

ЭОЖ 911.9  
ҒТАМР 39.01  
DOI 10.56525/JKYV5242

## ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫ ЖЕТІСАЙ АУДАНЫНЫҢ СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРІНІҢ МЕЛИОРАЦИЯСЫ МЕН ТҰЗДАНУЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ЖҮЙЕЛІ ТҮРДЕ ЗЕРТТЕУ

**\*Дәут Ұ.С., Исаков Е.Д.**

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан  
e-mail: erlan.issakov@gmail.com, ulasbek.daut@mail.ru

**Аңдатпа.** Зерттеуде Түркістан облысы Жетісай ауданының суармалы жерлерінің мелиорациялық жағдайы мен топырақ тұздануы кешенді бағаланған. Зерттеу заманауи суару технологиялары – тамшылатып және топырақішілік суару, сондай-ақ тік кәріз жүйелерінің тиімділігін қарастырады. Далалық бақылаулар, ұңғымалардан жер асты суларының деңгейін өлшеу және лабораториялық анализдер көрсеткендей, тік кәріз жер асты суларының деңгейін тұрақтандырып, топырақ тұздануын төмендетеді және сорылған суды қайта пайдалануға мүмкіндік береді, бұл суарудың тиімділігін 90–95%-ға дейін арттырады. Топырақ тұздануы негізінен сульфатты-натрийлі және хлоридті-сульфатты-магнийлі-натрийлі типтерде байқалды. Салыстырмалы талдау тік кәріз жүйелерінің 3–5 жыл ішінде біртекті мелиоративтік фон қалыптастыратынын және көлденең дренажға қарағанда тұзды тез төмендететінін көрсетті. Эффективті қолдану топырақ ылғалдылығын, жер асты суларының тереңдігін, судың минералдануын, рН және натрий құрамын үздіксіз бақылауды қажет етеді. Қосымша мелиоративтік шаралар, мысалы, химиялық өңдеу (гипс, фосфогипс, сульфат) және терең топырақ өңдеу, кальций-натрий алмасуын жақсартып, топырақ құрылымын тұрақтандырады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, су үнемдейтін технологияларды тік кәріз жүйелерімен біріктіру және мелиорациялық мониторинг жүргізу — құрғақ климаттағы суармалы жерлердің тұрақты өнімділігін қамтамасыз етудің негізгі шарты.

**Түйін сөздер:** тік кәріз, топырақ тұздануы, суармалы жерлер, су үнемдейтін суару, Жетісай ауданы, құрғақ аймақтар, мелиорациялық жағдай, дренаждық суды қайта пайдалану.

### **Кіріспе**

Қазіргі әлемдік ауыл шаруашылығы, әсіресе құрғақ климатты аймақтарда, судың тапшылығы мен оны тиімсіз пайдалану мәселелеріне ұшыраған. Су ресурстарының жеткіліксіздігі өнімділіктің төмендеуіне, топырақ құнарлылығының нашарлауына, топырақтың тұздануы мен батпақтануына және экожүйелердің тепе-теңдігінің бұзылуына әкеледі.

Дәстүрлі суару әдістері — мысалы, арық арқылы суару немесе алқапты суару — судың айтарлықтай шығынына және топырақ деградациясының дамуына себепші болады. Сондықтан су үнемдеуді қамтамасыз ететін және өсімдік өнімділігін тұрақты сақтайтын инновациялық суару технологияларын енгізу өзекті мәселе болып отыр.

Суарылатын жерлердегі су пайдаланудың тиімсіздігі топырақ деградациясының негізгі факторы. Батпақтану мен тұздану, әсіресе Сырдария алабы сияқты құрғақ аймақтарда, егістік жерлердің құлдырауына алып келетін ең маңызды экологиялық проблемалардың бірі [1, 546].

Дәстүрлі көлденең дренаж жүйелерінің тиімсіздігі бұл мәселелерді шешу үшін ғылыми негізделген жаңа шешімдерді іздеуді қажет етеді. Тік кәріз жүйелері гидромелиоративтік жағдайды жақсартады және сорылған суды қайта пайдалану арқылы су балансын тұрақтандыруға мүмкіндік береді [2,1666].

Тік кәріз жүйелері гидромелиоративтік жағдайды жақсартумен қатар, сорылған суды қайта пайдалану арқылы су балансын тұрақтандыруға мүмкіндік береді.

Суармалы жерлердің тұрақты өнімділігін қамтамасыз ету тек заманауи суару технологияларын енгізумен шектелмей, сонымен қатар мелиорациялық жағдайды тұрақты мониторингілеу және кешенді бағалау негізінде тиімді басқаруды талап етеді. Мұндай кешенді бағалау топырақтың су-тұз режимін, жер асты суларының динамикасын және мелиоративтік жүйелердің тиімділігін объективті түрде талдауға мүмкіндік береді. Мысалы, Мырзашөл (Бетпақ дала) аймағының тарихи тәжірибесі, жер асты суларының деңгейінің көтерілуі мен қатты тұздандудың дамуы ауыл шаруашылығы алқаптарының істен шығуына әкелгенін көрсетеді. Бұл жағдай қазіргі таңда ғылыми негізделген мониторинг пен мелиорациялық жағдайды бағалау жүйесінің қажеттілігін айқын дәлелдейді[3].

Осыған байланысты, біздің зерттеуіміздің мақсаты – Жетісай ауданының суармалы жерлерінде мелиорациялық жағдай мен тұздану деңгейін кешенді бағалау және заманауи тік кәріз жүйелері мен дренаждық суларды қайта пайдалану технологияларының тиімділігін зерттеу. Зерттеудің негізгі міндеттері мыналарды қамтиды:

1. Мелиорациялық жағдайды бағалаудың заманауи әдістемелік негіздерін жүйелеу (нормативтік талаптар, көрсеткіштер, модельдеу әдістері).
2. Мырзашөл аймағы жағдайында тік кәріз жүйелерінің мелиоративтік көрсеткіштерге әсерін және мониторинг әдістерін талдау.
3. Дренаждық суларды қайта пайдаланудың тиімділігі мен қауіпсіздігін мелиоративтік деректер негізінде бағалау критерийлерін ұсыну.

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеудің әдістемелік негізі салыстырмалы-талдау, ретроспективті шолу және ғылыми синтез әдістеріне сүйенді. Әдістерді іріктеу барысында қолданылатын технологиялардың шөлді және қуаң аймақ жағдайларына бейімделу мүмкіндігі, су ресурстарын үнемдеу тиімділігі, сондай-ақ техникалық-экономикалық негіздемесі басты өлшемдер ретінде қарастырылды.

Зерттеу жұмыстары Жетісай ауданының суармалы жерлерінде жүргізіліп, далалық, зертханалық және аналитикалық әдістер кешенін қамтыды. Далалық зерттеулер аясында арнайы бақылау ұнғымалары арқылы жер асты суларының деңгейі жүйелі түрде өлшеніп, топырақ қыртысының морфологиялық жағдайына визуалды бақылаулар жүргізілді.

Зертханалық зерттеулер барысында алынған су және топырақ үлгілеріне химиялық талдаулар жасалды. Нәтижесінде топырақтың тұздану дәрежесі, минералдану деңгейі, рН көрсеткіші, сондай-ақ негізгі катиондар мен аниондардың сандық құрамы анықталды.

Сонымен қатар, аумақтық су пайдаланушы ұйымдарымен бірлесе отырып, мелиоративтік инфрақұрылым объектілеріне мониторинг жүргізілді. Атап айтқанда, тік кәріз ұнғымаларының, су ағызу желілерінің және басқару станцияларының техникалық жағдайына визуалды-аналитикалық бағалау жасалды.

Эксперименттік бөлімде топырақтың физикалық-химиялық қасиеттерін жақсартуға бағытталған мелиоративтік шаралар қолданылды. Бұл шаралар гипс, сульфат және фосфогипс сияқты химиялық мелиоранттарды енгізуді, сондай-ақ топырақты 100 см тереңдікке дейін терең жырту және араластыру әдістерін қамтыды.

Зерттеу барысында жүргізілген барлық есептеулер мен тәжірибелік жұмыстар Қазақстан Республикасының ҚН 3.04-11-2013 «Мелиоративтік жүйелер мен имараттар» нормативтік құжатының талаптарына сәйкес жүзеге асырылды.

Бұл зерттеу құрғақ климатты аймақтардағы суармалы жерлердің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін ғылыми тұрғыдан негізделген шешімдер әзірлеуге бағытталған.

Зерттеу барысында Жетісай ауданының суармалы жерлерінде мелиорациялық жағдай мен тұздану деңгейін кешенді бағалау жүргізілді. Қазіргі кезде суармалы жерлердің тұрақты өнімділігін қамтамасыз етуде топырақтың тұздануы мен батпақтануы басты фактор екені анықталды.

**Нәтижелер.** Зерттеу нәтижелері Жетісай ауданының суармалы жерлеріндегі мелиорациялық жағдайды жақсартуда су үнемдеу технологиялары мен тік кәріз (вертикалды дренаж) жүйелерін қолданудың жоғары тиімділігін көрсетті.

Суару технологияларын бағалау нәтижесінде тамшылатып және топырақшілік суару әдістерін енгізу судың булану және сүзілу шығындарын едәуір азайтып, суды пайдалану коэффициентін 90–95% деңгейіне дейін арттыратыны анықталды. Суару инфрақұрылымын автоматтандыру және ашық су арналарының орнына жабық түтік жүйелерін қолдану жүйенің пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) 0,85–0,98 аралығына жеткізіп, су тасымалдау кезіндегі шығындарды 10%-дан астам төмендетуге мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижелері бойынша, Жетісай ауданының суармалы жерлерінде жер асты суларының деңгейі ескі суару жүйелерін пайдалану салдарынан жылына 0,5–1,5 метрге көтеріліп, соңғы 5–10 жылда 2–3 метрге жеткені анықталды. Бұл құбылыс топырақтың екінші қайтара тұздану процесін күшейтіп, жерлердің мелиорациялық жағдайына теріс әсерін тигізген. Тұздану негізінен сульфатты-натрийлі және хлоридті-сульфатты-магнийлі-натрийлі топырақ түрлерінде байқалды.

Аудандағы топырақтың беткі қабаты 15–40 метрге дейінгі қалыңдықтағы ауыр саздақтар мен құмдақтардан тұрады. Ал оның астында қалың аллювиалды шөгінділер (күм, малтатас) жатыр. Суармадан бұрын жер асты сулары 20 метрден терең орналасқан, бірақ жер бедерінің тұйықтығы мен табиғи дренаждың нашарлығы су балансын тұрақтандыруда қиындықтар тудырған.

Зерттеу барысында Мырзашөл (Жетісай) аймағында тік кәріз (вертикалды дренаж) жүйелерін енгізу нәтижесінде топырақтың дақты тұздануы 3–5 жыл ішінде айтарлықтай төмендегені анықталды. Тік кәріз жүйесі жер асты суларының деңгейін 2,75 метрден тереңірек ұстап тұруға мүмкіндік беріп, біртекті мелиоративтік фон қалыптастыруға ықпал етті. Сонымен қатар, тік кәріз ұңғымаларынан алынған минералдануы төмен суларды суаруға қайта пайдалану су тапшылығын азайтуға мүмкіндік берген.

Суаруға қолданылатын судың минералдануы топырақ түріне қарай 50–200 мг-экв/л аралығында, ал рН көрсеткіші 6,0–8,0-ке тең. Мұндай көрсеткіштер ҚР ҚН 3.04-11-2013 нормативтерімен сәйкес келеді және мелиоративтік жағдайды сақтау үшін маңызды [4].

Зерттеу тік кәріз жүйелерін қолдану мақта өнімін орта есеппен 11,5 ц/га арттырғанын көрсетті. Салынған инвестиция 3–5 жылда өзін-өзі ақтайды. Сонымен қатар, топырақтың нығыздалуымен күресу үшін әр 5 жыл сайын 100 см тереңдікке дейін мерзімді жырту жұмыстарын жүргізу ұсынылды.

Қорытындылай келе, зерттеу барысында анықталғандай, Жетісай ауданының топырақ профиліндегі тұз мөлшері 200–600 т/га жетеді. Бұл мәселені шешу үшін ҚР ҚН 3.04-11-2013 стандартына сай суарудың шаятын режимін енгізу және тік кәріз жүйесін қолдану арқылы «теріс тұзды баланс» қамтамасыз ету қажет [5][6,1466].

Зерттеу салыстырмалы-талдау, ретроспективті шолу және ғылыми синтез әдістеріне негізделді. Суарудың әртүрлі технологияларының сипаттамасы мен тиімділігі ғылыми әдебиеттер мен Мырзашөл массивіндегі практикалық тәжірибе деректері негізінде салыстырылды.

Жұмыс барысында салыстырмалы талдау, ретроспективті шолу және ғылыми синтез әдістері қолданылды. Біз тік және көлденең дренаж жүйелерінің мелиоративтік және экономикалық тиімділігін салыстырып, тәжірибелік деректер негізінде олардың ерекшеліктерін анықтадық. Әдістердің таңдалуы шөлдік аймақтарға бейімделуі, су үнемдеу тиімділігі және техникалық-экономикалық негіздемесі бойынша жүзеге асырылды. Мониторингтің негізгі аспектілері топырақтың ылғалдылығы мен тұздануын бақылау, жер асты суларының деңгейін өлшеу және дренаждық суларды қайта пайдалануға жарамдылығын бағалау болды.

Зерттеу нәтижелері су ресурстары шектеулі жағдайда суару тиімділігін арттыру үшін тамшылатып және топырақшілік суару технологияларының жоғары тиімділігін көрсетті. Тамшылатып суару суды тікелей өсімдік тамыр аймағына жеткізіп, булану мен сүзілу

шығындарын айтарлықтай төмендетеді және құнды көпжылдық дақылдар үшін тиімділігі анықталды. Топырақшilik суару әдісі судың бетке шығуын болдырмай, капиллярлық тарату арқылы тамыр аймағына жеткізіп, булану шығынын азайтты. Сонымен қатар, синхронды импульстық жаңбырлату әдісі суды үзілісті беру арқылы топырақтың терең қабатына сіңіруді арттырып, беткі ағынның пайда болуын төмендететінін анықтадық. Инфрақұрылымды жетілдіру — ашық арналарды түтікке айналдыру, сорғыш станцияларды автоматтандыру — жүйенің пайдалы әсер коэффициентін 0,85–0,98 деңгейіне көтеріп, тасымалдау шығындарын 10%-дан төмендетті.

Біздің зерттеу барысында тік кәріз жүйесінің (вертикалды дренаж, СВД) тиімділігі нақты көрсетілді. Тік кәріз жүйесі жер асты суларының деңгейін төмендетіп, топырақтың тұздық құрамын тұрақтандыруға мүмкіндік берді. Дренаждық сулар минералдануы рұқсат етілген деңгейде болған жағдайда, оларды суаруға қайта пайдалану арқылы су тапшылығын 20%-дан астам деңгейде өтейтінін анықтадық. Ұңғымалар санын реттеу арқылы су деңгейін дәл бақылау мүмкіндігі бұл жүйені ауыр сазды топырақтарда да тиімді етті [7,2906].

Зерттеу нәтижелерін талдау көрсеткендей, дренаждық суларды қайта пайдаланудың табыстылығы минералдану, натрий арақатынасы (SAR), рН және сілтілік сияқты көрсеткіштерге байланысты болды. Топырақ қасиеттеріне сәйкес минералдану 1–3,7 г/л, Na<sup>+</sup> үлесі 50%-дан аспауы, рН 6,0–8,0 аралығында және сілтілік ≤1,25 мг-экв/л деңгейінде болуы керек. Аталған параметрлерді сақтау арқылы дренаждық суды таза күйінде немесе тазартқаннан кейін тиімді пайдалануға болады [8].

Мырзашөл аймағында жүргізілген тәжірибелік бақылаулар топырақтың тұздық құрамының 3–5 жыл ішінде біртекті мелиоративтік фонға жеткенін көрсетті. Сонымен қатар, мақта өнімділігі 230 мың тоннаға артты, инвестициялардың өзін-өзі ақтау мерзімі 3–5 жылды құрады. Тік кәріз жүйесінің енгізілуі топырақ профилинен тұз мөлшерін азайтып, «теріс тұзды баланс» жағдайын қамтамасыз етті, бұл алдағы кезеңдерде топырақ тұздануын болдырмау үшін маңызды екені анықталды [9].

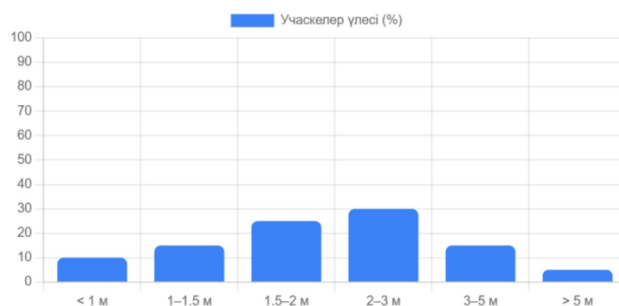
Салыстырмалы талдау нәтижелері көрсеткендей, тік кәріз жүйелері көлденең дренажға қарағанда қысқа мерзімде топырақ тұздығын төмендетуде және жер асты суларының деңгейін тұрақтандыруда анағұрлым тиімді [10]. Бұл жүйелер су шығынын азайтып, топырақ құнарлылығын сақтауға ықпал етеді, сонымен қатар ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Жүргізілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, су ресурстарын үнемдейтін технологиялар мен кешенді мониторинг жүйелерін интеграциялау — Мырзашөл сияқты күрделі гидрогеологиялық жағдайларда суармалы жерлердің тұрақты өнімділігін қамтамасыз етудің негізгі шарты.

Кесте1. Тік және көлденең дренаж жүйесінің салыстырмалы талдауы

Көрсеткіш	Тік кәріз	Көлденең дренаж
Тұздануды жою уақыты	3–5 жыл	7–10 жыл
Жер асты сулары деңгейін басқару	Икемді, дәл	Шектеулі, тұрақсыз
Суаруға қайта пайдалану мүмкіндігі	20%–дан жоғары	5–10%
Инвестицияның өзін-өзі ақтау мерзімі	3–5 жыл	7–10 жыл

Зерттеу аясында Мырзашөлдегі суармалы жерлердің гидрогеологиялық жағдайын бағалау үшін ұңғымалардан жер асты суларының деңгейі өлшеніп, су үлгілері лабораториялық жағдайда зерттелді. Сондай-ақ, топырақ қыртысының визуалды тексерісі және химиялық талдаулар жүргізілді. Бұл тәжірибе топырақтың тұздану деңгейін, рН көрсеткішін және негізгі катиондар мен аниондардың мөлшерін анықтауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер көрсеткендей, топырақтың тұздануы мен жер асты суларының минералдануы әртүрлі деңгейде байқалады: 1 г/л-ден төмен тұздануы бар учаскелер 22,4%, 1–3 г/л 42,63%, ал 3 г/л жоғары тұздануы бар жерлер 34,97% құрайды. Жер асты суларының тереңдігі 1 м-ден аз жерлерден бастап 5 м-ден терең жерлерге дейін әртүрлілік көрсеткен. Бұл мәліметтер суарудың тиімділігін бағалауда және дренаж жүйесінің жұмысына баға беруде негіз болды [11].



**Сурет1 - Жер асты суларының тереңдігі бойынша учаскелер үлесі**

Мелиоративтік шаралар ретінде химиялық өңдеу (гипс, сульфат, фосфогипс) және топырақ қабаттарын терең қазу мен араластыру тәжірибеге енгізілді. Бұл әдістер топырақтағы кальций-натрий алмасуын жақсартып, тұздануды азайтуға және суарманы тиімді пайдалануға мүмкіндік берді. Зерттеу барысында әртүрлі гидрофизикалық сипаттағы сынақ алаңдары таңдалып, топырақ пен жер асты суларының нақты жағдайы анықталды [12], [13,866].

Жүргізілген бақылаулар мен химиялық талдаулар негізінде дренаждық суларды қайта пайдалану мүмкіндігі зерттеліп, суды үнемдейтін суару технологияларының тиімділігі дәлелденді.

Зерттеудің әдістемелік базасын нығайту және Мырзашөлдегі тік кәріз жүйелерінің нақты жұмыс жағдайларын түсіну мақсатында далалық бақылаулар жүргізілді. Аумақтық су пайдаланушы ұйымының маманымен бірлесіп, Мырзашөл (Бетпақ дала) ауданындағы тік кәріз ұңғымалары және олармен байланысты инфрақұрылымның жұмыс жағдайы бағаланды.

Зерттеу барысында визуалды-аналитикалық материалдар ретінде жүйенің келесі негізгі элементтері қарастырылды:

Ағынды желі: Бұл желі арқылы дренаждық сулар алқаптан тасымалданады. Бағалау барысында оның сақталуы, жұмыс қабілеттілігі және суды тиімді тарату мүмкіндігі тексерілді.

Басқару станциясының үстіңгі құрылымы: Технологиялық жабдықтарды орналастыру үшін инфрақұрылымның бар болуы және оның техникалық жағдайы қаралды.

Ағынды желінің жалпы коллекторға қосылатын ұшы: Дренаждық сулардың алқаптан шығарылуының тиімділігі және құрылымдық бүтіндігі бағаланды.



**Сурет 2,3 - Тік кәріз жүйесінің пайдаланудағы техникалық жағдайлары**

Бұл суреттер мен олардың сипаттамалары тік кәріз жүйесінің нақты пайдаланудағы техникалық жағдайын, элементтердің өзара байланысын және жалпы инфрақұрылымның сақталу деңгейін көрнекі бағалауға мүмкіндік берді. Алынған сапалық деректер жоғарыда сипатталған салыстырмалы-техникалық талдау мен нормативтік есептеулерді нақты тәжірибе контекстінде орналастыруға және мелиоративтік жағдайды бағалауда алынған қорытындыларды растауға қызмет етті.

**Талқылау.** Зерттеу нәтижелері Жетісай ауданының суармалы жерлерінде тіккәріз (вертикалды дренаж) жүйесінің дәстүрлі көлденең дренажға қарағанда мелиоративтік тұрғыдан тиімді екенін көрсетті. Бұл қорытынды тік дренаждың гидрогеологиялық жағдайы күрделі аймақтарда жерасты сулары деңгейін реттеудегі артықшылықтарын атап өткен И. М. Решеткина еңбектеріндегі теориялық негіздер мен үйлеседі. Сондай-ақ дренаж және жерді мелиорациялау саласындағы кешенді талдауларда тіккәріздің басқару икемділігі жоғары екені көрсетілген К. Р. А. Хадж. Біздің зерттеуде топырақтың тұздануын жою мерзімінің 7–10 жылдан 3–5 жылға дейін қысқаруы және жерасты сулары деңгейінің 2,75 м-ден төмен тұрақты сақталуы осы ғылыми тұжырымдарды тәжірибелік тұрғыда дәлелдейді [1, 556], [2, 1676]. Топырақ тұздануы – әлемдік деңгейдегі өзекті экологиялық мәселе. Тұзданудың ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуіне кері әсері туралы Р. Shrivastava және R. Kumar еңбектерінде кеңінен қарастырылған. Сонымен қатар, топырақ тұздануын басқарудың кешенді тәсілдері су режимін оңтайландыру мен дренаж жүйелерін жетілдіруді талап ететінін А. Singh атап өтеді. Жетісай ауданындағы алынған нәтижелер осы теориялық пайымдауларды аймақтық деңгейде нақтылай түседі [10, 2 б]. Тамшылатып және топырақ ішілік суару технологияларын тіккәріз бен кешенді пайдалану суды қолдану тиімділігін 90–95%-ға дейін арттыруы тәжірибелік зерттеулермен де дәлелденген. Мәселен, J. L. Тап және әріптестері тамшылатып суару жағдайында топырақтағы тұздардың қайта бөлінуі мен шайылуы тиімді жүретінін көрсеткен. Бұл тәсіл суармалы аймақтарда тұздың жиналуын төмендетуге мүмкіндік береді. Суармалы жерлердегі тұзданудың агроэкологиялық салдарын жүйелі түрде талдаған N. Tessemazeretteуі де су үнемдеу технологияларының маңызын растайды. Сондықтан Мырзашөл сияқты су тапшылығы жоғары аймақтарда тіккәріз бен су үнемдеу технологияларын біріктіру ең тиімді шешімдердің бірі болып табылады [5, 142 б]. Қазақстан жағдайында тұзданған және батпақтанған жерлерді бағалау мен мониторинг жүргізудің маңызы ерекше. Спутниктік бақылау негізінде жүргізілген зерттеулер N. Bektaujev және I. Y. Savin еңбектерінде кеңінен қарастырылған [7, 2936]. Сонымен қатар, суармалы жерлердің тұздануын кеңістіктік-уақыттық бағалау мәселелері А. Ataniyazova зерттеуінде көрсетілгендей, қашықтан зондтау деректері арқылы тиімді жүзеге асырылады. Бұл біздің зерттеуде ұсынылған тұрақты мониторинг жүйесінің ғылыми негізін күшейтеді [9, 12616]. Дренаждық суларды қайта пайдалану мәселесі де ғылыми әдебиеттерде қарастырылған. Атап айтқанда, Әмудария атырауындағы суармалы жерлердің мелиоративтік жағдайын жақсарту жолдарын зерттеген В. А. Рафиков еңбектерінде дренаж суының сапасын бақылаудың маңыздылығы атап өтіледі.  $\text{Na}^+$  иондарының үлесін, рН пен сілтілік көрсеткіштерін тұрақты қадағалау – екінші қайтара тұзданудың алдын алудың негізгі шарты. Бұл тұжырымдар Жетісай ауданында минералдануы рұқсат етілген деңгейдегі дренаж суларын қайта пайдалану арқылы су тапшылығын 20%-дан астам өтеу мүмкіндігі мен ұштасады [12]. Сонымен бірге, мелиоративтік тұрақтылыққа қол жеткізу тек инженерлік шешімдермен шектелмейді. Қосымша агро-мелиоративтік шаралар, соның ішінде терең жырту мен химиялық мелиоранттарды қолдану, топырақ құрылымын жақсартуға ықпал етеді. Қырымның суармалы жерлерінің мелиоративтік жағдайын сипаттаған В. И. Ляшевский және төменгі Әмудария аймағындағы тұздану себептерін талдаған М. И. Рузметов еңбектері бұл бағыттағы кешенді тәсілдің маңызын көрсетеді [13, 886], [14, 896]. Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері тіккәріз жүйелерін су үнемдеу технологияларымен және ғылыми негізделген мониторингпен ұштастыра енгізу Жетісай ауданының суармалы жерлерін деградациядан қорғаудың тиімді жолы екенін дәлелдейді. Мақта өнімділігінің орта есеппен 11,5 ц/га-ға

артуы және инвестициялардың 3–5 жыл ішінде өзін-өзі ақтауы агроэкономикалық тұрғыдан да негізделген. Бұл қорытындылар халықаралық және отандық ғалымдардың тұзданумен күрес, дренаж жүйелерін жетілдіру және тұрақты жер пайдалану мәселелеріндегі ғылыми тұжырымдарымен толық сәйкес келеді.

**Қорытынды.** Зерттеу барысында Мырзашөл (Жетісай) ауданының суармалы жерлерінде суару тиімділігін арттыру және топырақтың тұздануымен күресу мәселелері кешенді түрде қарастырылды. Салыстырмалы-талдау және практикалық мониторинг нәтижелері мынадай негізгі қорытындылар жасауға мүмкіндік берді:

Суды үнемдейтін технологиялардың маңызы ерекше: тамшылатып және топырақшілік суару судың булану және сүзілу шығындарын азайтып, суды пайдалану коэффициентін 90–95% дейін арттырады. Бұл технологиялар су тапшылығы жағдайында жоғары құнды дақылдарды (жүзім, жеміс бақтары) тиімді өсірудің негізгі құралы.

Тік кәріз жүйелері топырақтың тұздануымен күресте, жер асты суларының деңгейін тұрақтандыруда және сорылған суды қайта пайдалану арқылы су балансын толықтыруда маңызды рөл атқарады. Олар көлденең дренаж жүйелеріне қарағанда қысқа мерзімде экономикалық тиімді нәтиже береді және «теріс тұзды баланс» қалыптастыру арқылы топырақ тұздануын болдырмайды.

Суару жүйелерінің тұрақты және тиімді жұмысы кешенді мониторингті қажет етеді. Бұл топырақ-ылғалдылық, жер асты суларының деңгейі, судың минералдануы, рН және натрий құрамын үздіксіз бақылауды қамтиды. Қатаң нормативтік талаптарды сақтау — тік кәріз және суару жүйелерінің ұзақ мерзімді тұрақтылығына кепілдік береді.

Ашық арналарды түтікке айналдыру, автоматтандыру және дренаждық суларды қайта пайдалану сияқты шаралар жүйенің ПӘК-ін 0,85–0,98% дейін арттырады, суды тасымалдау кезіндегі жоғалтуларды 10%-дан төмендетеді және инвестициялардың өзін-өзі ақтау мерзімін 3–5 жылға қысқартады.

Болашақ зерттеулер жергілікті гидрогеологиялық және климаттық жағдайларды ескере отырып, әртүрлі дақылдар үшін дренаждық суларды қайта пайдаланудың агротехникалық режимдерін әзірлеуге, энергиятиімді суды тазарту технологияларын енгізуге және фермерлер мен су пайдаланушылар арасында технологиялық білімді таратуға бағытталуы тиіс.

Осылайша, зерттеулерге сәйкес, су ресурстарын үнемдеу мен топырақ тұздануын бақылау мәселелерін кешенді шешу үшін суды тиімді жеткізу технологияларын енгізу, тік кәріз жүйелерін қолдану және мелиоративтік мониторингті ұйымдастыру — негізгі ғылыми-тәжірибелік негіз құрайды. Бұл шаралар Жетісай ауданы сияқты құрғақ климаттық аймақтардағы суармалы жерлердің тұрақты өнімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [15].

## ӘДЕБИЕТТЕР

1. Хадж, К. Р. А. Аналитическое обзорное исследование в сфере дренажа и осушения земель / Analytical Review Research in the Field of Drainage and Land Reclamation / К. Р. А. Хадж // Вестник мелиоратора. – 2022. – № 4. – Б. 54-66. – DOI: [10.55287/22275398\\_2022\\_4\\_54](https://doi.org/10.55287/22275398_2022_4_54).
2. Решеткина, И. М. Вертикальный дренаж [Мәтін] / И. М. Решеткина, Х. И. Якубов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1978. – 420 с.: ил.
3. Қазақстан Республикасының құрылыс нормалары. Мелиоративтік жүйелер мен имараттар: ҚР ҚН 3.04-11-2013 (СН РК 3.04-11-2013) : ресми басылым / ҚР Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитеті. – Астана, 2015.
4. Singh, A. (2021). *Soil salinization management for sustainable development: A comprehensive review*. *Journal of Environmental Management*, 298, 113497. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113497> — кешенді шолу мақала, топырақ тұздануын және оның басқару әдістерін талқылайды.

5. Tessema, N., Yadeta, D., Kebede, A., & Ayele, G. T. (2023). *Soil and Irrigation Water Salinity, and Its Consequences for Agriculture in Ethiopia: A Systematic Review*. *Agriculture*, 13(1), 109. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010109> — суармалы жерлерде тұзданудың аграрлық әсерімен салдарын жалпылама қарастыратын жүйелі тұз шолу.

6. Tan, J. L., Kang, Y. H., Jiao, Y. P., et al. (2023). *Effects of drip irrigation and cropping on soil salinity, ionic composition and waxy corn production in a severely saline soil*. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 16(5), 142–154. DOI: 10.25165/j.ijabe.20231605.8125 — тамшылатып суарудың тұздануды төмендетуге әсері туралы тәжірибелік зерттеу.

7. Bektaev, N., Mansurova, K., Kaldybayev, S., Pachikin, K., Erzhanova, K., & Absatova, B. (2023). *Comprehensive assessment and information database on saline and waterlogged soils in Kazakhstan: Insights from Remote Sensing Technology*. *Eurasian Journal of Soil Science*, 12(4), 290–299. DOI: 10.18393/ejss.1309746 — Қазақстан аумағындағы тұзданған және батпақтанған жерлерді бағалау бойынша деректер базасы.

8. Ataniyazova, A., & Merembayev, T. (2025). *Spatiotemporal assessment of soil salinity in irrigated agricultural lands of Kazakhstan using remote sensing*. *Journal of Problems in Computer Science and Information Technologies*, 3(3), 13–26. DOI: <https://doi.org/10.26577/jpcsit2025332> — Қазақстандағы суармалы жерлердің тұздануын спутниктік бақылау арқылы бағалау.

9. Savin, I. Y., Terekhov, A. G., Amirgaliev, E. N., & Sagatdinova, G. N. (2023). *Satellite Monitoring of Salinization of Irrigated Soils in South Kazakhstan*. *Počvovedenie*, No.10 (2023), 1259–1268. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600543> — Оңтүстік Қазақстандағы суармалы жерлердің тұздануын спутниктік мониторинг арқылы зерттеу.

10. Shrivastava, P., & Kumar, R. (2014). *Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth constraint*. *Frontiers in Plant Science*, 5:162. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4336437/> — тұздану проблемасының өсімдіктерге әсері туралы шолу.

11. Рафиқов В. А. Вопросы улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель дельты Амударьи в условиях их опустынивания / В. А. Рафиқов, Н. А. Рафиқова, З. А. Ганиев // *Экономика и социум*. — 2024.

12. Рафиқов В. А. Значение ГИС-технологий при оценке природно-мелиоративного состояния орошаемых земель / В. А. Рафиқов, И. З. Курбонова // *Экономика и социум*. — 2025.

13. Ляшевский В. И. Мелиоративная характеристика орошаемых земель Крыма / В. И. Ляшевский, М. В. Вердыш // *Мелиорация и гидротехника*. — 2018. — № 3(31). — С. 86–99.

14. Рузметов М. И. Причины засоления и современное почвенно-экологическое состояние орошаемых земель низовьев Амударьи / М. И. Рузметов, А. У. Ахмедов, А. Б. Мырзамбетов, Ж. М. Турдалиев // *Научное обозрение. Биологические науки*. — 2019. — № 3. — С. 37–41.

15. SmanovZh. M. Modern reclaim state of irrigated soils and the method of its study on the example of APC «Azia Agro Group» / Zh. M. Smanov, A. I. Suleimenova, M. N. Poshanov, S. N. Duysekov, A. S. Vyrahmanova // *Soil Science and Agrochemistry*. — 2023. — № 1. — P. 15–35. — DOI: 10.51886/1999-740X\_2023\_1\_15.

## REFERENCES

1. Khadzhi, K. R. A. Analytical Review Research in the Field of Drainage and Land Reclamation [Text] / K. R. A. Khadzhi // *Bulletin of the Meliorator*. – 2022. – No. 4. – P. 54-66. – DOI: [10.55287/22275398\\_2022\\_4\\_54](https://doi.org/10.55287/22275398_2022_4_54).

2. Reshetkina, I. M. Vertical Drainage [Text] / I. M. Reshetkina, Kh. I. Yakubov. – 2nd ed., rev. and enl. – Moscow: Kolos, 1978. – 420 p.: ill.
3. Construction Norms of the Republic of Kazakhstan. Meliorative Systems and Structures: KR KN 3.04-11-2013 (SN RK 3.04-11-2013): official publication / Committee for Construction, Housing and Communal Services and Land Resources Management of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan. – Astana, 2015.
4. Singh, A. (2021). Soil salinization management for sustainable development: A comprehensive review. *Journal of Environmental Management*, 298, 113497. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.113497
5. Tessema, N., Yadeta, D., Kebede, A., & Ayele, G. T. (2023). Soil and irrigation water salinity, and its consequences for agriculture in Ethiopia: A systematic review. *Agriculture*, 13(1), 109. DOI: 10.3390/agriculture13010109
6. Tan, J. L., Kang, Y. H., Jiao, Y. P., et al. (2023). Effects of drip irrigation and cropping on soil salinity, ionic composition and waxy corn production in a severely saline soil. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 16(5), 142–154. DOI: 10.25165/j.ijabe.20231605.8125
7. Bektayev, N., Mansurova, K., Kaldybayev, S., Pachikin, K., Erzhanova, K., & Absatova, B. (2023). Comprehensive assessment and information database on saline and waterlogged soils in Kazakhstan: Insights from remote sensing technology. *Eurasian Journal of Soil Science*, 12(4), 290–299. DOI: 10.18393/ejss.1309746
8. Ataniyazova, A., & Merembayev, T. (2025). Spatiotemporal assessment of soil salinity in irrigated agricultural lands of Kazakhstan using remote sensing. *Journal of Problems in Computer Science and Information Technologies*, 3(3), 13–26. DOI: 10.26577/jpcsit2025332
9. Savin, I. Y., Terekhov, A. G., Amirgaliev, E. N., & Sagatdinova, G. N. (2023). Satellite monitoring of salinization of irrigated soils in South Kazakhstan. *Počvovedenie*, No. 10 (2023), 1259–1268. DOI: 10.31857/S0032180X23600543
10. Shrivastava, P., & Kumar, R. (2014). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth constraint. *Frontiers in Plant Science*, 5, 162. DOI: 10.3389/fpls.2014.00162
11. Rafikov, V. A., Rafikova, N. A., & Ganiev, Z. A. (2024). Issues of improving the reclamation condition of irrigated lands in the Amu Darya delta under desertification processes. *Economics and Society*.
12. Rafikov, V. A., & Kurbonova, I. Z. (2025). The significance of GIS technologies in assessing the natural and reclamation condition of irrigated lands. *Economics and Society*.
13. Lyashevsky, V. I., & Verdysh, M. V. (2018). Reclamation characteristics of irrigated lands in Crimea. *Melioration and Hydrotechnics*, 3(31), 86–99.
14. Ruzmetov, M. I., Akhmedov, A. U., Myrzambetov, A. B., & Turdaliyev, Zh. M. (2019). Causes of salinization and the current soil-ecological condition of irrigated lands in the lower reaches of the Amu Darya. *Scientific Review. Biological Sciences*, 3, 37–41.
15. Smanov, Zh. M., Suleimenova, A. I., Poshanov, M. N., Duysekov, S. N., & Vyrakhmanova, A. S. (2023). Modern reclamation state of irrigated soils and methods of its study using the example of APC “Azia Agro Group”. *Soil Science and Agrochemistry*, 1, 15–35. [https://doi.org/10.51886/1999-740X\\_2023\\_1\\_15](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2023_1_15)

## SYSTEMATIC STUDY OF CURRENT MELIORATIVE CONDITION AND SALINISATION OF IRRIGATED LANDS IN ZHETYSAI DISTRICT OF TURKESTAN PROVINCE

\*Daut U.S., Isakov E.D.

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan  
e-mail: erlan.issakov@gmail.com, ulasbek.daut@mail.ru

**Abstract.** This study presents a comprehensive assessment of the meliorative condition and soil salinization of irrigated lands in Zhetysay District, Turkestan Province. The research investigates the effectiveness of modern irrigation technologies, including drip and subsurface irrigation, alongside vertical drainage systems. Field observations, well measurements, and laboratory analyses revealed that vertical drainage significantly stabilizes groundwater levels, reduces soil salinity, and enables the reuse of drained water, enhancing irrigation efficiency up to 90–95%. Soil salinity was primarily of sulfate-sodium and chloride-sulfate-magnesium-sodium types. Comparative analysis showed that vertical drainage achieves a uniform meliorative background within 3–5 years, outperforming conventional horizontal drainage in salt removal, groundwater management, and economic return. Effective implementation requires continuous monitoring of soil moisture, groundwater depth, water mineralization, pH, and sodium content. Additional interventions, such as chemical amelioration (gypsum, phosphogypsum, sulfuric acid) and deep soil tillage, further improve calcium-sodium exchange and soil structure. The study highlights that integration of water-saving irrigation technologies with vertical drainage and reclamation monitoring provides a sustainable strategy for managing irrigated lands under arid and semi-arid conditions. These findings offer a scientifically grounded basis for optimizing irrigation practices, preventing secondary salinization, and ensuring long-term agricultural productivity in water-limited regions.

**Keywords:** vertical drainage, soil salinization, irrigated lands, water-saving irrigation, Zhetysay District, arid regions, meliorative condition, drainage water reuse.

## СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ И ЗАСОЛЕНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ЖЕТЫСАЙСКОГО РАЙОНА ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

\*Даут У.С., Исаков Е.Д.

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы,  
Казахстан

e-mail: erlan.issakov@gmail.com, ulasbek.daut@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлен комплексный анализ мелиоративного состояния и солонцеватости орошаемых земель Жетысайского района Туркестанской области. Исследование посвящено эффективности современных технологий орошения, включая капельное и подземное орошение, а также вертикальную дренажную систему. Полевые наблюдения, измерения уровня грунтовых вод и лабораторные анализы показали, что вертикальный дренаж стабилизирует уровень грунтовых вод, снижает солонцеватость почвы и позволяет повторно использовать дренажные воды, повышая коэффициент полезного использования воды до 90–95%. Солонцеватость почв представлена в основном сульфатно-натриевыми и хлоридно-сульфатно-магниевыми типами. Сравнительный анализ показал, что вертикальный дренаж формирует однородный мелиоративный фон за 3–5 лет, превосходя горизонтальный дренаж по удалению солей, контролю за уровнем грунтовых вод и экономической эффективности. Эффективное внедрение требует постоянного мониторинга влажности почвы, глубины грунтовых вод, минерализации воды, pH и содержания натрия. Дополнительные меры, такие как химическая мелиорация (гипс, фосфогипс, серная кислота) и глубокая обработка почвы, способствуют улучшению кальций-натриевого обмена и структуры почвы. Исследование подчеркивает, что сочетание водосберегающих технологий орошения с вертикальным дренажем и мониторингом мелиорации обеспечивает устойчивое управление орошаемыми землями в аридных и полуаридных условиях.

**Ключевые слова:** вертикальный дренаж, солонцеватость почв, орошаемые земли, водосберегающее орошение, Жетысайский район, аридные регионы, мелиоративное состояние, повторное использование дренажных вод.