дүйсенова К.К., Мырзақожаев М.Ә. Қашықтықтан зондтау және геоақпараттық жүйелер. – Алматы: Эверо, 2021. – 220 б.

2 Баймұратов Н. Жер мониторингінің әдістері. – Алматы: Білім, 2019. – 198 б.

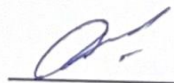
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Жер мониторингі жайлы жалпы түсінік	20.03.2025 ж	-
Бақылау нысаны туралы мәліметтер	18.04.2025 ж	-
Мәліметтерді өңдеу және талдау	23.05.2025 ж	-

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға қатысты диплом жобасының бөлімдерінің
кеңесшілерінің және қалып бақылаушыларының
қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Жер мониторингі жайлы жалпы түсінік	Нурпеисова Т.Б., т.ғ.к, профессор	20.03.2025 ж	
Бақылау нысаны туралы мәліметтер	Нурпеисова Т.Б., т.ғ.к, профессор	18.04.2025 ж	
Мәліметтерді өңдеу және талдау	Нурпеисова Т.Б., т.ғ.к, профессор	23.05.2025 ж	
Норма бақылаушы	Тоқтар М., PhD докторы, қауым. профессор	02.06.2025 ж	

Ғылыми жетекшісі



Нурпеисова Т.Б.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Оралбек А.М

Күні

«10» 02 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Түркістан облысы Сарыағаш ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу қарастырылған. Жұмыс барысында 2020, 2022 және 2024 жылдарға тиесілі спутниктік суреттер өңделіп, NDVI, SAVI және NDWI индекстері арқылы өсімдік жамылғысының тығыздығы, топырақтың ылғалмен қамтылуы және жалпы жер пайдалану деңгейі сарапталады. Жұмыс нәтижелері өсімдіктердің өсу белсенділігі мен жердің өнімділік қабілетінің уақыт бойынша өзгергенін көрсетеді.

Аталған мониторинг нәтижелері ауыл шаруашылығы өндірісін жоспарлау, жер ресурстарын ұтымды пайдалану және экологиялық қауіптердің алдын алу мақсатында практикалық маңызға ие. Жұмыста ұсынылған шешімдер жергілікті басқару органдарына жер сапасын сақтау мен қалпына келтіру шараларын жүзеге асыруда көмек бола алады.

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается мониторинг состояния и использования сельскохозяйственных земель на территории Сарыагашского района Туркестанской области. В ходе исследования были обработаны спутниковые снимки за 2020, 2022 и 2024 годы, на основе которых с использованием индексов NDVI, SAVI и NDWI проведен анализ плотности растительного покрова, обеспеченности почвы влагой и общего уровня использования земель.

Результаты исследования демонстрируют изменения в активности роста растительности и продуктивных характеристиках земель в различные годы. Полученные данные имеют практическое значение для планирования сельскохозяйственного производства, рационального использования земельных ресурсов и предотвращения экологических рисков. Предложенные в работе рекомендации могут служить опорой для местных органов управления при реализации мероприятий по сохранению и восстановлению качества земель.

ANNOTATION

This thesis focuses on monitoring the condition and use of agricultural lands in the Saryagash district of Turkistan region. The research involved processing satellite imagery from the years 2020, 2022, and 2024. Using NDVI, SAVI, and NDWI indices, the study analyzed vegetation density, soil moisture availability, and the overall level of land use.

The findings reveal temporal changes in vegetation growth activity and land productivity. The results are of practical significance for agricultural production planning, efficient land resource management, and the prevention of environmental risks. The proposed solutions can assist local authorities in implementing measures aimed at preserving and restoring land quality.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Зерттеу объектісі туралы мәліметтер	8
1.1 Түркістан облысы Сарыағаш ауданының жалпы физика-географиялық сипаттамасы	8
1.2 Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы жерлерінің жай-күйі	12
2 Жер мониторингі туралы теориялық негіздері	14
2.1 Жер мониторингіне шолу	14
2.2 Ауыл шарушылық жерлерін мониторингілеу әдістері	18
2.3 Жерді зерттеу кезінде ғарыштық суреттерді қолдану	20
2.4 Вегетациялық индекстер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді таңдау	22
3 Мәліметтерді өңдеу және талдау	26
3.1 Ауданның ғарыштық суреттерін алу және импорттау	26
3.2 Таңдаған бағдарлама бойынша вегетациялық индекстерді есептеу	27
3.3 Есептеген вегетациялық индекстерді талдау	35
Қорытынды	42
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	43

КІРІСПЕ

Ауыл шаруашылығы – Қазақстан экономикасының негізі саналатын маңызды салалардың бірі болып табылады. Елдің аграрлық әлеуетін нығайту және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету тұрғысынан ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің сапасы мен тиімді пайдаланылуы ерекше мәнге ие. Түркістан облысы, еліміздің оңтүстігінде орналасқан, ауыл шаруашылығы үшін қолайлы климаттық және топырақтық жағдайларға ие аймақ болып табылады. Атап айтқанда, Сарыағаш ауданы – егіншілік пен мал шаруашылығын дамытудағы дәстүрлі орталықтардың бірі ретінде танылған өңір. Мұнда егістік жерлер кеңінен таралған және жер ресурстарының өнімділігін арттыру бағытында агротехникалық және экологиялық шаралар жүйелі түрде жүргізілуде.

Дегенмен, соңғы жылдары климаттың өзгеруі, су ресурстарының тапшылығы, антропогендік факторлар және жерді тиімсіз пайдалану сияқты мәселелер ауыл шаруашылығы жерлерінің жағдайына кері ықпал етіп, топырақтың эрозиясы, тұздануы мен құнарлылығының төмендеуі сияқты деградациялық процестердің өршуіне әкеліп соқтырды. Бұл ауыл шаруашылығы жерлерінің өнімділігінің төмендеуіне және агроөнеркәсіп кешенінің тұрақты дамуына қауіп төндіруде. Осыған орай, ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйін жүйелі түрде мониторингтеу – жер ресурстарын тиімді басқару мен сақтау үшін қажетті шара болып табылады.

Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерін мониторингтеу барысында вегетациялық индекстерді қолдану жердің жай-күйін нақты әрі уақытылы бағалауға мүмкіндік береді. Бұл әдістер жер ресурстарының жағдайын кең көлемде, үнемді және тиімді бақылауға, сондай-ақ топырақ деградациясын немесе өсімдіктердің өсуіне кедергі болатын факторларды уақытылы анықтауға септігін тигізеді.

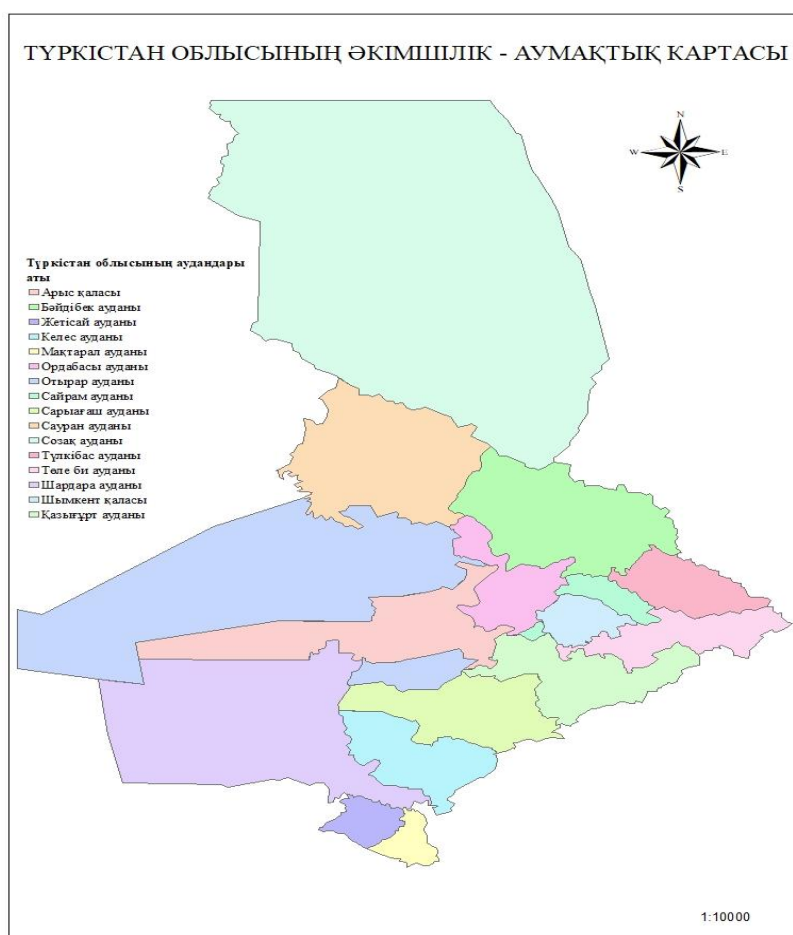
Осылайша, вегетациялық индекстерді қолдану аграрлық басқарудағы заманауи ғылыми әдістердің бірі ретінде ауыл шаруашылығы жерлерінің тұрақты және тиімді пайдаланылуын қамтамасыз етуге бағытталған кешенді мониторинг жүйесін құруға негіз болады.

1 Зерттеу объектісі туралы мәліметтер

1.1 Түркістан облысы Сарыағаш ауданының жалпы физика-географиялық сипаттамасы

Түркістан облысы - Қазақстан Республикасының оңтүстігінде орналасқан әкімшілік-аумақтық облыс (1.1-сурет). Облыс Қазақстанның оңтүстігінде, Сырдария өзенінің орта ағысында орналасқан. Солтүстігінде Қызылорда облысымен, шығысында Жамбыл облысымен, оңтүстігінде Өзбекстан Республикасымен шектеседі. Жалпы ауданы шамамен 117,3 мың км² [1].

2018 жылдың 19 маусымында, Қазақстан Республикасының Тұңғыш Президенті Нұрсұлтан Назарбаевтың Жарлығымен Қазақстанның әкімшілік-аумақтық құрылымына маңызды өзгеріс енгізілді. Оңтүстік Қазақстан облысының атауы Түркістан облысы болып өзгертілді. Түркістан қаласы жаңа облыс орталығы ретінде бекітілді. Бұған қоса, бұрынғы облыс орталығы болған Шымкент қаласы республикалық маңызы бар қала мәртебесіне ие болды. Бұл мәртебе Алматы мен Астана (қазіргі Астана) қалаларымен теңестірілді.



1.1-сурет - Түркістан облысының әкімшілік – аумақтық картасы

Сарыағаш ауданы - Түркістан облысының оңтүстігінде орналасқан, республикалық шекаралық маңызы бар ірі әкімшілік-аумақтық бірлік болып табылады. 1928 жылы құрылған бұл аудан бүгінде Қазақстандағы халық тығыз қоныстанған аймақтардың бірі саналады. Әкімшілік орталығы - Сарыағаш қаласы.

Ауданның жалпы жер көлемі шамамен 418 117 гектарды қамтиды. Сарыағаш ауданы оңтүстігі мен шығысында Өзбекстан Республикасымен, солтүстігінде Қазығұрт ауданымен, ал батысында Келес ауданымен шектеседі. Географиялық жағынан аудан Тұран ойпатының шығыс бөлігінде орналасқан, жер бедері негізінен жазық және төбелі-белесті болып келеді (1.2-сурет).



1.2-сурет – Сарыағаш ауданының картасы.

Сарыағаш ауданы әкімшілік - аумақтық бөлініс бойынша 63 елд - мекен, 1 қалалық әкімдік және 13 ауылдық округтен тұрады [2].

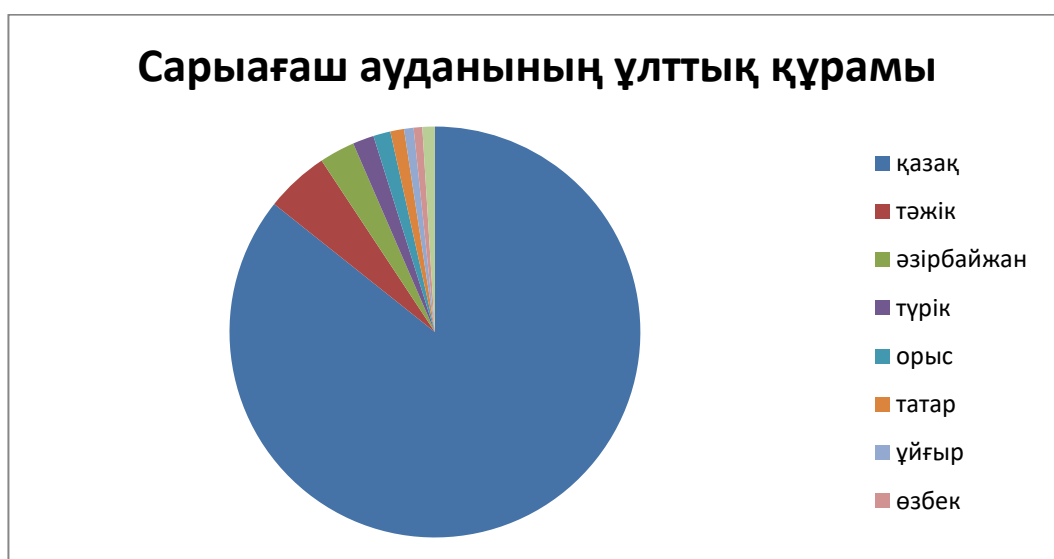
Сарыағаш ауданы халық саны жыл сайын артуда. 2019жылы халық саны 186 109 адам, 2023жылы 219 923адамға артқан, ал 2024жылы 1 қаңтардағы санақ бойынша 221 681 адам болған (1.3-сурет). Шамамен 5жыл ішінде халық саны 19,5%-ға артқан [3].



1.3-сурет – Сарыағаш ауданы халқының динамикасы (2019–2024).

Сонымен қатар, Сарыағаш ауданы Қазақстандағы ең көпұлтты аудандардың бірі. Түркістан облысының оңтүстігінде орналасқан бұл аудан түрлі этностардың бейбіт қатар өмір сүруімен ерекшеленеді. Ауданда тәжік, өзбек, әзірбайжан, түрік, орыс және т.б ұлттар қоныстанады.

2023 жылғы деректер бойынша, Сарыағаш ауданы халқының ұлттық құрамы мынадай: қазақтар - 85,70%, тәжіктер - 5,00%, өзбектер - 2,79%, әзербайжандар - 1,67%, түріктер - 1,35%, орыстар - 1,08%, татарлар - 0,75%, ұйғырлар - 0,68%, ал басқа ұлт өкілдері - 0,98%-ды құрайды (1.4-сурет).



1.4-сурет – Сарыағаш ауданының ұлттық құрамы.

Сарыағаш ауданының климаты – жалпы континенттік, құрғақ, жазы ыстық, қысы жұмсақ болып сипатталады. Бұл климаттық ерекшеліктер ауыл шаруашылығына қолайлы жағдай жасайды, әсіресе бау-бақша, жүзім, мақта және көкөніс өсіруге.

Жазы ұзақ, өте ыстық және құрғақ болып келеді. Ең ыстық ай шілде, орташа температурасы шамамен $+26^{\circ}\text{C}$ және $+28^{\circ}\text{C}$ болып келеді. Кейде ауа температурасы $+42, 45^{\circ}\text{C}$ -қа дейін көтеріледі.

Ал қысы жұмсақ әрі қысқа, қатты аяз сирек болады. Ең суық айы қаңтар, орташа температура -2°C – $+2^{\circ}\text{C}$. Қар жамылғысы аз және ұзақ жатпайды тез еріп кетеді.

Жылына 300 күнге жуық ашық, шуақты күндер болады. Жарық пен жылу ресурстары мол, бұл - термофильді дақылдар (мақта, жүзім, бақша дақылдары) егу үшін тиімді жағдай. Халықы сондай дақылдар егуге бейім болып келеді. Күн радиациясы өте жоғары, булану деңгейі өте жоғары болып келеді.

Орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 250–400 мм. Жауын-шашынның негізгі бөлігі наурыз–мамыр және қазан–қараша айларына тиесілі. Жаз өте құрғақ, кейбір жылдары 1-2 ай бойы жаңбыр жаумайтын кезеңдер болады [1].

Басым жел бағыттары солтүстік-шығыс, оңтүстік-батысқа қарай соғады. Көктем мен күз мезгілдерінде шанды дауылдар мен жел күшейеді.

Сарыағаш ауданы Қазақстанның оңтүстігінде орналасқан, бұл жерде негізінен сұр топырақтар (сероземдер) таралған. Олар құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарға тән. Сұр топырақтарда гумус мөлшері төмен (1%-дан аз), калий мөлшері жоғары, ал азот пен фосфор мөлшері төмен. Бұл олардың құнарлылығына әсер етіп, ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін тиісті агротехникалық шараларды қажет етеді.

Ауданның солтүстік бөлігінде қоңыр топырақтар кездесуі мүмкін. Бұл топырақтар құрғақ дала мен шөлейт аймақтарда қалыптасады. Оларда гумус мөлшері сұр топырақтарға қарағанда жоғары, сондықтан олар дұрыс күтім көрсетілсе, анағұрлым құнарлы болуы мүмкін.

Ауданның жер бедері негізінен жазық, бұл жерді механикаландырылған тәсілмен өңдеуді жеңілдетеді. Алайда өсімдіктер жамылғысы жеткіліксіз болған жағдайда, бұл эрозия қаупін арттырады. Сарыағаш қаласынан 3 км радиустағы аймақтарда ауыл шаруашылығы жерлері (62%), жалаңаш топырақтар (17%) және сирек өсімдіктер жамылғысы (11%) басым.

Сарыағаш ауданының топырақ жамылғысы негізінен сұр және қоңыр топырақтардан тұрады, олар ерекше агротехникалық тәсілдер мен қоршаған ортаны қорғау шараларын талап етеді. Топырақ құнарлылығын арттыру үшін органикалық және минералдық тыңайтқыштар қолдану, мелиорациялық жұмыстар жүргізу және топырақтың ластану деңгейін бақылау қажет.

1.2 Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы жерлерінің жай-күйі

Сарыағаш ауданы 418 117га жерді құрайды. Ауылшаруашылығы мақсатындағы жерлер 329 528га жерді алып жатыр. Оның ішінде егістік алқаптары 87 609га, суармалы егістік 24 015га, көпжылдық екпелер 2 586га, шабындық 1 550 және жайылымдар 294 579га жерді алып жатыр (1.1-кесте).

Кесте -1 Сарыағаш ауданының жер қорының жер санаттары.

Жер санаты	2024 (га)
Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер	329 528
Елді мекендердің жерлері	53 728
Өнеркәсіп, көлік, байланыс, қорғаныс және ауыл шаруашылығына жатпайтын басқа да мақсаттағы жерлер	7 100
Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері	1 250
Орман қоры жерлері	3 426
Су қорының жерлері	9 835
Босалқы жерлер	13 250
Барлығы	418 117

Аудан аумағында бірнеше өзен ағып өтеді. Құркелес өзені - бұл өзен аудан аумағындағы негізгі өзендердің бірі болып табылады. Оның ұзындығы шамамен 98 км-ге жетеді [4].

Келес өзені – бұл өзен де аудан аумағынан ағып өтеді және оның ұзындығы шамамен 241 км құрайды .

Сырдария өзені - Сырдария өзені Қазақстанның оңтүстігінен өтеді және оның суы Түркістан облысы, оның ішінде Сарыағаш ауданы үшін маңызды. Сырдария өзенінің суы ауыл шаруашылығына, әсіресе суармалы егіншілікке қажетті су ресурсын қамтамасыз етеді.

Сарыағаш ауданының аумағында көлдер туралы нақты мәліметтер шектеулі. Алайда, жалпы Түркістан облысында әртүрлі көлемдегі көлдер кездеседі. Мысалы, облыс аумағында 20-ға жуық үлкенді-кішілі көлдер бар екендігі туралы мәліметтер бар . Бұл көлдердің кейбіреулері аудан аумағында орналасуы мүмкін.

Сарыағаш ауданы жер асты суларына бай. Аудан аумағында орналасқан Келес артезиан алабы өңірінен 1948 жылы табылған Сарыағаш шипалы суы - сеноман жікқабатында, 800-1170 м тереңдікте кездеседі. Бұл су азотты, минералдылығы 0,5-0,8 г/л, гидрокарбонатты-натрийлі, сілтілі болып табылады. Суының температурасы 42-57°C, ұңғымалардан секундына 5 л су арындап шығады. Осы суды ем үшін пайдаланылатын "Сарыағаш" курорты 1956 жылы ашылған. Курорт ұңғымалардан тәулігіне 84 м³, Сарыағаш қаласы тәулігіне 354 м³ су алады.

Сарыағаш ауданында бірнеше су қоймасы бар. Мысалы, Ақылбексай су қоймасы - аудан аумағындағы маңызды су қоймаларының бірі. Ол Келес өзенінің Ошақты каналынан су жинайды. Сондай-ақ, Шардара су қоймасы - Қазақстандағы ең ірі су қоймаларының бірі, оның суы Сырдария өзенінің ағынымен және қар, жауын-шашын суымен толығады. Қойма арқылы жалпы 394 мың гектар жер суарылады, оның ішінде 105 мың гектар күріш егістігі бар.

Сарыағаш ауданының жалпы аумағы 4 181 км² (418 117 га) құрайды, оның 340 093 гектары ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерге тиесілі. Ауыл шаруашылығы жерлерінің ішінде 59 412 га егістік жер (суарылмайтын) және 24 018 га суармалы алқаптар бар, бұл ауданның дәнді дақылдар мен көкөніс-бақша шаруашылығын дамыту әлеуетін айқын көрсетеді.

Егістік жерлердің жалпы көлемі 59 412 гектар (суарылмайтын алқаптар) және 24 018 гектар (суармалы алқаптар) болып бөлінген [4].

Бұл алқаптардың әртараптандырылуы бидайдан бастап көкөніс-бақша дақылдарына дейінгі кең спектрді мәдениеттерді өсіруге мүмкіндік береді.

2 Жер мониторингі туралы теориялық негіздері

2.1 Жер мониторингіне шолу

Ауыл шаруашылығы мақсатында пайдаланылатын жерлерді қадағалау аграрлық саланың тұрақты дамуы мен жоғары өнімділігін қамтамасыз етуде айрықша маңызға ие. Жер қорын тиімді басқару, оны ұтымды пайдалану және жердің деградациясын болдырмау - азық-түлік қауіпсіздігін сақтау мен экономикалық тұрақтылықты қамтамасыз етудің негізгі бағыттарының бірі [5].

Халық санының артуы, климаттың өзгерісі және ауыл шаруашылығы саласының жедел дамуы жерге түсетін жүктемені күшейтіп отыр. Осыған орай, жер мониторингі - ауыл шаруашылығы жерлерін дұрыс пайдалану мен агроэкологиялық жағдайларды бағалауда маңызды құрал ретінде қарастырылады. Бұл жүйе жер жағдайындағы өзгерістерді айқындауға, олардың даму бағыттарын болжауға және басқарушылық шешімдер қабылдауға қажет ғылыми негізделген ақпараттық база құруға мүмкіндік береді.

Жер мониторингі - бұл жер қорларының жағдайы мен олардың пайдаланылуын тұрақты түрде бақылау мен сараптауға бағытталған кешенді процесс. Бұл жұмыс аясында деректерді жинау, талдау және бағалау жүзеге асырылады, нәтижесінде жер ресурстарын тиімді басқару мен жоспарлау мүмкіндігі артады. Зерттеушілер П.В. Воронина мен Е.А. Мамаш өз еңбектерінде ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді бақылауда қашықтан зондтау технологияларының өзектілігін атап көрсетеді. Мұндай әдістер егістік алқаптарының жай-күйін бақылауға, өнім көлемін болжауға және агроклиматтық жағдайларды басқаруға жағдай жасайды.

Жер мониторингіне қатысты ұғымдар мен әдістемелер түрлі әдебиеттерде әртүрлі сипатталады. Мысалы, Воронина мен Мамаш MODIS спутниктік деректері негізінде ауыл шаруашылығы жерлерін қадағалаудың басты бағыттарын жүйелеу жолдарын қарастырады. Бұл тәсілдер егін алқаптарының жағдайын бағалау, өнімділік болжамын жасау және агроклиматтық факторларды талдау үшін пайдаланылады.

Сонымен қатар, жер мониторингінің құрамына жер кадастры және шекаралас аумақтарды бақылау мәселелері де кіреді. Сібір мемлекеттік геожүйелер және технологиялар университетінің зерттеушілері Павел С. Батин мен Олеся И. Малыгина қазіргі заманғы геотехнологиялар арқылы мемлекеттік шекараларды нақтылау және экологиялық мониторинг жүргізудің өзектілігін атап өтеді. Бұл ғылыми еңбектер мониторинг жүргізуде жаңа технологияларды қолданудың тиімділігін көрсетіп, жер қорларын бағалауда пайдалы әдістемелік шешімдер ұсынады.

Ауыл шаруашылығына арналған жерлерді қадағалау мен ауыл шаруашылығы саласына қатысы жоқ аумақтарды бақылау олардың мақсаттары мен қолданылатын тәсілдерінде айқын ерекшеленеді. Жалпы алғанда, жер мониторингі – бұл жер телімдерінің жай-күйі мен пайдаланылу барысын жүйелі

түрде бақылап отыру, ондағы өзгерістерді дер кезінде анықтау және түрлі факторлардың жер қорларына әсерін бағалау үдерісі болып табылады.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді бақылаудың басты мақсаты - топырақтың құнарлылығын сақтау және арттыру, агротехникалық әдістерді оңтайландыру, сондай-ақ агрохимиялық заттар мен қолданылатын технологиялардың экожүйеге ықпалын қадағалау. А.С. Смирнов өз еңбектерінде бұл бақылаудың негізгі міндеті - өнімділікті арттыра отырып, табиғи ортаға зиян келтірмеу екенін алға тартады.

Ал ауыл шаруашылығы саласына жатпайтын жерлерді қадағалау көбінесе өнеркәсіптік даму, қалалану (урбанизация) және өзге де антропогендік факторлардың жер ресурстарына әсерін саралауға бағытталады. Н.Е. Вершининнің пікірі бойынша мұндай мониторинг барысында ауаның және топырақтың ластануын, урбанизация деңгейін, сондай-ақ жердің рекреациялық әлеуетін бағалау маңызды. Бұл мақсатта геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) мен спутниктік бақылау әдістері жиі пайдаланылады.

Ауыл шаруашылығына қатысты және оған жатпайтын жерлерді бақылаудың басты айырмашылығы - олардың көздеген мақсаттары мен атқаратын функцияларында. Бұл өз кезегінде қолданылатын зерттеу құралдары мен әдіс-тәсілдеріне әсер етеді. Дегенмен, екі мониторинг түрінің де ортақ мақсаты – жер қорларын ұтымды пайдалану мен олардың сапасын сақтау арқылы тұрақты дамуға қол жеткізу.

Жер мониторингі - бұл жер ресурстарының жай-күйін, олардың пайдаланылуын және қоршаған ортаға әсер ететін факторларды үнемі бақылап отыруға бағытталған ғылыми әрі практикалық іс-шаралар жиынтығы. Бұл процесс нақты деректерді жинау, оларды сараптау, өңдеу және болашақта тиімді басқару шешімдерін қабылдау үшін пайдалануға мүмкіндік береді [5].

Жалпылама айтқанда, жер мониторингі – бұл жер ресурстарын ұтымды әрі ұзақ мерзімді негізде басқаруға бағытталған кешенді процесс. Ол ауыл шаруашылығы саласындағы өнімділікті көтеруге, табиғи ортадағы тепе-теңдікті сақтап қалуға және жер қорын болашақ ұрпаққа сақтау мүмкіндігін арттыруға жағдай жасайды.

Жер мониторингі бірнеше маңызды функцияларды қамтиды, олардың барлығы жер қорын басқару мен пайдалануды жетілдіруге бағытталған. Жердің нақты күйі туралы мәліметтерді жүйелі түрде жинап, оларды сараптау – бұл процестің негізгі кезеңдерінің бірі болып саналады. Бұл жұмыс аясында топырақтың құнарлылық деңгейін, өсімдік жамылғысының жай-күйін, ластану жағдайын және өзге де табиғи-экологиялық параметрлерді бағалау қарастырылады. Деректердің үнемі жаңартылып отыруы уақыт ішіндегі өзгерістер мен үрдістерді бақылауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде басқарушылық шешімдерді дер кезінде және орынды қабылдауға ықпал етеді.

Жалпы алғанда, жер мониторингі - бұл жер қорын тиімді және экологиялық тұрғыдан дұрыс игеруге бағытталған іс-шаралар жиынтығы, ол аймақтардың экономикалық дамуына және қоршаған орта жағдайының жақсаруына оң әсер етеді.

Сонымен қатар, жер мониторингінің ауыл шаруашылығы саласының тұрақтылығына және аграрлық саясатты дұрыс қалыптастыруға да тигізетін ықпалы зор. Бұл механизм агросектордағы табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға, сонымен қатар экологиялық тепе-теңдікті сақтап қалуға бағытталған мәліметтерді жинауға, талдауға және оларды нақты мақсатта қолдануға мүмкіндік береді.

Мониторинг нәтижелері арқылы топырақты өңдеудің тиімді тәсілдерін анықтауға болады, бұл өз кезегінде оның құнарын арттырып, деградация процесінің алдын алуға көмектеседі. Мысалы, топырақтың құрамына және құрылымына қатысты мәліметтер агрономдарға егіс алқаптарында дұрыс дақыл ауыспалылығын ұйымдастыруға, тыңайтқыштар мен химиялық препараттарды оңтайлы таңдауға жол ашады. Мұндай тәсілдер өнім көлеміне ғана емес, сонымен қатар оның сапасына да оң әсер етеді.

Сонымен қатар, мониторингтен алынған ақпарат климаттық өзгерістердің ауыл шаруашылығына ықпалын азайту жолдарын анықтауда да үлкен рөл атқарады. Ауа райы жағдайларының өзгеруі өндірістік технологияларды бейімдеуді қажет етеді, ал үздіксіз бақылау нәтижелері агрономдар мен салалық шешім қабылдаушыларға өнімділік деңгейін сақтап қалу және ықтимал қатерлерді азайту үшін тиімді бейімдеу стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді.

Мониторинг ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми ізденістердің ілгерілеуіне өз ықпалын тигізеді. Жерді игеру мен өнім шығымдылығы жөніндегі ақпараттарды жүйелі түрде талдау ғылыми мекемелерге жаңа өсімдік тұқымдарын және агротехникалық тәсілдерді әзірлеуге мүмкіндік береді. Мұндай жаңалықтар қазіргі және алдағы уақытта туындауы мүмкін түрлі жағдайларға бейімделуге жол ашады.

Жер мониторингі – жер қорын басқару жүйесін жетілдіруге және оларды ұзақ мерзімді әрі тұрақты пайдалануға септігін тигізетін маңызды құрал. Ауыл шаруашылығы көптеген мемлекеттер үшін стратегиялық маңызға ие сала болып табылады, себебі бұл сектордың тиімділігі ауыл тұрғындарының әл-ауқатына және жалпы ұлттық экономиканың дамуына елеулі әсер етеді. Ауылдық аймақтардың әлеуметтік-экономикалық тұрақтылығын сақтау үшін жер сапасын арттыру мен оның өнім беру қабілетін жоғарылату аса өзекті міндеттердің бірі болып саналады.

Мониторинг нәтижесінде алынған мәліметтер инфрақұрылым нысандарын жоспарлауда, соның ішінде суару жүйелерін, жолдарды дамытуда, көлік қатынасы мен ауылдық жерлердің қолжетімділігін жақсартуда кеңінен қолданылады.

Жалпы, жер мониторингі жер қорын тиімді игеруге, табиғи байлықтарды сақтауға және экологиялық теңдікті қолдауға зор үлес қосады. Сонымен қатар, бұл құрал ауыл шаруашылығы саласын ілгерілетуге, жаңа ғылыми жаңалықтарды енгізуге және климаттың өзгеруіне икемді түрде жауап қайтаруға мүмкіндік береді.

Мониторингтің басты мақсаты - топырақтың нақты күйін, оның өнім беру деңгейін, сондай-ақ ластану дәрежесін дәл бағалайтын шынайы ақпаратты ұсыну. Бұл деректер ауыл шаруашылығы өнімін өндірушілерге өз әдіс-тәсілдерін жаңғыртып бейімдеуге, тыңайтқыштар мен зиянкестерге қарсы препараттарды дұрыс таңдауға, өнім көлемін арттыруға және қоршаған ортадағы кері құбылыстарға дайын болуға көмектеседі.

Қалалық кеңістікті игеру саласында жүргізілетін мониторинг ауыл шаруашылығы мақсатындағы құнды жерлерді тиімсіз пайдалануға жол бермей, табиғатқа зиян келтіру деңгейін азайтып, инфрақұрылым салуға ең қолайлы орындарды анықтауға мүмкіндік береді. Жер пайдалану мәліметтерін ескере отырып, қалалардың аумағын кеңейту тиімдірек жүзеге асады, бұл өз кезегінде халықтың өмір сапасын жақсартуға жағдай жасайды.

Уәкілетті мекемелер мен заң шығару органдары үшін мониторинг барысында жиналған ақпарат жерді қорғау, оны пайдалану тәртібін реттеу және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған нормативтік-құқықтық актілерді әзірлеу үшін негіз болады. Тиісті құқықтық реттеу аймақтардың теңгерімді дамуына, табиғи ресурстарды сақтау мен биологиялық әртүрлілікті қорғауға ықпал етеді.

Осылайша, жер мониторингі - жер қорын тиімді пайдалануды жетілдіруде және оны бүгінгі және болашақ буындар үшін тұрақты негізде сақтап қалуда ерекше маңызды орын алатын құрал [6].

Ертеде диқандар топырақтың жай-күйін бағалап, егін егу немесе жинау мерзімін анықтау үшін өздерінің өмірлік тәжірибесіне және табиғаттағы белгілерге сүйенетін. Уақыт өте келе соқа, механикалық өлшеуіштер тәрізді неғұрлым күрделі аспаптар кеңінен қолданысқа ене бастады. Бұл ауыл шаруашылығы жұмыстарын дұрыс жоспарлап, жердің құнарлылығын нақтырақ анықтауға жол ашты.

Ғылыми тәсілдің қалыптасуымен қатар, XVII-XVIII ғасырларда Еуропада ғылыми агрономия пайда болды. Осы кезеңде топырақты зерттеудің құрылымдалған тәсілдері қолданыла бастады. Бұл үдеріс топырақ құрамын және әртүрлі агротехнологиялардың дақыл өнімділігіне ықпалын жан-жақты зерделеуді қамтыды.

XX ғасырда фототүсірілім мен авиацияның дамуымен жер мониторингісінде жаңа кезең басталды. Аэрофототүсірілім әдісі аумақтарды картаға түсіру мен жерді пайдалану стратегияларын әзірлеу мақсатында қолданылып, кең көлемдегі аймақтарды бағалау үрдісін айтарлықтай оңайлатып, жеделдетті.

Кейінгі онжылдықтарда компьютерлік технологиялар мен спутниктік бақылау жүйелері енгеннен кейін жер қорының мониторингі әлдеқайда жетілді. Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) мен қашықтықтан зондтау сынды инновациялық әдістер үлкен көлемдегі ақпаратты жоғары нақтылықпен және нақты уақыт режимінде кешенді саралауға мүмкіндік берді.

Спутниктер мен ұшқышсыз аппараттар арқылы жүзеге асырылатын жерді қашықтықтан бақылау зерттеушілер мен жерді басқару саласындағы

мамандарға тікелей аумаққа бармай-ақ, оның жай-күйі туралы жан-жақты ақпарат алуға жол ашады. Мұндай мәліметтерге топырақтағы ылғал мөлшері, жер асты суларының деңгейі, өсімдіктердің өзгеру үрдістері және тағы басқа көрсеткіштер кіреді.

Осылайша, жер мониторингінің қалыптасу жолы адамзаттың жер қорын басқару тетіктерін үздіксіз жетілдіруге деген ұмтылысын айқын бейнелейді. Бұл үрдіс ауыл шаруашылығының өнімділігін арттыруға, экологиялық тұрақтылықты сақтауға және жердің болашақтағы әлеуетін қорғауға бағытталған.

Жер мониторингі - бұл көпқырлы және күрделі әрекет, ол табиғи ресурстарды дұрыс басқаруды қамтамасыз етіп, экожүйелерді сақтау мен әлеуметтік-экономикалық дамуға өз үлесін қосады. Ақпаратты жүйелі түрде жинау мен өңдеу негізінде қабылданатын шешімдер жерді тиімді пайдалануға, табиғи әртүрлілікті қорғауға және экологиялық күйзелістердің алдын алуға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты мониторинг әдістерін тиімді пайдалану үшін тек жоғары технологиялық шешімдер жеткіліксіз – заңнамалық және ұйымдастыру шараларын да жетілдіру қажет. Жер пайдалану саласындағы стратегиялар мен ережелер мониторинг нәтижелеріне сүйеніп, жер қорын ұтымды әрі ұзақ мерзімді қолдануды қамтамасыз етуі тиіс.

Қорытындылай айтқанда, жер мониторингі - бұл тұрақты даму үдерісінің ажырамас бөлігі. Ол қоршаған ортаның құндылықтарын сақтауға, экономиканың ілгерілеуіне ықпал етуге және жер қорын келешек ұрпақ үшін тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

2.1 Ауыл шаруашылық жерлерін мониторингілеу әдістері

Барлық мониторинг адамның шаруашылық қызметінің әсерінен қоршаған ортаға, әсіресе антропогендік факторларға бағалау жасайды, сонымен қатар адамның қызметі барысында қоршаған ортаға зиян келтірілетінін көрсетеді (құрылыс жұмыстары, ауыл шаруашылығы алқаптарын пайдалану, энергетикалық ресурстарды қолдану және т.б.). Ауыл шаруашылығынан тыс мақсаттар үшін жерге сұраныстың артуы мүмкін болатын әсерлерді бағалау, болжау және уақытылы мониторинг жүргізу, табиғи ортаның жай-күйін бақылап отыру маңызды болып табылады.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерде табиғи және антропогендік өзгерістердің елеулі әсерін бақылау маңызды рөл атқарады. Бұл бақылаудың мақсаты жердің табиғи күйінің өзгергенін анықтап, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан тиімді пайдаланудың, сондай-ақ жерді дұрыс пайдалану мен реформалаудың агроэкологиялық жағдайға сай болуын қамтамасыз ету болып табылады.

Ауыл шаруашылығы жерлерін мониторингтеудің негізгі бағыттары: ауыспалы егіс алқаптарының жағдайы мен пайдаланылуы; топырақ

құнарлылығының көрсеткіштері; егістік алаңдарындағы, жайылымдардағы және басқа да жерлердегі өсімдік жамылғысының жағдайындағы өзгерістерді жүйелі бақылау және тағы басқа маңызды көрсеткіштерді қамтиды.

Қазіргі уақытта топырақтың жағдайы, жер пайдалану, өнімділік, түсі мен құрамы, топырақтың құнарлылығы, агромелиоративтік жұмыстар мен құрылымдардың деректерін жинау күнделікті қажеттілікке айналды. Бұл ақпараттар ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін негізгі құрал болып табылады [6].

Жерді қашықтықтан зерттеу әдістері дәстүрлі зерттеулерге қарағанда көптеген артықшылықтарға ие, оның ішінде тек жергілікті аумақтарда ғана емес, табиғатты пайдалану объектілерінің жағдайы туралы ақпарат алу, ғарыштық мәліметтерді жинау және процестерді нақты уақыт режимінде бақылау мүмкіндігі бар.

Қазіргі таңда ғарыштық бақылаудың әртүрлі әдістері ауыл шаруашылығында топырақ жағдайының өзгерістерін бақылау, бағалау және болжау, сондай-ақ өрт ошақтарын анықтау үшін қолданылады. Сонымен қатар, жердің қашықтық деректері уақытша өзгерістерді бақылау үшін де қолданылады. Қашықтықтан мониторинг жүргізу ауыл шаруашылығының барлық саласында объектілік ақпарат алу мүмкіндігін береді. Алайда, ақпарат алу және оны анықтау уақытының бірыңғай болуы ғарыштық мониторингтің артықшылығы болып табылады, өйткені ол егістіктердің жай-күйін тез арада бақылап, егіннің және басқа да ауыл шаруашылық алқаптарының мәселелерін уақытында шешуге көмектеседі. Ауыл шаруашылығы үшін жоспарланған, көктемгі және ауыспалы егістерді жүзеге асыру мақсатында агроөнеркәсіптік кешенді онлайн-режимде басқару бойынша ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді қашықтықтан зондтау жобалары жүзеге асырылады.

- Жерге мониторинг жүргізу барысында ақпарат келесі әдістермен жүзеге асырылады:

- Жерді қашықтықтан зондтау (ғарыштық аппараттар, спутниктер, кіші авиация және басқа құралдарды қолдана отырып түсіру, бақылау); полигондық желілер, тірек нүктелері, шекаралық маркерлер және басқа объектілер;

- Жер үсті зерттеулері (үздіксіз және іріктемелі);

- Байланысты деректерді жинау.

Жерді қашықтықтан зондтау – сапалы және жиі деректер қабылдауды қамтитын ғарыштық мониторингтің ең тиімді әдістерінің бірі. Бұл әдіс табиғи объектілердің және антропогендік процестердің сандық сипаттамаларын жинауға, сондай-ақ ғарыштық аппараттар, ұшу құралдары, ғарыштық жүйелер және аэрофототүсірілім әдістерінің көмегімен деректерді жинауға мүмкіндік береді.

Қашықтықтан зондтау әдісі ауыл шаруашылығы жерлерінің арамшөптермен ластану деңгейін анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, топырақтың эрозияға ұшырауы, жердің мақсатты пайдаланылмауы және басқа да жер мониторингі мәселелерін анықтап, уақытында дұрыс шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

2.3 Жерді зерттеу кезінде ғарыштық суреттерді қолдану

Жерді зерттеу барысында аэроғарыштық суреттерді пайдалану ғаламшардың кез келген бөлігін кең ауқымда көруге, қашықтықта орналасқан немесе басқа себептермен қолжетімсіз аймақтарға қатысты деректерді алу мүмкіндігін береді. Бұл әдіс табиғи және ауыл шаруашылығы жерлерінің құрылымын талдауға, дұрыс бөлу және жоспарлау, ауыл шаруашылық жүйелерін аймақ бойынша тиімді ұйымдастыру, мелиорациялық процестерді қадағалауға, сондай-ақ ландшафттық және аграрлық жүйелерді дұрыс қалыптастыруға айтарлықтай ықпал етеді.

Ғарыштық суреттердің қолданылу ауқымы әртүрлі салаларды қамтиды: геология (жер бедерінің цифрлық моделдері мен биіктігі), ауыл шаруашылығы (дақылдарды жіктеу, топырақтың ылғалдылығы), орман шаруашылығы (ағаштардың биомассасы, биіктіктері мен түрлері, орманды кесу, орманды бақылау және өрт қауіптілігін анықтау), қала құрылысы (қалалық аумақтың тығыздығы, рұқсатсыз құрылыс жұмыстарын анықтау), табиғат апаттарының алдын алу (жер сілкіністерін бақылау, қар көшкіндерін анықтау және басқа жағдайлар) [7].

Бұл жылдар ішінде ауыл шаруашылығы ландшафтын реттеу мен бақылауды жүргізудің негізгі әдістерінің бірі ретінде ғарыштық және аэроғарыштық суреттерді пайдалану арқылы қашықтықтан зондтау әдістері үлкен маңызға ие болды. Бұл әдіс жер ресурстарын оңтайлы басқаруға мүмкіндік беріп, әртүрлі өзгерістерге әсер ететін оң және теріс кері байланыстарды зерттеуге жол ашады.

Қашықтықтан зондтау арқылы басқаруды іске асыру, сонымен қатар ұйымдастырушылық шараларды тиімді түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Табиғи ресурстарды қашықтықтан зондтау ауыл шаруашылығы жерлерінің ландшафттарын картаға түсіруде жаңа әдістерді енгізуге себеп болды. Ғарыштық суреттер тек ауыл шаруашылығы ландшафттарының физикалық ерекшеліктерін ғана емес, сонымен қатар бүкіл ауыл шаруашылығы аймақтарының жүйелерін толықтай көрсетуге мүмкіндік береді. Қашықтықтан зондтау әдістері ауыл шаруашылығы жерлерінің карталарын жасау уақытын айтарлықтай қысқартып, бұрын зерттелмеген аймақтардың дәлдігін жоғары деңгейде анықтауға мүмкіндік береді.

Ғарыштық суреттерді қашықтықтан зондтау арқылы ауыл шаруашылығы жерлерінің картасын жасау процесінің бастапқы кезеңі жүйелі тәсілге негізделген, онда ландшафттық элементтер арасындағы өзара байланыстарды көрсететін зерттелген аймақтың ландшафттық картасы құрылады. Бұл деректер картаның қолданбалы қызметінің ортасында орналасып, негізгі компоненттік карталарды (топырақ, геология, өсімдіктер және т.б.) одан әрі дамыту үшін негіз болады. Осы карта арқылы алынған мәліметтерді пайдалану кезінде ауыл шаруашылығы жерлерінің жағдайын бағалауға және талдауға болады. Құрастырылған ландшафттық картаның құрамында жер бетінің негізгі элементтері көрсетіліп, олардың кеңістікте орналасуы және бір-бірімен өзара

әрекеттесетін ішкі жүйесі сипатталады: табиғи және ауыл шаруашылық жүйелері.

Ауыл шаруашылығы жерлерін зерттеу және талдау жүргізу үшін 2018-2023 жылдар аралығында Түркістан облысы, Сарыағаш ауданындағы Sentinel - 2 ғарыштық суреттерін пайдалану жоспарлануда.

Алдағы жұмыс кезеңінде өсімдіктердің әртүрлі түрлерін талдау және бақылау, сондай-ақ өсімдік қашықтық агрономиялық жағдайының жақсы екенін көрсету мақсатында негізінен жасыл индекстерге назар аударылады. Сонымен қатар, түрлі қолданбаларға қатысты Sentinel - 1 және Landsat - 8 деректерін біріктіріп, басқа да салаларда пайдаланудың зерттелетінін, әрі Sentinel - 2 деректерін жақсарту мүмкіндіктері бар екенін көрсету көзделеді.

Жұмыс процесі келесі бағыттарда жүргізіледі:

- Landsat - 8, Sentinel - 1 және Sentinel - 2 бойынша негізгі сипаттамалар көрсетіліп, жеке жұмысқа қосылатын мәліметтер беріледі;

- Талдау үшін таңдалған аумақтың сипаттамасы және қызығушылық тудыратын аумақ үшін Landsat - 8, Sentinel - 1 және Sentinel - 2 деректерінің сипаттамалары талқыланады;

- Landsat - 8 және Sentinel - 2 деректерінің нәтижелері бойынша түрлі комбинациялар беріледі;

- Sentinel - 1 сигналдары өңделіп, талданады. Нәтижелер негізінде маңызды индекстер есептеліп, салыстырылады, қорытынды шығарылады.

- Sentinel - 2 жоғары ажыратылымды оптикалық кескіндермен қамтамасыз ете отырып, ағымдағы SPOT және Landsat миссияларының үздіксіздігін қамтамасыз ететін екі спутниктен тұратын бақылау жүйесін құрады.

Бүкіл жер бетін бір спутник әр 10 күн сайын сканерлейді, ал екінші спутник әр 5 күн сайын жаңартылған деректерді қамтамасыз етеді. Sentinel-2a спутнигі 2015 жылы 23 маусымда ұшырылып, алғашқы суреттерді 2015 жылдың желтоқсан айында жүктеуге мүмкіндік берген [5].

Sentinel-2b спутнигі 2016 жылдың ортасында ғарышқа ұшырылды. Бұл спутник, Sentinel-2a сияқты, жоғары ажыратылымдылықтағы оптикалық кескіндерді ұсынатын және заманауи MSI (мультиспектрлі бейнелеу құрылғысы) құрылғысымен жабдықталған. Sentinel - 2 жүйесі Landsat - 8 спутнигімен ұқсас қасиеттерге ие, бірақ қосымша мүмкіндіктері бар, себебі ол 13 түрлі спектрлік диапазонда жұмыс істейді. Осы диапазондарда 4×10 метр, 3×60 метр, 4×10 метр ажыратылымдылықтағы суреттерді алуға болады, бұл жоғары кеңістік пен спектрлік ажыратылымдылықты қамтамасыз етеді. Мысалы, Sentinel-2 арқылы жер бетіндегі шағылысу туралы деректерді алу мүмкіндігі дәлдігі жоғары болып келеді.

Landsat - 8, Sentinel - 1 және Sentinel - 2 спутниктері RGB (қызыл, жасыл, көк) түстерін негізге ала отырып, мультиспектрлі кескіндер алуға мүмкіндік береді. Sentinel - 2 спутнигі, сондай-ақ, жақын инфрақызыл (8, 4, 3 спектрлері) түстермен ерекшеленеді, бұл оның ауыл шаруашылығында, экологияда және басқа да зерттеулерде тиімді қолданылуын қамтамасыз етеді.

Sentinel - 2 спутнигі инфрақызыл спектрдің бірнеше диапазонында (5, 6, 7, 8a) 20 м кеңістік ажыратылымдығымен суреттер алу мүмкіндігін береді. Бұл әсіресе ауыл шаруашылығы зерттеулерінде маңызды. Мысалы, инфрақызыл спектрде өсімдіктердің хлорофиллінің бар-жоғын анықтайтын көрсеткіштерді есептеу үшін қолданылады, бұл өсімдіктердің жай-күйін және өсу кезеңдерін зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл мәліметтер ауыл шаруашылығы дақылдарын мониторинг жасау кезінде өсімдіктер түрлерін анықтау және жіктеу үшін пайдалы болады. Қашықтықтан зондтау әдістерін қолдана отырып, зерттеліп жатқан аумақтарда қандай дақылдардың өсетінін анықтауға және олардың агрономиялық жағдайларын бағалауға болады.

2.4 Вегетациялық индекстер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді таңдау

Өсімдік индексі дегеніміз - жер бетіндегі өсімдіктердің жағдайын, тығыздығын және тіршілігін қашықтықтан зондтау арқылы анықтауға арналған сандық көрсеткіш. Бұл индекс ғарыштық немесе әуеден түсірілген мультиспектрлік суреттердің белгілі бір спектрлік диапазондарындағы (мысалы, көрінетін және инфрақызыл сәулелер) жарық шағылысының арасындағы айырмашылықтар негізінде есептеледі [8].

Талдаулар үшін NDVI және SAVI индекстері ауыл шаруашылық жерлеріндегі жер жамылғыларын бақылауда ең көп қолданылатын индекстер.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) өсімдіктерді нормаланған салыстырмалы индекстері. Ауыл шаруашылығында өсімдік жамылғысының тығыздығына мұқият сипаттама бере отырып, фермерлерге өнімділігін, өсуін, арамшөптер мен зиянкестердің болуын және т.б. талдауларда, сонымен қатар егістік өнімділігін есептеулерін алуда кеңінен қолданылады. NDVI өсімдік жапырақтарындағы хлорофилл көлемін анықтау үшін қызыл және инфрақызыл арналары салыстыра отырып жұмыс істейді. Бастапқы кезеңде NDVI тек өсімдік жамылғыларын анықтау үшін қолданылған, ал қазіргі таңда кең спектрлі қашықтықтан зондтау материалдары арқылы өсімдік жамылғысын анықтау үшін ең көп пайдаланылатын көрсеткіштердің бірі болып табылады, бірақ бұл әдіс көп ұзамай сау болған өсімдіктердің арасында көрсеткіш “фотосинтездік белсенділікті” өлшеуге бейім болды.

NDVI-дің басты кемшілігі – бұл көрсеткіштер салыстырмалы түрде тез қураған қаңқытқыр күйіне жетеді. Нәтижесінде бұл өрісте сау, жасыл, бірақ шығырылмаған жапырақтармен жабылған кезде де, NDVI көрсеткіштері шын мәнінде жеткілікті деңгейде болмайды. Сонымен қатар, NDVI формуласы топырақтың әсеріне сезімтал, яғни ашық жерлердегі төмен вегетациялық жамылғы NDVI мәндерінің төмен болуына әкеледі, бірақ шын мәнінде өсімдіктердің бастауын көрсетеді. Сондықтан кей жағдайларда NDVI көрсеткішіне түзетулер енгізіп, өсімдік жамылғыларының сипаттамасын жақсартуға болады [8].

NDVI төмендегі формула бойынша есептеледі (1) :

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

Мұндағы:

NIR – спектрлі жақын инфрақызыл аймақта шағылу;

RED – қызыл аймақта спектрдің шағылысуы.

Формулаға сәйкес, суреттің белгілі бір нүктесіндегі өсімдіктердің тығыздығы қызыл және инфрақызыл аймақтардағы шағылысқан жарық қарқындылығы арасындағы қосындысынан бөлінген айырмашылыққа тең болады.

Топыраққа түзетілген өсімдік индексі (SAVI) – өсімдіктерді талдау барысында, топырақтың әсерін азайтатын, топырақтың қанықтылығын азайту үшін енгізілген өсімдік индексі.

NDVI тендеуімен топырақ тығыздығын (мысалы, топырақтың ылғалдылығы, топырақтың түсі және топырақтың өзгергіштігі) азайту үшін L топырақтың түзету коэффициенті енгізіледі. Ол өсімдік жамылғысының көлеміне әсер етеді.

SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) - бұл топырақтың әсерін ескеретін өсімдік индексі, яғни өсімдіктің жағдайын бағалағанда топырақтың әсерін азайту үшін қолданылатын қашықтықтан зондтауға арналған модификацияланған вегетациялық индекс. SAVI индексі негізінен өсімдік сирек орналасқан немесе топырақ айқын көрінетін шөлейт, жартылай шөлейт, құрғақ аймақтарда қолданылады. NDVI индексіне қарағанда SAVI топырақ фонының әсерін басып, өсімдіктің шынайы жағдайын дәлірек көрсетеді [9].

SAVI төмендегі формула бойынша есептеледі (2):

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} * 1 + L \quad (2)$$

Мұндағы:

NIR - жақын инфрақызыл диапазонында шағылысу мәні,

RED - қызыл спектрлік диапазондағы шағылысу мәні,

L - топырақ жарықтығын түзетуші коэффициент (әдетте L = 0.5 деп алынады).

Жоғарыда аталған индекстерді ArcGIS, Qgis, ArcGisPRO, Crop monitoring for monitoring не т.б бағдарламалар жасақтамаларда есептеуге болады [8].

ArcGIS - бұл кеңістіктік (географиялық) деректерді жинау, сақтау, өңдеу, талдау және визуалдауға арналған географиялық ақпараттық жүйе (ГАЖ). Оны америкалық Esri (Environmental Systems Research Institute) компаниясы жасап шығарған. ArcGIS - әлемдегі ең кең таралған және қуатты ГАЖ платформаларының бірі.

Ауыл шаруашылығында ArcGIS көмегімен:

- егіс алқаптарының шекараларын картаға түсіруге;

- NDVI, SAVI, NDWI секілді вегетациялық индекстер бойынша егіс жағдайын бағалауға;
- өнімділік карталарын жасауға;
- ирригациялық жүйелерді басқаруға;
- климат, топырақ және өсімдіктер деректері негізінде талдау жасауға болады.
- ArcGIS көптеген салаларда қолданылады:
- ауыл шаруашылығы - егістік жерлерді басқару, өнімділік карталарын жасау.
- экология және табиғатты қорғау - биоалуантүрлілік, орман, су ресурстары мониторингі.
- қала құрылысы - инфрақұрылым мен жер пайдалану жоспарлау.
- картография және геодезия - кәсіби карталар жасау.
- тж басқару - су тасқыны, өрт, жер сілкінісі кезінде мониторинг жүргізу.
- тасымалдау және логистика - маршруттарды жоспарлау және көлік ағындарын талдау.

NDWI (Normalized Difference Water Index) - бұл нормаланған су индексі, яғни спутниктік суреттер арқылы жер бетінде су объектілерін (көл, өзен, тоған т.б.) анықтау үшін қолданылатын вегетациялық индекс. NDWI көрсеткіші арқылы судың болуын немесе жоқтығын, сондай-ақ оның өзгерісін уақыт бойынша бақылауға болады [10].

NDWI төмендегі формула бойынша есептеледі (3):

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (3)$$

Мұндағы:

GREEN - Жасыл спектр арнасы (өсімдіктер мен су жарықты жақсы шағылыстырады)

NIR (Near Infrared) - Жақын инфрақызыл арна (су өте әлсіз шағылыстырады, бірақ өсімдіктер – күшті)

Бұл формула су мен басқа объектілер арасындағы спектралдық айырмашылықты анық көрсетуге мүмкіндік береді. Су инфрақызыл диапазонда жарықты аз шағылыстыратындықтан, NDWI көрсеткіші жоғары болады.

NDWI индексін есептеу үшін ең жиі қолданылатын спутниктік дереккөздер - Landsat 7/8 және Sentinel-2. Мысалы, Sentinel-2 суреттері үшін келесі арналар қолданылады:

ArcGIS немесе QGIS сияқты геоақпараттық жүйелерде (ГАЗ) NDWI есептеу үшін Raster Calculator құралын пайдаланып, формуланы енгізу жеткілікті.

NDWI - қашықтықтан зондтау саласында суды дәл әрі тиімді анықтауға арналған маңызды құрал. Ол табиғи ресурстарды басқаруда, қоршаған ортаны қорғауда және апаттық жағдайларда жедел шешім қабылдауда үлкен рөл

атқарады. Қазіргі заманғы геоақпараттық технологиялар мен спутниктік деректерді біріктіре отырып, NDWI индексін қолдану су ресурстарын тиімді әрі тұрақты пайдалануға мүмкіндік береді.

3 Мәліметтерді өңдеу және талдау

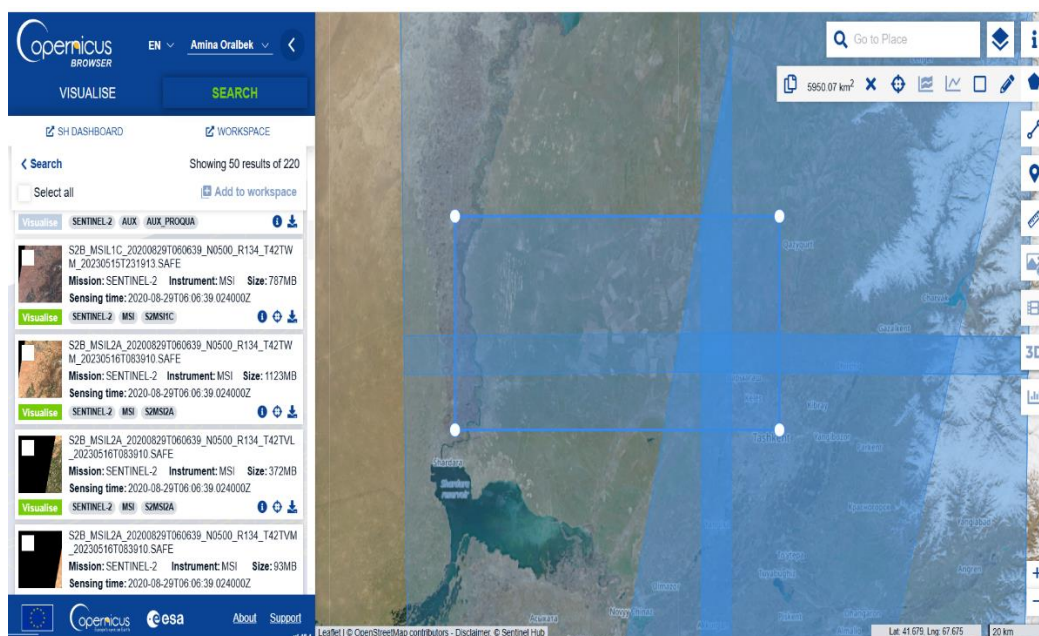
3.1 Ауданның ғарыштық суреттерін алу және импорттау

Қазіргі заманда Жерді қашықтықтан зондтау технологиялары кеңінен дамып келеді. Осы бағытта еуропалық Copernicus бағдарламасы – Жердің климаттық, экологиялық және географиялық өзгерістерін бақылауда маңызды рөл атқаратын бастамалардың бірі. Бұл бағдарлама шеңберінде Copernicus Browser веб-платформа арқылы спутниктік суреттерге тегін және ашық қол жеткізу мүмкіндігі ұсынылады.

Copernicus – бұл Еуропалық Одақтың ғарыштық қадағалау және Жер мониторингі жүйесі. Бағдарлама 2014 жылдан бастап толыққанды жұмыс істей бастады және әртүрлі салаларда: ауыл шаруашылығы, экология, климатология, урбанистика және төтенше жағдайлар кезінде қолданылады. Copernicus деректерін Sentinel сериялы спутниктері қамтамасыз етеді (Sentinel-1, -2, -3 және т.б.) [11].

Copernicus Browser (ресми атауы - Copernicus Open Access Hub немесе Sentinel Hub EO Browser) - бұл спутниктік деректерді іздеу, қарау және жүктеу үшін қолданылатын веб-платформа. Бұл жүйе пайдаланушыларға Sentinel спутниктерінен алынған суреттерді оңай табуға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысы аясында алдымен Copernicus Open Access Hub платформасына тіркелу жүзеге асырылды. Зерттеу кезеңінде осы сайт арқылы Түркістан облысы, Сарыағаш ауданына қатысты Sentinel-2 жерсерігі түсірген спутниктік суреттер алынып, жүктелді (3.1-сурет).



3.1-сурет – Сайттан суреттерді жүктеу.

3.2 Таңдаған бағдарлама бойынша вегетациялық индекстерді есептеу және талдау

Вегетациялық индекстер – қашықтықтан зондтау технологияларының ең тиімді құралдарының бірі. Олар өсімдік жамылғысының жағдайын сандық тұрғыдан бағалап, агроөнеркәсіп, экология және басқа да салаларда деректерге негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Әсіресе NDVI сияқты индекстер ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыруға, экологиялық тепе-теңдікті сақтауға және климаттың өзгеруін қадағалауға айрықша үлес қосуда. Қазіргі таңда бұл индекстер цифрлық аграрлық технологиялардың негізгі құралдарының біріне айналып отыр [12].

ҚЗ мәліметтері негізінде алынатын вегетациялық индекстер өсімдіктердің биологиялық жағдайын бағалауда, олардың таралуын анықтауда, сондай-ақ өнімділік болжамын жасауда кеңінен қолданылады. Бұл индекстер өсімдіктердің тіршілік белсенділігін сандық тұрғыдан сипаттауға мүмкіндік береді.

- NDVI көмегімен егістік алқаптарының денсаулығы мен өсім динамикасы бағаланады.

- Судың жетіспеушілігі фотосинтезге әсер етеді, бұл NDVI мәніне тікелей ықпал етеді.

- Маусым бойында алынған индекстер көмегімен ауыл шаруашылығы дақылдарының болжамды өнімділігі есептеледі.

- Өсімдіктердің зақымдалуы NDVI-дің төмендеуі арқылы байқалады.

- Уақыт өте келе алынған суреттер арқылы табиғи өсімдік жамылғысының жоғалуы анықталады.

- Ағаштардың көктемгі өсу қарқыны, кесу, өрт салдарлары NDVI арқылы бағаланады.

- Биомассаның өзгеруін жыл мезгілдеріне байланысты бақылау.

- Қалалар маңындағы жасыл аумақтарды жоспарлау;

- Урбанизация әсерін бағалау;

- Қала маңындағы табиғи аумақтардың сақталуын бақылау.

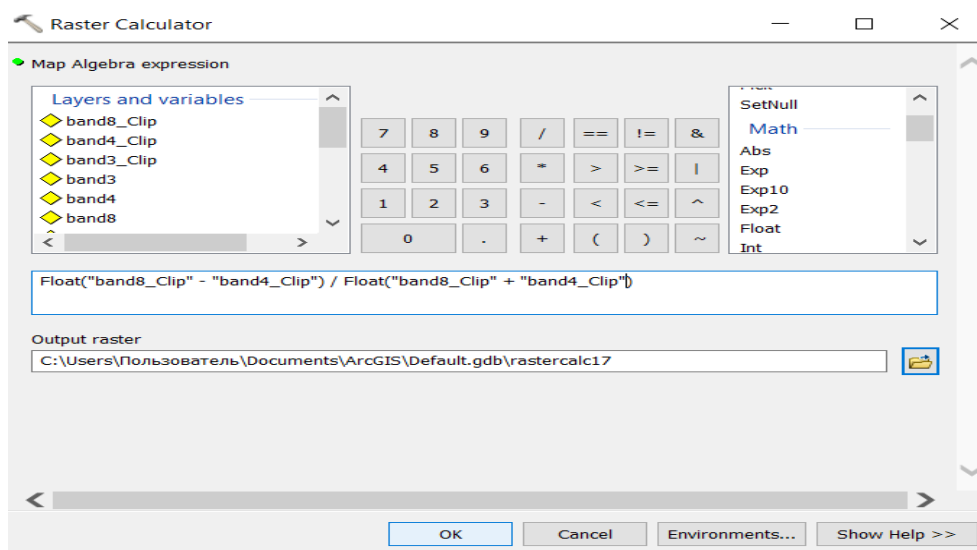
- Уақытша қатарлар (жылдар бойы алынған NDVI деректері) көмегімен климаттық өзгерістердің өсімдік жамылғысына әсері зерттеледі.

- Өсімдік жағдайын ескеретін агроклиматтық модельдер жасау.

NDVI - өсімдіктердің жасылдық дәрежесін бағалауға арналған ең кең таралған вегетациялық индекс. Ол спутниктік суреттердің инфрақызыл (NIR) және қызыл (RED) каналдарындағы шағылу мәндері негізінде есептеледі (3.2-сурет).

Вегетациялық индекс формуласы (4):

$$NDVI = ("B8" - "B4") / ("B8" + "B4") \quad (4)$$



3.2-сурет – Түркістан облысы Сарыағаш ауданы бойынша NDVI үшін қажетті мәндерді көрсету

NDVI мәні -1.0 мен +1.0 аралығында болады және осы мәндер арқылы жер бетіндегі өсімдік жамылғысының жағдайы туралы маңызды ақпарат алуға болады.

Төменгі NDVI мәндері, яғни -1.0 мен 0.0 аралығы, негізінен тірі өсімдіктер жоқ жерлерге тән. Мұндай көрсеткіштер су айдындарына, қар немесе бұлтпен жабылған аймақтарға, тастар мен ғимараттар сияқты қатты беттерге тән. Бұл жерлерде фотосинтез процесі жүрмейді.

0.1 мен 0.2 аралығындағы NDVI мәндері сирек немесе деградацияға ұшыраған өсімдік жамылғысын сипаттайды. Мұндай көрсеткіштер көбінесе шөлейт, жартылай шөлді және тозған жайылымдарға тән. Бұл аймақтарда өсімдіктердің өмір сүруі шектеулі және фотосинтез қарқындылығы төмен.

0.2–0.3 диапазонында орналасқан мәндер топырақта әлсіз өсімдіктер барын білдіреді. Бұл, мысалы, шөптесін өсімдіктердің ерте көктемде немесе құрғақшылық кезінде өсуін білдіреді. Мұндай жағдайда өсімдік жамылғысы бар болғанымен, оның тығыздығы мен белсенділігі төмен.

Орташа тығыздықтағы өсімдік жамылғысын NDVI мәні 0.3–0.5 шамасында көрсетеді. Бұл ауыл шаруашылығы дақылдарының көктем мен жазда белсенді өсіп жатқанын немесе жайылымдарда өсімдіктің орташа деңгейде таралғанын білдіреді.

Ал NDVI 0.5–0.7 аралығында болса, бұл – тығыз әрі дені сау өсімдіктер бар аймақ екенін көрсетеді. Мұндай мәндер суарылатын егістіктерге, бақтарға немесе орманды алқаптарға тән. Фотосинтез белсенді жүріп, өсімдіктің өсуі жақсы жағдайда өтеді.

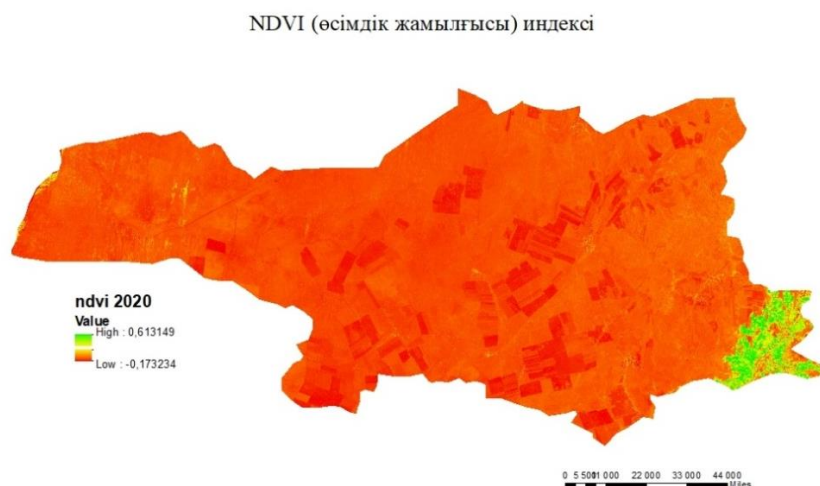
Ең жоғары NDVI көрсеткіштері – 0.7 мен 0.9 аралығы – өте тығыз, толық қалыптасқан өсімдік массасын білдіреді. Бұған тропикалық ормандар, тығыз егістіктер және мол ылғалмен қамтамасыз етілген аумақтар жатады. Бұл өсімдіктердің ең белсенді және өнімді кезеңі саналады.

Жалпы алғанда, NDVI мәні жоғары болған сайын, өсімдіктердің жағдайы соғұрлым жақсы деген сөз. Осылайша, NDVI көрсеткіші арқылы жер бетіндегі өсімдік жамылғысының сапасы мен күйін кең көлемде бағалау мүмкіндігі бар.

2020 жылдан 2024 жылға дейінгі аралықтағы есептеулер көрсеткендей, өсімдік жамылғысының жыл сайын өзгеріп отырғаны анықталды.

NDVI 2020 (3.3-сурет):

- NDVI ең жоғарғы мәндері: 0,613149.
- NDVI ең төменгі мәндері: -0,173234.

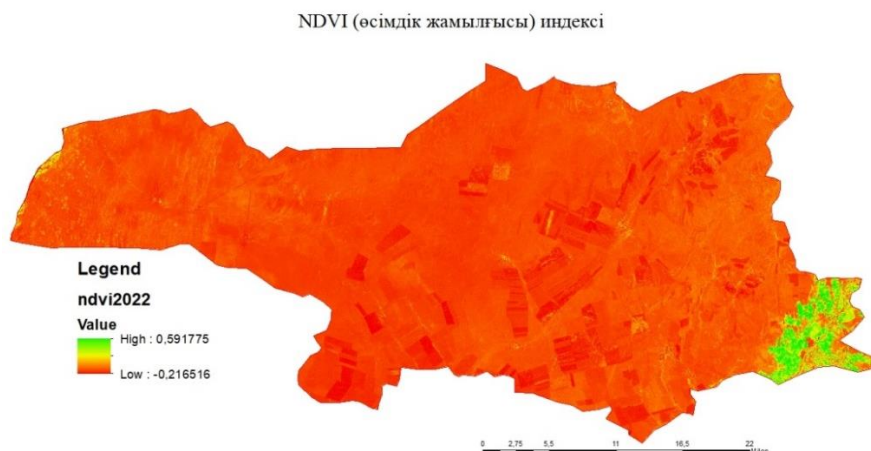


3.3-сурет – Сарыағаш ауданының 2020жылғы NDVI көрсеткіші

Бұл көрсеткіштер өсімдік жамылғысының кеңістіктік өзгерістерін және кейбір аудандарда өсімдіктің тығыздығы мен жағдайының әртүрлілігін білдіреді.

NDVI 2022 (3.4-сурет):

- NDVI ең жоғарғы мәндері: 0,591775.
- NDVI ең төменгі мәндері: -0,216516.



3.4-сурет – Сарыағаш ауданының 2022 жылғы NDVI көрсеткіші

Жалпы алғанда, 2022 жылы өсімдік жамылғысының жағдайы 2020 жылмен салыстырғанда сәл нашарлағаны байқалады.

NDVI 2024 (3.5-сурет):

- NDVI ең жоғарғы мәндері: 0,716044.
- NDVI ең төменгі мәндері: -0,235618.

NDVI (өсімдік жамылғысы) индексі



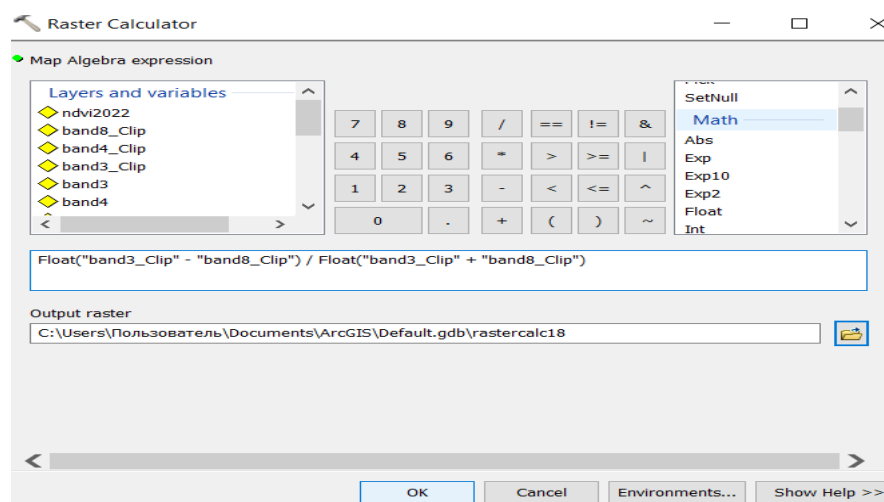
3.5-сурет – Сарыағаш ауданының 2024 жылғы NDVI көрсеткіші

Бұл көрсеткіштерді алдыңғы жылдармен салыстырсақ, өсімдік жамылғысының тығыз және сау бөліктері 2020 және 2022 жылдарға қарағанда жақсарғанын байқауға болады. Алайда, ең төменгі мәннің -0,235618 деңгейіне дейін түсуі кейбір аумақтарда өсімдік жамылғысының нашар күйде екенін немесе мүлде жоқ екенін көрсетеді.

NDWI - бұл қашықтықтан зондтау (дистанциялық зерттеу) арқылы судың жер бетінде таралуын анықтауға арналған индекс. Ол жер үсті суларының бар-жоғын және ылғалдылықтың деңгейін бағалау үшін қолданылады.

Вегетациялық индекс формуласы (3.6-сурет) (4):

$$NDWI = ("B3" - "B8") / ("B3" + "B8") \quad (4)$$



3.6-сурет – Түркістан облысы Сарыағаш ауданы бойынша NDWI үшін қажетті мәндерді көрсету

NDWI ең жоғары мәндері судың мол шоғырланған аумақтарын көрсетеді және бұл көрсеткіштердің жоғары болуы зерттеліп отырған аумақта ашық су айдындарының бар екендігін растайды.

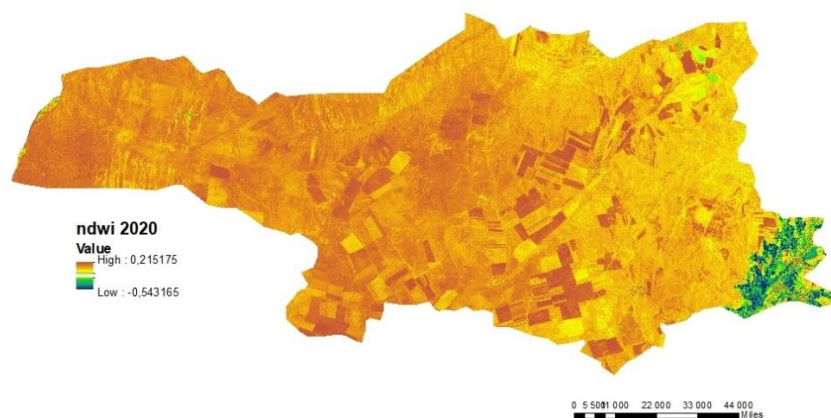
NDWI ең төменгі мәндері керісінше, су ресурстарының аз немесе мүлде жоқ екенін білдіреді. Мұндай мәндер, әдетте, құрғақ топырақ немесе тығыз өсімдік жамылғысы бар аумақтарға сәйкес келеді.

NDWI мәндерінің өзгеруі климаттық жағдайларға, маусымдық ерекшеліктерге және антропогендік ықпалдарға байланысты. Жылдар бойынша өзгерісті бақылау арқылы су ресурстарының динамикасын, олардың азаю немесе көбею үрдістерін анықтауға болады [10].

NDWI 2020 (3.7сурет):

- NDWI ең жоғарғы мәндері: 0,215175.
- NDWI ең төменгі мәндері: -0,543165.

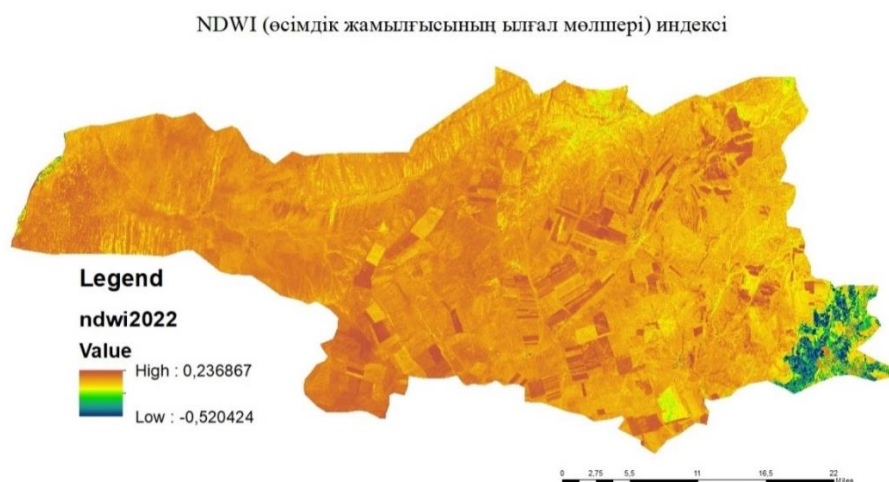
NDWI (өсімдік жамылғысының ылғал мөлшері) индексі



3.7-сурет – Сарыағаш ауданының 2020 жылғы NDWI көрсеткіші

NDWI 2022 (3.8-сурет):

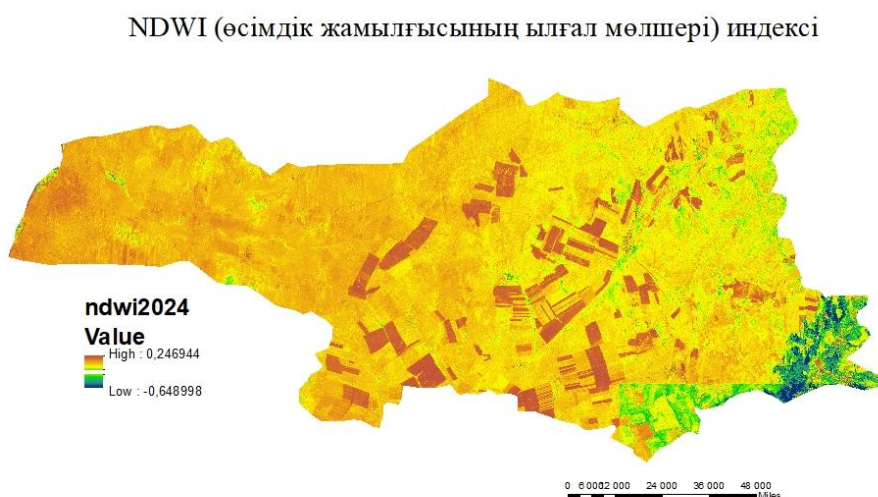
- NDWI ең жоғарғы мәндері: 0,236867.
- NDWI ең төменгі мәндері: -0,520424.



3.8-сурет – Сарыағаш ауданының 2022 жылғы NDWI көрсеткіші

NDWI 2024 (3.9-сурет):

- NDWI ең жоғарғы мәндері: 0,246944.
- NDWI ең төменгі мәндері: -0,648998.



3.9 - сурет – Сарыағаш ауданының 2024 жылғы NDWI көрсеткіші

2020 жылдан 2024 жылға дейін ең жоғары NDWI мәндері біртіндеп өсіп отырғанын көруге болады. Бұл өсім су айдындарының көлемі немесе ылғалды аумақтардың үлесі аз да болса артқанын көрсетеді. Бұл – су ресурстарының жағдайы жыл сайын жақсарып отырғанының белгісі. Әсіресе 2024 жылы ең

төменгі мән -0,648998-ге дейін түсіп, бұл көрсеткіш зерттеу жылдарындағы ең нашар ылғал жағдайын білдіреді.

SAVI - бұл өсімдік жамылғысын қашықтықтан зондтау арқылы бағалауға арналған вегетациялық индекс. SAVI NDVI-ге ұқсас, бірақ ол топырақтың әсерін азайту үшін арнайы жасалған. Бұл индекс әсіресе өсімдіктер сирек немесе топырақ ашық көрініп тұратын жерлерде пайдалы.

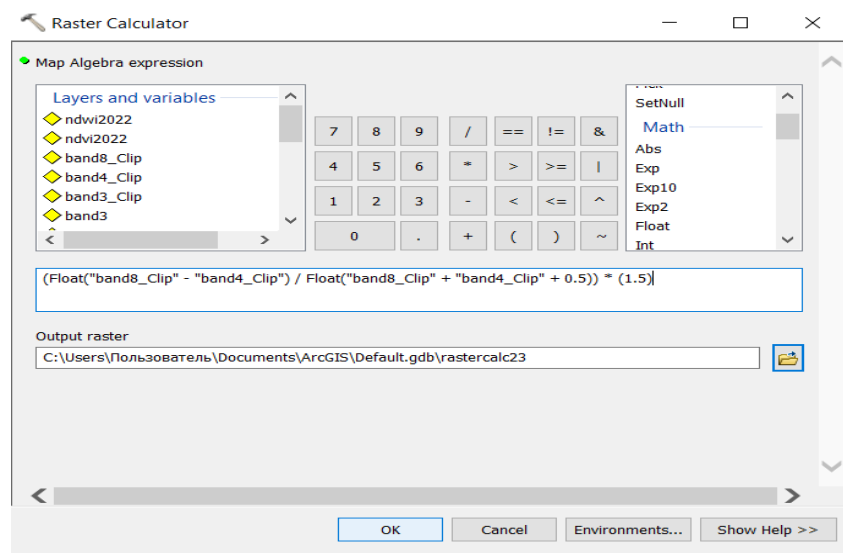
Вегетациялық индекс формуласы (4) (3.10-сурет):

$$SAVI = ((\text{"B8"} - \text{"B4"}) / (\text{"B8"} + \text{"B4"} + L)) * (L + 1) \quad (4)$$

SAVI > 0.2 - жақсы өсімдіктер мен жапырақтар

SAVI < 0.2 - нашар өсімдіктер немесе құрғақ жерлер

L – топырақтың бейтарап параметрі, әдетте 0.5 деп қабылданады.



3.10 - сурет – Түркістан облысы Сарыағаш ауданы бойынша SAVI үшін қажетті мәндерді көрсету

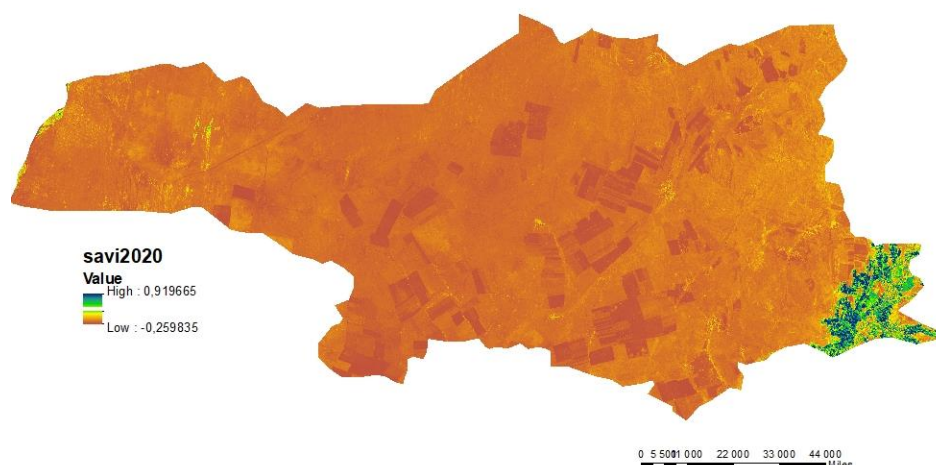
SAVI көрсеткіштері өсімдіктер жамылғысының күйін бағалауға мүмкіндік береді, әсіресе топырақ көрініп тұратын немесе өсімдіктер сирек орналасқан аумақтарда. Бұл көрсеткіштер -1 мен +1 аралығында өзгереді, бірақ әдетте 0 мен +1 аралығындағы мәндер қолданылады.

SAVI-де теріс мәндер сирек кездеседі және көбіне су немесе техникалық ақаудан болады. Әдеттегі ауыл шаруашылығы мен табиғи жерлерде SAVI 0 мен 0.7 арасында болады [9].

SAVI 2020 (3.11-сурет):

- SAVI ең жоғарғы мәндері: 0,919665.
- SAVI ең төменгі мәндері: -0,259835.

SAVI (өсімдік жамылғысы) индексі

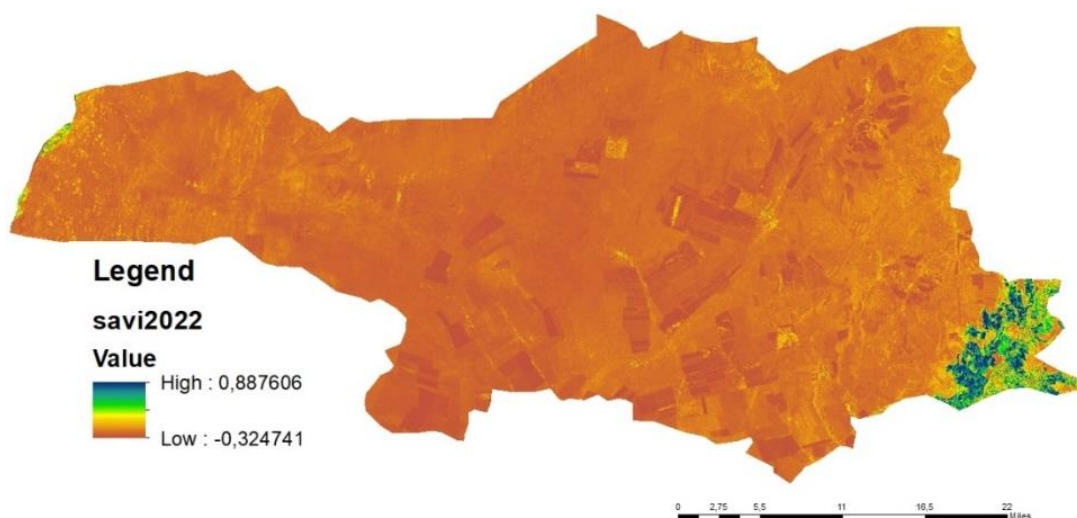


3.11-сурет – Сарыағаш ауданының 2020 жылғы SAVI көрсеткіші

SAVI 2022 (3.12-сурет):

- SAVI ең жоғарғы мәндері: 0,887606.
- SAVI ең төменгі мәндері: -0,324741.

SAVI (өсімдік жамылғысы) индексі

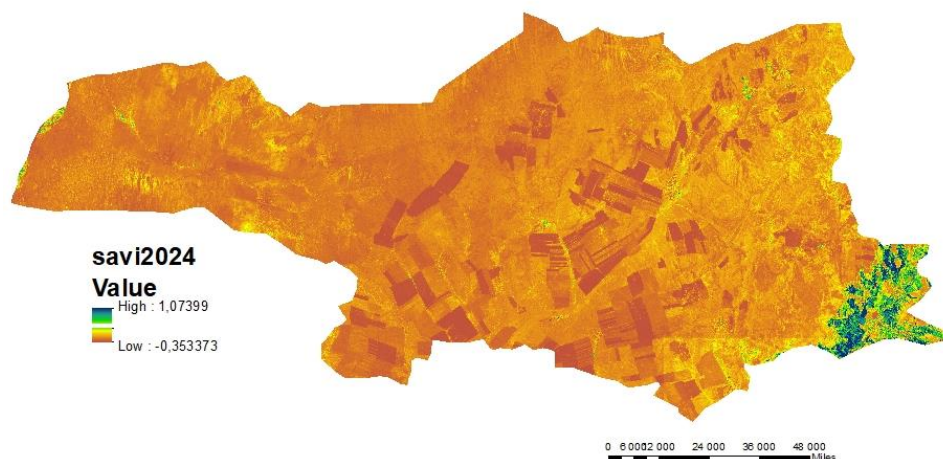


3.12-сурет – Сарыағаш ауданының 2022 жылғы SAVI көрсеткіші

SAVI 2024(3.13-сурет):

- SAVI ең жоғарғы мәндері: 1.07399.
- SAVI ең төменгі мәндері: -0,353373.

SAVI (өсімдік жамылғысы) индексі



3.13-сурет – Сарыағаш ауданының 2024 жылғы SAVI көрсеткіші

Жылдар бойынша SAVI мәндерінің салыстырмалы түрде өзгеруі өсімдік жамылғысының ауытқуын, экологиялық жағдайлар мен метеорологиялық факторлардың әсерін бейнелейді. 2020 және 2024 жылдары өсімдік белсенділігінің жоғары деңгейлері тіркелгенімен, теріс мәндердің сақталуы зерттеу аймағында табиғи жамылғының біркелкі таралмағанын көрсетеді.

3.3 Есептеген вегетациялық индекстерді талдау

Өсімдіктер жамылғысы мен қоршаған орта жағдайының өзгерістерін бақылауда NDVI, NDWI, SAVI сияқты вегетациялық индекстер маңызды құрал ретінде қолданылады. Бұл индекстердің, әсіресе NDVI көрсеткішінің маңызы зор. Вегетация басталған кезде NDVI мәні өседі, гүлдену сатысында бұл өсу тоқтайды, ал өсімдік дамуы жалғасқан сайын бұл көрсеткіш төмендей береді.

Тамыз айы – ауыл шаруашылығы дақылдарының белсенді вегетациялық кезеңінің соңына қарай орналасқан уақыт, бұл кезде өсімдіктердің биомассасы ең жоғары деңгейге жетіп, фотосинтез процесі қарқындылығын сақтап тұрады. Сонымен қатар, тамыз айында бұлттылық деңгейі төмен болып, жерсеріктік түсірілімдер үшін қолайлы жағдай туындайды. Бұл алынған деректердің сапасын арттырып, дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Осы себептерге байланысты тамыз айында алынған деректер ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді мониторингтеудің тиімді құралы ретінде қарастырылады. Осыған байланысты, вегетациялық индекстерге талдау жүргізу үшін біз 2020, 2022 және 2024 жылдардың 1 тамыздан 31 тамызға дейінгі күндерін таңдадық.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – өсімдік жамылғысының жай-күйін сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік беретін негізгі көрсеткіштердің бірі. Бұл индекске қарап, өсімдіктердің фотосинтез

белсенділігі, жамылғы тығыздығы мен жер пайдаланудың тиімділігі туралы қорытынды жасауға болады. Осы зерттеуде 2020, 2022 және 2024 жылдарға тиесілі NDVI мәндері салыстырылып, уақыт бойынша өсімдік жамылғысының динамикасы бағаланды (3.14-сурет).

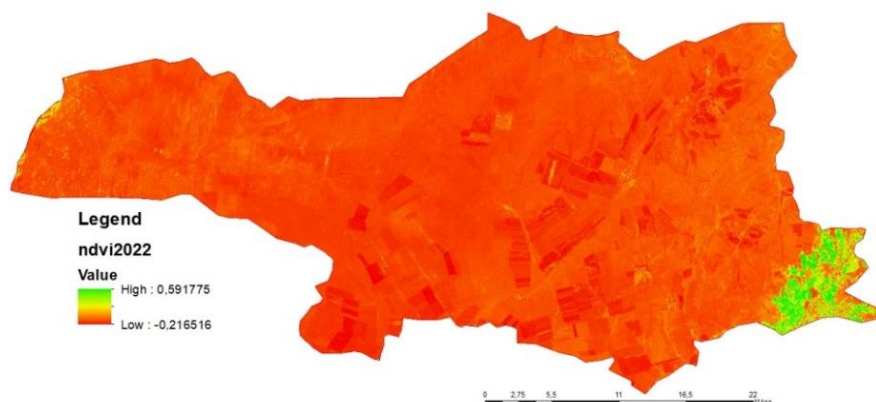
a)

NDVI (өсімдік жамылғысы) индексі



b)

NDVI (өсімдік жамылғысы) индексі



c)

NDVI (өсімдік жамылғысы) индексі



3.14-сурет – Сарыағаш ауданының 2020 - 2024 жылғы NDVI көрсеткіші

2020

NDVI көрсеткіштерінің мәндері: 0,613149-дан -0,1732344-ке дейін.

2020 жылғы мәліметтерге сүйенсек, өсімдіктердің тығыз орналасқан немесе белсенді фотосинтез жүріп жатқан аймақтарында NDVI жоғары көрсеткішке ие болған. Бұл кезеңде ауыл шаруашылығы алқаптарының бірқалыпты күйде болғанын көрсетеді. Ең төменгі мәnnің теріс болуы – кейбір аумақтарда өсімдік жамылғысының мүлде жоқ екенін немесе жер бетінің ашық күйде жатқанын білдіреді.

2022

NDVI көрсеткіштерінің мәндері: 0,591775-тен -0,216516-ға дейін.

2022 жылы NDVI-дің ең жоғарғы мәні 2020 жылмен салыстырғанда сәл төмендеген. Бұл өзгеріс климаттық факторлардың әсерінен немесе жер пайдалану құрылымындағы өзгерістермен байланысты болуы мүмкін. Ал ең төменгі мәnnің теріс бағытта ұлғаюы - деградация немесе антропогендік әсер салдарынан өсімдіктердің жамылғысы әлсіреген аумақтардың артқанын көрсетеді.

2024

NDVI көрсеткіштерінің мәндері: 0,716044-тен -0,235618-ге дейін.

2024 жылғы деректер өсімдік жамылғысының айтарлықтай жақсарғанын айғақтайды. NDVI-дің ең жоғарғы мәні 0,716044-ке жеткен. Бұл көрсеткіш вегетациялық белсенділіктің күшейгенін, жердің тиімді пайдаланылып жатқанын немесе қолайлы агроклиматтық жағдайлардың қалыптасқанын білдіреді. Дегенмен, ең төменгі мәnnің одан әрі теріс бағытта ұлғаюы өсімдік жамылғысы жоқ аймақтардың әлі де бар екенін көрсетеді.

Қашықтықтан зондтау технологияларын қолдану арқылы жер жамылғысының сапасын бағалау қазіргі таңда жер ресурстарын басқару және ауыл шаруашылығы салаларында кеңінен қолданылады. Солардың бірі - SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), ол өсімдік жамылғысын сипаттауда топырақтың әсерін есепке алуға мүмкіндік береді. NDVI көрсеткіштеріне қарағанда SAVI құрғақ және ашық топырақты аймақтарда дәлірек нәтиже береді. Бұл зерттеуде 2020, 2022 және 2024 жылдарға қатысты SAVI мәліметтері салыстырылып, өсімдік жамылғысының динамикасы мен жай-күйі бағаланады. (3.15-сурет).

2020

SAVI көрсеткіштерінің мәндері: 0,919665-тен -0,259835-ке дейін.

2020 жылы алынған деректер SAVI индексінің оң мәні басым болғанын көрсетеді. Ең жоғарғы мән 0,91 шамасында болып, бұл кезеңде өсімдік жамылғысының қалың әрі белсенді күйде болғанын білдіреді. Ал ең төменгі мән теріс болғанымен, бұл кейбір аймақтарда өсімдік жамылғысының жоқтығын немесе топырақтың ашық күйде жатқанын айғақтайды.

2022

SAVI көрсеткіштерінің мәндері: 0,887606-дан -0,324741-ке дейін.

2022 жылы SAVI индексінің ең жоғарғы мәні аздап төмендегені байқалады. Бұл жағдай сол кезеңде вегетациялық белсенділіктің төмендеуін

немесе қолайсыз климаттық жағдайларды білдіруі мүмкін. Сонымен қатар, ең төменгі SAVI мәнінің $-0,32$ -ге дейін төмендеуі өсімдік жамылғысы жоқ аймақтардың ұлғайғанын немесе эрозияға ұшыраған жерлердің көбейгенін көрсетеді.

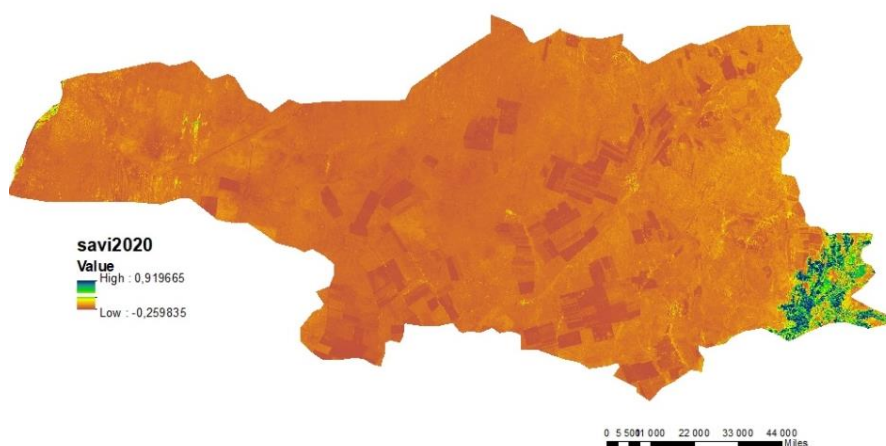
2024

SAVI көрсеткіштерінің мәндері: 1.07399 -дан $-0,353373$ -ке дейін.

2024 жылы SAVI көрсеткіштерінің ең жоғарғы мәні айтарлықтай артқан (1.07), бұл - өсімдік жамылғысының тығыздығы мен сапасының едәуір жақсарғанының белгісі. Бұл кезеңде ауыл шаруашылығы алқаптарында вегетация белсенділігі жоғары деңгейге жеткен болуы ықтимал. Алайда, ең төменгі мәнің теріс бағытта одан әрі ұлғаюы топырақ эрозиясы, жер деградациясы немесе пайдаланылмай жатқан алқаптардың бар екенін көрсетеді.

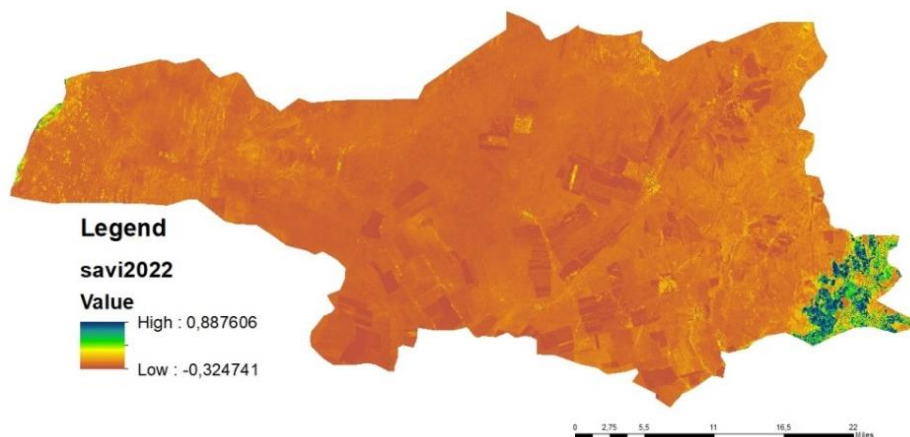
a)

SAVI (өсімдік жамылғысы) индексі



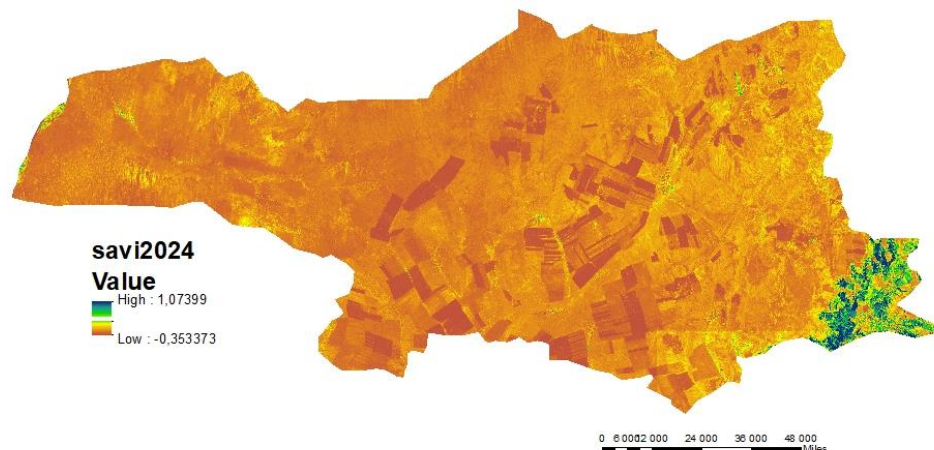
b)

SAVI (өсімдік жамылғысы) индексі



с)

SAVI (өсімдік жамылғысы) индексі



3.15-сурет – Сарыағаш ауданының 2020 - 2024 жылғы SAVI көрсеткіші

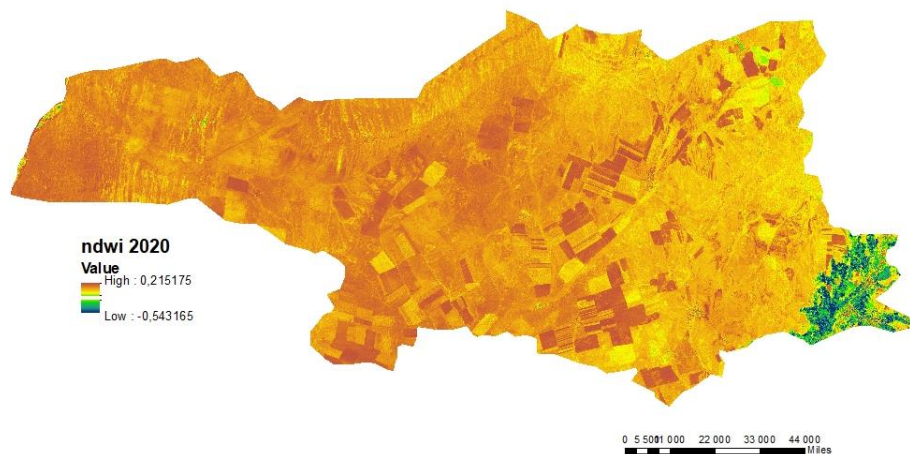
2020–2024 жылдар аралығындағы SAVI мәліметтерін талдай келе келесі қорытындыларды шығаруға болады:

SAVI ең жоғарғы мәндері жыл сайын өсіп отырған, бұл өсімдік жамылғысының сапасы мен тығыздығы жақсарғанын көрсетеді. Ең төменгі мәндердің теріс бағытта ұлғаюы – экологиялық және жер пайдалану мәселелерінің сақталып отырғанын көрсетеді. 2024 жылы SAVI-дің ең жоғары мәнінің 1,07-ге жетуі ауыл шаруашылығында немесе табиғи өсімдік жамылғысында оң өзгерістер болғанын білдіреді.

Қашықтықтан зондтау технологиялары арқылы есептелетін NDWI (Normalized Difference Water Index) индексі - жер үсті суларының жай-күйін, суға қаныққан жерлерді және ылғалдылық деңгейін бағалауға арналған тиімді құрал. Бұл зерттеуде 2020, 2022 және 2024 жылдарға арналған NDWI мәндері сарапталып, аумақтың гидрологиялық жағдайындағы өзгерістерге талдау жүргізілді (3.16-сурет).

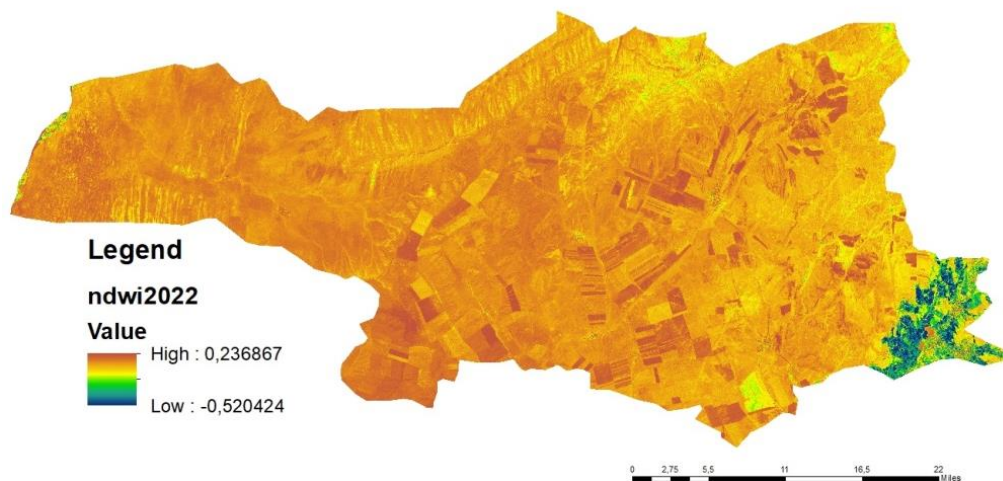
a)

NDWI (өсімдік жамылғысының ылғал мөлшері) индексі



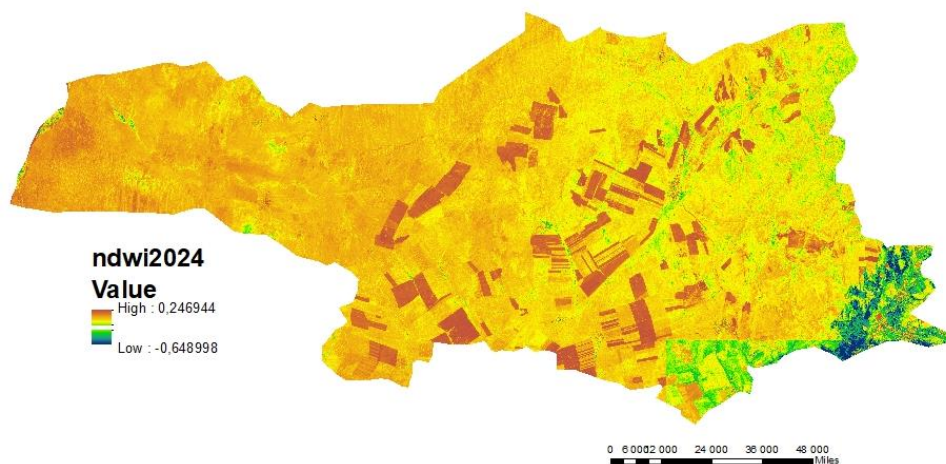
b)

NDWI (өсімдік жамылғысының ылғал мөлшері) индексі



c)

NDWI (өсімдік жамылғысының ылғал мөлшері) индексі



3.16-сурет – Сарыағаш ауданының 2020 - 2024 жылғы NDWI көрсеткіші

2020

NDWI көрсеткіштерінің мәндері: 0,215175-тен -0,543165-ке дейін.

2020 жылы NDWI көрсеткіштері орташа деңгейде болды. Ең жоғарғы мән 0,21 шамасында болса, бұл су бар аумақтар аз, бірақ жер үсті суларының немесе ылғалдылықтың біршама байқалатынын білдіреді. Ең төменгі мәnniң - 0,54 болуы - кейбір аумақтардың мүлде құрғақ, өсімдіктер мен судан жұрдай екенін немесе құрғақ топырақтың кең таралғанын көрсетеді.

2022

NDWI көрсеткіштерінің мәндері: 0,236867-ден -0,520424-ке дейін.

2022 жылы NDWI көрсеткіштерінің ең жоғарғы мәні алдыңғы жылмен салыстырғанда аздап артқан. Бұл кезеңде су айдындарының көлемі ұлғайғанын немесе жауын-шашын мөлшері көбейгенін білдіреді. Дегенмен, ең төменгі мәnniң тек аздап жақсарғаны (-0,52) ылғалсыз және құрғақ аймақтардың әлі де сақталып отырғанын көрсетеді.

2024

NDWI көрсеткіштерінің мәндері: 0,246944-тен -0,648998-ге дейін.

2024 жылғы NDWI деректері ең жоғарғы мәnniң 0,24-ке жеткенін көрсетеді, бұл – су айдындарының көбеюі немесе ылғалдылықтың артқанын көрсететін оң үрдіс. Алайда, ең төменгі мәnniң -0,64-ке дейін төмендеуі – кейбір аймақтарда жағдайдың нашарлағанын, яғни топырақтың мүлдем ылғалсыз, деградацияланған күйде екенін көрсетеді. Бұл өсімдіктердің өсуіне қолайсыз жағдай туғызатын фактор болып саналады.

2020 жылы NDWI ең жоғарғы мәні 0,215175 шамасында болса, бұл кезеңде суға қаныққан аумақтардың орташа деңгейде болғанын көрсетеді. 2022 жылы бұл көрсеткіш сәл өсіп, 0,236867-ге жеткен, бұл жауын-шашын мөлшерінің артуы немесе су айдындарының кеңеюімен түсіндіріледі. Ал 2024 жылы NDWI ең жоғарғы көрсеткіші 0,246944-ке дейін жоғарылап, аумақтың гидрологиялық жағдайының жақсарғанын білдіреді.

Алайда, NDWI ең төменгі мәндерінің теріс бағытта ұлғаюы алаңдаушылық тудырады. 2020 жылы -0,543165 болса, 2024 жылы бұл көрсеткіш -0,648998-ге дейін төмендеген. Бұл - кейбір аймақтарда топырақтың қатты құрғақтыққа ұшырағанын, өсімдіктердің өсуіне қолайсыз жағдайлар қалыптасқанын көрсетеді. Мұндай өзгерістер көбіне климаттық өзгерістермен, су ресурстарының тапшылығымен немесе жердің дұрыс пайдаланылмауымен байланысты болуы мүмкін.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу барысында Түркістан облысы Сарыағаш ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізілді. Мониторингтің негізіне спутниктік қашықтықтан зондтау деректері мен вегетациялық индекстердің (NDVI, SAVI, NDWI) динамикалық талдауы алынды. 2020, 2022 және 2024 жылдарға тиесілі ғарыштық суреттер негізінде жүргізілген салыстырмалы талдау зерттеу аймағындағы өзгерістерді кешенді бағалауға мүмкіндік берді.

NDVI индексі бойынша өсімдік жамылғысының белсенділігі уақыт өте келе өзгеріп отырғаны анықталды. Бұл өсімдіктердің фотосинтез белсенділігі мен жалпы биомассасының артқанын көрсетеді. Алайда ең төменгі мәндердің (2020: -0,173234 → 2024: -0,235618) теріс бағытта өсуі кейбір жерлерде өсімдік жамылғысы мүлде болмағанын немесе деградацияға ұшырағанын дәлелдейді.

SAVI индексінің (топырақ әсерінен тазартылған вегетациялық индекс) нәтижелері де NDVI-мен ұқсас үрдісті көрсетті. SAVI-дің ең жоғарғы мәні 2024 жылы 1.07399-ге жетіп, өсімдіктердің тығыздығы мен жердің пайдаланылу тиімділігінің артқанын байқатты. Алайда төменгі мәндердің өсуі жер жамылғысының бірқатар бөлігінде нашарлағанын көрсетеді.

NDWI индексі (су көрсеткіші) арқылы топырақтың ылғалмен қамтылу деңгейі анықталды. 2020–2024 жылдар аралығында NDWI-дің ең жоғарғы мәні біршама өскенімен (0,215175 → 0,246944), ең төменгі мән -0,648998-ге жеткен. Бұл көрсеткіштер су тапшылығы мен ылғалданудың теңсіздігін көрсетіп, ауданда кейбір аймақтардың су ресурстарына қолжетімділігі төмен екенін дәлелдейді.

NDVI, SAVI және NDWI көрсеткіштерін жүйелі түрде бақылап отыру – жер ресурстарының жай-күйін нақты бағалау мен ерте алдын алу шараларын жүргізуге мүмкіндік береді. Өсімдік жамылғысы мен ылғалдылықтың төмен аймақтарын цифрлық карта түрінде жасап, арнайы бақылауға алу қажет.

Өсімдіктер өсу белсенділігі төмен учаскелерде тыңайтқыштарды, топырақ қорғау технологияларын және ылғал үнемдейтін әдістерді қолдану ұсынылады.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінде соңғы төрт жылда вегетациялық жағдайдың жалпы оң өзгеріске ұшырағанын көрсетті. Бұл, бір жағынан, климаттық жағдайлардың тұрақтануы мен жерді тиімді пайдалану нәтижесі болуы мүмкін. Алайда, кейбір учаскелерде деградация және ылғал тапшылығының белгілері сақталуда.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Уикипедия ашық инциклопедиясынан алынған мәліметтер https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%80%D1%8B%D0%B0%D2%93%D0%B0%D1%88_%D0%B0%D1%83%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%8B
- 2 Сарыағаш ауданының жайылымдарды басқару және оларды пайдалану жөніндегі 2022-2023 жылдарға арналған жоспарын бекіту туралы
- 3 https://qazir.kz/article/Saryagash_qalasy
- 4 <https://www.gov.kz/memleket/entities/turkestansaryagash/press/news/details/725183>
- 5 Дүйсенова К.К., Мырзақожаев М.Ә. Қашықтықтан зондтау және геоақпараттық жүйелер. – Алматы: Эверо, 2021. – 220 б.
- 6 Баймұратов Н. Жер мониторингінің әдістері. – Алматы: Білім, 2019. – 198 б.
- 7 Әлімқұлов С.Т. Геоақпараттық технологиялар және олардың жерге орналастырудағы рөлі. – Алматы: ҚазҰАУ баспасы, 2022. – 186 б.
- 8 Қалмырзаев Қ.Т. NDVI, SAVI және NDWI индекстері арқылы ауыл шаруашылығы жерлерін бағалау. // География және табиғат. – 2022. – №2. – Б. 17–23.
- 9 Copernicus Open Access Hub. Sentinel-2 спутниктік деректері. – <https://scihub.copernicus.eu>
- 10 Сабден, О. (2021). Қазақстандағы ауыл шаруашылығын цифрландыру: Тенденциялар мен мәселелер. Ауыл шаруашылығы экономикасы журналы, №3, 45–52.
- 11 Кулешова, Г. В. (2020). Геоақпараттық жүйелерді ауыл шаруашылығы саласында қолдану ерекшеліктері. Қазіргі геоақпараттық технологиялар, №1, 25–32.
- 12 Karimova, L. & Zhaxylykov, R. (2021). Monitoring agricultural land use in arid zones of Kazakhstan using Sentinel-2 and GIS technologies. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 22, 100497. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100497>

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Оралбек Амина

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу - 2 МҮМКІНДІК

Научный руководитель: Толеужан Нурпеисова

Коэффициент Подобия 1: 0.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 0

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



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Оралбек Амина

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу - 2 МҮМКІНДІК

Научный руководитель: Толеужан Нурпеисова

Коэффициент Подобия 1: 0.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 0

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

ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Оралбек Амина Мартақызы

(аты, жөні тегі)

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбы: Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы
мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу

Оралбек Амина Маратқызының дипломдық жұмысы қазіргі таңда ауыл шаруашылығы саласы үшін аса өзекті болып табылатын жер ресурстарының мониторингі тақырыбына арналған. Жұмыс мазмұны негізделген, құрылымы талаптарға сай, теория мен практиканы ұштастыра отырып орындалған.

Жұмыста геоақпараттық технологиялар мен заманауи қашықтықтан зондтау әдістерін (NDVI, SAVI, NDWI индекстерін) тиімді қолдана отырып, Сарыағаш ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі бағалаған.

Жұмыста Түркістан облысы Сарыағаш ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізген. Мониторингтің негізіне спутниктік қашықтықтан зондтау деректері мен вегетациялық индекстермен (NDVI, SAVI, NDWI) динамикалық талдау жасалған.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарды қанағаттандырады, мамандыққа сәйкес келеді және 96%–ға бағаланады, ал жұмыстың авторы Оралбек Амина Маратқызы 6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Жетекші: т.ғ.к., профессор



Т.Б. Нурпейсова

« 27 »

сә

2025 ж.

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Оралбек Амина Маратқызы

(аты, жөні тегі)

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»
(БББ шифры, атауы)

Тақырыбы: Түркістан облысы Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізу

Аяқталды:

А) графикалық бөлімі 20 сызбадан;

В) түсініктеме қағаз 43 парақтан тұрады.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР

Оралбек Амина Маратқызының дипломдық жұмысы Түркістан облысы Сарыағаш ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жай-күйі мен пайдалануына мониторинг жүргізуге арналған. Мониторингтің негізіне спутниктік қашықтықтан зондтау деректері мен вегетациялық индекстердің (NDVI, SAVI, NDWI) динамикалық талдауы жасалған.

Серіктік деректерді пайдалану арқылы орындалған динамикалық талдау нәтижелері шынайы және сенімді. Жердің деградациясы мен ылғал тапшылығы сияқты мәселелер нақты көрсетілген.

Жұмыс құрылымы жүйелі, мазмұны бай, жазу тілі сауатты.

Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғанды ескере отырып, Оралбек Амина Маратқызы дипломдық жұмысы дипломдық жұмыстарды жазуға қойылатын талаптарын қанағаттандырады, мамандыққа сәйкес келеді және 96%–ға бағаланады, ал жұмыстың авторы 6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Пікір беруші: Әл-Фараби атындағы

ҚазҰТУ т.ғ.к. доцент

І.Д.Джоламанов

