

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Ілесбек Нұрсәт Жалғасбекұлы

Түркістан облысы Шәуілдер ауданының тұзданған топырақтарының өзгерістерін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6B07303 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

БЕКІТЕМІН

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі

Т.Ғ.К., қауым профессор

Мейрамбек Г.

«10» 06 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Ілесбек Н.Ж.

Тақырыбы: «Түркістан облысы Отырар ауданының тұзданған топырақтарының өзгерістерін зерттеу»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: 2013, 2016, 2019, 2023 жылдардағы Landsat-8, Landsat-9 спутнигінен алынған ғарыштық суреттер, ArcGis бағдарламасы.

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) Қашықтықтан зондтау мәліметтерін өңдеу және NDVI негізіндегі талдау;

б) Тұздану карталарын салыстырмалы талдау;

в) Өзгерістердің негізгі себептері және ұсыныстар;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): Түркістан облысы Отырар ауданының географиялық картасы. Шәуілдір ауылының географиялық картасы. Қазақстан аумағындағы жауын-шашын мөлшері, ауа температура картасы. NDVI индекстерін есептеу нәтижелері.

Жұмыс презентациясы слайдтарда 20 көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 12 атаулардан.

1) Алиев, И. М. Мелиорация засоленных земель / И. М. Алиев. – Алматы: ҚазАгроҒЗИ, 2018.

2) Жамалбеков, Е. Топырақтану негіздері: оқу құралы / Е. Жамалбеков. – Алматы: Қазақ

университеті, 2016.

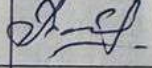
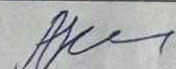
3) Сагитов, Б. Мелиоративтік жұмыстардың экологиялық аспектілері / Б. Сагитов //

Қазақстан аграрлық журналы. – 2020.

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Тұзданған топырақтардың теориялық негіздері	10.02.2025	-
Отырар ауданының физика-географиялық сипаттамасы	24.03.2025	-
Топырақтың тұздану динамикасын зерттеу	21.04.2025	-

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Тұзданған топырақтардың теориялық негіздері	Тоқтар М. PhD, қауым. профессор	10.02.2025	
Отырар ауданының физика-географиялық сипаттамасы	Тоқтар М. PhD, қауым. профессор	24.03.2025	
Топырақтың тұздану динамикасын зерттеу	Тоқтар М. PhD, қауым. проф.	21.04.2025	
Нормоконтролер	Кенесбаева А. қауымдастырылған проф.	13.06.2025	

Ғылыми жетекші

 Тоқтар М.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Ілесбек Н.Ж.

Күні

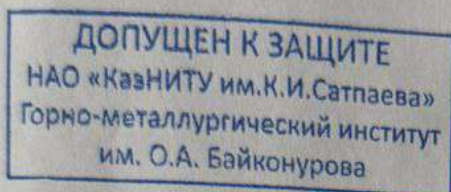
«03» 02 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі
т.ғ.к., қауым. профессор
Мейрамбек Г.
« 10 » 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Түркістан облысы Шәуілдер ауданының тұзданған топырақтарының
өзгерістерін зерттеу»

6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Орындаған

Ілесбек Н.Ж.

Рецензент
т.ғ.к., қауым. профессор
Кумар Д.Б.
« 06 » 06 2025 ж.



Ғылыми жетекші:
PhD, қауым. профессор
Токтар М.
« 02 » 06 2025 ж.

Алматы 2025

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Түркістан облысы Отырар ауданының топырақ жамылғысында тұздану процестерінің кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында 2013, 2016, 2019 және 2023 жылдарға тиесілі қашықтықтан зондтау (ҚЗ) деректері мен тақырыптық топырақ карталары қолданылды.

Дипломдық жұмыста келесі жұмыстар атқарылады: зерттеу аумағының физика-географиялық сипаттамасы беріледі, тұзданудың теориялық негіздері қарастырылады, қашықтықтан зондтау және ГАЖ технологиялары арқылы топырақ тұздануының өзгерістері картада салыстырылады және оларды талдау жүргізіледі.

Жұмыстың мақсаты – аймақтағы тұздану деңгейінің динамикасын бағалау, негізгі себептерін анықтау және олардың кеңістіктік таралуын сипаттау. Жасалған қорытындылар мен ұсыныстар Отырар ауданы жерлерін мелиорациялау мен тиімді пайдалану, сондай-ақ топырақ мониторингін жетілдіру үшін практикалық маңызға ие.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена исследованию пространственно-временных изменений процессов засоления почв в Отырарском районе Туркестанской области. В исследовании использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и тематические почвенные карты за 2013, 2016, 2019 и 2023 годы.

В ходе дипломной работы даётся физико-географическая характеристика района, рассматриваются теоретические основы засоления, проводится дешифровка и пространственный анализ изменений уровня засоленности с использованием ГИС и ДЗЗ-технологий.

Цель исследования – оценить динамику засоления, определить основные причины и отразить их пространственное распределение. Полученные выводы и рекомендации могут быть использованы при мелиорации и рациональном использовании земель в Отырарском районе, а также для совершенствования системы мониторинга почв.

ANNOTATION

This thesis focuses on the study of spatial and temporal changes in soil salinization processes in the Otyrar district of Turkestan region. The study utilizes remote sensing data and thematic soil maps for the years 2013, 2016, 2019, and 2023.

The work includes a physical and geographical description of the study area, an overview of the theoretical foundations of soil salinization, and spatial analysis of salinity changes using GIS and remote sensing techniques.

The goal is to assess the dynamics of salinity, identify the main causes, and map their spatial distribution. The results and recommendations of the study have practical value for land reclamation, sustainable land use, and improvement of soil monitoring systems in the Otyrar district.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Тұзданған топырақтардың теориялық негіздері	8
1.1 Тұзданған топырақ ұғымы және олардың жіктелуі	8
1.2 Тұздану себептері мен механизмдері	9
1.3 Тұзданудың ауыл шаруашылығы мен экологияға әсері	10
1.4 Тұздануға қарсы күрес және мелиорациялық әдістер	11
1.5 Топырақтың тұздануын зерттеу әдістері	12
2 Отырар ауданының физикалық-географиялық сипаттамасы	14
2.1 Географиялық орны мен әкімшілік құрылымы	14
2.2 Климаты, жер бедері және гидрологиясы	16
2.3 Топырақ жамылғысы және табиғи жағдайлары	20
3 Топырақтың тұздану динамикасын зерттеу	22
3.1 Зерттеу әдістемесі және дереккөздері	22
3.2 Қашықтықтан зондтау мәліметтерін өңдеу және NDVI негізіндегі талдау	24
3.3 Тұздану карталарын салыстырмалы талдау	24
3.4 Өзгерістердің негізгі себептері және ұсыныстар	32
Қорытынды	35
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	36
А Қосымшасы	37

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта жер ресурстарын ұтымды пайдалану және қоршаған ортаны қорғау мәселелері өзекті болып отыр. Соның ішінде топырақтың тұздану процесі – ауыл шаруашылығының өнімділігіне, экожүйе тепе-теңдігіне тікелей әсер ететін күрделі табиғи-антропогендік құбылыс. Бұл мәселе, әсіресе, Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде – шөлейт және шөлді климаттық аймақтарда жиі кездеседі. Түркістан облысындағы Шәуілдер ауданы географиялық орналасуы мен табиғи-климаттық ерекшеліктеріне байланысты тұздану процесіне бейім аумақтардың қатарына жатады.

Топырақтың тұздануы нәтижесінде оның құрылымы бұзылады, су-физикалық қасиеттері нашарлайды, өсімдіктердің өсуіне қажетті қоректік элементтердің сіңірілуі төмендейді. Бұл құбылыстың ұзақ мерзімді әсері – жердің деградациясы мен ауыл шаруашылығының құлдырауына алып келуі мүмкін. Осыған байланысты Шәуілдер ауданының топырақ жамылғысының тұздану динамикасын ғылыми тұрғыдан зерттеу және кеңістіктік талдау жүргізу — бүгінгі күні маңызды міндеттердің бірі.

Бұл дипломдық жұмыста Отырар ауданы аумағындағы топырақ тұздануының кеңістіктік және уақыттық өзгерістері қарастырылады. 2013, 2016, 2019 және 2023 жылдарға тиесілі спутниктік деректер мен тақырыптық карталар негізінде тұзданудың динамикасы бағаланып, себептері мен салдары анықталады. Сонымен қатар, табиғи-географиялық факторлар мен антропогендік ықпалдар талданады, әрі болашақта қолдануға болатын ұсыныстар жасалады.

1. Тұзданған топырақтардың теориялық негіздері

1.1 Тұзданған топырақ ұғымы және олардың жіктелуі

Топырақтың тұздануы – бұл топырақ қабаттарында суда еритін тұздардың мөлшерден тыс жиналуы нәтижесінде физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгеруімен сипатталатын құбылыс. Бұл құбылыс табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен пайда болады және көбінесе құрғақ және шөлейт климаттық аймақтарда кеңінен таралған. Тұзданған топырақтарда хлоридтер, сульфаттар, карбонаттар сияқты тұздар жиі кездеседі. Бұл тұздар топырақтың су өткізгіштігін, құрылымын және өсімдіктердің тамыр жүйесіне сіңетін ылғалдың сапасын нашарлатады. Нәтижесінде ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі күрт төмендеп, жер ресурстарының деградациясы басталады.

Тұздану дәрежесіне байланысты топырақтар бірнеше топқа жіктеледі:

1. Сәл тұзданған топырақтар – тұз мөлшері 0,1–0,2% аралығында. Өсімдіктердің өсуіне аз әсер етеді.

2. Орташа тұзданған топырақтар – тұз мөлшері 0,2–0,5% шамасында. Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуін тежейді.

3. Күшті тұзданған топырақтар – тұз мөлшері 0,5%-дан жоғары. Бұл топырақтарда көпшілік дақылдар өсе алмайды.

Сонымен қатар, тұз түріне байланысты тұзданған топырақтар келесідей бөлінеді:

1. Хлоридті тұздану – құрамында натрий және калий хлоридтері басым.

2. Сульфатты тұздану – сульфат иондары басым, өсімдіктерге өте зиянды.

3. Карбонатты тұздану – кальций мен магний карбонаттары көп.

4. Аралас тұздану – әртүрлі тұздар қосыла отырып әсер етеді.

Құрылымдық типі бойынша да тұзданған топырақтар бірнеше категорияға бөлінеді:

- Сорлар (солончаки) – беткі қабатта тұздар шоғырланып, ақшыл тұз қабаты түзіледі.

- Сортаңдар (солонцы) – натрий иондарының жоғары концентрациясымен сипатталады, топырақ құрылымы тығыз әрі су өткізбейді.

- Сорлау топырақтар (солончаковатые) – тұздану деңгейі төмен, бірақ ауыл шаруашылығы үшін шектеулі.

Бұл жіктеу түрлері мелиорациялық шараларды дұрыс таңдауға және жер ресурстарын ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді. Әсіресе, тұздану түрі мен дәрежесін ескеру – топырақты қалпына келтіру, ауыл шаруашылығы дақылдарын дұрыс таңдау және суару жүйелерін тиімді жоспарлау үшін аса маңызды [1].

1.2 Тұздану себептері мен механизмдері

Топырақтың тұздануы – бұл табиғи және адам әрекетіне байланысты болатын күрделі және көп факторлы процесс. Қазақстанның құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарында бұл құбылыс өте кең таралған. Оның ішінде Отырар ауданы климаттық және гидрогеологиялық ерекшеліктеріне байланысты тұздануға бейім аумақтардың бірі болып саналады. Топырақ тұздануының пайда болуы мен дамуына әсер ететін негізгі себептерге климат жағдайлары, жер асты суларының деңгейі мен құрамының ерекшелігі, жер бедерінің сипаты және ирригациялық жүйелердің жұмыс тәртібі жатады.

Климаттық жағдайлар – тұздану процесінің басталуына тікелей әсер ететін негізгі факторлардың бірі. Ауаның жоғары температурасы, атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің аздығы, булану қарқынының артуы топырақтағы ылғалдың жоғалуына және оның құрамындағы тұздардың беткі қабатқа көтерілуіне әкеледі. Бұл әсіресе жаз айларында байқалады. Ауаның ыстық әрі құрғақ болуы тұздардың кристалдануын күшейтеді, бұл топырақтың физикалық құрылымын өзгертіп, оның құнарлылығын төмендетеді.

Жер асты суларының жақын орналасуы және олардың минералдану деңгейінің жоғары болуы да тұзданудың басты себептерінің бірі. Егер жер асты сулары 2 метрден таяу тереңдікте жатса және оларда тұз мөлшері көп болса, капиллярлық әсер арқылы тұздар топырақтың жоғарғы қабаттарына көтеріледі. Мұндай жағдайларда тұздардың жиналуы тұрақты түрде жалғасады, ал жауын-шашынның аз болуы оларды топырақтан шайып шығуға мүмкіндік бермейді.

Топырақтың тұздануына адамның шаруашылық әрекеті де едәуір әсер етеді. Ауыл шаруашылығында суармалы егіншілік жүйесін дұрыс ұйымдастырмау, артық суару, дренаж жүйесінің болмауы немесе нашар жұмыс істеуі тұздану процесін жеделдетеді. Сонымен қатар, құрамында тұзы бар техникалық немесе ағынды суларды суару үшін пайдалану, минералдық тыңайтқыштарды шамадан тыс қолдану да топырақта тұз мөлшерінің артуына алып келеді. Бұған қоса, топырақтың тығыздалуы және оның табиғи аэрациясының бұзылуы капиллярлық ылғалдың қозғалысын тежеп, тұздардың беткі қабатта жиналуына ықпал етеді.

Тұздану процесінің негізгі механизмі – бұл топырақтағы еріген тұздардың капиллярлық көтерілу арқылы жоғарыға жылжуы. Бұл кезде топырақ бетіне шыққан ылғал буланып кетеді де, оның құрамындағы тұздар сол күйінде қалып, шоғырлана бастайды. Уақыт өте келе бұл тұздар қатты күйге айналып, топырақ бетінде ақшыл тұз қабаты пайда болады. Бұл қабат өсімдіктердің өсуіне кедергі келтіреді, себебі ол топырақтың ауа және су өткізгіштік қасиеттерін нашарлатады.

Сонымен қатар, тұзданудың тағы бір механизмі – минералданған жер асты суларының жоғары көтерілуі. Бұл жағдай әсіресе дренаж жүйесі жоқ немесе жеткіліксіз жұмыс істейтін жерлерде жиі кездеседі. Мұндай жерлерде жер асты сулары буланып, құрамындағы тұздар топырақта жиналады. Ауыл

шаруашылығында жиі кездесетін жағдай – тұздардың жиналуының қайталануы, яғни суарудан кейін жер асты сулары арқылы қайтадан жоғары көтерілуі.

Қорыта айтқанда, топырақ тұздануы – бұл табиғи жағдайлар мен адам әрекетінің өзара байланысы нәтижесінде пайда болатын күрделі процесс. Бұл процесті түсіну – оның алдын алу, тиімді мелиорациялық шараларды қолдану және жер ресурстарын ұтымды басқару үшін аса маңызды. Тұздану себептерін дұрыс анықтау топырақтың деградациясының алдын алуға және оның ауыл шаруашылығындағы өнімділігін сақтауға негіз бола алады [2].

1.3 Тұзданудың ауыл шаруашылығы мен экологияға әсері

Топырақтың тұздануы – ауыл шаруашылығы өнімділігіне тікелей әсер ететін факторлардың бірі. Бұл құбылыс топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерін өзгертіп қана қоймай, жердің ауыл шаруашылығына жарамдылық дәрежесін төмендетеді. Атап айтқанда, тұзданған топырақтарда өсімдіктердің өсу қарқыны бәсеңдейді, өнімділік азаяды, ал кей жағдайда мүлде егін салуға жарамсыз күйге келеді. Мұндай өзгерістер аграрлық өндірістің тиімділігін төмендетіп, экономикалық шығындарды көбейтеді.

Ауыл шаруашылығы тұрғысынан алғанда, тұздану бірінші кезекте өсімдіктердің тамыр жүйесіне әсер етеді. Тұздардың жоғары концентрациясы осмостық қысымды жоғарылатып, өсімдіктің топырақтан су мен қоректік заттарды сіңіруін қиындатады. Нәтижесінде өсімдіктер солып, жапырақтары күйіп кетуі мүмкін. Әсіресе тұзға сезімтал дақылдар – мысалы, күріш, мақта, көкөністер – мұндай жағдайда өте әлсіз дамиды немесе өспей қалады. Бұл жағдай өнім сапасының және көлемінің төмендеуіне, ал шаруашылықтың экономикалық тұрақсыздығына алып келеді.

Сонымен қатар, тұзданған топырақта органикалық заттардың ыдырау процестері баяулайды, микробиологиялық белсенділік азаяды. Бұл жағдай топырақтың табиғи құнарлылығын қалпына келтіру қабілетін төмендетеді. Жердің құрылымы да өзгеріске ұшырап, тығыздалып, су өткізгіштігі мен ауа алмасуы нашарлайды.

Экологиялық тұрғыда алғанда, топырақтың тұздануы табиғи экожүйелердің тепе-теңдігін бұзады. Біріншіден, бұл жердің өсімдіктер жамылғысының түрлік құрамының өзгеруіне және биологиялық әртүрліліктің азаюына алып келеді. Тұзданған аумақтарда табиғи флораның көп бөлігі жойылып, оның орнына тек тұзға төзімді өсімдіктер ғана сақталып қалады. Бұл жергілікті экожүйенің әлсіреуіне және оның биологиялық өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Екіншіден, тұздану су ресурстарына да теріс әсер етеді. Жер асты суларының сапасы нашарлап, оларда тұз концентрациясы артады. Бұл жағдай ауыл шаруашылығына қажетті су көздерін пайдалануды шектейді. Жер үсті сулары да тұзданған топырақтардан шайылған тұздардың әсерінен ластануы

мүмкін. Мұндай экологиялық өзгерістер тек табиғатқа ғана емес, сонымен қатар адам денсаулығына, тұрмысына және тіршілік сапасына да кері әсер етеді.

Тұзданудың ұзақ мерзімді салдары – жер ресурстарының деградациясы мен шөлейттену үрдісінің күшеюі. Егер бұл жағдайлар дер кезінде тоқтатылмаса, онда үлкен көлемдегі ауыл шаруашылығы жерлері өнімсіз күйге түсіп, азық-түлік қауіпсіздігіне қауіп төндіреді. Бұл әсіресе халық тығыз орналасқан, егіншілік пен мал шаруашылығына тәуелді аймақтар үшін аса өзекті мәселе.

Осы себепті тұзданудың ауыл шаруашылығы мен табиғи ортаға әсерін кешенді түрде бағалау – жер ресурстарын басқару саясатының негізгі бағыттарының бірі болуы тиіс. Мұндай бағалау нақты мелиорациялық шараларды жоспарлауға, агроөнеркәсіптік кешеннің тұрақты дамуына және табиғи экожүйелерді сақтауға жол ашады [3].

1.4 Тұздануға қарсы күрес және мелиорациялық әдістер

Топырақтың тұздануы – ауыл шаруашылығы мен табиғи ресурстарды басқаруда күрделі әрі маңызды мәселе болып табылады. Бұл құбылыстың жағымсыз салдарын азайту және тұзданған жерлердің ауыл шаруашылығы мақсатында қайта пайдаланылуын қамтамасыз ету үшін түрлі мелиорациялық және агротехникалық әдістер қолданылады. Тұздануға қарсы күрес — тек біржақты шаралар жиынтығы емес, бұл күрделі табиғи-экономикалық жүйенің ерекшеліктерін ескере отырып, кешенді әрі ғылыми негізделген тәсілдерді талап ететін үдеріс.

Тұздануға қарсы күресте ең алдымен гидромелиорациялық әдістер кеңінен қолданылады. Олардың басты мақсаты – топырақтағы артық тұздарды шайып шығару және жер асты суларының деңгейін төмендету. Бұл үшін тұщы сумен мақсатты түрде топырақты жуу әдісі қолданылады. Бұл әдістің тиімділігі қолданылатын судың сапасы мен көлеміне, топырақтың құрылымына және мелиорациялық жүйелердің күйіне тікелей байланысты. Сонымен қатар, дренаж жүйесін орнату немесе жаңарту да аса маңызды. Жақсы ұйымдастырылған дренаж жер асты суларының көтерілуін тежеп, тұздардың топырақ бетіне шығуына жол бермейді.

Агромелиорациялық тәсілдер де тиімді нәтижелер бере алады. Тұзданған жерлерде тұзға төзімді дақылдарды өсіру – өнім алудың нақты жолы. Арпа, тары, жүгері, мақта сияқты дақылдар салыстырмалы түрде тұзға төзімді келеді. Ауыспалы егіс жүйесін қолдану арқылы да топырақтың құнарлылығын қалпына келтіруге болады. Сонымен қатар, көктемгі және күзгі терең қопсыту жұмыстары топырақтың құрылымын жақсартып, ылғал мен ауаның өтуіне жағдай жасайды. Жасыл желектер отырғызу, яғни орман мелиорациясы, топырақты эрозиядан қорғап, микроклиматты тұрақтандыруға ықпал етеді.

Химиялық мелиорация да тұздануға қарсы күресте қолданылатын негізгі әдістердің бірі. Әсіресе сортаңданған топырақтарда натрий иондарын бейтараптандыру үшін гипс (кальций сульфаты) енгізу кең таралған. Гипс

топырақтың құрылымын жақсартуға, ион алмасу процесін қалпына келтіруге және сіңімді қоректік элементтердің қолжетімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, фосфогипс, әк, органикалық тыңайтқыштар да топырақтың агрохимиялық қасиеттерін оңтайландырып, тұздардың зиянды әсерін азайтады.

Қазіргі таңда тұздануға қарсы күресте ақпараттық технологияларды қолданудың маңызы артып келеді. Қашықтықтан зондтау мен геоақпараттық жүйелердің көмегімен тұзданған аумақтарды анықтау, бақылау және картографиялық тұрғыдан көрсету мүмкіндігі артты. Бұл әдістер уақтылы мониторинг жүргізіп, нақты шараларды жоспарлауға негіз болады. Осы технологияларды қолдану арқылы үлкен аумақтарды аз уақыт ішінде бағалауға болады, бұл – дәстүрлі тәсілдерге қарағанда тиімдірек.

Сонымен бірге, шаруашылық деңгейінде суару режимін оңтайландыру, суды үнемді пайдалану, суару нормаларын ғылыми тұрғыда есептеу және фермерлерге түсіндіру жұмыстарын жүргізу де үлкен рөл атқарады. Жергілікті жағдайларға бейімделген, табиғи ресурстарды үнемдеуге бағытталған мелиорациялық жоспарлар мен агроэкологиялық тәсілдер ғана ұзақ мерзімді нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, топырақтың тұздануына қарсы күрес кешенді және жүйелі түрде жүргізілгенде ғана тиімді болады. Табиғи жағдайларды, топырақ құрылымын, климаттық ерекшеліктерді және шаруашылық қажеттіліктерді ескере отырып жасалған шаралар – тұздану мәселесін шешудің негізгі жолы болып табылады.

1.5 Топырақтың тұздануын зерттеу әдістері

Топырақтың тұздану жағдайын анықтау және оны кешенді түрде бағалау – қазіргі агроэкологиялық зерттеулердің маңызды бағыттарының бірі. Бұл процесті зерттеу топырақ сапасын сақтау, ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту және мелиорациялық іс-шараларды тиімді жоспарлау үшін қажет. Тұздану деңгейін, кеңістіктік таралуын және уақыт ішіндегі өзгерісін бағалау үшін әртүрлі әдістер мен технологиялар қолданылады. Мұндай зерттеулер дәстүрлі далалық бақылаулар мен зертханалық талдаулардан бастап, заманауи қашықтықтан зондтау және геоақпараттық жүйелер негізіндегі сараптамаларға дейінгі кең ауқымды қамтиды.

Дәстүрлі әдістерге ең алдымен далалық зерттеу жұмыстары жатады. Топырақтың сыртқы белгілері – түсі, құрылымы, беткі қабаттағы тұз қабатының болуы, өсімдіктер жамылғысының сиреуі немесе мүлде болмауы сияқты көрсеткіштер көзбен шолып бағаланады. Белгілі тереңдіктен топырақ үлгілері алынып, зертханалық талдауға жіберіледі. Зертханада топырақтың химиялық құрамы, тұз концентрациясы, рН деңгейі, иондық құрамы анықталады. Бұл көрсеткіштер тұзданудың түрі мен дәрежесін дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Заманауи геоақпараттық технологиялар кең ауқымды және нақты зерттеу жүргізуге жол ашады. Қашықтықтан зондтау әдістері арқылы спутниктік суреттер мен аэрофотосуреттер пайдаланылады. Бұл тәсіл тұздану белгілерін кеңістіктік және уақыттық тұрғыдан бақылауға мүмкіндік береді. Тұзданған топырақ жарық сәулесін күшті шағылыстыратындықтан, спутниктік суреттерде ол ерекше байқалады. Уақыт бойынша алынған әртүрлі кезеңдегі суреттерді салыстыру арқылы тұзданудың динамикасын бағалауға болады. Сонымен қатар, өсімдік жамылғысының жағдайына қарап тұзданудың әсерін жанама түрде анықтау әдісі де қолданылады.

Қашықтықтан зондтау деректері геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) арқылы өңделеді. ГАЖ технологиялары топырақтың тұздану аймақтарын карта түрінде бейнелеп, тұздың таралу ерекшеліктерін нақты көрсетеді. Бұл зерттеулерде картографиялық қабаттар, топырақ-геологиялық деректер, климаттық параметрлер және тарихи суреттер қатар талданады. ГАЖ-дың басты артықшылығы – үлкен аумақтарды қысқа мерзімде зерттеп, салыстырмалы талдау жасауға мүмкіндік беруі. Бұл әдістер мелиорациялық шараларды аймақтық жоспарлау мен басқару үшін өте тиімді.

Салыстырмалы-географиялық әдістер де жиі қолданылады. Бұл тәсіл арқылы зерттелетін аумақтың топырақ, климат және ландшафттық ерекшеліктері басқа өңірлермен салыстырылады. Бұл тұздану себептерін, оған әсер ететін факторларды анықтауға көмектеседі. Сонымен қатар, статистикалық деректермен жұмыс істеу, бұрын жүргізілген зерттеулермен салыстыру арқылы кең ауқымды тұжырымдар жасауға болады.

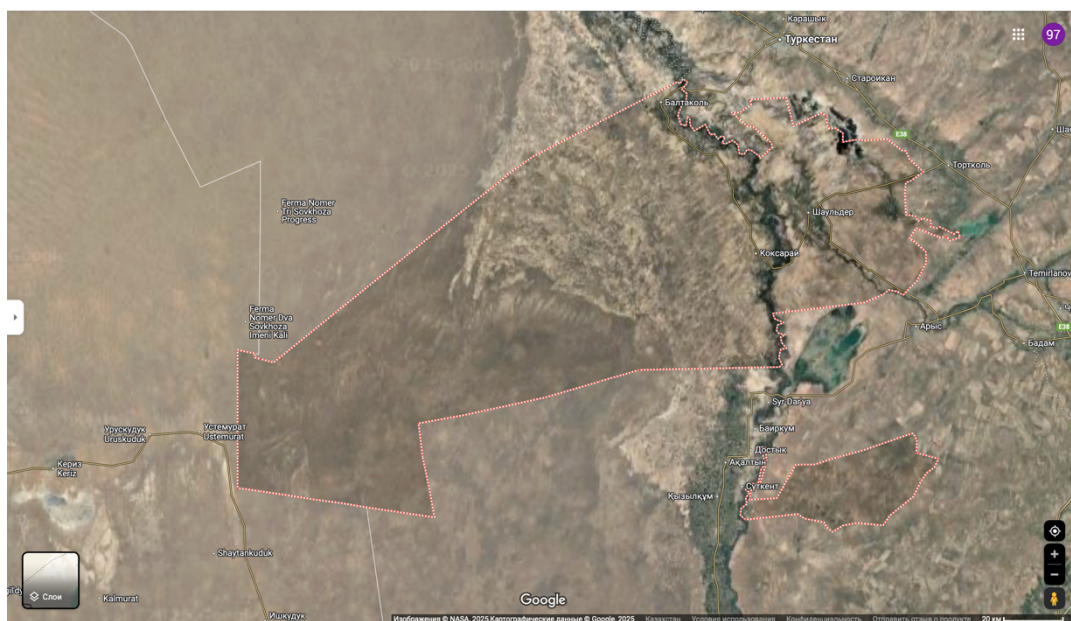
Қазіргі таңда топырақтың тұздануын зерттеуде әртүрлі әдістерді біріктіру – ең тиімді жолдардың бірі. Әр әдістің өз артықшылығы бар және оларды кешенді түрде қолдану арқылы зерттеудің нақтылығы мен ғылыми негізі күшейеді. Мұндай тәсіл тек зерттеу нәтижелерінің сапасын арттырып қана қоймай, нақты іс-шаралар қабылдауға, табиғи ресурстарды ұтымды басқаруға және шөлейттенудің алдын алуға да септігін тигізеді [4].

2 Отырар ауданының физика-географиялық сипаттамасы

2.1 Географиялық орны мен әкімшілік құрылымы

Отырар ауданы — Қазақстан Республикасының оңтүстігінде, Түркістан облысының құрамында орналасқан табиғи-географиялық және тарихи тұрғыдан ерекше аймақтардың бірі. Аудан Сырдария өзенінің сол жағалауында орналасып, Өзбекстан Республикасымен шекаралас орналасуымен ерекшеленеді. Географиялық координаталары шамамен $42^{\circ}40'$ солтүстік ендік пен $68^{\circ}15'$ шығыс бойлық аралығында. Ауданның аумағы кең – шамамен 18 мың шаршы шақырым, бұл оны облыстағы ірі әкімшілік-аумақтық бірліктердің біріне айналдырады.

Отырар ауданы солтүстігінде Арыс қаласымен, шығысында Бәйдібек ауданымен, оңтүстігінде Шардара ауданымен, ал батысында Өзбекстан Республикасының Жизақ облысымен шекаралас. Мұндай географиялық орналасу ауданның геосаяси және экономикалық қатынастар тұрғысынан маңызын арттыра түседі. Аудан аумағы арқылы маңызды көлік жолдары өтеді, соның ішінде республикалық және халықаралық маңыздағы автокөлік және темір жол желілері бар. Бұл ауданның басқа өңірлермен сауда, ауыл шаруашылығы және әлеуметтік байланыстарын нығайтуға септігін тигізеді (1.1-сурет).

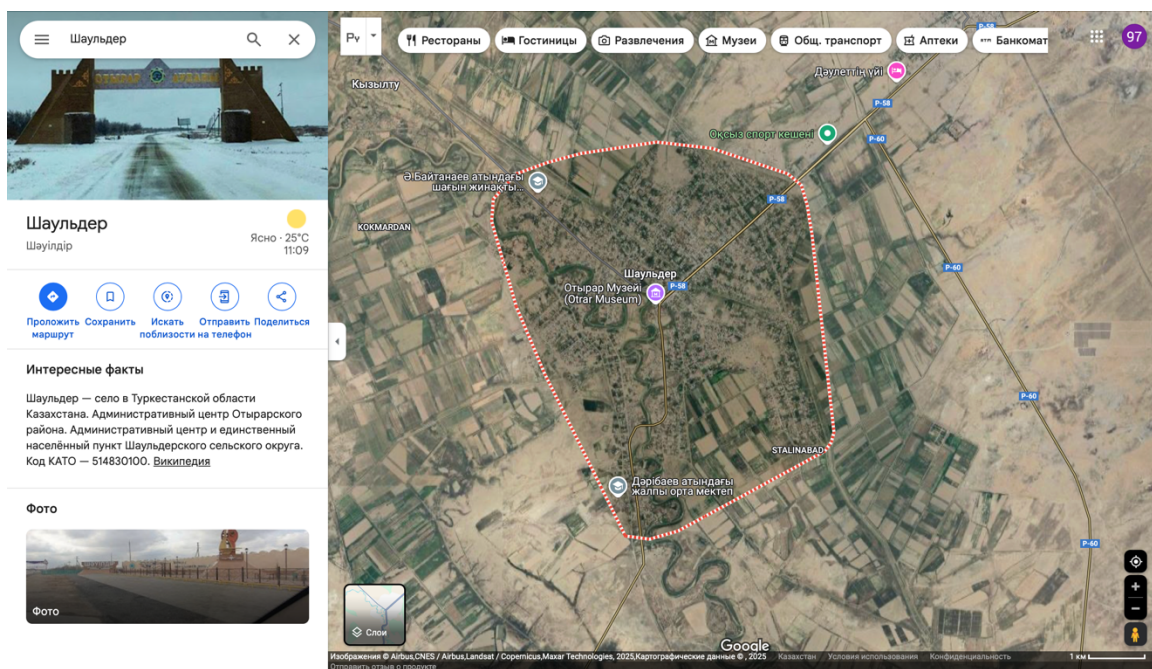


Сурет-1.1 – Түркістан облысы Шәуілдер ауданының географиялық картасы

Әкімшілік құрылымы жағынан аудан бірнеше ауылдық округтер мен елді мекендерден тұрады. Барлығы 22 ауылдық округке біріккен 60-тан астам ауыл бар. Бұл ауылдардың орналасуы мен аумақтық бөлінісі табиғи жағдайларға және шаруашылық құрылымдарға байланысты қалыптасқан. Әр округтің өзіндік табиғи ресурстары, жер бедері, топырақ құрылымы және шаруашылық бағыты

бар. Кейбір округтер егіншілікке бейім болса, басқалары мал шаруашылығына немесе аралас бағытта дамыған.

Аудан орталығы – Шәуілдер ауылы. Бұл елді мекен ауданның әкімшілік, мәдени, экономикалық және әлеуметтік қызмет көрсету орталығы болып саналады. Мұнда мемлекеттік мекемелер, білім беру, денсаулық сақтау, мәдениет және сауда нысандары орналасқан. Сонымен қатар, Шәуілдір — көне Отырар қалашығының маңында орналасқан тарихи маңызды орын. Бұл ауданның туристік әлеуетін арттырып, археологиялық және мәдени бағыттағы зерттеулер үшін қызығушылық тудырады (1.2-сурет).



Сурет-1.2 – Шәуілдер ауылының географиялық картасы

Отырар ауданы тарихи тұрғыдан ежелден отырықшы мәдениеттің, суармалы егіншіліктің, сауда керуен жолдарының тоғысқан жері болған. Аудан аумағында көне қоныстар, археологиялық ескерткіштер және мәдени нысандар өте көп. Осыған байланысты ауданның географиялық орны тек табиғи ерекшеліктер тұрғысынан ғана емес, тарихи-мәдени маңыздылығы бойынша да ерекше орын алады.

Географиялық орны ауданның табиғи жағдайына, климаттық ерекшеліктеріне, топырақ құрылымына және тұздану процестерінің даму бағытына айтарлықтай әсер етеді. Мысалы, Сырдарияның бойында орналасқан елді мекендерде топырақтың ылғалдану деңгейі жоғары болғанымен, дұрыс су бөлінбеу және дренаж жүйесінің әлсіздігі тұздану қауіпін арттырады. Сол себепті, ауданның географиялық жағдайын толық ескеру - мелиорациялық шараларды дұрыс бағытта жүргізудің алғы шарты. Ауыл шаруашылығына жарамды жерлер аудан аумағында жеткілікті, бірақ олардың қазіргі жағдайы біркелкі емес. Кейбір алқаптарда топырақ тұзданған, су жетіспеушілігі байқалады немесе жер асты сулары тым жақын орналасқан. Сондықтан

географиялық ерекшеліктерді зерттеу мен дұрыс басқару – аймақтың әлеуетін тиімді пайдалану үшін аса маңызды.

Жалпы алғанда, Отырар ауданының географиялық орны мен әкімшілік құрылымы – табиғи, әлеуметтік және экономикалық факторлардың жиынтығы ретінде ауданды кешенді зерттеуде басты рөл атқарады. Бұл тарау келесі тараулармен тығыз байланысты және зерттелетін тақырып – тұздану процесінің аумақтық таралуын түсінуге негіз болады.

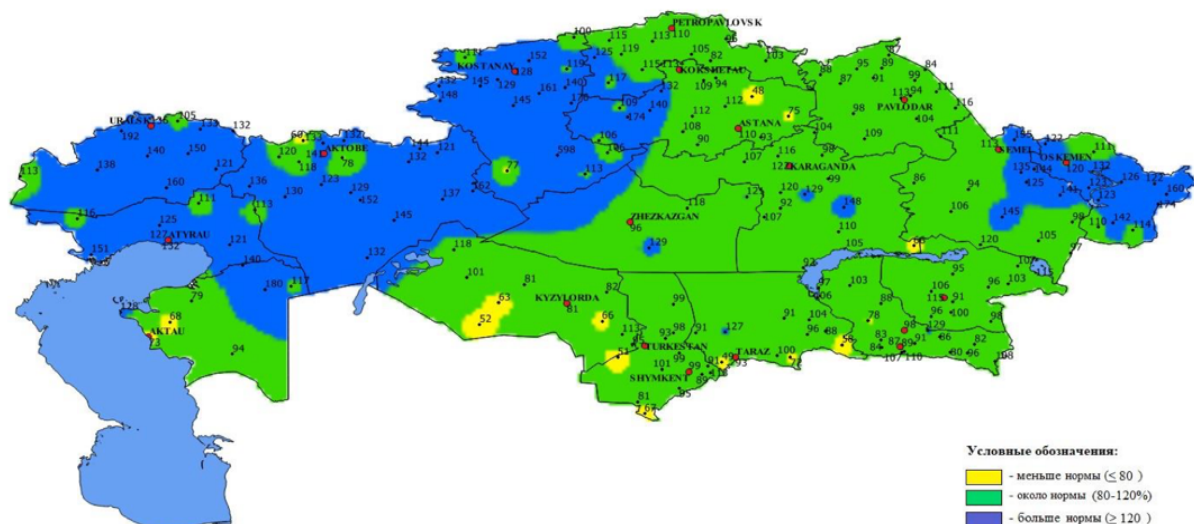
2.2 Климаты, жер бедері және гидрологиясы

Отырар ауданы Қазақстанның оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқандықтан, оның климаты шөлейттік және континенттік сипатқа ие. Бұл климат типі ұзақ әрі ыстық жаз мезгілімен, қысқа әрі жұмсақ қысымен, атмосфералық жауын-шашынның аз мөлшерімен және буланудың жоғары деңгейімен ерекшеленеді. Мұндай климаттық жағдайлар тек табиғи экожүйелерге ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығы мен топырақ процестеріне, әсіресе тұздану үдерісінің қарқындылығына елеулі әсер етеді. Отырараумағының климаттық ерекшеліктері жер ресурстарының деградациясына бейімділігін арттырып, жерді пайдаланудың өзіндік ерекшеліктерін қалыптастырады.

Аудан аумағында жылдық орташа температура $+13...+14^{\circ}\text{C}$ шамасында. Қыста ауа райы негізінен ашық, қар жамылғысы аз және тұрақсыз. Қаңтар айының орташа температурасы $-2...-5^{\circ}\text{C}$ аралығында, кейбір жылдары -10°C -қа дейін төмендейді. Көктем тез келеді, бұл ауыл шаруашылығы жұмыстарының ерте басталуына жағдай жасайды. Жаз мезгілі өте ыстық және ұзақ, шілде айында орташа температура $+30...+35^{\circ}\text{C}$, ал кей күндері $+40^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жетеді. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы төмен болғандықтан, бұл аймаққа тән жоғары булану көрсеткіші тіркеледі. Бұл жағдай топырақ ылғалын тез жоғалтып, тұздардың топырақ бетіне көтерілуін жеделдетеді.

Жауын-шашын мөлшері жылына 150–250 мм аралығында өзгеріп отырады. Бұл өте төмен көрсеткіш болып саналады және ылғал тапшылығының тұрақты байқалатынын көрсетеді. Жауын-шашын негізінен көктем мен күз айларында түседі, ал жаз және қыс мезгілдерінде атмосфералық ылғал өте сирек түседі. Бұл жағдайда ауыл шаруашылығында өнім алу тек суармалы жүйелердің есебінен ғана мүмкін болып отыр. Алайда, суды шамадан тыс немесе дұрыс пайдаланбау жер асты суларының деңгейін көтеріп, екінші реттік тұздануға себеп болады. Демек, климаттық факторлар Отырар ауданының тұздану процесіне ықпал ететін негізгі алғышарттардың бірі ретінде қарастырылады.

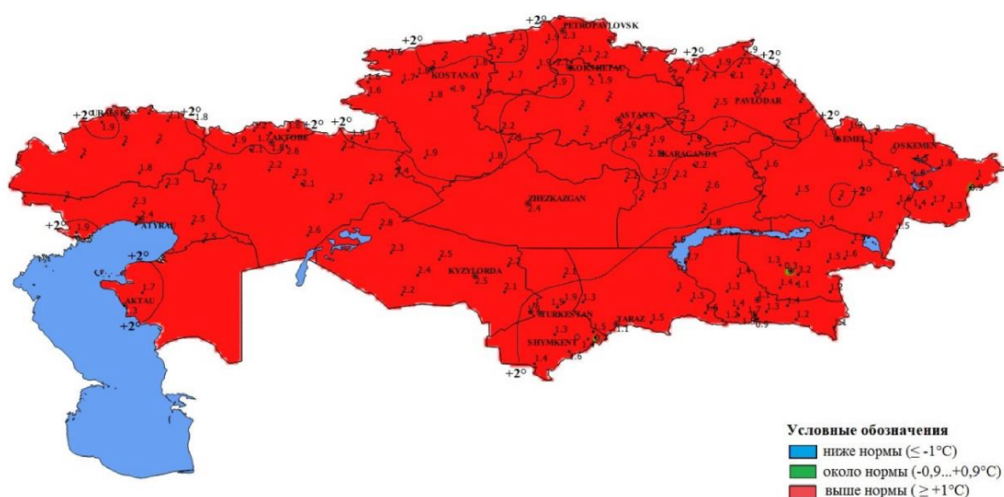
2023 жылғы климаттық жағдайлар Қазақстанның көптеген аймақтарында қалыпты нормадан едәуір ауытқығанын көрсетті. Бұл, әсіресе, Оңтүстік Қазақстан аумағында орналасқан Түркістан облысына тән болды. Отырар ауданы да бұл үрдістен тыс қалмай, оның климатына елеулі өзгерістер тіркелді.



Сурет-2.1 - Қазақстан аумағындағы жауын-шашын мөлшерінің нормадан ауытқуы, 2023ж. (дереккөз: Қазгидромет)

Сурет 2.1-де көрсетілгендей, жауын-шашын мөлшерінің аномалиясы бойынша Түркістан облысы «нормаға жуық» (80–120%) аймақта орналасқанымен, облыстың жекелеген аудандарында (мысалы, Кентау, Отырар маңы) «нормадан төмен» ($< 80\%$) көрсеткіштер тіркелген. Бұл — шөлейтті аймақ үшін өте күрделі экологиялық жағдай. Жылдық жауын-шашын мөлшерінің онсыз да аз болуы, ал 2023 жылы оның нормадан да төмендеуі топырақтың табиғи шайылу қабілетін әлсіретіп, тұздардың шайылып кетпей, керісінше беткі қабатта жинақталуына жағдай туғызған. Бұл жағдай қайталама тұздану қаупін арттырады.

Сурет-2.2-де ауа температурасының аномалиясы анық көрсетілген. Түркістан облысының оңтүстігінде температура нормадан $+2,0\text{--}3,5^\circ\text{C}$ жоғары болған. Мұндай температуралық шама, әсіресе вегетациялық кезеңде буланудың артуына, ылғалдың жерден тез жоғалуына, нәтижесінде топырақ бетіндегі тұз концентрациясының күрт өсуіне әкеледі.



Сурет-2.2 - Қазақстан бойынша ауа температурасының нормадан ауытқуы, 2023ж.

Бұл агробиогеоценоздарға күшті стресс тудырып, NDVI көрсеткіштерінің төмендеуіне, өсімдіктердің әлсіреуіне және жойылуына себеп болады.

2023 жылғы осындай климаттық аномалиялар - топырақтың тұздану динамикасына тікелей табиғи фактор ретінде әсер еткенін дәлелдейді. Жауын-шашын тапшылығы мен жоғары температуралы кезеңдердің ұзақтығы — тұздану процесінің жылдам жүруіне, тұз қабаттарының тез қалыптасуына себеп болды. Бұл процестер Сырдария маңындағы суармалы жерлерде аса айқын байқалды.

Мұндай аномалиялар алдағы жылдары да қайталануы мүмкін. Сондықтан климаттық факторлардың өзгерісін тұрақты бақылау және болжау — мелиорациялық шараларды дер кезінде жоспарлау мен іске асыруда шешуші рөл атқарады.

Жер бедері тұрғысынан алғанда, Отырар ауданы негізінен жазықты және әлсіз толқынды рельефке ие. Оның аумағы Сырдария өзенінің ежелгі аллювийлік шөгінділерімен жабылған кең жазықта орналасқан. Топырақ түзуші жыныстар негізінен құмдақ, саздақ және майда шөгінділерден тұрады. Абсолюттік биіктігі теңіз деңгейінен 200–300 метр шамасында. Мұндай жазықтық дренаждың табиғи механизмін әлсіретіп, су мен тұздардың жиналуына қолайлы жағдай қалыптастырады. Ауданның кейбір бөліктерінде су табиғи жолмен ағып кетпей, топырақтың жоғарғы қабатында жиналады. Бұл процестер, әсіресе, жер асты суларының жақын орналасқан аумақтарында күрделі экологиялық жағдайлар туғызады.

Жер бедерінің бірқалыпты болуы бір жағынан егіншілік үшін тиімді болса, екінші жағынан дренаждың жеткіліксіздігінен және микрорельефтің тегістігінен су мен тұздардың қозғалысы тежеледі. Кейбір алқаптарда су алмасуы мүлде болмайды, бұл жағдайда тұздардың топырақ бетіне көтерілуі мен жинақталуы

үздіксіз жүріп отырады. Сонымен қатар, ағынды сулардың және суару жүйелерінің дұрыс жобаланбауы топырақтың екінші реттік тұздануына алып келеді. Егістік жерлерде тұз жиналуы көбіне су тоқырап қалатын жерлерде байқалады. Мұндай аймақтар сор мен сортаң топырақтардың қалыптасу ошағына айналады.

Ауданның гидрологиялық жағдайы Сырдария өзенімен және оның тарамдалған каналдық жүйесімен тығыз байланысты. Сырдария — Қазақстандағы ең ірі өзендердің бірі және Отырар ауданы үшін негізгі су көзі болып табылады. Өзеннің ағыны маусымдық сипатта: көктем мен жаз мезгілінде қар суының еруінен кейін ағыны артады, ал күзде төмендейді. Сырдария суын ауыл шаруашылығы қажеттіліктеріне пайдалану мақсатында кеңестік кезеңде көптеген магистральды каналдар, су таратқыштар мен арықтар жүйесі салынған болатын. Бүгінгі күні бұл инфрақұрылымның бір бөлігі ескіріп, судың тиімділігі төмендеп кеткен. Қазіргі суару жүйелері суды үнемді пайдалануды қамтамасыз ете алмай отыр.

Гидрогеологиялық тұрғыдан алғанда, Отырар аумағында жер асты суларының деңгейі өте маңызды мәселе болып табылады. Кейбір аймақтарда жер асты сулары 1,5–3 м тереңдікте орналасқан, бұл жағдай тұздардың топырақ бетіне капиллярлық жолмен көтерілуіне себеп болады. Аса минералданған жер асты сулары (2–3 г/л және одан да жоғары) тұздану процесін үдетеді. Әсіресе, жер асты суының қозғалысы баяу жүрген жағдайда, тұздардың жиналу жылдамдығы артады. Бұл өз кезегінде жердің тұздануына және ауыл шаруашылығы мақсатында пайдалану мүмкіндігінің төмендеуіне әкеледі.

Аудан аумағында сонымен қатар уақытша су жиналатын ойпаң жерлер мен көлтабандар бар. Бұл аумақтарда табиғи түрде тұз шоғырлану үрдісі жүріп отырады. Кейбір жерлерде сорлар мен сортаңдар қалыптасқан, бұл аумақтар ерекше табиғи бақылауды және арнайы мелиорациялық шараларды қажет етеді. Табиғи ойпаңдар мен аллювийлік жазықтар дренаж жүйесі болмаған жағдайда тұз жинауға бейім келеді. Мұндай аймақтарда суармалы егіншілік жүргізу – тек арнайы мелиорациялық дайындықпен ғана мүмкін.

Жалпы алғанда, Отырар ауданының климаттық ерекшеліктері, жер бедері және гидрологиялық жағдайы табиғи тұрғыдан топырақтың тұздануына бейім жағдай қалыптастырады. Су балансының тұрақсыздығы, суару жүйелерінің ескіруі, дренаждың жеткіліксіздігі және жер асты суларының жоғары орналасуы – бұл аймақта тұзданудың кең таралуының негізгі себептері. Сондықтан зерттеу барысында осы факторларды толық есепке алу, оларды жүйелі бақылау және басқару – ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту мен экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің басты негізі болып табылады [5].

2.3 Топырақ жамылғысы және табиғи жағдайлары

Отырар ауданының топырақ жамылғысы әртүрлі типтер мен шағын таксондардан тұрады және аймақтың географиялық орнына, климаттық жағдайына, жер бедеріне және су режиміне байланысты қалыптасқан. Топырақтың негізгі қалыптасу факторлары – температуралық режим, жауын-шашын мөлшері, аналық жыныс, өсімдіктер жамылғысы мен гидрогеологиялық жағдайлар. Бұл факторлардың өзара әрекеттесуі топырақ құрылымы мен құрамының алуан түрлілігіне себеп болады. Аудан аумағы негізінен шөлейт табиғи зонада орналасқандықтан, мұнда тұздануға бейім топырақ типтері кең таралған.

Ауданда кең тараған негізгі топырақ типтері – сұр топырақтар (светло-серые и серо-бурые почвы), шалғынды-сазды топырақтар (лугово-болотные), аллювийлі-шалғынды және сортаң топырақтар. Сұр топырақтар көбіне жазық және сәл еңісті аймақтарда кездеседі. Бұл топырақтар жеңіл және орташа саздақ құрылымымен сипатталады, оларда органикалық заттар мөлшері төмен, ал механикалық құрамында құмдақ пен саздақ фракциялар басым. Мұндай топырақтар су өткізгіштігі мен аэрациясы жағынан әлсіз болғандықтан, артық суды сіңіре алмайды және тұз жинауға бейім келеді. Сонымен қатар, натрий мен магний иондарының жоғарылығы олардың құрылымын тығыздап, сорлану процесін тездетеді.

Шалғынды-сазды және аллювийлі топырақтар көбінесе Сырдария өзенінің аңғарларында және суармалы алқаптарда орналасқан. Бұл топырақтар ылғалдану деңгейі жоғары болғанымен, кей жағдайда жер асты суларының жақын орналасуына байланысты қайталама тұздануға ұшырайды. Әсіресе төмен ойпаң жерлерде ылғал тоқырап, тұздардың көтерілуіне қолайлы жағдай тудырады. Бұл топырақтардағы тұздың басым бөлігі жер асты суының булануы нәтижесінде беткі қабатқа шоғырланады. Аллювийлі-шалғынды топырақтар егіншілікке пайдалануға жарамды, бірақ су режимі дұрыс реттелмесе, тұздану қаупі жоғары.

Сортаң топырақтар ауданның кейбір аймақтарында кең таралған. Бұл топырақтар құрамында натрий тұздарының көп болуымен ерекшеленеді және құрылымы тығыз, су өткізгіштігі төмен, ауа алмасуы нашар болады. Сортаңдану процесі кезінде топырақтың беткі қабатында тұз шоғырланып, сұрғылт немесе ақшыл дақтар пайда болады. Мұндай топырақтар ауыл шаруашылығы үшін өте шектеулі, ал кей жағдайда жарамсыз болып саналады. Сортаң топырақтарды игеру үшін арнайы мелиорациялық шаралар қажет – гипстеу, тұщы сумен жуу, дренаж жүйесін орнату және тұзға төзімді дақылдар егу.

Топырақтардың бұл ерекшеліктері табиғи жағдайлармен тығыз байланысты. Аудан климатының құрғақтығы мен жоғары температура топырақтың ылғалдану режимін әлсіретіп, буланудың артуына себеп болады. Бұл топырақта тұздардың жоғары қабатқа көтерілуін және шоғырлануын жеделдетеді. Сонымен қатар, жер бедерінің тегістігі су алмасу процесін баяулатып, тұздардың шығуын тежейді.

Аудан аумағында топырақтың деградацияға ұшыраған аймақтары бар. Бұл жерлерде бұрынғы ауыл шаруашылығы қызметі кезінде тұз жинақталуы күшейіп, өнімділік күрт төмендеген. Осындай жерлерде тұздану белгілері анық байқалады: өсімдіктер сирек немесе мүлде өспейді, топырақ бетінде ақ түсті тұз қабаты бар, құрылымы тығыздалып, су сіңіруі күрт төмендеген. Бұл жағдайлар тек табиғи факторлармен емес, адам әрекетімен де байланысты. Артық суару, сапасыз дренаж, егіс айналымының сақталмауы сияқты себептер тұздануға әкеліп соқтырды. Қазіргі таңда ауыл шаруашылығында бұл топырақ типтерін игеру және тиімді пайдалану мақсатында бірқатар шаралар жүргізілуде. Олардың қатарына ауыспалы егіс жүйесін енгізу, агротехникалық жұмыстарды жетілдіру, органикалық тыңайтқыштарды пайдалану, тұзға төзімді дақылдарды таңдау, сондай-ақ қашықтықтан зондтау арқылы тұзданған аумақтарды анықтау кіреді. Сонымен қатар, топырақ жамылғысының кеңістіктік таралуын, құрамын, тұз мөлшерін және ылғалдық жағдайын жүйелі түрде бақылау – экологиялық тепе-теңдікті сақтау мен ауыл шаруашылығы жерлерінің сапасын арттырудың маңызды бөлігі болып табылады.

Отырар ауданының топырақ жамылғысы өзінің әртүрлілігімен және табиғи-климаттық ерекшеліктерге бейімділігімен сипатталады. Бұл – бір жағынан бай ресурс, екінші жағынан – үнемі мониторинг пен сауатты басқаруды қажет ететін экологиялық жүйе. Сондықтан бұл тарауда келтірілген мәліметтер тек теориялық маңызға ғана емес, практикалық қолданысқа да ие. Топырақ типтерінің ерекшеліктерін ескеру, олардың тұздануға бейімділігі мен агроөндірістік сипаттамаларын нақты білу – жер ресурстарын тиімді пайдаланудың кілті болып табылады [6].

3 Топырақтың тұздану динамикасын зерттеу

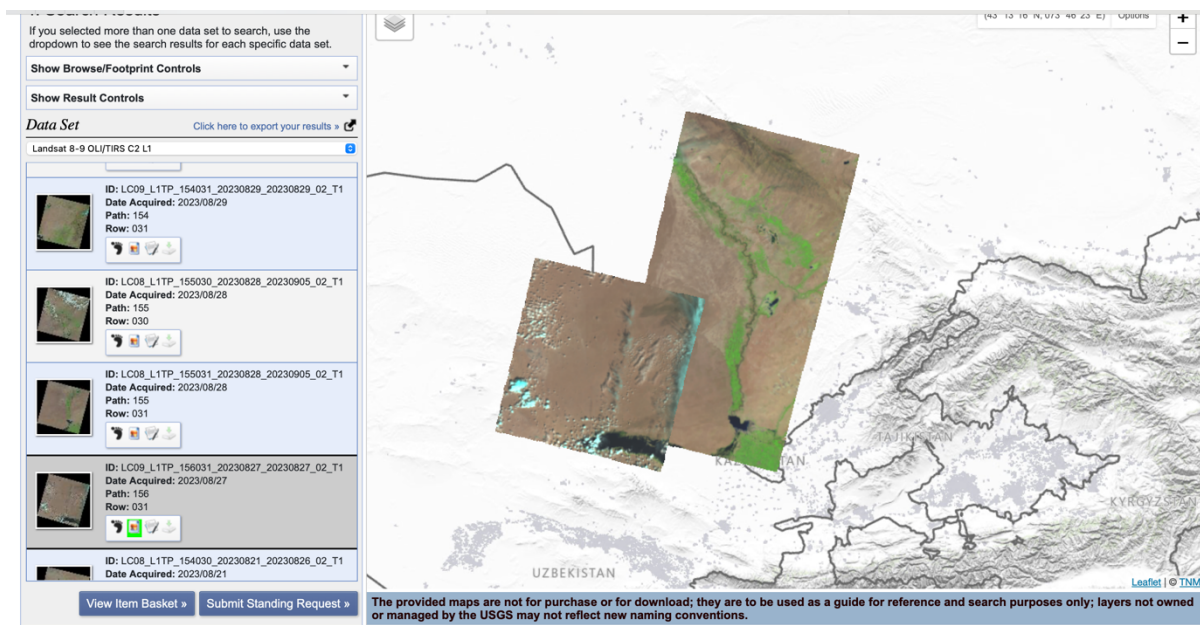
Отырар ауданы — Қазақстанның оңтүстік шөлейт аймағында орналасқан, топырақ ресурстары ауыл шаруашылығы мақсатында кеңінен қолданылатын аумақ. Мұнда суармалы егіншілік пен мал азығын өндіру кең тараған, ал жер ресурстарының сапасы тікелей экономикалық даму мен азық-түлік қауіпсіздігіне әсер етеді. Дегенмен соңғы онжылдықта климаттың өзгеруі, ирригациялық жүйелердің тозуы және жерді тиімсіз пайдалану салдарынан топырақтардың тұздануы күшейіп келеді. Осыған байланысты тұздану үдерісінің кеңістіктік және уақыттық динамикасын зерттеу, оған әсер ететін негізгі факторларды анықтау және кері әсерін азайту жолдарын ұсыну аса маңызды міндетке айналады.

Бұл тарауда 2013, 2016, 2019 және 2023 жылдар аралығындағы Отырар ауданы аумағында топырақ тұздануының таралуы мен өзгеруіне қатысты мәліметтер талданады. Зерттеулердің негізіне қашықтықтан зондтау, геоақпараттық жүйелер (ГАЗ), картографиялық сараптама, сондай-ақ ресми статистикалық дереккөздер алынған. Динамика бойынша алынған нәтижелер салыстырмалы түрде қарастырылып, тұздану аумақтарының ұлғаю немесе азаю үрдістері анықталады. Сонымен бірге, тұзданудың себептері мен салдары сараланып, нақты ұсыныстар беріледі.

3.1 Зерттеу әдістемесі және дереккөздері

Отырар ауданының 2013–2023 жылдар аралығындағы топырақ тұздану динамикасын зерттеу барысында кешенді әдістемелік тәсілдер қолданылды. Бұл зерттеуде қашықтықтан зондтау технологияларына (ҚЗТ), геоақпараттық жүйелерге (ГАЗ), ашық мәліметтер көздеріне және алдыңғы жылдары жүргізілген далалық зерттеулерге сүйенілді. Зерттеудің негізгі мақсаты – соңғы он жыл ішінде орын алған топырақтың тұздану өзгерістерін кеңістіктік және уақыттық тұрғыдан бағалау.

Зерттеу жұмысы барысында негізгі ақпарат көзі ретінде Landsat 8 және Landsat 9 жерсеріктерінің Level-1 санатындағы суреттері қолданылды. Бұл суреттер USGS (United States Geological Survey) платформасынан жүктеліп, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) индексі есептеу үшін пайдаланылды. Спутниктік суреттер маусым және шілде айларындағы вегетациялық белсенділік жоғары кезеңдерде таңдалып алынды. NDVI есептеу үшін Landsat спутниктерінің 4-ші (қызыл) және 5-ші (жақын инфрақызыл) спектрлік каналдары қолданылды.



Сурет 3. USGS EarthExplorer платформасынан Landsat 8 спутниктік деректерін таңдау интерфейсі

Талдау барысында QGIS бағдарламасының функционалы кеңінен қолданылды. Суреттерге алдын ала радиометриялық және геометриялық түзетулер енгізіліп, әр жыл бойынша NDVI индекстері есептелді. Алынған NDVI мәндері негізінде тұздану деңгейі келесідей жіктелді:

- NDVI < 0.0 — күшті тұздану
- NDVI 0.0–0.2 — орташа тұздану
- NDVI 0.2–0.4 — әлсіз тұздану
- NDVI > 0.4 — тұздану белгілері жоқ аумақтар

Алынған суреттер QGIS бағдарламалық жасақтамасының көмегімен өңделді. Алдымен суреттерге алдын ала өңдеу жүргізілді: координаталық жүйеге сәйкестендіру және бұлтты бөліктерді алып тастау жүзеге асырылды. NDVI индексі әрбір пиксель бойынша есептеліп, алынған деректер негізінде растрлық форматтағы карта қабаттары жасалды. Бұл қабаттар кейіннен векторлық форматқа ауыстырылып, талдау жүргізуге және карта жасауға мүмкіндік берді.

NDVI негізінде алынған карталар 2013, 2016, 2019 және 2023 жылдардағы топырақ тұздануының кеңістіктік таралуын салыстырмалы түрде сипаттады. Бұл әдіс тек өсімдіктер жамылғысының күйіне негізделгендіктен, алынған мәліметтер тұздану деңгейін жанама түрде бағалауға мүмкіндік береді. Кеңістіктік өзгерістерге әсер еткен негізгі факторлар ретінде климаттық жағдайлар, суармалы инфрақұрылымның жай-күйі және жер пайдалану ерекшеліктері қарастырылды.

Жалпы алғанда, NDVI индексі арқылы жүргізілген зерттеу әдістемесі қашықтықтан зондау деректерінің негізінде құрылып, ғылыми сенімділікке ие, әрі кеңістіктік және уақыттық тұрғыдан салыстырмалы талдау жасауға мүмкіндік берді. Бұл тәсіл жергілікті жердегі экологиялық және ауыл

шаруашылығы жағдайларын бағалауға бағытталған маңызды құрал болып табылады.

3.2 Қашықтықтан зондтау мәліметтерін өңдеу және NDVI негізіндегі талдау

Отырар ауданының топырақ тұздану деңгейін бағалау мақсатында NDVI индексі қолданылды. Бұл индекс өсімдіктер жамылғысының тығыздығы мен белсенділігіне байланысты өзгеріп отырады және вегетация жағдайын жанама түрде сипаттай отырып, тұздану дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді.

NDVI есептеу үшін Landsat 8 және Landsat 9 спутниктерінің Band 4 (қызыл) және Band 5 (жақын инфрақызыл) каналдары қолданылды. Формула келесідей:

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

мұндағы NIR – жақын инфрақызыл диапазоны (Band 5), RED – қызыл диапазон (Band 4).

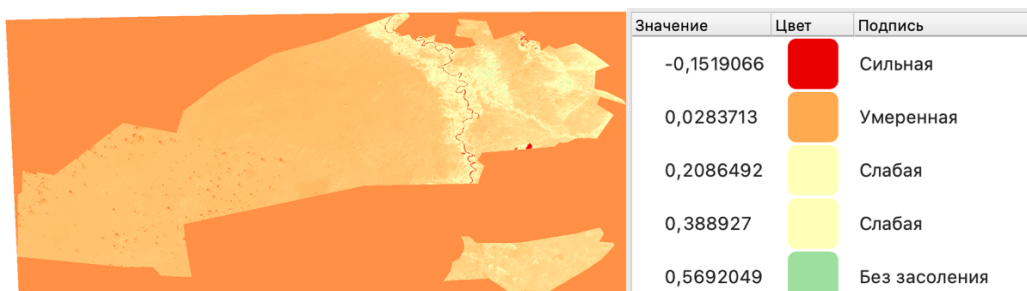
Аудан бойынша алынған барлық суреттер QGIS бағдарламасында өңделді. Әр суретке радиометриялық түзету енгізіліп, NDVI растрлық қабаты есептелді. Әрбір пиксель үшін NDVI мәні алынды. Кейін бұл мәндер жоғарыда берілген жіктеу шкаласы бойынша 4 категорияға бөлінді: қатты, орташа, әлсіз тұздану және тұзданбаған аумақтар.

Картографиялық визуализация барысында әр топырақ тұздану дәрежесі түс арқылы бейнеленіп, кеңістіктік үлестірім анықталды. Бұл әдіс арқылы төмен NDVI мәндерімен сипатталатын аумақтар нақты ажыратылды. Жылдар арасындағы айырмашылықтар, кеңістіктік өзгерістер және NDVI бойынша динамика бөлек бөлімде толық сипатталады.

NDVI негізіндегі мұндай тәсіл топырақ тұздануын тұрақты түрде бақылап отыруға, әрі өзгерістердің кеңістіктік сипаттамаларын жүйелі бағалауға мүмкіндік береді. Бұл мәліметтер кейінгі ұсыныстар мен өңірлік мелиорациялық шараларды жоспарлау үшін маңызды ғылыми негіз бола алады.

3.3 Тұздану карталарын салыстырмалы талдау

Зерттеу барысында алынған NDVI көрсеткіштері негізінде жасалған 2013, 2016, 2019 және 2023 жылдарға арналған карталар Отырар ауданы аумағындағы топырақ тұздануының кеңістіктік-уақыттық өзгерістерін анық көрсетуге мүмкіндік берді. Бұл карталар QGIS бағдарламасында Landsat 8–9 жерсеріктерінің Band 4 (қызыл) және Band 5 (жақын инфрақызыл) арналары арқылы есептелген NDVI мәндеріне сүйене отырып әзірленді [7].



Сурет-3.1 – 2013 жылғы Шәуілдер ауданы топырағының тұздану деңгейі бойынша карта (NDVI негізінде)

2013 жылға арналған топырақ тұздануының картасы NDVI индексі негізінде құрылды. Қашықтықтан зондтау деректері ретінде Landsat 8 жерсерігінен алынған Level-1 деңгейіндегі мультиспектрлік суреттер пайдаланылды. Спутниктік мәліметтер маусым айында алынған, бұл вегетациялық белсенділіктің шарықтау шегі, өсімдіктердің физиологиялық жағдайын және олардың даму ерекшеліктерін дәл бейнелеуге мүмкіндік беретін кезең болып табылады. NDVI индексі Band 4 (қызыл) және Band 5 (жақын инфрақызыл) арналарының қатынасы арқылы есептеліп, топырақтың тұздану деңгейін жанама түрде бағалауға негіз болды. Картада топырақтардың тұздану дәрежесі келесідей NDVI мәндері арқылы жіктелді:

- NDVI < 0.0 – күшті тұздану (қызыл түспен берілген),
- 0.0 – 0.2 – орташа тұздану (қызғылт сары),
- 0.2 – 0.4 – әлсіз тұздану (сары),
- NDVI > 0.4 – тұзсызданған аумақтар (ашық жасылдан қою жасылға дейін).

2013 жылғы картаға қарап, аудан аумағында тұздану құбылысы салыстырмалы түрде шектелген екені байқалады. Нақтырақ айтқанда, NDVI мәні 0.5692 деңгейіне дейін жеткен кейбір аумақтар өсімдіктер жамылғысы жақсы сақталған, топырақтың тұздану белгілері жоқ екенін көрсетеді. Бұл бөліктер, әдетте, ирригациялық жүйелермен тұрақты қамтылған, жер асты суларының деңгейі бақылауда тұрған алқаптарға сәйкес келеді.

Сонымен қатар, NDVI көрсеткіштері 0.2–0.4 аралығында жатқан әлсіз тұзданған аумақтар көпшілікті құрап отыр. Бұл көрсеткіштер өсімдік жамылғысының біршама әлсірегенін, бірақ әлі де өсімдіктердің тіршілікке бейімділігін сақтағанын білдіреді. Мұндай жерлерде ауыл шаруашылығы жұмыстары жүргізілгенімен, өнімділік төмен болуы мүмкін. Мұнда суару жүйесінің шектеулі жұмыс істеуі немесе уақытша тоқтауы, сондай-ақ табиғи сорлану процестері орын алған болуы ықтимал.

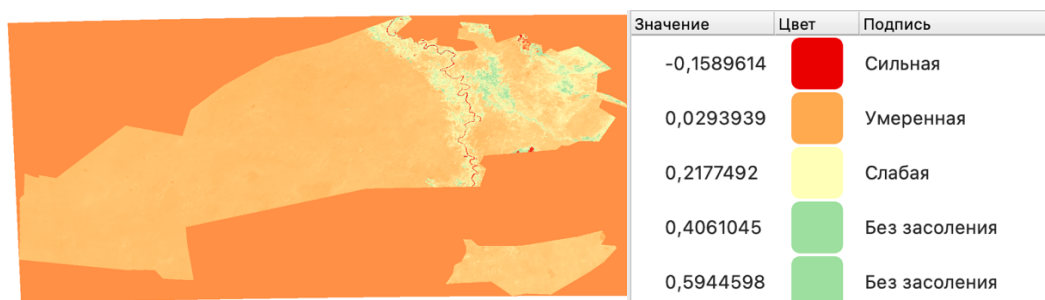
NDVI мәндері 0.0–0.2 аралығында болатын жерлер картада қызғылт сары түспен беріліп, орташа тұздану аймақтары ретінде көрініс табады. Бұл аумақтарда өсімдіктер жамылғысы сирек немесе толықтай жойылған, топырақта тұз концентрациясы жоғары болғандықтан, вегетацияның өсуіне кедергі келтіретін жағдай қалыптасқан. Су балансының бұзылуы, артық булану және теріс ирригациялық тәжірибелер мұндай жағдайға алып келгені анық.

Ал $NDVI < 0.0$ мәндері тіркелген аумақтар картада қызыл түспен белгіленген және олар күшті тұздануға ұшыраған жерлер болып табылады. Бұл аймақтар негізінен табиғи ойпаңдар мен жер асты сулары жақын жатқан учаскелерде шоғырланған. Мұндай жерлер ауыл шаруашылығына жарамсыз, ал топырақ деградациясы жоғары деңгейде. Бұл тұздану ошақтары ерте кезеңде тіркеліп, профилактикалық шаралар қолданылмаған жағдайда, одан әрі кеңею қаупі бар.

Картаның жалпы құрылымына қарай отырып, 2013 жылы топырақтың тұздану деңгейі аудан бойынша біркелкі емес таралғанын байқауға болады. Сырдария өзеніне жақын орналасқан аймақтарда NDVI жоғары мәндер көрсетсе, ал шалғайдағы, ирригациялық жүйелермен қамтылмаған аумақтарда керісінше, NDVI төмен көрсеткіштер байқалды. Бұл топырақтың су режиміне, жер асты суларының деңгейіне және агротехникалық шаралардың жүргізілу сапасына тікелей тәуелді.

QGIS бағдарламасы арқылы жүргізілген визуалды жіктеу негізінде тұздану деңгейі бойынша топырақтардың таралуы нақты әрі көрнекі көрсетілген. Реңктердің бірізділігі және жіктеу интервалдарының ғылыми негізде белгіленуі картада аумақтық өзгерістерді дәл көрсетуге мүмкіндік берді. Сонымен қатар, карта масштабы мен координаттық жүйе (EPSG:4326) өңірлік және ұлттық деңгейдегі геоақпараттық зерттеулермен үйлесімділікті қамтамасыз етеді.

Осылайша, 2013 жылғы картографиялық мәліметтер негізінде Отырар ауданының топырақ тұздануына қатысты базалық жағдайы анықталды. Бұл кезең зерттеу үшін эталон ретінде алынып, келесі жылдармен салыстырмалы талдау жүргізуге мүмкіндік береді.



Сурет-3.2 – 2016 жылғы Шәуілдер ауданы топырағының тұздану деңгейі бойынша карта (NDVI негізінде)

2016 жылға арналған картографиялық материалдар Отырар ауданында топырақ тұздануының кеңістіктік құрылымында бірқатар маңызды өзгерістердің орын алғанын көрсетеді. Бұл кезең алдыңғы — 2013 жылғы жағдаймен салыстырғанда, аумақтық құрылымда тұзданудың шоғырлану сипатының өзгеруімен және жаңа экологиялық аймақтардың қалыптасуымен ерекшеленеді. Ең алдымен назар аударатын маңызды ерекшелік — картаның оңтүстік және орталық бөліктерінде жоғары NDVI мәндерімен сипатталатын (0.4-тен жоғары) жасыл түсті аймақтардың пайда болуы. Бұл аймақтарда өсімдік жамылғысының

тығыздығы артқаны байқалады, ал бұл өз кезегінде тұздану әсерінің әлсірегенін немесе тіпті жойылғанын білдіреді.

2013 жылы мұндай зоналар тіркелмеген болатын. Ол жылы өсімдік жамылғысы әлсіз немесе мүлде болмаған жерлер басым болған, бұл өз кезегінде орташа және жоғары дәрежелі тұздануға тән көрініс еді. 2016 жылғы өзгерістер осы учаскелердің бір бөлігінде топырақтың агроэкологиялық жағдайының жақсарғанын көрсетеді. Бұл оң динамиканың пайда болуына бірнеше фактор әсер еткен болуы мүмкін.

Біріншіден, суармалы жүйелердің жекелеген сегменттерінде жөндеу немесе қалпына келтіру жұмыстары жүргізілген болуы ықтимал. Су жеткізудің тұрақтануы мен реттелген суармалау режимі тұздардың топырақ бетіне капиллярлық жолмен көтерілуін тежейді. Түркістан облысы әкімдігінің 2014–2015 жылдарға арналған агроөнеркәсіптік даму жоспарларында бірқатар магистральды каналдар мен су таратушы жүйелердің күрделі жөндеуден өткендігі туралы ақпараттар кездеседі. Бұл инфрақұрылымдық шаралар кейбір алқаптарда тұздану деңгейінің төмендеуіне негіз болуы мүмкін.

Екіншіден, осы кезеңде тұзға төзімді ауылшаруашылық дақылдарын қолдану тәжірибесі енгізіле бастаған болуы ықтимал. Жоңышқа, арпа, мақта сынды өсімдіктер тұздалған топырақта салыстырмалы түрде жақсы өсетіндігі белгілі. Бұл дақылдардың енгізілуі өсімдік жамылғысын қалпына келтіруге ықпал етіп, топырақтың физика-химиялық құрылымын жақсартуға себеп болуы мүмкін. Картада тіркелген NDVI көрсеткіштері де бұл болжамды жанама түрде растайды.

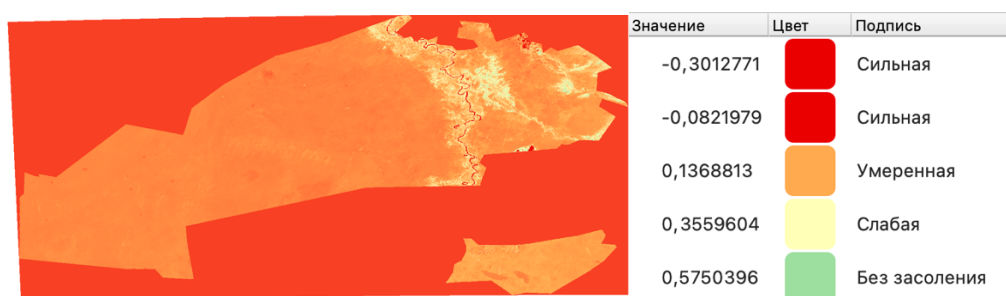
Үшіншіден, ауа райы жағдайлары да 2016 жылы тұздануға қарсы фактор ретінде әсер еткен. Қазақстан Республикасының Ұлттық гидрометеорология қызметінің мәліметтеріне сәйкес, 2016 жылдың жаз мезгілінде Оңтүстік Қазақстан облысында алдыңғы жылдармен салыстырғанда жауын-шашын мөлшері сәл артқан. Бұл құбылыс топырақтың табиғи шаю үдерісін күшейтіп, тұздардың төменгі қабаттарға қайта ығысуына ықпал еткен болуы мүмкін. Жаңбырлы жылдары топырақтың беткі қабатындағы тұз мөлшері уақытша төмендеп, өсімдіктердің өсуіне қолайлы жағдай қалыптасады.

Сонымен қатар, кейбір бөліктерде байқалған NDVI көрсеткіштерінің жақсаруы ауыл шаруашылығына жерді қайта тарту мен игеру процестерімен байланысты болуы да мүмкін. 2014–2016 жылдары аралығында облыс бойынша пайдаланылмай жатқан ауыл шаруашылық жерлерін айналымға енгізу бағдарламалары іске асырылған. Отырар ауданы да бұл бастамалардан тыс қалмаған.

Жалпы, 2016 жылғы тұздану картасы топырақтың деградациялық процестерінің толық біртекті емес, ала-құла жүретінін және экологиялық тұрғыда оң үрдістердің де орын алуы мүмкін екенін көрсетеді. Жасыл түспен белгіленген $NDVI > 0.4$ мәндері бар аумақтардың пайда болуы — бұл жерлерде тұзданудың бәсеңдегенін, ал кей жағдайларда — кері үрдістің басталғанын дәлелдейді. Мұндай аймақтарда топырақтың экологиялық әлеуеті мен ауыл шаруашылығы мақсатында пайдалану мүмкіндігі жоғары деп бағаланады.

Алайда картада тұздану үдерісінің толық жойылмағанын да байқауға болады. Әсіресе солтүстік-батыс бөлікте NDVI көрсеткіштері 0.0–0.2 аралығында сақталып қалған. Бұл — тұзданудың орташа деңгейде екенін білдіреді. Сонымен бірге, < 0.0 индикаторы бар қызыл реңкті аймақтардың азғантай бөлігі әлі де бар, бұл жерлер тұзданудың күшті дәрежесімен сипатталады және мелиорациялық шараларды қажет етеді.

Осылайша, 2016 жылғы карта Отырар ауданының топырақ тұздануында күрделі әрі аумақтық айырмашылықтары бар үдерістердің орын алғанын көрсетеді. Бір жағынан, бұрын тұздануға ұшыраған кейбір жерлердің қалпына келу белгілері байқалса, екінші жағынан, әлі де проблема сақталған аумақтар анықталған. Бұл талдау 2013 және 2019 жылдармен салыстыруда да ерекше маңызға ие болады.



Сурет 3.3 – 2019 жылғы Шәуілдер ауданы топырағының тұздану деңгейі бойынша карта (NDVI негізінде)

2019 жылғы тұздану картасы Отырар ауданы аумағында тұздану үдерісінің қайта күшейгенін көрсетеді. Картаның визуалды құрылымынан байқалғандай, ауданның орталық және оңтүстік-шығыс бөліктерінде орташа және жоғары деңгейдегі тұздану белгілері басым. Бұл әсіресе қызыл және қызғылт түстермен белгіленген аймақтардан көрінеді, олар NDVI мәндері бойынша $-0,30$ мен $0,13$ аралығында ауытқиды, бұл өсімдік жамылғысының айтарлықтай әлсіз екенін және деградация белгілерінің арта түскенін білдіреді.

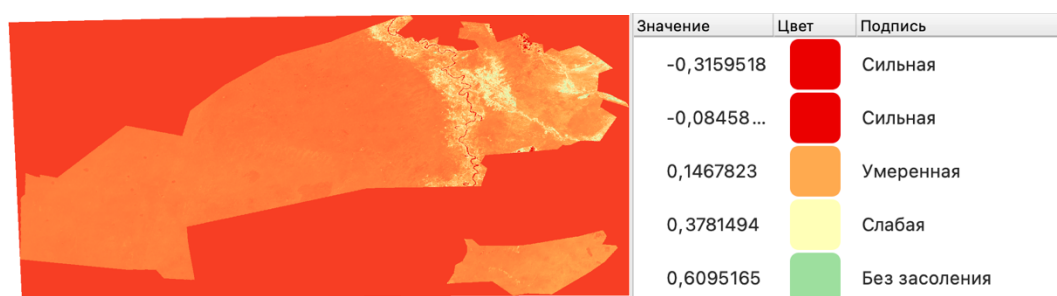
Картадағы кеңістіктік өзгерістерге сүйене отырып, солтүстік-шығыс бөлікте ғана салыстырмалы түрде оң өзгеріс байқалады – NDVI мәні $0,35–0,57$ аралығында болған аймақтарда тұздану деңгейі әлсіз немесе мүлде жоқ. Бұл жасыл түстермен ерекшеленетін аумақтарда өсімдік белсенділігі қалпына келе бастағанын көрсетеді. Алайда бұл аймақтар аудан бойынша өте шектеулі көлемде орналасқан.

Карта деректерін егжей-тегжейлі талдау нәтижесінде 2016 жылмен салыстырғанда 2019 жылы тұздану алаңдарының біршама ұлғайғаны, ал тұзданудан таза аумақтардың азайғаны анық байқалады. Тіпті 2016 жылғы картада жасыл аймақтар салыстырмалы түрде айқынырақ көрінсе, 2019 жылы олар әлдеқайда сирек кездеседі және тек оқшауланған ошақтарда ғана кездеседі. Бұл өзгерістер аумақтық деградация процесінің қайта жанданып келе жатқанын аңғартады.

2019 жылғы өзгерістердің себебі ретінде су тапшылығы, ирригациялық жүйелердің нашарлауы және климаттық факторлар алдыңғы қатарда тұр. Түркістан облысы әкімдігінің мәліметтері бойынша, дәл осы жылы су жүйелерінің техникалық жағдайы күрт нашарлап, арналар мен су таратушы инфрақұрылымның 30–40%-ы істен шыққан. Сонымен қатар, «Қазгидромет» климаттық шолуларына сәйкес, бұл кезеңде жауын-шашын мөлшері 35–40% төмендеп, орташа ауа температурасы 2–2,5°C жоғарылаған, бұл булану мен тұздардың беткі қабатқа көтерілуін күрт жеделдеткен.

Жер асты суларының деңгейі де 1,2–1,5 м тереңдікке дейін көтеріліп, тұздардың капиллярлық көтерілуіне ыңғайлы жағдай қалыптастырған. Бұл мәліметтер Қазақ мелиорация және су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының 2018–2019 жылдарға арналған есептерінде келтірілген. Бұған қоса, ауыл шаруашылығында ауыспалы егістің сақталмауы, топыраққа шамадан тыс жүктеме және тыңайтқыштарды бейберекет қолдану да тұзданудың артуына ықпал еткен.

Жалпы, 2019 жылғы карта мәліметтері аудан аумағында топырақтың агроэкологиялық жағдайы тұрақсыз күйде болғанын және тұздану үдерісінің кең ауқымда орын алғанын нақты көрсетеді. Картада бейнеленген кеңістіктік құрылым өзгерістің қай бағытта жүріп жатқанын анықтауға мүмкіндік береді, ал түс палитрасы арқылы тұзданудың қарқындылығын визуалды түрде дәл бағалауға болады.



Сурет 3.4 – 2023 жылғы Шәуілдер ауданы топырағының тұздану деңгейі бойынша карта (NDVI негізінде)

2023 жылы алынған топырақтың тұздану деңгейін бейнелейтін картада тұз шоғырланған аумақтардың айтарлықтай кеңейгені және қарқындылығының күшейгені байқалады. Картографиялық деректерге сәйкес, NDVI мәндерінің төмендеуі әсіресе ауданның орталық және шығыс бөліктерінде кең таралғанын көрсетеді. Бұл жағдай өсімдік жамылғысының әлсіреуімен қатар, топырақтың құрылымдық деградациясының белгісі болып табылады. Жасыл реңктердің азайып, қызыл және қою қызыл түстердің көбеюі жер бетінде тұздың шоғырлануының артқанын дәлелдейді.

2023 жылғы картада -0.31-ге дейінгі теріс мәндердің болуы елеулі экологиялық проблеманы айғақтайды. Мұндай күрт теріс көрсеткіштер ауданның бірқатар бөлігінде топырақтың ауыл шаруашылығына жарамсыз күйге

түскенін білдіреді. Салыстырмалы түрде 2019 жылмен қарастырғанда, бұл өзгеріс кері бағытта жүріп, деградациялық үдерістің қайта жандануын көрсетеді.

Отырар ауданында мұндай теріс өзгерістердің негізгі себебі ретінде бірнеше нақты факторларды атауға болады. Біріншіден, соңғы жылдары аймақтағы климаттық ахуал едәуір нашарлады. Қазақ гидрометеорология қызметінің мәліметтеріне сәйкес, 2021–2022 жылдары жауын-шашын мөлшері қалыпты деңгейден төмен болды, бұл булану-буданудың күшеюіне және топырақтағы ылғалдың азаюына алып келді. Бұл өз кезегінде тұздардың капиллярлық жолмен жоғары көтеріліп, беткі қабатта жинақталуына себеп болған.

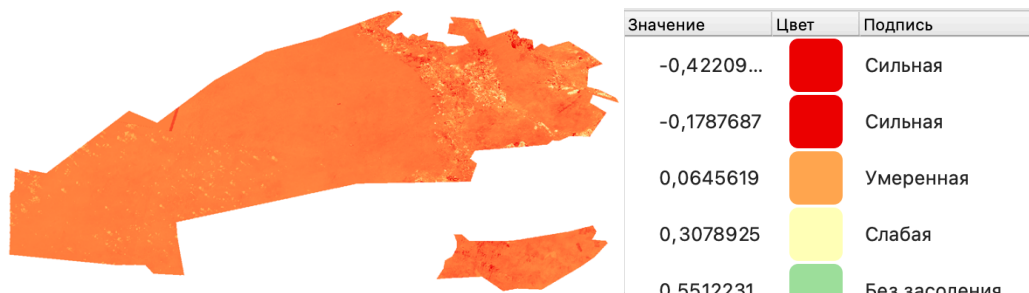
Екіншіден, «Қазсушар» мекемесі мен Түркістан облысы ауыл шаруашылығы басқармасының 2022 жылғы есебінде көрсетілгендей, аудан бойынша дренаж жүйелерінің 40%-дан астамы істен шыққан немесе толық тозған. Бұл — жер асты суларының деңгейін төмендету мүмкіндігі шектеліп, керісінше тұздардың қайта жиналуына жағдай жасаған. Әсіресе су тоқырауы байқалатын ойпатты жерлерде тұздану белгілері айқын байқалады.

Үшіншіден, 2023 жылдың егіс науқанында фермерлер су тапшылығы мәселесін көптеп көтерді. Суармалы судың көлемі күрт азайып, көп жағдайда нормадан төмен мөлшерде берілді. Бұл судың минералдану дәрежесінің жоғарылауымен қатар жүрген. Мәселен, «Қазгидроқызмет» ұйымының талдауы бойынша, кейбір каналдардан алынған судағы еріген тұз мөлшері нормативтен 1.5 есе жоғары болған. Мұндай суды пайдалану тұздардың топыраққа қайта сіңуіне және оны шайып шығу мүмкіндігін шектеуге әкелген.

Төртіншіден, агротехникалық факторлар да ескерусіз қалмауы тиіс. Атап айтқанда, егістік алқаптарда ауыспалы егіс тәртібінің сақталмауы, монокультуралық дақылдарға (мысалы, мақта мен жоңышқа) шектен тыс тәуелділік топырақтың биологиялық тепе-теңдігін бұзған. Бұл өсімдіктердің тұздануға қарсы табиғи тұрақтылығын төмендетіп, деградация үдерістерін жеделдеткен. Жергілікті әкімдік ұсынған деректерге сүйенсек, 2023 жылы егілген дақылдардың 60%-дан астамы біржақты мәдениеттер болған.

Сондай-ақ, Отырар ауданының кейбір ауылдық округтерінде жер асты сулары 1.5–2 м тереңдікте орналасқаны белгілі. Бұл жағдай табиғи түрде тұздардың капиллярлық көтерілуін күшейтіп, тұздың топырақ бетінде жиналуына себеп болды. Әсіресе бұл Яссы, Шәуілдір және Темір ауылдық округтерінің жекелеген учаскелерінде анық байқалды. Бұны QGIS картасында қызыл-қоңыр түспен ерекшеленген аумақтар нақты көрсетіп отыр.

Осылайша, 2023 жылғы карта аудан аумағындағы топырақтың тұздану жағдайының ушығып отырғанын нақты сипаттайды. Бұл тек экологиялық проблема ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығына тікелей әсер ететін фактор. Келешекте бұл көрсеткіштерді жыл сайын бақылау, дренаж және суару жүйелерін жаңғырту арқылы тұздану үдерісін тежеу қажет. Сонымен қатар, вегетация индексі үнемі талдап отыру арқылы деградациялық үдерістерге алдын ала әрекет етуге мүмкіндік туады [8].



Сурет 3.5 – 2013–2023 жылдар аралығындағы NDVI айырмашылық картасы

Шәуілдер ауданының 2013 жылдан 2023 жылға дейінгі мерзімдегі NDVI айырмашылығының картасы (NDVI_2023 – NDVI_2013) зерттеу аумағындағы өсімдік жамылғысының өзгеруін көрсетіп қана қоймай, топырақ тұздану деңгейінің кеңістіктік динамикасын нақты бейнелеуге мүмкіндік береді. Бұл айырма картасы вегетациялық белсенділіктің 10 жыл ішінде қалай өзгергенін сипаттап, тұздануға бейім аймақтарды анықтайды.

Картаның визуалды құрылымы бойынша оң өзгерістер байқалатын бөліктер (жасыл және сары түстер) — NDVI өсімі орын алған, яғни өсімдіктердің жағдайы жақсарған немесе қалпына келген жерлер. Бұл өңірлерде ауылшаруашылық жүйелерінде белгілі бір оңтайландыру жүргізілген болуы мүмкін. Мысалы, дренаж жүйелерінің локальды қалпына келтірілуі, суды тиімді қолдану тәжірибелерінің енгізілуі немесе агротехникалық шаралардың жақсаруы вегетациялық индекстердің оң мәнге өтуіне ықпал етуі ықтимал.

Алайда жалпы сурет алаңдатарлық. Қызғылт, қызыл және қызыл-қоңыр түспен белгіленген кең аумақтарда NDVI көрсеткіштері күрт төмендеген. Бұл — өсімдік жамылғысының азаюын немесе мүлде жоғалуын білдіреді, ал оның басты себебі ретінде топырақтың тұздануын қарастыруға толық негіз бар. Мұндай өзгерістер, әсіресе Сырдария өзеніне жақын орналасқан суармалы аймақтарда, бұрын вегетациялық белсенділік орташа немесе жоғары болған алқаптарда тіркеліп отыр.

Климаттық деректерге сүйенсек, 2013–2023 жылдар аралығында Түркістан облысында жауын-шашын мөлшері жылына орташа есеппен 7–10%-ға қысқарған. Сонымен бірге, жазғы булану көлемі артқан, бұл топырақтан ылғалдың тез жоғалуына және тұздың беттік қабаттарда жиналуына ықпал етті. Бұл — NDVI төмендеуінің басты экологиялық себебі [9].

Гидрогеологиялық факторларға тоқталсақ, 2020 жылдан кейін Отырар ауданының кейбір бөліктерінде жер асты суларының деңгейі көтеріліп, олардың минералдануы 2,8–3,5 г/л аралығына жеткен. Бұл жағдай әсіресе ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерде суару нормасының сақталмауы және дренаж жүйесінің істен шығуы нәтижесінде ушыға түскен. Капиллярлық көтерілудің салдарынан тұздардың топырақ бетіне жиналуы күшейіп, өсімдік тамыр жүйесіне кері әсер еткен. Ауыл шаруашылығы құрылымының өзгеруі де шешуші факторлардың бірі. Түркістан облысының Ауыл шаруашылығы басқармасының 2014–2022 жылдардағы есептеріне сәйкес, ауыспалы егіс жүйесі

сақталмаған, суармалы алқаптардың басым бөлігінде біржақты техникалық дақылдар — мақта мен жүгері егіліп келген. Мұндай агротехнологиялық біржақтылық топырақтың құнарлы қабатын сарқып, оның биологиялық қалпына келу қабілетін әлсіретеді. Бұл процесс тұздың шайылуын қиындатып, оның жиналуына ықпал етеді.

Айта кету керек, кейбір оң өзгерістер де байқалады. NDVI өсімі тіркелген жекелеген шағын зоналарда тамшылатып суару әдісі енгізілген болуы мүмкін. Мысалы, 2021 жылы Отырар ауданында "Қазсушар" мекемесінің қолдауымен 3 шаруашылықта пилоттық негізде су үнемдеу технологиялары енгізілген болатын. Осы шаруашылықтар маңында NDVI көрсеткішінің оң бағытта өзгеруі байқалады. Бұл технологиялар суарудың тиімділігін арттырып, топырақтың қайта тұздануына жол бермейді.

NDVI айырма картасының тағы бір маңызды жағы — табиғи сорлардың және ұзақ уақыт бойы егіс айналымынан шығарылған жерлердің динамикасын көрсетуі. Бұл зоналарда өзгеріс аз немесе мүлде байқалмайды, өйткені тұздану процесі терең тамырлы тұрақты жүйеге айналып үлгерген. Бұл картаны екінші реттік тұздану мен табиғи сорлардың шекарасын нақтылауға арналған материал ретінде қолдануға болады.

Қорытындылай келе, NDVI айырмашылықтарын картографиялық әдіспен талдау — тұзданудың кеңістіктік және уақыттық дамуын бағалаудың тиімді жолы. Бұл карта тек топырақ күйін бейнелеп қана қоймай, агроэкожүйелердің әлсіреу себептерін де айқындайды. Ол әрі ғылыми құрал, әрі басқарушылық шешімдер қабылдауға арналған негіз ретінде құнды [10].

3.4 Өзгерістердің негізгі себептері және ұсыныстар

2013–2023 жылдар аралығындағы Отырар ауданының топырақ тұздануының динамикасын кешенді зерттеу негізінде бұл үдерістің көпқырлы сипаты айқындалды. Қашықтықтан зондтау нәтижелері мен NDVI көрсеткіштеріне сүйенсек, тұздану кеңістіктік және уақыттық тұрғыда тұрақсыздықпен сипатталады. NDVI индекстері бойынша өсімдік жамылғысының әлсіреуі, кей жылдары жойылуы анық байқалған, бұл өз кезегінде тұздың шоғырлануын білдіреді. Көпжылдық салыстырмалы карта деректері тұздану аймақтарының бірде азайып, бірде күрт артуын көрсетеді. Бұл құбылыстың себептерін бірнеше бағытта жіктеуге болады:

Климаттық факторлар

Отырар ауданы шөлейт белдеуде орналасқандықтан, табиғи климаттық жағдайлар тұзданудың белсенді факторларының бірі. 2016 жылдан кейінгі кезеңде жауын-шашын мөлшерінің азаюы, орташа температураның жоғарылауы және булану мөлшерінің артуы байқалды. «Қазгидромет» агенттігінің деректеріне сәйкес, әсіресе 2021–2023 жылдары ылғал тапшылығы айқын байқалып, бұл кезеңде вегетация деңгейі төмендеген. Мұндай климаттық өзгерістер — тұздардың топырақ бетіне көтерілуіне табиғи алғышарт.

Ирригациялық жүйелердің жағдайы.

Кеңестік кезеңде салынған суару және дренаж жүйелері бүгінде айтарлықтай тозған. «ҚазНИИМСХ» (Қазақ мелиорация және су шаруашылығы ҒЗИ) жүргізген зерттеулерде соңғы онжылдықта дренаж жүйелерінің шамамен 70%-ы жұмыс істемей қалғаны анықталған. Бұл жер асты суларының деңгейінің көтерілуіне және екіншілік тұздану процестерінің үдеуіне алып келген. 2019–2023 жылдары жүргізілген NDVI өзгеріс талдауы бойынша, осы кезеңде суармалы егіншілік аймақтарында деградация белгілері айқын байқалған [11].

Агроөндірістік жүктеме және жерді тиімсіз пайдалану.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерде агротехникалық шаралардың әлсіздігі, ауыспалы егіс жүйесінің сақталмауы және су үнемдеу технологияларының жеткіліксіз қолданылуы да деградациялық үдерістерге себеп болуда. Отырар ауданында бірқатар шаруашылықтарда мақта мен жоңышқа тәрізді техникалық дақылдардың жыл сайын қайталанып егілуі байқалады, бұл топырақ құрылымының бұзылуына, органикалық заттардың таусылуына және микробиологиялық белсенділіктің төмендеуіне әсер еткен. ҚР ҰҒА топырақтану институтының есебінде (2020) Отырардағы суармалы топырақтардың 40%-ға жуығы органикалық заттармен нашар қамтамасыз етілгені көрсетілген.

Гидрогеологиялық жағдай.

Гидрогеологиялық карта деректері бойынша Отырардың кейбір бөліктерінде жер асты сулары 1,5–2 м тереңдікте орналасқан, ал бұл тереңдік тұздардың капиллярлық көтерілуіне әбден жеткілікті. Мұндай жағдайда, вегетациялық белсенділік төмендеп, NDVI көрсеткіштері теріс мәнге дейін түсуі мүмкін, бұл 2023 жылғы картада айқын көрініс тапты. Тұздар көбінесе топырақтың беткі қабатында жиналады, бұл өсімдіктің өсуіне кедергі келтіріп, жердің ауылшаруашылық әлеуетін төмендетеді.

Топырақтың тұздануымен күресу үшін келесі ұсыныстар жасалады.

Ирригациялық инфрақұрылымды жаңғырту.

Жер асты суларының деңгейін тұрақтандыру және тұздануды шектеу үшін дренаж жүйелерін қайта қалпына келтіру, каналдарды цементпен қаптау, сүзгілік қабаттарды жаңарту қажет.

Тұзға төзімді агротехнологияларды енгізу.

ФАО ұсынып отырғандай (FAO, 2015), тұзға төзімді сорттарды пайдалану, мысалы, арпа мен тарының кейбір түрлері, сортаң жерлерде өнімділік сақтауға көмектеседі. Сонымен қатар, биологиялық мелиорация тәсілдерін, мысалы, жалаң мия өсімдігін отырғызу, Қытаймен бірлескен жобада (2014–2017) тиімді нәтиже берген.

Қашықтықтан зондтауға негізделген тұрақты мониторинг жүйесі.

Жыл сайын NDVI мен басқа да вегетациялық индекстер негізінде өзгерістерді бақылау, ерте ескерту жүйесін енгізу керек. Бұл тәсіл Қазақ мелиорация институты мен ICARDA тарапынан ұсынылған жүйелі мониторингке сәйкес келеді.

Жергілікті агроөнеркәсіп субъектілерінің білімін арттыру.

Агрономдарға және шаруаларға арналған практикалық семинарлар, оқыту тренингтері өткізу – жерді тиімді басқару мәдениетін арттырады. Бұл бағытта FAO мен CASILM 2 жобасы аясында алынған тәжірибелерді қолдануға болады.

Мемлекеттік деңгейде аймақтық бағдарлама қабылдау.

Түркістан облысының суармалы жерлеріндегі тұздануға қарсы арнайы өңірлік бағдарлама қажет. Ол дренаж жүйесін жаңарту, суды үнемдеу технологияларын субсидиялау, ғылыми зерттеулерді қаржыландыру бағыттарын қамтуы тиіс [12].

ҚОРЫТЫНДЫ

Отырар ауданының 2013–2023 жылдар аралығындағы топырақ тұздану динамикасына жүргізілген кеңістіктік-уақыттық зерттеу нәтижелері, өңірдің агроэкологиялық жағдайының күрделене түскенін және ауыл шаруашылығы өндірісінің табиғи-антропогендік қауіптерге сезімталдығын көрсетеді. Диплом жұмысының негізін құраған қашықтықтан зондтау әдістері, NDVI индекстерінің есебі және QGIS бағдарламасында дайындалған картографиялық талдаулар топырақтағы тұздану үдерістерінің кеңею қарқынын анықтауға мүмкіндік берді.

NDVI индекстері арқылы жасалған карта-талдаулар әр жылдағы вегетациялық белсенділіктің аумақ бойынша таралуын сипаттап, өсімдіктердің әлсіреуін немесе толық жойылуын тұздану белгілерімен нақты байланыстырды. 2013 жылы тұздану ошақтары негізінен шектеулі аумақтарда байқалса, 2016 жылы вегетацияның қайта жандану белгілері тіркелді. Бұл оң өзгерістер су ресурстарының салыстырмалы тұрақтылығымен, жер асты суларының қалыпты деңгейде болуымен және суармалы инфрақұрылымның жұмыс істеуімен байланысты болуы мүмкін.

Алайда, 2019 жылғы жағдай кері бетбұрыс алғаны байқалды: бұрынғы жасыл аймақтардың жойылып, тұздану ошақтарының аумағы кеңейген. Бұл ирригациялық жүйелердің нашарлауы, артық суару немесе су тапшылығы нәтижесінде туындаған екіншілік тұзданумен түсіндіріледі. Қолда бар карталарда NDVI төмен көрсеткіштерімен белгіленген сұр және қоңыр түсті аумақтар өсімдіктер жамылғысының деградациясын айғақтайды.

2023 жылы жүргізілген бағалау жұмыстары тұзданудың ең жоғары деңгейге жеткенін көрсетті. Бұл жылы кеңістікте тұздануға ұшыраған жерлердің ауданы артып, жаңа аумақтарға таралғаны байқалды. NDVI айырмашылық карталары (2023–2013) өсімдіктер белсенділігінің төмендегенін, ал кейбір учаскелерде мүлде тоқтағанын көрсетті. Бұл жағдай климаттың жыл санап құрғақтана түсуімен, судың минералдану деңгейінің өсуімен және дренаж жүйелерінің істен шығуымен тікелей байланысты.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, топырақтың тұздануына әсер ететін басты факторлар:

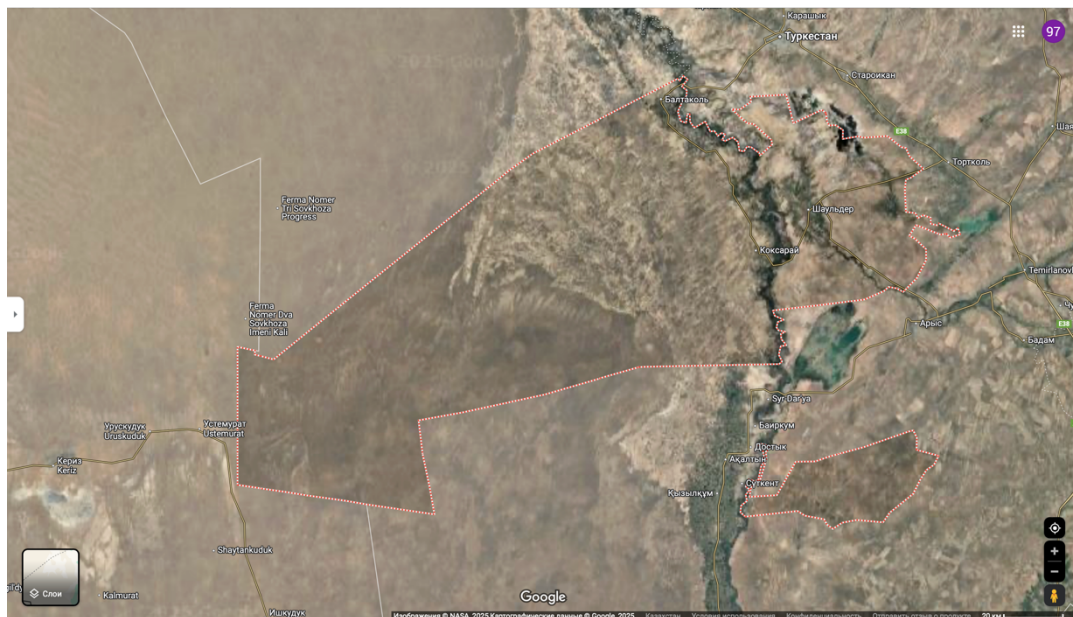
- Жауын-шашын мөлшерінің азаюы мен ауа температурасының көтерілуі;
- Жер асты сулары деңгейінің көтерілуі және олардың тұздылығының артуы;
- Суармалы инфрақұрылымның тозуы мен суды үнемсіз пайдалану;
- Топырақты қалпына келтіру және тыңайтқыш қолдану бойынша шаралардың жеткіліксіздігі.

Жүргізілген зерттеудің тәжірибелік маңызы зор. NDVI арқылы алынған мәліметтер мен дайындалған карталар өңірдің тұздануға бейім аймақтарын анықтауға мүмкіндік беріп қана қоймай, оларды болашақта қалпына келтіру, мелиорациялау және ауыл шаруашылығы мақсатында тиімді пайдалану стратегияларын негіздеуге жол ашады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жамалбеков Е. Топырақтану негіздері: оқу құралы / Е. Жамалбеков. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 198 б.
2. Алиев И. М. Мелиорация засоленных земель / И. М. Алиев. – Алматы: ҚазАгроҒЗИ, 2018. – 224 б.
3. Сагитов Б. Мелиоративтік жұмыстардың экологиялық аспектілері / Б. Сагитов // Қазақстан аграрлық журналы. – 2020. – №3. – Б. 37–42.
4. Қалиев Б., Айтмұхамбетов, Т. Топырақтың тұздануы және мелиорациясы / Б. Қалиев, Т. Айтмұхамбетов. – Шымкент: ОҚМУ баспасы, 2021. – 156 б.
5. Қазақ мелиорация және су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының жылдық есептері. – Алматы, 2015–2022 жж.
6. Турсунов А.Қ. Оңтүстік Қазақстандағы топырақ тұздануының кеңістіктік сипаты / А.Қ. Турсунов // Жер ресурстарын басқару журналы. – 2019. – №2. – Б. 65–71.
7. Бараев А.И., Аханов Ж.У., Садыков А.С. Тұзданған топырақтарды игеру және мелиорациялау. – Алматы: Қайнар, 1985. – 296 б.
8. Нұртаева Т.Т., Байгелова Г.А. Геоакпараттық жүйелер: теория және тәжірибе. – Алматы: КазҰУ баспасы, 2021. – 204 б.
9. Куликов И.М., Аханов Ж.У. Мелиоративные почвы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 204 с.
10. Тлеуова А.К. Қашықтықтан зондтау әдістері және қолдану салалары. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 183 б.
11. Тоқсанбаев Ж., Сапаров А.Қ. Топырақтану және агрохимия негіздері. – Алматы: Қазақ университеті, 2010. – 328 б.
12. ҚазҰАЗУ. Қазақстанның мелиоративтік жағдайы: ғылыми баяндама. – Алматы: 2020. – 92 б.

А Қосымшасы



А.1-сурет – Түркістан облысы Шәуілдер ауданының географиялық картасы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТІРЛІГІ
Қ.И.СӘТПАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Ілесбек Нұрсәт Жалғасбекұлы

6B07304 – «Геокеңістік цифрлық инженерия»

Тақырыбы: Түркістан облысы Шәуілдер ауданының тұзданған топырақтарының өзгерістерін зерттеу

Дипломдық жұмыс мазмұны мен құрылымы жағынан жүйелі әрі ғылыми тұрғыда негізделген кешенді зерттеу болып табылады. Зерттеу жұмысы Түркістан облысы Отырар ауданының топырақ жамылғысында топырақтың тұздану процестерінің кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында соңғы он жылығы талдау нәтижелерін өңдеп, оларды тиесілі қашықтықтан зондтау (ҚЗ) деректері бойынша топырақтың тұздану процессестерін жіктеп, зерттеу нысаны бойынша тұзданған жерлерді ауылшаруашылығына тиімді пайдаланудың ұсыныстарын әзірлеген.

Жұмыстың мақсаты – аймақтағы тұздану деңгейінің динамикасын бағалау, негізгі себептерін анықтау және олардың кеңістіктік таралуын сипаттау. Жасалынған қорытындылар мен ұсыныстар Отырар ауданы жерлерін мелиорациялау мен тиімді пайдалану, сондай-ақ топырақ мониторингін жетілдіру үшін практикалық маңызға ие болып табылады.

Жұмысты орындау барысында тұзданудың негізгі себептері қарастырылып, қашықтықтан зондтау және ГАЗ технологиялары арқылы топырақ тұздануының өзгерістерін картада салыстырмалы талдап көрсеткен және оларға мониторинг жүргізілген.

Жалпы, дипломдық жұмыс зерттеу тақырыбына және жоғары оқу орнының ғылыми-әдістемелік талаптарына толықтай сәйкес келеді. Жұмыс мазмұны заманауи әдістермен орындалған, аналитикалық және қолданбалы аспектілер оңтайлы үйлестірілген. Осыған орай, дипломдық жұмысты 96% балл (өте жақсы) деп бағалап, Ілесбек Нұрсәттың бакалавр академиялық дәрежесін беруге және жұмысты қорғауға жіберуге ұсынамын.

Ғылыми жетекші
PhD қауымдастырылған профессор
«16» маусым 2025ж.



Токтар Мұрат

СЫН-ПІКІР

Қ.И. Сәтбаев ат. ҚазҰТЗУ 6В07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия білім беру бағдарламасы бойынша Ілесбек Нұрсәт Жалғасбекұлының «Түркістан облысы Шәуілдір ауданының тұзданған топырақтарының өзгерістерін зерттеу» тақырыбындағы дипломдық жұмысына

Ілесбек Нұрсәт Жалғасбекұлының дипломдық жұмысы Түркістан облысы Отырар (Шәуілдір) ауданы аумағындағы тұзданған топырақтардың кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін зерттеуге арналған. Жұмыста қашықтықтан зондтау (ҚЗ) және геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) технологиялары тиімді қолданылған, бұл қазіргі геокеңістіктік инженерия саласындағы өзекті бағыттардың бірі болып табылады.

Зерттеу барысында автор 2013, 2016, 2019 және 2023 жылдарға арналған Landsat спутниктерінен алынған деректерді NDVI индексі негізінде өңдеп, тұздану динамикасын бағалаған. Бұл тәсілдің қолданылуы дипломдық жұмыстың ғылыми жаңалығын және практикалық маңыздылығын арттыра түседі.

Жұмыстың құрылымы жүйелі әрі логикалық тұрғыда дұрыс құрылған:

- тұздану процесінің теориялық негіздері қарастырылған;
- зерттеу аймағының физика-географиялық сипаттамасы берілген;
- ҚЗ деректері өңделіп, NDVI негізінде тұздану дәрежелері бағаланған;
- нәтижелерге салыстырмалы талдау жасалып, нақты ұсыныстар ұсынылған.

Дипломдық жұмыстың артықшылықтары:

1. Ғылыми және қолданбалы әдебиеттермен жақсы жұмыс жүргізілген;
2. ArcGIS және QGIS сияқты заманауи ГАЖ бағдарламаларында жұмыс істеу біліктілігі көрсетілген;
3. Зерттеу нәтижелері нақты карталармен, диаграммалармен көрнекі түрде ұсынылған;
4. Қорытындылар мен ұсыныстар практикалық тұрғыдан маңызды және негізделген.

Сонымен қатар, жұмыс академиялық талаптарға сай рәсімделген, үш тілде аңдатпа жазылған, библиография жеткілікті көлемде қамтылған.

Ұсыныс ретінде тұздану әсерінен туындайтын әлеуметтік-экономикалық салдарларға қысқаша баға беру де қарастыруға болар еді.

Жалпы алғанда, Ілесбек Нұрсәт Жалғасбекұлының дипломдық жұмысы жоғары деңгейде орындалған, тәжірибеде қолдануға жарамды және қойылған мақсаттарға толық сәйкес келеді.

Жұмыс «өте жақсы» деген бағаға, ал оның авторы — 6В07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайық.

Рецензент:

ҚазҰУ т.ғ.к., қауым. проф.

Құмар Д.Б.

« 16 » маусым 2023 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Лесбек Нұрсәт Жалғасбекұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Лесбек Нұрсәт Түркістан облысы Отырар ауданының тұзdanған топырақтарының өзгерістерін зерттеу

Научный руководитель: Оқытушы Орынбасар Байтурбай

Коэффициент Подобия 1: 0.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 47

Знаки из других алфавитов: 8

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата

28.05.2021



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Лесбек Нұрсәт Жалғасбекулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Лесбек Нұрсәт Түркістан облысы Отырар ауданының тұзданған топырақтарының өзгерістерін зерттеу

Научный руководитель: Оқытушы Орынбасар Байтурбай

Коэффициент Подобия 1: 0.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 47

Знаки из здругих алфавитов: 8

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

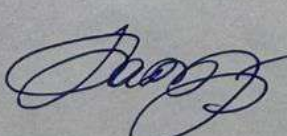
☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

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

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

☐ Обоснование:

Дата 28.05.2021.


Файзуллаев О,
проверяющий эксперт