

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-34-43.37>

FTAMP 631.445.56:631

ӨЖ 556.5

А. Е. Дуанбекова¹, П. С. Султанбекова², Е. Саркынов^{3*}, Ж. З. Жакупова⁴

¹ Ізденуші (М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан; aiga78@inbox.ru)

² Техника ғылымының кандидаты, доцент (М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан; parida.sultanbekova@mail.ru)

^{3*} Техника ғылымдарының кандидаты, профессор (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан; Yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz)

⁴ PhD (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан; Zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz)

АЗ СУЛЫ КЕЗЕҢ ЦИКЛІ ЖАҒДАЙЫНДА ДАҚЫЛДАРДЫ СУАРУ ҮШІН КОЛЛЕКТОРЛЫҚ-ДРЕНАЖДЫ СУЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Аннотация. Мақалада Түркістан облысы суармалы жерлерінің мелиоративтік жағдайы туралы және аз сулы кезең циклі жағдайында дақылдарды суару үшін коллекторлық-дренажды суларды пайдаланудың экологиялық аспектілері бойынша зерттеу мәліметтері қарастырылған. Қазіргі таңда Қазақстан Республикасының ирригациялық жүйелерінің трансшекаралық өзендер ағысымен сумен қамтамасыздану тәуелділігі артты. Көршілес елдердің экономикалық және әлеуметтік дамуының артуына орай, трансшекаралық ағындардың азаю тенденциясы байқалуда. Гидрологиялық болжамдарға сәйкес 2030 жылдары трансшекаралық өзендер ағыны 40% дейін қысқаруы мүмкін. Зерттеу объектісі болып табылатын Түркістан облысында, суармалы жерлер трансшекаралық өзендер бассейнінде орналасқан, қазіргі таңда іске қосылып тұрған ирригациялық жүйелердің сумен қамтамасыздануы көрсеткіші 75-90% шегінде ауытқыса, ал аз сулы жылдарда 50-60% ға дейін төмендейді. Үлкен көлемде түзілетін коллекторлық-дренаждық және сарқынды сулар, өзен бассейндерінің шегіне тасталынып, су көздерін және олардың төңірегіндегі территориялардың қоршаған ортасын ластайды. Орта Азия елдерінде, оның ішінде Қазақстанда да қарқынды суармалы егіншілікті жасанды суарусыз жасау мүмкін емес. Зерттеу мәліметтерін талдай келе ауылшаруашылық дақылдарын суаруға және топырақты шаюға тікелей өзен сулары пайдаланылады, ал ол қазірдің өзінде аздығы сезіледі. Сондықтан да, жаңа су көздерін табу және пайдалану туралы мәселе, барған сайын өзекті болуда, мәселенің шешімі қосымша балама су көздерін табуға тіреледі. Мұндай үлкен көлемдегі су көздері ретінде пайдаланылмаған әлсіз минералданған жер асты сулары және суғару алқаптарынан шығатын коллекторлық-дренажды сулар болып табылады.

Түйін сөздер: коллектор, дренажды сулар, суармалы жерлер, жер асты суының деңгейі, тұздану, жерлердің мелиоративтік жағдайы.

Кіріспе. Қазақстан Республикасында суармалы егіншіліктің дамуы, су ресурстарының жеткілікті деңгейде болуына және суармалы жерлерді сумен қамтамасыз ететін су көздерінің трансшекаралық өзендер бассейндері аймағында орналасуына тәуелді. Осыған байланысты суару жүйелерінің сумен қамтамасыз етілуі, соңғы 10-15 жылда 60 %-ға дейін төмендеген. Ауыл шаруашылығын сумен қамтамасыз етудегі су жетіспеушілігі мәселесін шешудің ең қолайлы шешімі, суармалы алқаптарда пайда болатын коллекторлық-дренажды суларды қолдану. Қайта пайдаланылатын коллекторлық-дренаждық сулардың сапасы құрғақшылық аймақтарда, жердің тұздану мәселесімен ұштасады. Сонымен қатар бұл сулардың едәуір көлемі (сумен жабдықтаудың 50 % дейін) көл жүйелерін толықтырады, сол арқылы оларды ластайды және қоршаған ортаны нашарлатады [1-5].

Қазақстанның гидромелиоративтік жүйелеріндегі су ресурстарын басқару жүйесі агроэкожүйелердегі табиғи тепе-теңдіктің бұзылуына алып келеді, жер үсті және жер асты суларының ластану процестерін жеделдетеді және олардың мелиорациялық жай-күйін нашарлатады. Негізінен суармалы егіншілікте жоғары рентабельді дақылдарды өсіру үшін, пайдаланылатын су ресурстарының тұрақты қысқару үрдісі суармалы жерлердің айналымнан шығып қалуына әкеледі. Мәселені зерделей келе, мұндай жағдайда осы даму қарқынымен топырақты сілтілеу мен тұзсыз-

дандырудың динамикасы табиғи түрде жеделдейді. Сондықтан да суармалы жерлердің дамуына арналған барлық әдістер қазіргі таңда өзекті болып табылады.

Түркістан облысындағы суармалы жер бедері әр-түрлілігімен ерекшеленіп, 4 бөлікке бөлінеді: солтүстіктік, оңтүстік-батыстық-жазықтық, оңтүстік-жазықтық және оңтүстік-шығыстық-таулы.

Сырдария өзені жақтағы Қаратау жотасының оңтүстік-батыс баурайлары жайпақ болып келеді және кіші өзеншелер арқылы да суғаруға болатын мүмкіндікке ие [3]. Орналасу ретіне қарай аймақтық шарттарға сәйкес Арыс-Түркістан каналы және Сырдария өзені аралығында Түркістан және Кентау қалаларына қарасты аймақта 71,06 мың га суармалы алқап орналасқан. Бұл алқап Оңтүстік жағынан тұзды көлдермен шектелуіне орай, суармалы алқаптың оңтүстік бағытта дамуын тежейді. Мойынқұм құмдарына жалғасып жататын Қаратау жотасының солтүстік-шығыс баурайының сипаты көбінде тік, құзды болып келеді және жыралы ағын сулармен қамтылған. Мойынқұм құмдары және Қаратаудың солтүстік белдемі жағындағы аралықта, Созақ ауданына қарасты аймақ сұр топырақтарымен сипатталып, тау алдыңғы жазықтықты алып жатыр. Осы аймақтың жері суармалы егіншілік шаруашылығын ұйымдастыруға жарамды сипатта болғанымен, суармалы судың жеткіліксіз болуына орай, қалыпты деңгейде игерілмеуде [4, 5].

Облыстың оңтүстік-батысында Қызылқұм құмды шөлі орналасқан, оңтүстікке бағытталған жағында ол, Мырзашөл даласының көтеріңкі жазықтығымен алмасады. Облыстың суармалы жерлерінің негізгі су көздері Сырдария, Арыс өзендері және Достық, Қызылқұм каналдары болып табылады [6, 7].

Облыстағы Мырзашөл даласының көтеріңкі жазықтығында орналасқан суармалы массивтің ирригациялық мелиоративтік мәселесі топырақтардың тұздануы мен сортаңдануына негізделген. Зерттеулерді талдай келе, тұздар топырақтың үстінгі қабатында шоғырланатындығын төмендегі себептермен түсіндіреміз:

- үстінгі қабатқа жер асты суларының көтерілуінен;
- тау жыныстары үгілуінің нәтижесінде түзілген тұздар, жер беті сулары ағысының жер бедерінің ойпаттарына қарай бағытталуымен;
- үгілу және топырақ қалыптасу процессінде бейтарап құрамды тұздар улы, суда ерігіш қосылыстарға өтуімен;
- сорлар және тұздың жауын шашын мен желдің әсерінен қозғалысымен (инпульверизация);
- топырақ қалыптасу процессіндегі төсеніш жыныстарындағы тұздар, тұшы жер асты суларында еріген күйде топырақтың үстінгі қабаттарында шоғырланады.

Суармалы егіншілікті ұйымдастырудың алғы шарты суару суының жеткілікті мөлшерімен сипатталады. Соңғы жылдары трансшекаралық өзен бассейндеріндегі су ағынының көлемінің азаюының басты себебі, аз сулы кезең циклінің басталуымен түсіндіріледі. Ғаламдық климаттық өзгерістерге орай, 2019 жылы судың көлемі 83 шақырым текше метрді көрсетіп, бұл орта көпжылдықпен салыстырғанда 20%-ға, 2016-2017 жылғы кезеңмен салыстырғанда 40%-ға аз болды. Әрине, аталған көрсеткіштерге қарап, суды үнемдеп, ұқыпты пайдалану туралы ойлануға тура келеді. Жұмыстың мақсаты эксперименттер мен суару суы сапасы индексінің тәсіліне негізделген, Мақтаарал ауданы суармалы алқаптарынан шығатын коллекторлық - дренажды суларды қайта пайдаланудың аз сулы кезең циклінде қосымша су көзі ретінде қолдану жобасын бағалау болып табылады. Жобада отыз алты су сынама-сы маусымдық түрде жиналды. Коллекторлық-дренаждық сулар халықаралық (ФАО) дренаждық және суару суының нұсқауларына сәйкес бағаланды. Сонымен қатар, коллекторлық-дренаждық суларды қолданудың экологиялық аспектілері талданды [8].

Зерттеу нысаны болып табылатын суару массивінде, топырақтың тұздану процесі судың аздығының қайталанатын циклдары аясында және тұтастай алғанда климаттың өзгеруіне және сәйкесінше құрғақшылыққа байланысты белсенді дамып келеді. Атап айтқанда, қазіргі уақытта тұзды суармалы жерлердің ауданы 54,5 мың га немесе 37% құрайды.

Бұдан басқа, Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы Министрлігінің "Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиорациялық экспедициясы" РММ Түркістан облысының 2022 жылғы жиынтық мелиорациялық есебінен алынған ақпаратқа сәйкес, тік дренаж ұңғымаларының дұрыс жұмыс жасамауы және ашық көлденең коллекторлардың қанағаттанарлықсыз жай-күйіне байланысты алқапта шамамен 77%, ал суару кезеңінде (маусым-шілде) суармалы жерлердің 61% – грунт сулары топырақ жамылғысының рұқсат етілмеген (2 м-ден жоғары) тереңдігінде болды. Бұл

жағдай бұдан әрі тұзды суармалы жерлердің аумағының өсуіне алып келеді. Бұл өз кезегінде өнімділіктің 50%-ға дейін төмендеуіне және тиісінше суармалы егіншілік негізгі табыс көзі болып табылатын, халықтың табысының қысқаруына әкеледі [9, 10].

Материалдар және зерттеу әдістемелері. Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы суармалы жерлердің мелиорациялық жағдайын бағалау, суармалы алқаптардағы су көзі ретінде коллекторлық-дренаждық суларды қолданудың экологиялық аспектілері талданды.

Мырзашөл массивіндегі суармалы жерлерде агромелиоративтік зерттеу жұмыстары жүргізілді, яғни зерттеу аймағының барлық территориясында топыраққа 1:50000 масштабта тұздық түсірілім жасалды.

Коллекторлық-дренаждық суларды пайдаланудағы суармалы жерлердің экологиялық мелиорациялық жағдайы жер беті суларының минералдылығы мен тұздық құрамының сапасына байланыстылығы анықталды. Сондықтанда суармалы жерлерді экологиялық және мелиоративтік бағалау суару суының тұздылық көрсеткіші мен химиялық құрамын шекті рұқсат етілген концентрациямен салыстыруды қажет етеді. Зерттеу жүргізу барысында коллекторлық-дренаждық суларды ауылшаруашылық дақылдарын суғаруда қолдану, топырақтың тұздану қауіптілігі, бөлек иондардың уыттылығы көрсеткіштері бойынша бағаланды.

Суғару суларының сапасын анықтауда жалпы тұздық құрамы, аниондардың сандық индикаторлары, катиондардың сандық индикаторлары, - жерді пайдаланудың қазіргі құрылым иондардың әртүрлі қатынастары, соданың болуы, уытты және уытты емес тұздар анықталды.

Минералданған коллекторлық-дренажды сумен суарудағы топырақтың агрохимиялық, су-физикалық қасиеттеріне, жер асты суларының режиміне және минералдануына әсерін анықтауда, зерттелетін учаскеде топырақтың 529 анықтамалық (тетіктік) аралық учаскелерінен, 1729 топырақ және жер асты суларынан сынама алынды. Сынамалық жер асты суларына генетикалық көкжиектер бойынша химиялық сараптама жүргізілді және 15795 рет жерасты суларының деңгейіне өлшеу жүргізілді.

Зерттеу барысында, аз сулы кезең циклі жылдарында Мырзашөл массивінде 2002 жылы салынған 90 бақылау ұңғымасы және 3 пьезометриялық ұңғымадан сынамалар алынып талданды. Аймақтағы бақылау ұңғымаларында, 2021 жылы 431 бақылау ұңғымасына және 5 пьезометриялық бақылау ұңғымаларының мелиоративтік және экологиялық жағдайы бағаланды, яғни территориядағы жер асты суының деңгейіне әрбір 10 күн сайын бақылау жасалды.

Суармалы алқаптарда аэрация аймағын және жер асты суларын ескере отырып, қажетті қабатқа дейінгі жалпы су балансын есептеу ыңғайлы. Су балансының жалпы теңдеуі келесі өрнекпен анықталады:

$$\mu = 9\,810\,000 / 63\,821 \times 0,26 (16\,593,5) = 591,2 \text{ м}^3/\text{га} = + 0,06 \text{ м.}$$

Есептеулерге сәйкес айырмашылық 9,81 млн м³ құрайды. Яғни, жер асты суларының көтерілуі 0,06 м құрайды. Топырақтың тұздануы өте динамикалық индикатор болып саналады, ол суару, климаттық, гидрологиялық, гидрогеологиялық факторларға байланысты болады.

Зерттеуде генетикалық-географиялық, бейіндік-геохимиялық, салыстырмалы-географиялық, табиғи-далалық және химиялық-аналитикалық әдістер пайдаланылды.

«Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық және мелиорациялық экспедициясы» РМК ғалымдармен бірлесіп жүргізілген дала жұмыстары кезінде алынған топырақ сынамалары және жер асты, жер үсті суларынан алынған сынамалар зертханаларда зерттелді.

Суды химиялық талдау кезінде (суару, топырақ, коллекторлық-дренаж) тұздардың жалпы мөлшері аниондар, катиондар және рН анықталды. Бірнеше көрсеткіштер суғару суының, коллекторлық-дренаждық сулардың құрамының сапасын бағалау үшін пайдаланылды: магний катиондарының құрамы (Mg); суару коэффициенті және натрийдің адсорбциясы (SAR) коэффициенті [11]. Суармалы жерлердің экологиялық және мелиоративтік жағдайы қанағаттанарлық және ол жүйені суарудың техникалық жағдайына байланысты болатыны белгілі.

Атап айтқанда, қабылданған әдістеме бойынша топырақ-тұздық түсірілімді жүргізу кезінде суармалы топырақтың тұздану химиясының дәрежесі мен түрі, сортаңданған жерлердің кеңістікте таралуы белгіленді, сондай-ақ тұздану процестерінің даму себептері, топырақтың тұздануының су шаруашылығы жағдайларымен және жер асты суларының режимімен байланысы анықталды.

Суармалы жерлердің топырағының тұздануымен күресудің маңызды әдісі – шаю, оның тиімділігі топырақты шаюды жүргізудің мерзіміне, таңдалған шаю нормасына және суармалы жерді дайындау сапасына байланысты болады. Түркістан облысы суармалы жерлерінің жағдайында орташа, күшті және өте тұзды жерлерді шаюдың ең оңтайлы мерзімі күзгі-қысқы (қараша-желтоқсан) кезең болып табылады [12-16].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Мақтаарал ауданына қарасты 20,2 мың га суармалы жерлеріндегі топырақтардың тұздану дәрежесін және топырақтардың түрін анықтау үшін далалық топырақ-тұздық түсірілім жұмыстары жүргізілді. Зерттеу барысында суармалы жерлердегі 16 тұрақты алаңда тұздың өзгеруіне, құнарлылығына және топырақ қабатының ластануына бақылау жүргізілді.

1:10000 масштабтағы тұзды түсіріліммен Мақтаарал ауданының «Қарақай», «Жаңаауыл» және «Ынтымак» ауылдық округтерінің барлық суармалы жерлері қамтылды. Түсірілімнің жалпы ауданы 21958 га құрады. түсірілімнің мақсаты суармалы жерлердің мелиоративтік жағдайын тұздану бойынша тексеру болды. «Қарақай», «Жаңаауыл» және «Ынтымак» ауылдық округтері жерлерінің тұзды түсірілімінің нәтижелері, сондай-ақ алдыңғы тұзды түсірілімдерінен алынған нәтижелер 1-ші кестеде көрсетілген.

1-кесте – «Қарақай», «Жаңаауыл» және «Ынтымак» ауылдық округтері алаңдары топырақтарының тұздану дәрежесі бойынша динамикасы

Table 1 – Dynamics of soil salinity in the areas of the rural districts of “Karakai”, “Zhanaaul” and “Yntymak”

Ауылдық округтер	Жылдар	Алаң, га	Соның ішінде									
			тұзданған		аз тұзданған		орташа		күшті		өте күшті	
			га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Қарақай	2005	6671	2248	34	1991	30	1953	29	479	7	–	–
	2012	6608	1566	24	1294	19	2709	41	795	12	244	4
	2017	7027	1125	16	2466	35	2596	37	510	7	330	5
Жаңааул	2005	6811	3678	54	1547	23	1464	21	122	2	–	–
	2012	6816	2690	39	990	15	2586	38	480	7	70	1
	2017	7111	2324	33	1966	28	2016	28	557	8	248	3
Ынтымак	2007	6509	3307	52	617	9	2354	36	161	3	–	–
	2017	7820	2414	31	1484	19	1783	23	1022	13	1117	14

Кестеден көргеніміздей «Қарақай» мен «Жаңаауыл» ауылдық округтерінде су шаруашылығы желісі жөнделіп, қайта жаңартылғанымен, оның ішінде тік дренаж ұңғымалары қалпына келтіріліп, пайдалануға берілгенімен, суармалы жерлердің мелиоративтік жай-күйінің тұздану бойынша түбегейлі жақсаруы әлі болмағаны анықталды.

«Қарақай» ауылдық округінде тұздану бойынша, мелиоративтік қолайсыз жерлердің (орташа, қатты және өте қатты тұздалған) алқаптары 2012 жылғы 57 %-дан ағымдағы жылы 49 %-ға дейін қысқарды, алайда 2012 жылғы 24 %-дан 2017 жылы 16 %-ға дейін азайды. Жалпы, округ жерлерінің жағдайының баяу өзгеруі байқалады. Егер жоғарғы терең горизонттағы тұздар қоры, 2012 жылы 1 гектарға 67,3 тоннаны құраса, зерттеу жүргізу кезіндегі мәні бірдей – 66,8 т/га. Тұздану бойынша мелиоративтік қолайсыз жерлердің ауданы 49 %-ға дейін қысқарғанымен, әлі де өте жоғары мәнге ие (округтің суармалы жерлерінің жалпы ауданы бойынша 2005 жылы мелиоративтік қолайсыз жерлердің ауданы 36%-ды құрады).

«Жаңаауыл» ауылдық округінде топырақтың сортаңдануы бойынша мелиоративтік жағдайы біршама жақсырақ, алайда 5 жылдық кезеңде біршама нашарлау орын алды. Мұнда, Қарақайдағыдай, тұздалмаған жерлердің көлемі азайды, сонымен қатар тұздануға бейім жерлердің ауданы азайды. Егер 2012 жылы мелиоративтік қолайсыз жерлердің ауданы, округтің жалпы суармалы жерлерінің 46 % құраса, қазіргі уақытта олар 39 % құрады. Алайда, топырақтың жоғарғы беттік қабатындағы тұздар қоры 2012 жылы 51,9 тонна/га-дан, 2017 жылы 54,7 тонна/га-ға дейін өсті. Тұздану жағдайының негізгі себебі, тік дренажды ұңғымалардың жұмыс жасауының төменділігіне

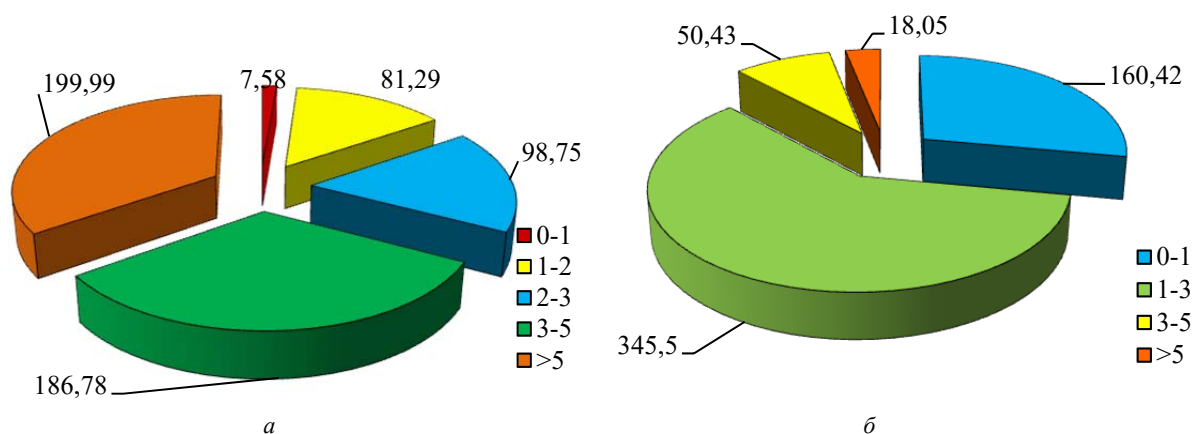
негізделген. Бұл ұңғымалар тек көктемде қосылады, ал жазда суғару кезінде, тұз жер асты суларымен бірге топырақтың жоғары қабатына көтеріледі.

«Ынтымақ» ауылдық округінде қолданыстағы тік дренаж ұңғымаларының болмауына байланысты, тұздану жағдайы ең қанағаттанарлықсыз. Егер 10 жыл бұрын мелиоративтік қолайсыз жерлерінің ауданы, округтің суармалы жерлерінің жалпы көлемінің 39 % - құраса, қазіргі уақытта ол 50 %-ға дейін өсті. Тұздалмаған жер көлемі 2007 жылғы 52 %-дан қазіргі уақытта 31 %-ға дейін қысқарды. Сәйкесінше, топырақтың жоғарғы метрлік қабатындағы тұздар қоры 2007 жылы 1 гектарға 46,6 тоннадан биыл 79,6 тонна/гектарға дейін өсті.

Егер топырақтың метрлік қабатында тұздар қоры 40 т/га-дан аспаса, онда қабылданған классификацияға сәйкес, жер тұзданбаған топырақтар тобына жатады, егерде топырақтағы тұздар қоры 40-60 т/га аралығында жатса, сәйкесінше жер аздап тұздалған топырақтар тобына жатқызылады, ал жерде тұз қоры 60-90 т/га орташа тұздалған және 90 т/га-дан асатын болса қатты тұздалған болады.

Зерттеу мәліметтерін сараптай келе, егер осы жіктеуге сүйенетін болсақ, онда «Қарақай» және «Ынтымақ» ауылдық округінің топырақтары орташа тұздалған, яғни тұздану бойынша «мелиоративтік қолайсыз», ал «Жаңаауыл» ауылдық округінің топырақтары мелиоративтік қолайсыз әлсіз тұздалған топқа жатады [14].

Жүргізілген гидрогеологиялық бақылау нәтижелерін талдай келе, суармалы жерлердің жалпы көлемінің 15,0 % құрайтын 88,9 мың га суармалы жерлерде суару кезеңі біткеннен кейінде, жер асты суының деңгейі шектеуден тыс жоғары болды (сурет). Суармалы жерлердің жалпы көлемінің 14,0 % құрайтын 68,5 мың га суармалы жерлердегі жер асты суының тұздылығы жоғары, химиялық құрамы гидрокарбонатты-сульфатты және хлоридті-сульфатты екені анықталды.



Жер асты суының деңгейі бойынша суармалы жерлердің орналасуы, мың га (а);
 жер асты суының тұздылығы бойынша суармалы жерлердің орналасуы, мың га (б)
 Location of irrigated lands by groundwater level, thousand hectares (a);
 location of irrigated lands by groundwater salinity, thousand hectares (b)

Суармалы жерлердегі жер асты суларының деңгейі, яғни жату тереңдігі 1-ші суретте түсті градациялармен көрсетілген. Аймақтағы 345,5 мың га суармалы жерлердегі жерасты суының жату тереңдігі 1-3 м құраса, гидрогеологиялық бақылау нәтижелері бойынша, суару кезеңінен кейін аудан бойынша жер асты суы 0-2 м деңгейде 11 % суармалы жерлерді құрады, ал 2-5 м және одан жоғары деңгей аралығындағы суармалы жер көлемі 74 328 га (89 %) құрады. Мұндай жерлердің көбею себебін, жауын-шашын мөлшерінің көптігімен және жаз айларында (тамыз) берілген судың көптігімен түсіндіруге болады. Жер асты су деңгейінің орналасуының бақылауына сүйене отырып, жалпы ауданның суармалы жерлерінің суарғанға дейінгі (вегетацияға дейін), суару кезіндегі (вегетация кезеңінде) және суарғаннан кейінгі (вегетация кезеңінен соң) межеленуін төмендегі суреттен көруге болады.

Мақтаарал аудандық «Қазсушар» РМК ақпараттық мәліметтеріне сәйкес, суармалы жерлерге бөлінетін жалпы су көлемі 4448,8 млн м³ құрайды. Вегетациялық кезеңде су көздерінен алынатын су көлемі 3051,86 млн м³ болады, суармалы жерлерге берілетін су көлемі 2235,59 млн м³. Облыс бойынша орташа үлестік берілген су көлемі 3839 м³/га құрады.

Гидрогеологиялық бақылау нәтижелерін талдау нәтижесінде суармалы жерлердің су көзі болып табылатын су объектілеріндегі сулардың ирригациялық қасиеттері, жарамдылық дәрежесі, сапасы қалыпты деңгейде екені анықталды. Суармалы жерлердегі тұздар топырақтың өсімдіктер тамырлары жайылатын қабатында жинақталған. Вегетациялық кезеңде тұзданған жер асты сулары суармалы жерлердің топырағының нашар су өткізгіштігіне байланысты жер бетіне көтеріледі.

Зерттеу нәтижелерін талдай отырып, Түркістан облысы бойынша суармалы жерлердің 15 % құрайтын, суармалы алқаптағы жер асты суларының жату тереңдігі 2 м төмен жерлер 89 мың га. Бұл көрсеткіш 2019 жылмен салыстырғанда 5%-ға артқанын байқауға болады. Облыстағы аудандар бойынша 1 жылда Мақтаарал ауданындағы суармалы алқаптардағы жер асты суларының жату тереңдігі 2 м-ден төмен жататын суармалы жерлер 41 %-ға, Жетісай ауданында 19 %-ға және Шарадара ауданындағы суармалы алқапта 43 %-ға өскен.

Ауылдық округтердің, әсіресе «Қарақай» мен «Ынтымақтың» қолайсыз мелиорациялық жағдайына қарамастан, фермерлер мақта және басқа да ауылшаруашылық дақылдарынан өнім ала алады. Бұл тұздану түріне, өсімдіктерге улы және улы емес тұздардың арақатынасына байланысты.

«Қарақай», «Жаңаауыл» және «Ынтымақ» ауылдық округтеріндегі тұздану түрі бұрынғыдай негізінен сульфатты. Сульфат тұздары өсімдіктер үшін ең аз улы болып табылады, сондықтан бұл аймақта суармалы егіншілік мүмкіндігі жоғары.

Су балансы екі бөліктен тұрады – келу және ағын. Суармалы алқаптарда азрация аймағын және жер асты суларын ескере отырып, қажетті қабатқа дейін жалпы су балансын есептеу ыңғайлы. Су балансының жалпы теңдеуі келесі өрнекпен анықталады (2-кесте).

2-кесте – Жер асты суларының келуі мен шығыны арасындағы айырмашылықты анықтауға арналған баланстық есептеулер

Table 2 – Balance calculations for determining the difference between groundwater inflow and outflow

№	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі, млн м ³	Көлемі, млн м ³	%
КІРІС				
1	Су беру	млн м ³	370,54	51
2	Сүзілуі		99,32	14
3	Жауын-шашын (346,8 мм) 63821*3468 = 211,33		221,33	31
4	Жер асты сулары		31,33	4
	Барлығы		722,52	100
ШЫҒЫС				
1	Булану (892,7 мм) 63821 га* 8927 м ³ = 569,73	млн м ³	569,73	80
2	Тастау		107,38	15
3	Сүзілу		35,6	5
	Барлығы		712,71	100
	Айырмашылығы		9,81	

Топырақ профиліндегі тұз қорлары, тұздардың сапалық құрамы, тұзды жерлердің аудандары бірнеше жылдар бойы және бір маусымда өзгеруі мүмкін. Мақтаарал ауданы үшін соңғы жылы жасалған гидрологиялық тұз балансы келтірілді (3-кесте).

Кестеге сәйкес, аудан үшін соңғы жылы жасалған гидрологиялық тұз балансы оң нәтиже берді. Биылғы жылдың жалпы өсімін ескере отырып, топырақтың жинақталған қоры 58,3+3,67=61,97 т/га жетті. Сондықтан, агромелиоративтік зерттеулерді жүргізгенге дейін тұзды жерлердің ең үлкен сұлбасы, топырақ түрлері мен субтиптерінің шекаралары анықталды. Тұздылық картасындағы әр таңдалған генерациялау сипатталды, шағын сұлбалардың үлкен саны болса, олардың таңдаулы сипаттамасы алынған нәтижелерді басқа сұлбаларға экстраполяцияланды. Топырақ жамылғысының күрделілігіне қарай массив 1-ші санатқа жатады топырақ кешендерінің алаңы 15 пайыздан аз. Жіктеуді ескере отырып, бүкіл аумақтағы топырақ орташа тұзды.

3-кесте – 2021-2023 гидрологиялық жылдардағы тұз балансының негізгі көрсеткіштері

Table 3 – Key indicators of salt balance in the hydrological years 2021-2023

№	Көрсеткіштері	Тұз көлемі	
		мың тонна	%
КІРІС			
1	Суғару суымен келетін	363,1292	77
2	Жер асты суымен келетін	94,6166	20
3	Жауын-шашынмен келетін	11,0665	3
Барлығы		468,8123	100
ШЫҒЫС			
4	Тастау бойынша шығыс	126,7084	54
5	Жер асты суы бойынша шығыс	107,512	46
Барлығы		234,2204	100
Өзгерісі		+234,5919	
Тұздың өсімі 1 га ға есептелген		$S = +234,5919 \times 1000 / 63\,821 = +3,67 \text{ т/га}$	

Суармалы жерлердің мелиорациялық жағдайын бағалауда суармалы жерде тұздардың жинақталу қарқындылығы су режиміне, жер асты суларының деңгейіне және олардың тұздылығына байланыстылығы ескеріледі. Жер асты суларының тереңдігі 2,5 метрден төмен болса, онда үстүрт болады.

Мелиорациялық іс шаралар жүргізілген суармалы алқаптардағы топырақ қабатында тұздардың жиналу жылдамдығы төмен екендігін байқаймыз. Бірақ топырақтық мелиоративтік зерттеулер барысында аудандағы суармалы алқаптың 47 %-ын құрайтын жерлерде жер асты суларының деңгейі 2 метрден асады, сондықтан бұл жерлерде суару – экссудативті су режимі қалыптасты. Минералды жер асты сулары суару суымен бірге тұздарды жер бетіне шығарып, буланып, тамырлы топырақ қабатында тұздар қалдырады.

Қорытынды. Зерттеу деректерін талдау қорытындысы, аудандағы көптеген суармалы алқаптардың топырағының тұздану деңгейінің қанағаттанарлықсыз жағдайын көрсетті. Суармалы жерлердің 43 %-ы, Еңбекші, Жаңа жол және Нұрлыбаев ауылдық округтеріндегі суармалы жерлер әлсіз, орташа және қатты тұздалған жерлерге жататындығы анықталды.

Аймақтағы белсенді мелиорациялық іс-шаралар жер асты суларының гидродинамикалық балансының өзгеруіне, су басу аймақтарының қалыптасуына әкеледі. Жер асты суларының деңгейінің көтерілуі және аймақтағы топырақтардың ылғалдануы нәтижесінде топырақтың қайталама тұздануы, беткейлердің шөгуі және беткейлердің көшкіні сияқты жағымсыз құбылыстар пайда бола бастайды.

Жер асты суларының орташа жылдық минералдануында (шамамен 1000 мг/дм^3) олардың химиялық құрамының маусымдық ауытқуы негізінен HCO_3^- иондарының өзгеруіне байланысты болады. Жер асты суларының жалпы минералдануының орташа жылдық мөлшері 1000-нан 3000 мг/дм^3 -ке дейін өскен сайын, судың минералдануының маусымдық өсуі SO_4^{2-} иондарының концентрациясының жоғарылауымен бірге HCO_3^- иондарының рөлінің төмендеуі қатар жүреді.

Қорыта келе, Мырзашөл массивінде су ресурстарын үнемдеу мақсатында, аймақтағы суармалы жерлерге, аз сулы кезең циклі жағдайында суғару суы ретінде коллекторлық-дренаждық суларды қолданудың экологиялық және мелиорациялық негізделген жобасы ұсынылады. Суармалы жерлердегі қашыртқыларды жобалық режимде пайдаланып, күшті және өте күшті тұзданған жерлерде сор шаю жұмыстарын жүргізу, өнімділігі жоғары, тұзға тұрақты дақылдарды егу коллекторлық-дренаждық суларды суғаруда қолданудың тиімділігін арттырады.

ӘДБИЕТ

- [1] Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы республикалық мемлекеттік мекемесінің суармалы жерлердің ақпараттық есебі. – Шымкент, 2021. – 26 б.
- [2] Калашников А. А., Мусеменов М. М. Ауыл шаруашылығының қазіргі жағдайында егін суару ресурстарын үнемдеу // Жаршы. – 2003. – № 11. – Б. 31-36.
- [3] Гаврилов М. Б. К вопросу оценки гидрогеолого-мелиоративных условий песчаных массивов Южного Казахстана для целей оазисного орошения // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2002. – С. 225-227.
- [4] Атақұлов Т. А. Рациональное использование земельных и водных ресурсов Восточного и Южно-Восточного Казахстана при орошении. – Алматы, 1995. – 6 с.
- [5] Мальковский И. М., Сорокина Т. С., Төлеубаева Л. С. Принципы разрешения конфликтных ситуаций в использовании ресурсов речного стока (на примере бассейна Сырдарьи) // Географическая наука в Казахстане: Результаты и пути развития. – Алматы, 2001. – С. 151-161.
- [6] Найденев В. И., Швейкина В. И. Нелинейные модели колебания речного стока // Вод. ресурсы. – 2002. – Т. 29, № 1. – С. 62-68.
- [7] Жанбеков Х. Н. Радиоэкологическое состояние речного бассейна р. Сырдарьи // Докл. НАН РК. – 2003. – № 6. – С. 113-119.
- [8] Дуанбекова А. Е., Султанбекова П. С., Бектасов Б., Эсанбеков М. Ю., Саркынов Е. С. Альтернативные источники оросительной воды как резерв повышения водообеспеченности орошаемых земель в условиях маловодья на юге Казахстана // Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана. – 2023. – № 4.
- [9] Мұстафаев Ж. С., Рязцев А. Д., Сағаев Ә. Ә., Қозыкеева Ә. Т., Қалманова Г. Қ. Суландыру жүйесін пайдалану. – Тараз, 2007. – 321 б.
- [10] Михайлов В. Н., Гуров Ф. Н. О причинах падения уровня Аральского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. – 2000. – № 4. – С. 7-12.
- [11] Elshemy M. Review of Technologies and Practices for Improving Agricultural Drainage Water Quality in Egypt // Handbook of Environmental Chemistry. – 2017. P. 1-26. https://doi.org/10.1007/698_2017_78
- [12] Гребенюков П. Г. К вопросу взаимодействия поверхностных и грунтовых вод в пористой среде (на примере одного из районов Казахстана) // Вод. ресурсы. – 2001. – Т. 28, № 1. – С. 26-33.
- [13] Левин С. В. Гидрогеология и водные ресурсы // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии: Труды Междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2002. – С. 207-208.
- [14] Анзельм К. А., Эсанбеков М. Ю. Использование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Южного Казахстана как резерв повышения водообеспеченности // Водное хозяйство Казахстана. – 2019. – № 1.
- [15] Сейтқазиев Ә. С., Сейтқасымов Д. Ә. Жер асты суларының орналасу деңгейіне байланысты мелиоративтік шаралардың тиімділігін негіздеу // Наука и образование Южного Казахстана. – 2002. – № 30. – С. 210-213.
- [16] Water pollution from agriculture: a global review. Javier Mateo-Sagasta (IWMI) // Sara Marjani Zadeh (FAO) and Hugh Turrall with contributions from Jacob Burke (formerly FAO) Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome: FAO and IWMI, 2017. – 35 p. <http://www.fao.org/3/a-i7754e.pdf>
- [17] Tokbergenova A. A., Zulpykharov K. B., Kaliyeva D. M., Essanbekov M.Y. Assessment of the Current Soil-Reclamation State of the Soils of Myrzashol in the Kazakhstan Part (The Hungry Steppe) // Polish Journal of Environmental Studies 32. 2022. <https://doi.org/10.15244/pjoes/155087>

REFERENCES

- [1] Information report on irrigated lands of the republican state institution of hydrogeological and reclamation expedition of South Kazakhstan. Shymkent, 2021. 26 p. (in Kaz.).
- [2] Kalashnikov A. A., Musekenov M. M. Auyll sharuashylygynyn qazirgi zhagdayynda egin suaru resources ynemdeu // Zharshy. 2003. № 11. P. 31-36 (in Kaz.).
- [3] Gavrilov M.B. To the question of assessment of hydrogeologomeliorative conditions of sandy massifs of South Kazakhstan for the purposes of oasis irrigation // Problems of hydrogeology, engineering geology and geoecology: Proc. of Intern. International Scientific and Practical Conf. Almaty, 2002. P. 225-227 (in Russ.).
- [4] Atakulov T. A. Rational use of land and water resources of East and South-East Kazakhstan under irrigation. Almaty, 1995. 6 p. (in Russ.).
- [5] Malkovskiy I. M., Sorokina T.S., Toleubaeva L.S. Principles of conflict resolution in the use of river flow resources (on the example of the Syr Darya basin) // Geographical science in Kazakhstan: Results and ways of development. Almaty, 2001. P. 151-161 (in Russ.).
- [6] Naidenov V.I., Shveikina V.I. Nonlinear models of river flow fluctuations // Vod. resources. 2002. Vol. 29, № 1. P. 62-68 (in Russ.).
- [7] Zhanbekov H.N. Radioecological state of the Syrdarya river basin // Dokl. of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2003. № 6. P. 113-119 (in Russ.).

- [8] Duanbekova A.E., Sultanbekova P.S., Bektasov B., Esanbekov M.Y., Sarkynov E.S. Alternative sources of irrigation water as a reserve to increase water availability of irrigated lands under low-water conditions in the south of Kazakhstan // Scientific and Practical Journal of West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan. 2023. № 4 (in Russ.).
- [9] Mustafaev J. S., Ryavtsev A. D., Sagaev A. A., Kozykeeva A. T., Kalmanova G. K. Use of irrigation system. Taraz, 2007. 321 p. (in Kaz.).
- [10] Mikhailov V. N., Gurov F. N. About the causes of the Aral Sea level fall // Vestn.Mosk. uncta. Ser. Geogr. 2000. № 4. P. 7-12 (in Russ.).
- [11] Elshemy M. Review of Technologies and Practices for Improving Agricultural Drainage Water Quality in Egypt, in: Handbook of Environmental Chemistry. 2017. P. 1-26. https://doi.org/10.1007/698_2017_78
- [12] Grebenyukov P. G. To the question of interaction of surface and ground waters in porous medium (by the example of one of the districts of Kazakhstan) // Vod. resources. 2001. Vol. 28, № 1. P. 26-33 (in Russ.).
- [13] Levin S.V. Hydrogeology and Water Resources // Problems of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Almaty, 2002. P. 207-208 (in Russ.).
- [14] Anzelm K. A., Esanbekov M. Y. Use of collector-drainage water on irrigated lands of southern Kazakhstan as a reserve for increasing water availability // Water Management of Kazakhstan. 2019 (in Russ.).
- [15] Seitkaziev A. S., Seitkasymov D. A. Justification of the effectiveness of reclamation measures depending on the level of groundwater location // Science and Education of South Kazakhstan. 2002. № 30. P. 210-213 (in Kaz.).
- [16] Water pollution from agriculture: a global review. Javier Mateo-Sagasta (IWMI) // Sara Marjani Zadeh (FAO) and Hugh Turrall with contributions from Jacob Burke (formerly FAO) Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO and IWMI, 2017. 35 p. <http://www.fao.org/3/a-i7754e.pdf>
- [17] Tokbergenova A. A., Zulpykharov K. B., Kaliyeva D. M., Essanbekov M. Y. Assessment of the Current Soil-Reclamation State of the Soils of Myrzashol in the Kazakhstan Part (The Hungry Steppe) // Polish Journal of Environmental Studies 32. 2022. <https://doi.org/10.15244/pjoes/155087>

А. Е. Дуанбекова¹, П. С. Султанбекова², Е. Саркынов^{3*}, Ж. З. Жакупова⁴

¹ Соискатель (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Казахстан; aiga78@inbox.ru)

² К. т. н., доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;
parida.sultanbekova@mail.ru)

^{3*} К. т. н., профессор (Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,
Казахстан; Yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz)

⁴ PhD (Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Алматы, Казахстан; Zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ МАЛОВОДНОГО ЦИКЛА

Аннотация. Рассмотрены мелиоративное состояние орошаемых земель Туркестанской области и экологические аспекты использования коллекторно-дренажных вод для орошения культур в условиях маловодного цикла. В настоящее время возросла зависимость водообеспеченности ирригационных систем Республики Казахстан от стока трансграничных рек. В связи с ростом экономического и социального развития соседних стран наблюдается тенденция уменьшения трансграничных потоков. Согласно гидрологическим прогнозам в 2030-х годах поток трансграничных рек может сократиться до 40%. Объектом исследования является Туркестанская область, где орошаемые земли расположены в бассейне трансграничных рек, показатель водообеспеченности действующих ирригационных систем колеблется от 75 до 90 %, а в маловодные годы снижается до 50-60 %. Коллекторно-дренажные и сточные воды, образующиеся в больших объемах, сбрасываются в пределы речных бассейнов, которые загрязняют воду и окружающую среду прилегающих к ним территорий. Интенсивное орошаемое земледелие невозможно без искусственного орошения в странах Средней Азии, в том числе в Казахстане. Как известно, обычная речная вода используется непосредственно для орошения сельскохозяйственных культур и ополаскивания почвы, а ее уже мало. Поэтому проблема поиска и использования новых источников воды становится все более острой, решение которой зависит от поиска дополнительных альтернативных источников воды. Источниками такого большого объема являются слабо минерализованные грунтовые воды, не использованные в качестве источников загрязнения и залитые с ирригационных полей коллекторно-дренажные воды.

Ключевые слова: коллектор, дренажные воды, орошаемые земли, уровень грунтовых вод, засоление, мелиоративное состояние земель.

A. E. Duanbekova¹, P. S. Sultanbekova², Ye. Sarkynov^{*3}, Zh. Z. Zhakupova⁴

¹ Applicant (South Kazakhstan University Named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan; *aiga78@inbox.ru*)

² Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (South Kazakhstan University Named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan; *parida.sultanbekova@mail.ru*)

^{3*} Candidate of Technical Sciences, Professor (Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; *Yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz*)

⁴ PhD (Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; *Zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz*)

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF COLLECTOR AND DRAINAGE WATERS FOR IRRIGATION OF CROPS UNDER LOW-WATER CONDITIONS

Abstract. The article examines the reclamation status of irrigated lands of Turkestan region and the environmental aspects of using collector and drainage waters for crop irrigation under low-water conditions. Currently, the dependence of the water supply of Kazakhstan's irrigation systems on transboundary river flow has increased. Due to the growing economic and social development of neighboring countries, there is a tendency for cross-border flows to decrease. According to hydrological forecasts, the flow of transboundary rivers may decrease by up to 40% in the 2030s. The object of the study is Turkestan region, where irrigated lands lie in the basin of transboundary rivers. The water availability index of existing irrigation systems ranges from 75-90%, and in low-water years it decreases to 50-60%. Collector-drainage and wastewater generated in large volumes are discharged into the river basins, polluting the water and the adjacent environment. Intensive irrigated agriculture in Central Asian countries, including Kazakhstan, is impossible without artificial irrigation. River water, which is typically used for crop irrigation and soil leaching, has become scarce. Therefore, the problem of finding and using new water sources is becoming more acute, and its solution depends on identifying additional alternative sources. Such sources may include poorly mineralized groundwater previously unused, as well as collector-drainage waters formed from irrigation fields.

Keywords: collector, drainage water, irrigated land, ground water level, salinization, land reclamation status.