

Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті

ӘОЖ 556.114.5:631.587 (282.255.2)

Қолжазба құқығында

ӘБДІБАЙ ӘСЕЛ МЫРЗАМАДИҚЫЗЫ

**Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суғармалы судың
су – тұз режимін зерттеу**

8D08603 – «IT – технологияларын қолдана отырып су ресурстарын басқару»

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Отандық ғылыми кеңесшісі:
PhD, қауымдастырылған профессор
Ануарбеков Қанат Құрманұлы

Шетелдік ғылыми кеңесшісі:
PhD, техника ғылымдарының
докторы, профессор
Jaroslaw Chormanski (Польша)

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2025

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	4
АНЫҚТАМАЛАР	5
ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР	6
КІРІСПЕ	7
1 СЫРДАРІЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САЛАСЫНЫҢ СУ - ТҰЗ ТЕҢГЕРМЕСІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	9
1.1 Сырдария өзенінің төменгі алабының табиғи – географиялық ерекшелігі (Қызылорда облысының шеңберінде).....	9
1.2 Өзен алабындағы су – тұз теңгермесінің теңдеуі.....	11
1.3 Сырдария өзенінің төменгі алабында орналасқан Қызылорда облысының қол жетімді су қорлары және оны пайдалану ерекшелігі.....	15
1.4 Сырдария өзенінің төменгі алабының су теңгермесінің өзгеру заңдылықтары.....	20
1.5 Сырдария өзенінің төменгі алабының тұз теңгермесінің қалыптасу ерекшеліктері.....	26
2 СЫРДАРІЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АЛАБЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ.....	35
2.1 Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың мәселесі.....	35
2.2 Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың әдістемелік нұсқасын және сынақтық көрсеткіштерін негіздеу	38
2.3 Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың зерттеу қоры және нәтижесі.....	41
3 СЫРДАРІЯ ӨЗЕНІНІҢ СУАРМАЛЫ АЛҚАБТАРЫНЫҢ СУ – ТҰЗ РЕЖИМІН БАҒАЛАУ.....	59
3.1 Суармалы алқабтардың су – тұз режимін бағалаудың әдістемелік нұсқасы.....	59
3.2 Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының суармалы алқабтарының су – тұз теңгермесін бағалау.....	61
4 СЫРДАРІЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САҒАСЫНДАҒЫ СУАРМАЛЫ АЛҚАБТАРДЫҢ ЕГІСТІК ЖЕРЛЕРІН ТИІМДІ БАСҚАРУ.....	84
4.1 Күрделі экологиялық дағдырысқа тап болған суармалы алқабтарды тиімді пайдаланудың мәселелері.....	84
4.2 Сырдария өзенінің төменгі саласының суының сапасын жақсартуға гидроботаникалық әдістің тиімділігін зерттеу.....	86
4.2.1 Ластанған суларының сапасын жақсартудың гидроботаникалық әдісінің тиімділігін зерттеу нысаны	86

4.2.2	Өзеннің суларының сапасын жақсатрудың гидроботаникалық әдісінің тиімділігін зерттеудің әдістемелік нұсқасы	89
4.2.3	Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптың табиғи – климаттық жағдайы.....	91
4.2.4	Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдардың суару режимі	94
4.2.5	Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардың гидрологиялық және гидрогеохимиялық сипатамасы.....	97
4.2.6	Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардың су – тұз режимін бағалау.....	102
4.2.7	Суармалы алқабтың су – тұз теңгермесінің малазықтық дақылдардың өсімі мен өніміне әсері.....	105
ҚОРЫТЫНДЫ		108
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....		110

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Ұсынылған диссертациялық жұмыста келесі нормативтік сілтемелер пайдаланылды:

- РНД 1.01.03 – 94. Правила охраны поверхностных вод РК. – Алматы: Казмеханообр, 1994. – 102 б.

- СанПиН 46.30 – 88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М., 1988. – 126 б.

- ГОСТ 17 – 13.11 – 84. Охрана природы. Гидросфера. – М., 1984. – 46 б.

- СНиП 496 – 77. Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод. Госстрой. – М., 1977. – 4 б.

- ҚР СТ (ИСО 10390 – 2007). Топырақ сапасы рН анықтау.

- ҚР СТ (ИСО 11048 – 2007). Топырақтардың сапасы құрамында суда еритін және қышқылда еритін сульфаттардың болуын анықтау.

- ҚР СТ (1286 – 2004 62). Топырақта жеңіл ерігіш тұздардың құрамын анықтау әдістері.

- ҚР СТ (ИСО 14507 – 2010). Табиғатты қорғау топырақтың сапасы, үлгілерді органикалық ластаушы заттардың құрамын анықтауға дайындау.

- МЕСТ 28168 – 88. Топырақ алу үлгісі.

АНЫҚТАМАЛАР

Суды пайдалану	– өндірістік кәсіпорындармен және елді – мекендермен, өндірістік және тұрмыстық қажеттіліктерге пайдаланылатын су көлемі;
Судың сапасын бағалау	– судың шаруашылық қажеттіліктеріне жарамдылығын тексеру;
Төгінді су	– өндірісте немесе тұрмыстық қолданылған лас сулар және елді – мекендерден әкетілетін атмосфералық су;
Химиялық мелиорация	– топырақтың химиялық құрамын: оған әк, гипс, тұз, қышқыл тағы басқа химиялық, заттар беру арқылы жақсартуды айтады;
Биотанап	– суды егістікке бермес бұрын тығыз қамыс егілген арнайы танап арқылы өткізу процесі;
Шая суғару	– топырақтағы тұзды шаю үшін күзді күні немесе ерте көктемде жүргізеді. Күздік суғару мен шаю суғаруын біріктіріп жүргізген тиімді болады;
Суғару жүйесі	– су көзі, бас саға, бас (магистральды) канал, шаруааралық каналдар, шаруа танап каналдары, гидротехникалық құрылымдар, жолдар, екпе ағаштар, қашыртқылар, көпір өткелдер және оларды пайдалануға арналған құралдар мен жабдықтардан тұрады;
Бас канал	– суғару жүйесіндегі ең ірі канал, бас сағадан суды алып, суғарылатын алқаптың ең соңына дейін апарып, шаруааралық каналдарға бөлуі;
Шаруааралық каналдар	– суды бір топ шаруашылыққа әкеліп шаруашылық каналдарына бөледі;
Шаруашылық каналдар	– суды шаруашылыққа жеткізіп, танап каналдарына бөледі;
Танап каналдары	– суды танапқа немесе алқапқа жеткізеді, одан әрі қарыққа береді;
Екпе ағаштар	– каналдардың, жолдардың бойына, танаптардың шекарасына отырғызылады;
Суғару жүргісі	– әр дақылдың қай мезгілде, неше рет суғарылып, қанша мөлшерде су қажет ететінін айтады;

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

ҚР – Қазақстан Республикасы
ҚазҰАЗУ – Қазақ Ұлттық Аграрлық Зерттеу Университеті
Қазсушар – Қазақстан су шаруашылығы
Казгипроводхоз – Қазақ су – шаруашылығы жүйесін жобалау институты
Казгидромет – Қазақстан Республикасы ауа райы және қоршаған орта мониторингы және гидрометеорологиялық басқару
ҒЗЖ – ғылыми зерттеу жұмысы
МК – магистралдық канал
ШМК – Шиелі магистралдық каналы
КМК – Келінтөбе магистралдық каналы
СМК – сол жағалау магистралдық арнасы
ОМК – оң жағалау магистралдық арнасы
г/п – гидрологиялық бекет
ҚКС – қашыртқы – кәріз сулары
СПК – су пайдалану коэффициенті
ШРК – шекті рауалы концентрация
ПӘК – пайдалы әсер коэффициенті
ГСД – грунттық су деңгейі
ХАҚ – химиялық ауа қажеттілігі
ГТК – гидрометеорологиялық коэффициент
ОБҚ – оттегінің биологиялық қажеттілігі
Zс – химиялық ластанудың жиынтық көрсеткіші
m – топырақ үлгісі, г
км² – шаршы шақырым
га – гектар
г/л – грамм литр
мг/л – миллиграмм литр
т – тонна
мг – экв/л – миллиграмм эквивалент литр
см – сантиметр
м – метр
м³ – метр куб

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі:

Қазіргі таңда егіске жарамды жерлердің өзінің тұздылығы жоғары болып отыр. Осы жағдайлардың барлығы өнім сапасына және көлеміне әсер етпей қоймайтыны белгілі. Қазіргі таңда Қызылорда облысының суармалы жерлерінің су – тұз режимдері талапқа сай емес. Оның бірден – бір себебі Сырдария өзенінің гидрохимиялық режимінің бұзылуы айтарлықтай үлесін қосып отыр. Сырдария өзеніне құйылатын қашыртқы – кәріз жүйесінің және төгінді лас сулардың артуынан экологиялық қиындықтарға ұшырауда, өзеннің төменгі ағысының санитарлық жағдайының төмендеуі жақын елді – мекендегі және осы аймақта орналасқан халық денсаулығына да айтарлықтай әсер етіп, өмір сүру жағдайын қиындатып отыр.

Өзен ағысының гидрологиялық және гидрохимиялық режимдері бір – бірімен тығыз байланысты. Сондай – ақ су мол болатын жылдарды анықтауда және өзендегі су сапасының болашақтағы жағдайын анықтауға мүмкіндік береді. Өзеннен шығындалатын су мөлшерінің маңыздылығы сондай, гидробиологиялық және гидрохимиялық үрдістерді бірқалыпты сақтап отыруға, су сапасының қалыпты күйінің сақталуына, өзен арнасының санитарлық жағдайының жақсаруына және өзеннің төменгі ағысының бойындағы су тұтынушылардың денсаулығының жақсаруына жағдай туғызады.

Өзен арнасындағы су сапасының жақсаруы мен қалыптасуы өзінің өзін – өзі тазалау үрдісінің салдарынан туындайды (гидрохимиялық жиынтық, биологиялық, химиялық және физикалық үрдістер). Өзеннің өзін – өзі тазалау қасиеті, лас сулардың келіп құйылатын арасының қашықтығы да әсер етеді. Сырдария өзенінің өзін – өзі тазалау қасиеті тәжірибелік тұрғыдан зерттелмеген.

Сондықтан да Сырдарияның төменгі ағысында орналасқан массивтер, атап айтсақ Түгіскен, Жаңақорған – Шиелі, Қызылорда және Қазалы суғару массивтерінің су – тұз режимдерінің қалыптасуына әсерететін барлық факторларды және олардың тепе – теңдігін сақтау жолдарын, осы аймақтың табиғи – климаттық жағдайын ескере отырып ғылыми түрде зерттеп қалыптастыру өзекті мәселе болып табылады. Осы орайда суармалы жерлердің қалыптасқан су және тұз тепе – теңдігінің қазіргі жағдайын зерттеу, топыраққа тұздың келу мен шығу процесстерін анықтау, Сырдария суының сапасын бақылау және су – тұз режимінің өнімге кері әсерін тигізбейтіндей деңгейде ұстап тұруға ұсыныс беру осы мәселені шешуге көп әсерін тигізеді.

Жұмыстың мақсаты. Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суармалы судың су – тұз режимін зерттеу.

Жұмыстың негізгі міндеттері:

– Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы судың және суармалы алқабтың су – тұз режимінің өзгеруін талдау және бағалау үшін нақты мәліметтер арқылы зерттеу қорын құру;

- Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы судың және суармалы алқабтың су – тұз режимінің өзгеруін талдауға және бағалауға арналған әдістемелік жүйесін құру;
- Сырдария өзенінің төменгі саласының су – тұз теңгермесінің қалыптасу заңдылықтарын зерттеу;
- Сырдария өзенінің төменгі алабының экологиялық жағдайын бағалау;
- Сырдария өзенінің төменгі саласындағы суармалы алқабтардың су – тұз режимін бағалау;
- Сырдария өзенінің төменгі саласындағы суармалы алқабтардың егістік жерлерін тиімді басқарау.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы. Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суармалы судың су – тұз режимінің өзгеруін нақты мәліметтер арқылы ғылыми түрде негіздеу болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістемелері. Зерттеу жұмысы барысында ең алдымен зерттеліп отырған аймақтың климаттық жағдайы, жер бедері, ландшафтық жағдайы алдын – ала бақыланып алынады.

Сырдария өзенінің төменгі ағысының су сапасы, суғармалы жерлерді сумен қамтамасыз ету үрдісі, одан шыққан қалдық су мөлшері, оның сапасы мен саны, су – тұз режимдері, оған талдау жасау, анализ жасау үшін технологиялық әдістемелерді таңдау, сол бойынша зерттеу жүргізу және оның соңғы нәтижесін шығару реті бойынша жүзеге асады.

Осы ретте шетелдік ғалымдардың еңбектеріне назар аудара отырып олар ұсынған тәсілдерді қарастыру, яғни А.Н. Костяковтың, С.Ф. Аверьяновтың, Н.М. Решеткина және Х.Е. Якубовтың, И.П. Айдаровтың және Л.В. Кирейчеваның ғалым еңбектеріне сүйене отырып зерттеу жүргізіледі.

Сырдарияның төменгі ағысындағы суармалы егістіктердің (Түгіскен массиві, Жаңақорған массиві, Шиелі массиві, Қызылорда массиві, Қазалы массиві) суару режимдерінің нақты мәліметтерін, ондағы тұз режимінің нақты мәліметтеріне анализ жасай отырып, сараптай отырып мониторинг жасау, жақсарту шараларын қарастыру.

Жұмыстың жариялануы. Диссертация тақырыбы бойынша 12 мақала жарияланды. Соның ішінде 2 мақала Web of Science және Scopus – та индекстелген халықаралық рецензияланған ғылыми журналдарда 1 – ші мақала (Скопус Caspian journal of Environmental Sciences (Журнал Q2, процентиль 59), 2 – ші мақала News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences (Журнал Q3, процентиль 42), Сондай – ақ 5 мақала Халықаралық ғылыми конференциялардың материалдарында жарияланған 5 мақала ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдардағы ғылыми мақалаларда жарияланған.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 101 пайдаланылған әдебиеттерден тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі компьютерде терілген 117 беттен, оның ішінде 34 суреттен және 49 кестеден құралған.

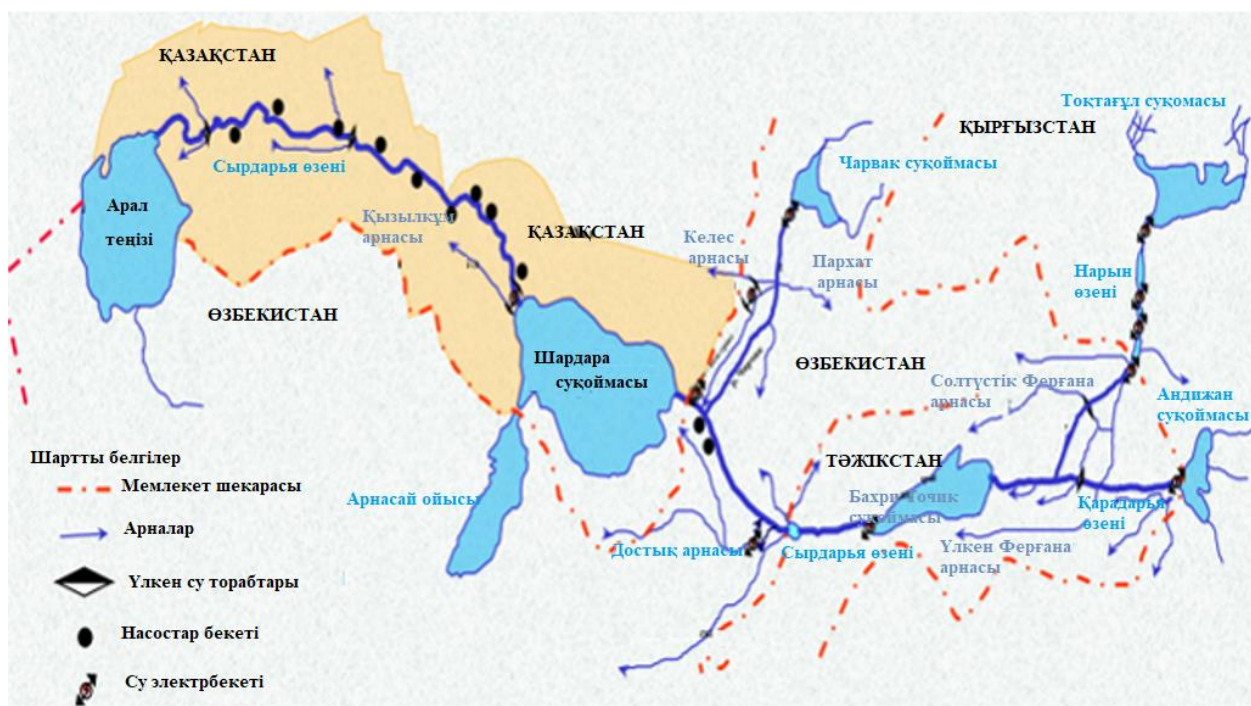
1 СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САЛАСЫНЫҢ СУ – ТҰЗ ТЕҢГЕРМЕСІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ

1.1 Сырдария өзенінің төменгі алабының табиғи – географиялық ерекшелігі (Қызылорда облысының шеңберінде)

Сырдария өзені Орта Азиядағы суы жағынан екінші және ұзындығы бойынша бірінші ең үлкен өзен. Орталық Тянь – Шань тауларының мұздақтарына бастау алатын Нарын және Қарадарья өзендерінің қосылғаннан кейін Сырдария деп аталады. Нарын өзенінің бастауынан бастап Арал теңізіне дейінгі ұзындығы 3019 км және су жинау алабының аймағының ауданы 219,0 мың км². Сырдария өзенінің негізгі ағысы Қырғызстан мемлекетінің шекаралық аумағында қалыптасады да, одан әрі Өзбекстан мен Тажікстан елдерінің аумағын кезіп өтіп, Қазақстанның Арал теңізінің бөлігіне құяды.

Сырдария өзенінің су жинау алабы халықтың орналасуының кеңістік аймағы болғандықтан, онда (сурет 1):

- Қырғызстанның төрт әкімшілік бөлігі – Нарын, Жалал – Абад, Ош және Баткен облыстары орналасқан;
- Тажікстанның бір әкімшілік бөлігі – Соғды облысы орналасқан;
- Өзбекстанның алты әкімшілік бөлігі – Әндіжан, Наманган, Ферғана, Ташкент, Жизақ және Сырдария облыстары орналасқан;
- Қазақстанның екі әкімшілік бөлігі – Түркістан және Қызылорда облыстары орналасқан.



Сурет 1 – Сырдария өзенінің су жинау алабының желісі

Сырдария өзенінің су жинау алабын, тек су ағынын қалыптастыру қызметін атқарып қана қоймай, негізінен маңызды әлеуметтік және экологиялық қызмет атқаратынына қарамастан, оның қолжетімді қоры Қырғызстан, Тәжікстан, Өзбекстан және Қазақстан елдерінің арасында біркелкі таралмаған (кесте 1) [1-4].

Кесте 1 – Сырдария өзенінің су жинау алабының экономикалық, әлеуметтік және экологиялық сипаттамасы

Көрсеткіштер	Сырдария өзенінің алабында орналасқан елдер			
	Қырғыз – стан	Тәжік – стан	Өзбек – стан	Қазақ – стан
Өзен алабының бөлігі, %	55,3	11,0	13,5	12,7
Өзен алабының ауданы, мың га	11057	1568	6040	34500
Мемлекеттің ауданы, мың га	19995	14255	44740	272490
Өзен алабындағы халық саны, %	56,6	21,2	51,4	20
Өзен алабындағы халық, мың адам	3237	1739	15537	3405
Мемлекетегі халық, мың адам	5719,5	8207,8	30241,1	17037,5
Жер беті суының қоры, %	24,1	6,7	36,5	13,3
Суғармалы жердің ауданы, %	37,3	39,3	54,4	59,3
Суғармалы жердің ауданы, мың га	381,0	265,0	2012,0	750,0
Жалпы суғармалы жердің ауданы, мың га	1021,0	674,4	3700,0	1265,0
Өзен суының тұздылығы, г/л	0,48	0,54	0,81	1,39

Сырдария өзенінің су жинау алабының экономикалық, әлеуметтік және экологиялық сипаттамасына жүгінетін болсақ, онда Қазақстан республикасының Түркістан және Қызылорда облысының аймағы, өзеннің су жинау алабының 12,7 % алып жатыр, ал ол жерлер еліміздің 20 % халқының тіршілік ортасы болып табылады. Бірақта өзеннің су жинау алабының 13,3 % Түркістан және Қызылорда облысының аймағы су қорын құрайды, ал осындай жағдайға қарамастан еліміздің суармалы егістік жерлерінің 59,3 % Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасына орналасқан және оның Қазақстан мен Өзбекстанның шекарасындағы суының тұздылығы 1,39 г/л, яғни өзеннің бастау алатын Қырғызстан елінің шекарасының тұздылығына қарағанда үш есе өскен [5].

Жоғарыда келтірілген кестедегі мәліметке жүгінсек (кесте 1), шығыс елінің қағдалы мақалына сәйкес «Өзеннің жоғарғы жағында отырғандар су ішеді, ал төменгі жағында отырғандар у ішеді» дегендей, Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қазақстан Республикасының Қызылорда облысы аймағы, өзеннің бойындағы ластанған заттарды қабылдайтын нысана секілді.

Қызылорда облысы Арал теңізінің шығысында Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан, солтүстік – батысында Ақтөбе обласының

Шалқар ауданымен, солтүстігінде Ақтөбе облысының Ырғыз ауданымен, шығысында Түркістан облысының Отырар, Сауран, Созақ аудандарымен, батысында Өзбекстанның солтүстігіндегі Қарақалпақ Республикасымен, оңтүстігінде Өзбекстанның Навои облысымен, ал солтүстігінде Қазақстан Республикасының Ұлытау облысымен шектесіп жататын, Туран ойпатының құрғақшылық шөлейт аймағында орналасқан.

Сондықтан, Қызылорда облысының әлеуметтік – экономикалық дамуына және оның орналасу аймағының экологиялық орнықтылығын мен халықтың тіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін, жалғыз су қоры болып табылатын Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы су қорының және сапасының өзгеріп және қалыптасуының тұрақты тұрғыда бақалауда ұстаудың маңызы зор.

1.2 Өзен алабындағы су – тұз теңгермесінің теңдеуі

Өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесін зерттеу шаруашылық саласының негізгі бөлігі болып табылатын гидрология мен гидрохимияның маңызды теориялық және тәжірибелік мәселелерін шешудің математикалық құралы болып табылады.

Өзеннің су – тұз теңгермесін зерттеу, физикалық және химиялық жүргілердің өзгеру құбылысын бағалайтын, табиғи жүйенің сақталу заңын қолдануға негізделген. Бұл кез келген көлемге арналған кез келген уақыт аралығындағы су және тұз салмақтық көлемінің жалпы кіріс және шығыс арасындағы айырмашылық қорының өзгеруіне тең.

Өзеннің белгілі бір бөлігіндегі су – тұз теңгермесін құрамдық көрсеткіштерін есептеу үшін әртүрлі болжамдар мен түзетулер қолданылады. Өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесі, оның орналасқан аймағының климаттық, геоморфологиялық, топырақ–геологиялық және гидрологиялық жағдайларына байланысты анықталады.

Жалпы, өзеннің белгілі бір бөлігіндегі су – тұз теңгермесін құрамдық көрсеткіштерін есептеу әртүрлі әдістемелік тәсілдермен орындалуы мүмкін және оларды таңдау ғылыми зерттеу жұмысына қойылған мақсатқа байланысты анықталады. Бірақта, барлық жағдайда өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесінің кіріс және шығыс бөлігінің құрамдас көрсеткіштерін және олардың арасындағы байланысын қалыптастыру үшін табиғи және техногендік (шаруашылық) жағдайларды ескеру қажет.

Шаруашылық қызмет негізінен теңгерменің жеке құрамдас бөліктерін уақыт және кеңістікте қайта бөлуге, белгілі бір уақыт аралықтарында теңгерім құрушыларының арасындағы қатынастың өзгеруіне, су ресурстарын ұтымды пайдалану және қорғауға бағытталған шаралардың деңгейіне және түріне байланысты.

Өзендердің су жинау алабының су теңгермесінің әдістемелік нұсқасын құру және зерттеуге көптеген жұмыстар арналған, ал оның ішінде А.Г. Булавконың [6], В.И. Бабкиннің [7], Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцеваның [8], Г.Х. Исмайылов, В.М. Федоровтың [9], Г.Х. Исмайылов, М.В. Болгов, В.М. Федоровтің [10], Е. П. Каюкованың [11], В. Ю. Григорьевтің [12], С. А. Дурдыев

[13], О. И. Иванованың [14] жұмыстарын атап көрсетуге болады, ал оларды өзеннің алабының ерекшеліктеріне байланысты, оладың су теңгермесін етпетудің жолдары көрсетілген.

Өзендердің су жинау алабының су теңгермесінің математикалық моделдерін құруға арналған ірге тасты жұмыстарға Г.Х. Исмайылов, Н.Н. Сенцованың [15], Садати Нежад Сейед Джавадтың [16], А.Г. Поздеев, Ю.А. Кузнецова, А.Ю. Ржепкиннің [17], Н.В. Ершова, В.А. Биленко, Н.А. Арынованың [18], З. К. Иофиннің [19], И.Г. Исмайылова, Л.Д. Ратковичтің [20], Ж. Мустафаев, Г. Адильбектеги, К. Мустафаев, К. Абдешев, Г. Саспугаева, Н. Турсынбаевтың [21] жұмыстарын жатқызуға болады, ал онда өзеннің су жинау алабының су және су – тұз тегермесінің математикалық моделдерін құрудың жолдары көрсетілген.

Жалпы, өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесінің теориялық негізін құруға Г. Х. Исмайлов, Н. В. Муращенкованың [22] ғылыми еңбегін жатқызуға болады, ал онда өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесін құрудың математикалық үлгісін құрудың, өзеннің бойынан орын алған суғармалы егістік жүйесін ескеретін, ерекше жолдары көрсетілген және оның Сырдария өзенінің төменгі сағасына арналып құрылған желісі 2 – суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Өзен арнасының бөлігінің су – тұз теңгермесінің желілік жүйесі

Өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесінің кіріс және шығыс бөлшектерінің жиынтығы бойынша олардың өзгеруін және өзара байланысын ескере отырып есептеу өте күрделі жүргізіліп табылады. Бұл тепе – теңдіктің құрамдас бөліктері сәйкес жүргізіліп үздіксіз немесе тұрақты сипаттамалары

ретінде әрекет ететіндігімен және олардың өзара байланыстары бір мәнді және айқын түрде көрсетілмегенмен байланысты. Осындай жағдайда судың өзгеруін бағалау міндеті техногендік әсерлердің нәтижесіндегі, өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесін аймақтың ерекшеліктеріне байланысты анықтауға алып келеді:

- өзеннің су жинау алабы:

$$F(VRWIR_i, MRWIR_i, t) = ICT_i + \sum_{i=t}^T F[AP_i, TEFIA_i, IWIFR_i, \varphi(MEAZ_i, MSEG_i)];$$

- өзеннің арнасы: (1)

$$- F(RRH_i, MWER_i, t) = ICRB_i + \sum_{i=t}^T F(DER_i, MWER_i, RRH_i, MWBR_i, IWIFR_i, b_j(ECRWR_i)], \quad (2)$$

мұндағы $VRWIR_i$ және $MRWIR_i$ – өзен арнасына тасталатын суармалы алқаптан шығатын қайтарма сулар және оның тұздылығы; ICT_i – өзеннің су жинау алабының бөлігіндегі бастапқы шарттар; $ICRB_i$ – өзеннің су жинау алабының бөлігіндегі бастапқы шарттар; AP_i – атмосфералық жауын-шашын; $TEFIA_i$ – суармалы және суарылмайтын аумақтан болатын толдық булану; $IWIFR_i$ – өзеннің арнасын алқапты суғаруға алған судың көлемі; $\varphi(MEAZ_i, MSEG_i)$ – топырақ қабатының және жер асты суының аймағындағы ылғал және тұз алмасу функциясы; $MEAZ_i$ – топырақ қабатының аймағындағы ылғал және тұз алмасу; $MSEG_i$ – жер асты суының аймағындағы ылғал және тұз алмасу; $WIFRB_i$ – өзен арнасынан алынған судың көлемі; $b_j(ECRWR_i)$ – өзен арнасын реттеудің тиімділігін ескеріп отыратын функция, оның құрамына су бетінен булану және сүзілу салдарынан болатын шығындар; RRH_i – өзеннің су жинау алабының басқы бөлігіндегі су ағыны; DER_i – өзеннің су жинау алабының бөлігінің соңғындағы су ағыны; $MWBR_i$ – өзеннің су жинау алабының басқы бөлігіндегі су ағынының тұздылығы; $MWER_i$ – өзеннің су жинау алабының бөлігінің соңғындағы су ағынының тұздылығы.

Сырдарлья өзенінің су жинау алабының төменгі сағасының су–тұз теңгемесін, Қызылорда облысының шеңберінде қарастыратын болсақ, онда оның математикалық теңдеуін мына түрғыда жазуға болады:

$$IPWBRB_i = EPWBRB_i; \quad (3)$$

$$IWSRB_i + IACIG_i + APWSR_i + ISUTR_i = FWSRB_i + WOTCW_i + TEWS_i + SIWFR_i + WIFMR_i, \quad (4)$$

мұндағы $IWSRB_i$, $FWSRB_i$ – өзен арнасының бас және соңғы жағындағы су қоры; $IACIG_i$ – кірік қимасы бойынша өзен арнасы бойымен түсетін су қоры; $WOTCW_i$ – шығыс қимасы бойынша өзен арнасы бойымен алынатын су қоры; $TEWS_i$ – өзен арнасының су бетінен булану және су өсімдіктерінің транспирациясы; $APWSR_i$ – өзен арнасының су бетіне түсетін жауын – шашын; $ISUTR_i$ – өзен арнасының боймен түсетін жер беті және асты сулары; $SIWFR_i$ –

өзен арнасынан сүзілуге кететін су шығыны; $WIFMR_i$ – өзен арнасынан алынатын судың көлемі.

Өзен арнасының су теңгермесін есептеген жағдайында, еспеке алынған өзен алабының бөліктерінің басқы мен соңғы көлдінің қимасының аралығындағы суғармалы егістіктерден түсетін бүйірлік ағындарынан ($IACIS_i$) тұрады. Жалпы алғанда, оның құрамына жіргілікті кіші өзендердің ағыны (IF_i) мен коллектор – кәріз суларының ағынан (CDF_i) құралады:

$$IACIS_i = IF_i + CDF_i. \quad (5)$$

Сырдарлья өзенінің су жинау алабының төменгі сағасының су теңгермесінің теңдеуінің негізінде, оның тұз теңгермесінің теңдеуі былай жазылады:

$$\begin{aligned} IWSRB_i \cdot SWHR_i + IACIS_i \cdot SRW_i + APWSR_i \cdot MAP_i + ISUTR_i \cdot LMSUT_i = \\ = FWSRB_i \cdot SWER_i + OWTOS_i \cdot SWDR_i + SIWFR_i \cdot SFW_i + WIFMR_i \cdot SEW_i, \end{aligned} \quad (6)$$

мұндағы $SWHR_i$, $SWER_i$ – өзен арнасының бас және соңғы жағындағы судың тұздылығы; $IACIS_i$ – кіріс қимасы бойынша өзен арнасы бойымен түсетін судың тұздылығы; SRW_i – шығыс қимасы бойынша өзен арнасы бойымен алынатын судың тұздылығы; MAP_i – өзен арнасының су бетіне түсетін жауын – шашынның тұздылығы; $LMSUT_i$ – өзен арнасының бойымен түсетін жер беті және асты суларының тұздылығы; SFW_i – өзен арнасынан сүзілуге кететін судың тұздылығы; SEW_i – өзен арнасынан алынатын судың тұздылығы.

Суармалы егістік алқаптан өзен арнасына түскен қайтарма судың әсерінен өзен арнасындағы судың сандық өзгерісі ғана емес, оның сапасыда өзгереді, яғни ең алдымен өзен суларының жалпы тұздылығы өзгеріске түседі [23, 24].

Жалпы өзен арнасында болатын химиялық және физико – химиялық әрекеттесулерді есепке алмағанда, өзен суының шығыс бөлігіндегі, оның суының тұздылығын су – тұз теңгермесінің теңдеуін пайдаланып анықтауға болады:

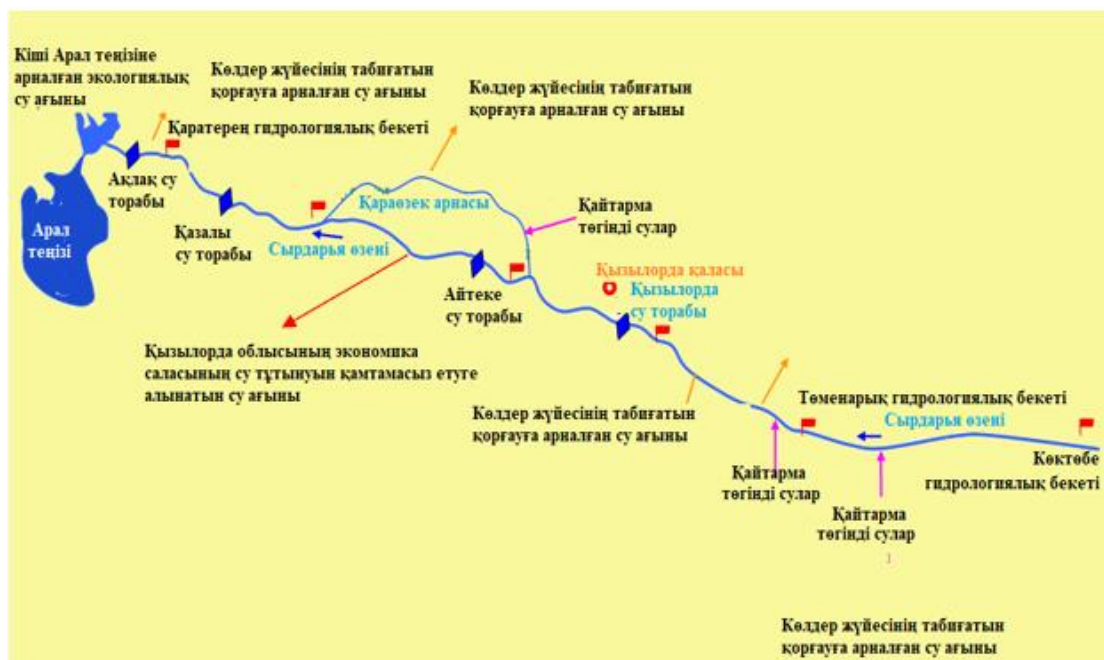
$$\begin{aligned} SWDR_i = (IACIS_i \cdot SRW_i - WIFMR_i \cdot SEW_i + ISUTR_i \cdot LMSUT_i + \\ + \Delta WRRB_i \cdot SWHR_i) / OWTOS_i. \end{aligned} \quad (7)$$

Сонымен, жоғарыда келтірілген өзеннің арнасының су–тұз теңгермесінің теңдеулері әртүрлі қолда бар әртүрлі гидрометеорологиялық және сушаруашылық ақпараттық мәліметтерді талдауға көмектеселі және жеке өзен жүйелерінің ерекшеліктерін ескере отырып, оның шығыс және кіріс бөлігіне түзетулер енгізуге болады.

1.3 Сырдария өзенінің төменгі алабында орналасқан Қызылорда облысының қол жетімді су қорлары және оны пайдалану ерекшелігі

Қызылорда облысының Сырдария өзенінің су жинау алабындағы қолжетімді су (жер үсті және жерасты) қоры, Қызылорда және Түркістан облыстарының шекарасында Түгіскен бас арнасынан төмен орналасқан Көктөбе гидрологиялық бекетімен Кіші Арал теңізінің сағасына орналасқан Қаратерек гидрологиялық бекеттері бойынша айқындалған (сурет 3).

Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы су жинау алқабындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекеттері аралығында қол жетімді су қорының зерттеу қорын құру үшін, Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министірлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау мәліметтері пайдаланылды (кесте 2).



Сурет 3 – Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы су жинау алқабындағы сушаруашылық желілерінің орналасу жүйесі

Кесте 2 – Қызылорда облысының Сырдария өзенінің су жинау алабындағы қолжетімді су (жер үсті және жерасты) қоры (млн. м³)

Жыл – дар	Гидрологиялық бекет		Бас арна және өзендер			Жерасты суы
	Көктөбе	Қаратерең	Түгүскен	Жиделі	Бесарық	
1	2	3	4	5	6	7
2000	14538,1	3860,0	12,50	5,49	4,47	42,00
2001	11725,1	3563,0	10,70	1,67	1,86	39,30
2002	19323,0	8641,0	35,00	8,65	9,24	40,40
2003	20365,0	9764,0	21,00	12,46	12,67	47,10

2 - кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
2004	20788,7	10106,0	27,00	11,93	13,89	45,50
2005	22046,0	9868,0	67,30	6,86	10,20	44,80
2006	15923,0	6759,0	13,30	6,98	9,09	44,10
2007	17283,0	6619,0	23,00	8,35	10,32	45,78
2008	11043,0	3690,0	8,00	5,83	7,80	47,49
2009	15039,0	4108,0	20,47	8,60	12,46	50,54
2010	25829,0	9198,0	27,40	9,06	12,78	49,81
2011	10900,0	4636,0	13,13	2,25	3,59	49,10
2012	16584,0	4586,0	13,83	7,18	7,90	39,60
2013	13588,0	4106,0	17,82	6,33	6,51	37,94
2014	16514,0	5134,0	23,23	5,30	5,75	38,40
2015	14378,0	5538,0	25,25	5,47	9,39	39,35
2016	14685,0	5149,0	32,97	5,04	3,56	42,15
2017	24144,0	9208,0	18,80	5,35	5,27	40,93
2018	12980,0	4351,0	10,23	4,11	7,91	43,11
2019	14266,0	3697,0	12,30	10,96	5,22	43,30
2020	9826,0	1659,0	13,164	6,90	3,85	47,44

Қызылорда облысының Жаңақорған ауданының төңірегінде Солтүстік Батыс жағындағы Қаратау жоталарынан бастау алатын Жиделі және Бесарық өзендері бар және олардың қарастырылып отырылған жылдар арасындағы су ағынының көлемі, келтірілген жағдайға сәйкес 1,67 – 12,46 млн м³ және 1,86 – 13,89 млн м³ құрайды. Егерде оларды Сырдария өзенінің Көктөбе бекеті арқылы Қызылорда облысының аймағына келіп түсетін су ағынының шамасы қарастырылып отырылған жылдар арасындағы 9826,0 – 25829,0 млн аралығында өзгеріп отыратын шамасымен салыстырсақ 0,05 % ғана құрайды.

Жиделі және Бесарық өзендерінің төменгі сағасында орналасқан Жиделі және Бесарық суқоймалары, Қызылорда облысының Жаңақорған ауданының Қаратау жоталары етегінде орналасқан елді мекендердің су тұтыныс сұранысын қамтамасыз етуге жобаланып тұрғызылған. Сондықтан Жиделі және Бесарық өзендерінің жылдық су ағынының көлемі, Сырдария өзенінің төменгі сағасының су теңгерелік жағдайына айтарлықтай әсерін тигізе алмайды.

Қызылорда облысының шекарасындағы Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекеттеріндегі қол жетімді су қорының өзгеру бағытын айқындау үшін, оның тік бұрышты желісіндегі сызбасын сызықтық трендтің негізінде Microsoft Excel бағдарламасын пайдаланып тұрғыздық (сурет 4).

Жалпы, 4 – суретте көрсетілгендей, Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Көктөбе және Қаратерек гидрологиялық бекеттерінде, қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су ағының көлемінің төмендеген бағыты байқалады және олардың сызықтық трендерінің

теңдеуін, бағдарламалық есептеу жұмыстарына пайдалануға болатын гидрологиялық моделі болып табылады:

– Көктөбе гидрологиялық бекетінің су ағынының сызықтық теңдеуі:

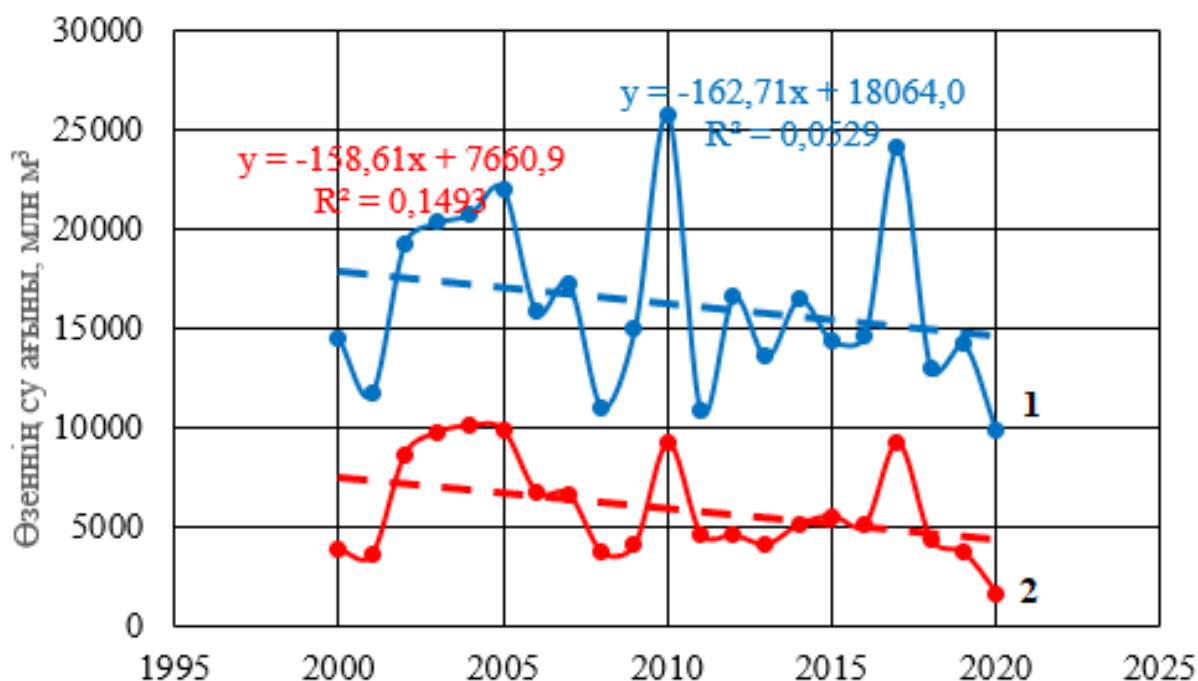
$$RF_i = -162.71 \cdot SNY_i + 18064.0; R^2 = 0.0529 \quad (8)$$

мұнда SNY_i – кезеңнің рет саны, болжамды кезеңдегі жылдың рет саны немесе тәуелсіз айнымалы; R^2 – детерминациялық белгісі;

- Қаратерек гидрологиялық бекетінің су ағынының сызықтық теңдеуі:

$$RF_i = -162.61 \cdot SNY_i + 7660.90; R^2 = 0.1493. \quad (9)$$

Қызылорда облысының экономика саласының су тұтынуға деген сұранысын қамтамасыз ете алатын су көзі, ол жалғыз Сырдария өзені болып табылады, яғни ол қол жетімді су ағынының 99,80 % құрайды.



Сурет 4 – Сырдария өзеннің төменгі сағасындағы Көктөбе (1) және Қаратерек (2) гидрологиялық бекеттерінің 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су ағыны (млн м³) және оның сызықтық тренді

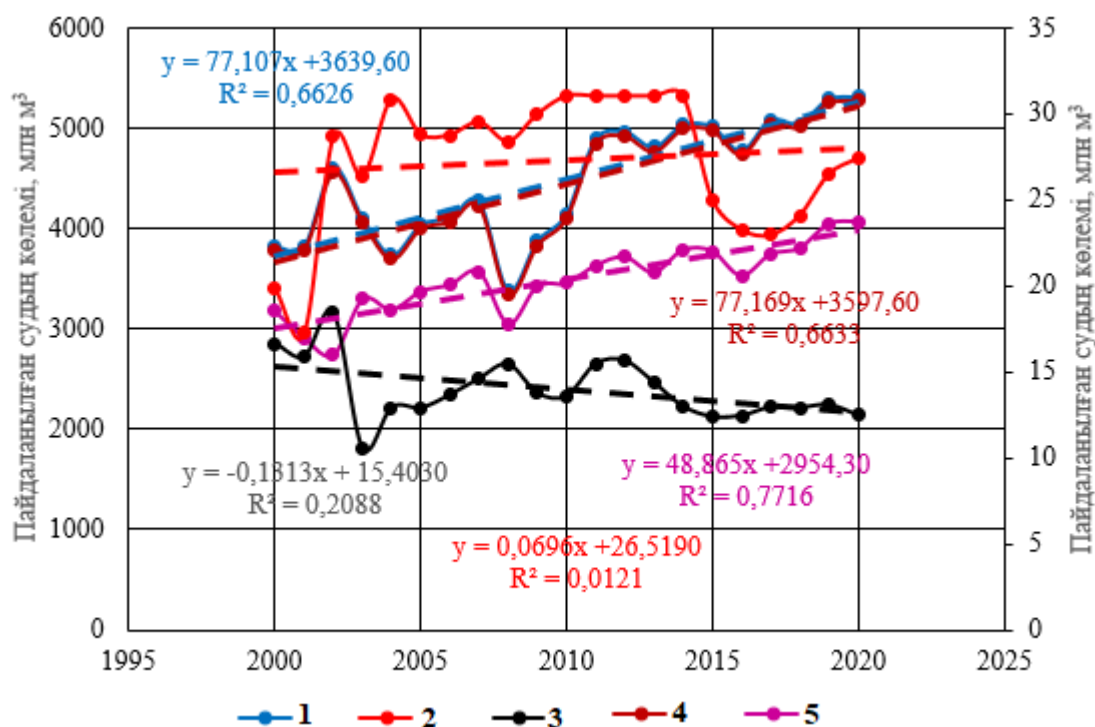
Қызылорда облысының экономика саласының су тұтыну шамасы туралы ақпараттық мәліметерді, Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық–талдау деректерінің негізінде 3 – кестеде келтірілген.

Кесте 3 – Қызылорда облысының экономика саласына 2000 – 2020 жылдар аралығындағы алынған су ағынының көлемі

Жылдар	Қызылорда облысының экономика саласына алынған су ағынының көлемі, млн м ³				
	Барлығы	оның ішінде			
		Тұрмыстық – тұтынысқа	өндіріс саласына	Ауылшаруа – шылғына	оның ішінде суармалы егістікке
2000	3824,26	19,85	16,64	3787,77	3177,93
2001	3824,74	17,30	15,89	3791,55	2913,21
2002	4607,10	28,67	18,43	4560,00	2746,69
2003	4106,62	26,35	10,56	4069,71	3297,08
2004	3740,32	30,87	12,93	3696,52	3194,02
2005	4042,00	28,80	12,90	4000,30	3375,60
2006	4110,44	28,78	13,66	4068,00	3442,00
2007	4275,93	29,52	14,61	4231,80	3570,50
2008	3385,85	28,41	15,44	3342,00	3053,00
2009	3877,51	29,98	13,76	3833,77	3429,10
2010	4151,92	31,03	13,59	4107,30	3457,00
2011	4898,09	31,03	15,46	4851,60	3632,40
2012	4974,08	31,03	15,65	4927,40	3717,90
2013	4818,31	31,03	14,38	4772,90	3563,90
2014	5040,13	31,03	12,99	4996,11	3785,97
2015	5022,51	25,04	12,39	4985,08	3774,70
2016	4779,10	23,28	12,44	4743,38	3531,82
2017	5089,74	22,97	12,94	5053,83	3743,23
2018	5053,89	24,09	12,91	5016,89	3805,31
2019	5297,00	26,49	13,08	5257,43	4045,58
2020	5323,07	27,42	12,48	5283,17	4071,06
$SAOM_i$	4487,74	27,28	13,96	4446,50	3491,81
$PSH_i, \%$	100	0,60	0,30	99,10	77,80

Қызылорда облысының экономика саласына пайдаланған судың шамасының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы орташа мәні ($SAOM_i$) көрсеткендей, оның барлық сандық шамасы 4487,74 млн м³ болса, тек қана 27,28 млн м³ тұрмыстық тұтынысқа ($PSH_i = 0,60 \%$), өндіріс саласына 13,96 млн м³ ($PSH_i = 0,30 \%$) және ауылшаруашылығына – 4446,50 млн м³ ($PSH_i = 99,10 \%$), ал оның ішінде суармалы егістікке – 3491,81 млн м³ ($PSH_i = 77,80 \%$).

Қызылорда облысындағы экономика саласына пайдаланған судың көлемінің, 2000 – 2020 жылдар аралығында өзгеру бағытын айқындау мақсатында Microsoft Excel бағдарламасын пайдаланып, олардың сызбалық желісінде тұрғызу арқылы сызықтық трендтерін теңдеулеріне қол жеткіздік (сурет 5).



1 – экономика саласына пайдаланылған су ағынының жалпы көлемі – сол жақ ордината; 2 – тұмыстық тұтынысқа пайдаланылған су ағынының көлемі – оң жақ ордината; 3 – өндіріс саласына пайдаланылған су ағынының көлемі – оң жақ ордината; 4 – ауылшаруашылық саласына пайдаланылған жалпы су ағынының көлемі – сол жақ ордината; 5 – суармалы егістікке пайдаланылған су ағынының көлемі – сол жақ ордината.

Сурет 5 – Қызылорда облысындағы экономиканың әртүрлі саласына пайдаланған судың көлемінің 2000–2020 жылдар аралығындағы сызбасы және оның сызықтық трендтері

Жалпы, 5 суретте көрсетілген Қызылорда облысындағы экономиканың әртүрлі саласына пайдаланған судың көлемінің сызбалық желісінің сызықтық трендтеріне талдау жүргізу арқылы мынандай қортынды жасауға болады:

– Қызылорда облысының экономика саласына пайдаланған жалпы су ағынының көлемі оң бағыта дамыған және оның сызықтық трендін мына теңдеу арқылы бағалауға болады: $RF_i = 77.107 \cdot SNY_i + 3639.60$; $R^2 = 0.6626$;

– Қызылорда облысының тұрмыстық тұтынысқа пайдаланған жалпы су ағынының көлемі оң бағыта дамыған және оның сызықтық трендін мына теңдеу арқылы бағалауға болады: $RF_i = 0.0696 \cdot SNY_i + 26.5190$; $R^2 = 0.0121$;

– Қызылорда облысының өндіріс саласына пайдаланған жалпы су ағынының көлемі теріс бағыта дамыған және оның сызықтық трендін мына теңдеу арқылы бағалауға болады: $RF_i = -0.1313 \cdot SNY_i + 15.4030$; $R^2 = 0.2088$;

– Қызылорда облысының ауылшаруашылығына пайдаланған жалпы су ағынының көлемі оң бағыта дамыған және оның сызықтық трендін мына

теңдеу арқылы бағалауға болады: $RF_i = 77.1690 \cdot SNY_i + 3597.60$; $R^2 = 0.6633$;

– Қызылорда облысының суармалы егістікке пайдаланған жалпы су ағынының көлемі оң бағытта дамыған және оның сызықтық трендтің мына теңдеу арқылы бағалауға болады: $RF_i = 48.8650 \cdot SNY_i + 2954.30$; $R^2 = 0.7716$.

Сонымен, Сырдария өзеннің төменгі сағасында орналасқан Көктөбе және Қаратерең гидрологиялық бекеттер арасындағы қол жетімді су қорының көлемі, салыстырмалы түрде қарағанда 2000 – 2020 жылдар аралығында, оның сызықтық трендтерінің теріс бағытта дамығаны байқалады. Ал, өзеннің төменгі сағасын қамтып жатқан Қызылорда облысының аймағында әртүрлі экономика саласына пайдалану су ағынының көлемінің сызықтық трендтері, тек қана өндіріс саласында болмаса, оң бағытта дамып отырған. Аймақтағы, су ағынының қол жетімді қорымен, жалпы экономика саласына пайдаланылған су қорының арасындағы қарама – қайшылық даму бағытының қалыптасуы, болашақта аймақтың сумен қауіпсіз қамтамасыз ету дәрежесіне айтарлықтай әсерін тигізуі мүмкін.

1.4 Сырдария өзенінің төменгі алабының су теңгермесінің өзгеру заңдылықтары

Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау мәліметтері бойынша Сырдария өзенінің төменгі алабының төменгі сағасындағы Көктөбе мен Қаратерең гидрологиялық бекетінің аралғын алып жатқан Қызылорда облысың шеңберіндегі су теңгермесінің құрамдық бөліктері айқындалды:

– кіріс бөлігін (IWB_i) Сырдария өзеннің төменгі сағасының бойындағы Қызылорда мен Түркістан облысының шекарасы арқылы өзен арнасына түсетін су ағыны ($WFIR_i$) және Көктөбе мен Қаратерең гидрологиялық бекеттерінің аралығында, оның салаларынан түсетін су ағыны ($WFRT_i$), жер асты суларынан алынған су қорлары (GW_i) және кен орындарның төгінді сулардың көлемі (MSD_i) құрайды;

– шығыс бөлігін (OWB_i), Қызылорда облысының аумағында Сырдария өзенінің арнасынан ауылшаруашылық саласына алынған су көлемі ($VWNA_i$), пайдаланылған жер асты суының көлемі (VGU_i), өзен арасының бойындағы су шығынының көлемі ($WIRC_i$), көлдер жүйесін толтыруға пайдаланылған су көлемі (WFL_i), кен орындарының пайдаланылған төгінді суларының көлемі ($VUWFM_i$) және өзеннің сағасына орналасқан Қаратерең гидрологиялық бекеті арқылы Арал теңізіне түсетін су көлемі ($WFIS_i$).

Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау мәліметтері бойынша жер асты

суларынан аланған су қорлары (GW_i) пайдаланылған жер асты суының көлемі (VGU_i), ал кен орындарның төгінді сулардың көлемі (MSD_i) кен орындарының пайдаланылған төгінді суларының көлемі ($VUWFM_i$) тең болғандықтан, Сырдария өзенінің төменгі алабының су теңгермесінің құрамдық бөлігінің теңдеуін құрғанда оларды ескермеуге болтын болғандықтан, өзен арнасының су теңгермесінің теңдеуін былай жазуға болады:

$$IWB_i = OWB_i; \\ WFIR + WFRT_i = WFFR_i + WIRC_i + WFL_i + WFIS_i. \quad (10)$$

Жоғарыда келтірілген Сырдария өзенінің төменгі алабының су теңгермесінің негізінде Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау мәліметтерін пайдалана отырып құрылған, оның су теңгермесінің құрамдық бөліктерінің сандық мәндері 4 кестеде көрсетілген.

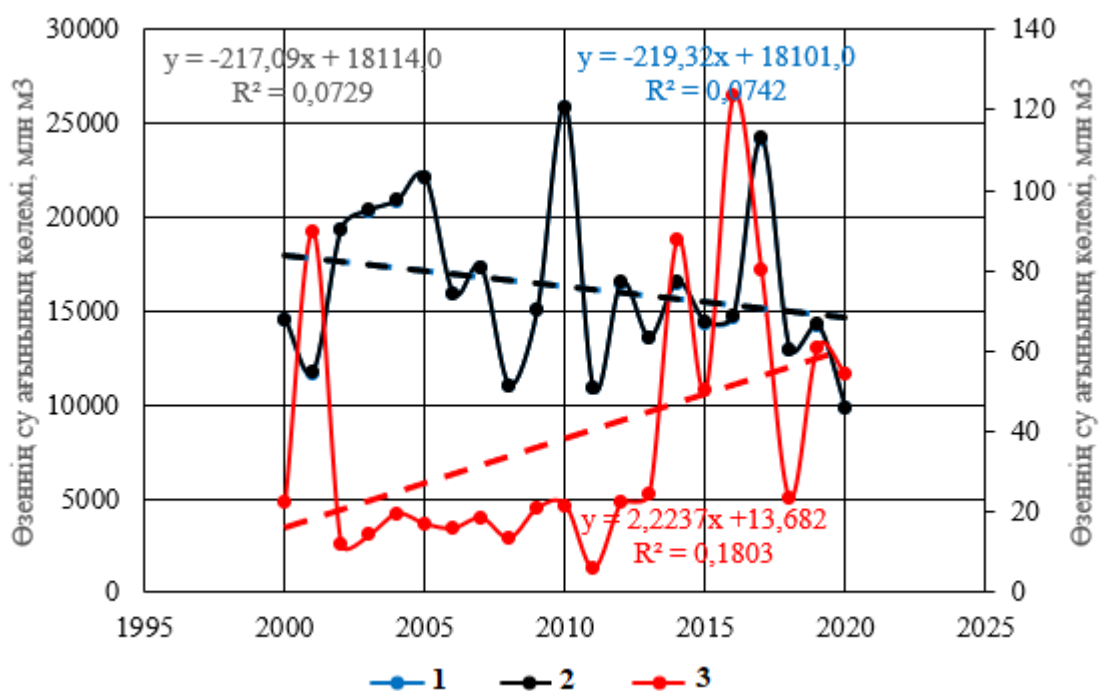
Кесте 4 – Сырдария өзенінің төменгі алабының су теңгермесінің құрамдық бөлігінің 2000 – 2022 жылдар аралығындағы сандық мәндері

Жыл – дар	Сырдария өзенінің төменгі алабының су теңгермесінің құрамдық бөлігі							
	Кіріс бөлігі			Шығыс бөлігі				
	$WFIR_i$	$WFRT_i$	IWB_i	$WFFR_i$	$WIRC_i$	WFL_i	$WFIS_i$	OWB_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2000	14538,1	22,46	14560,6	3888,9	3691,7	3120,0	3860,0	14560,6
2001	11725,1	89,70	11814,8	3894,0	2518,1	1879,0	3523,7	11814,8
2002	19363,0	12,00	19375,0	5125,0	3060,0	2630,0	8560,0	19375,0
2003	20365,0	14,40	20379,4	5974,0	2931,0	1755,0	9719,4	20379,4
2004	20890,0	19,70	20909,7	6182,0	2854,0	1767,7	10106,0	20909,7
2005	22134,0	17,10	22151,1	7497,0	2320,0	2454,1	9880,0	22151,1
2006	15936,0	16,07	15952,1	5286,0	1371,0	2560,0	6735,1	15952,1
2007	17306,0	18,67	17324,7	5426,0	1958,0	3344,0	6596,7	17324,7
2008	11051,0	13,63	11064,6	4259,0	1512,0	2618,0	3675,6	12064,6
2009	15059,0	21,06	15080,1	5085,3	1527,0	4367,0	4100,8	15080,1
2010	25856,4	21,84	25878,2	5541,0	3338,0	7817,9	9181,3	25878,2
2011	10913,1	6,08	10919,2	5036,2	1523,0	1247,0	3113,0	10919,2
2012	16517,8	22,46	16540,3	4938,7	2392,0	4644,5	4565,1	16540,3
2013	13605,8	24,65	13630,5	4785,7	2265,0	2889,2	3690,5	13630,4
2014	16514,0	87,89	16601,9	5175,0	2597,3	3710,0	5119,6	16601,9
2015	14378,3	50,57	14428,9	5978,2	2652,0	1260,7	4538,0	14428,9

4 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2016	14685,0	123,6	14808,6	4743,0	2103,0	2830,1	5132,5	14808,6
2017	24144,0	80,20	24224,2	6697,1	3005,5	5039,0	9482,6	24224,2
2018	12980,0	23,59	13003,6	5017,5	1749,3	1898,9	4337,9	13003,6
2019	14266,0	61,09	14327,1	5265,0	2226,9	3156,6	3678,6	14327,1
2020	9826,0	54,24	9880,2	5282,7	1200,9	1751,0	1645,6	9880,2
$SAOM_i$	16288,3	38,14	16626,4	5289,4	2323,6	2987,6	5773,4	16374,0
PSH_i	99,70	0,30	100,00	32,30	14,19	18,25	35,26	100,00

Жалпы, 4 кестеде келтірілген, Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің құрамдық бөлігінің кіріс және шығыс бөлігінің сандық мәндері пайдалану арқылы, олардың 2000 – 2022 жылдар аралығындағы өзгеру жағдайын айқындау мақстында сызбалық сұлбасы тұрғызылды (сурет 6 – 7).



1 – Сырдария өзенінің қол жетімді су ағыны – сол жақ ордината; 2 – Жиделі және Бесарық өзендерінің су ағынының көлемі – оң жақ ордината; 3 – Қызылорда облысының жалпы қол жетімді жер беті су ағынының көлемі – сол жақ ордината.

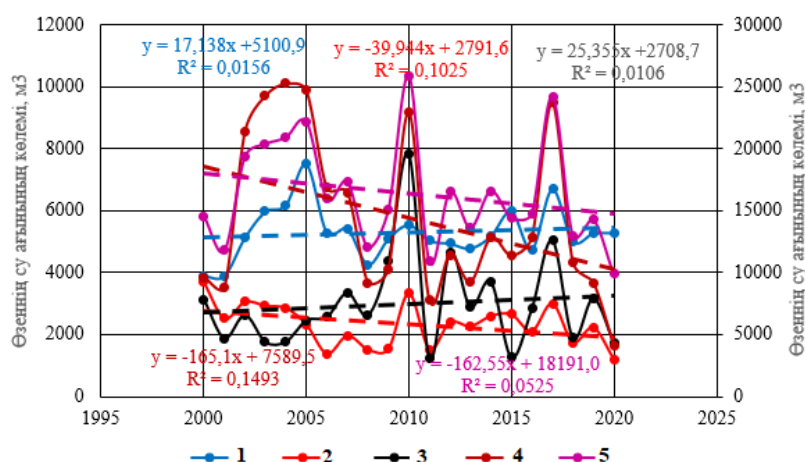
Сурет 6 – Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің кіріс бөлігінің сызбасы

Жалпылама қарағанда, 6 суретте көрсетілген Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының 2000 – 2022 жылдар аралығында су теңгермесінің кіріс бөлігінің сызбасынан байқайтынымыз (сурет 6):

– Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы Түркестан мен Қызылорда облысының шекарасында орналасқан Көктөбе гидрологиялық бекетінің тұсындағы су ағынының көлемінің кіріс бөлігінің қарастырылып отырылған жылдар аралығында 9826,0 млн м³ – тен 25856,4 млн м³ – ке дейін теріс бағытағы тренді байқалады, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 16288,3 млн м³;

– Сырдария өзенінің төменгі алабының Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің кіріс бөлігін құрайтын Жиделі және Бесарық өзендерінің су ағынының көлемі, қарастырылып отырылған жылдар аралығында 6,08 млн м³ – тен 89,70 млн м³ – ке дейін оң бағыттағы тренд бойынша өзгергенін байқауға болады, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 38,14 млн м³;

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің кіріс бөлігі қарастырылып отырылған жылдар аралығында 9880,2 млн м³ – тен 25878,2 млн м³ – ке дейін теріс бағытағы тренд бойынша қалыптасқан, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 16374,0 млн м³.



1 – өзен арнасынан алынған су ағынының көлемі – сол жақ ордината; 2 – өзен арнасының бойындағы жалпы су шығынының көлемі – сол жақ ордината; 3 – көлдер жүйесін толтыруға алынған су ағынының көлемі – сол жақ ордината; 4 – Кіші Арал теңізіне тасталған су ағынының көлемі – сол жақ ордината; 5 – Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің жалпы шығыс бөлігінің көлемі).

Сурет 7 – Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің шығыс бөлігінің сызбасы

Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының 2000 – 2022 жылдар аралығында су теңгермесінің шығыс бөлігінің сызбасынан байқайтынымыз (сурет 7):

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығында өзен арнасына экономика саласына пайдалануға алынған су ағынының көлемі, қарастырылып отырылған жылдар аралығында 3888,9 млн м³ – тен 7497,0 млн м³ – ке дейін оң бағытағы тренд бойынша өзгергіп отырғанын байқауға болады, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 5289,4 млн м³;

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығында өзен арнасына бойында жалпы шығын болатын су ағынының көлемі, қарастырылып отырылған жылдар аралығында 1200,9 млн м³ – тен 3691,7 млн м³ – ке дейін теріс бағытағы тренд бойынша өзгергіп отырған, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 2323,6 млн м³;

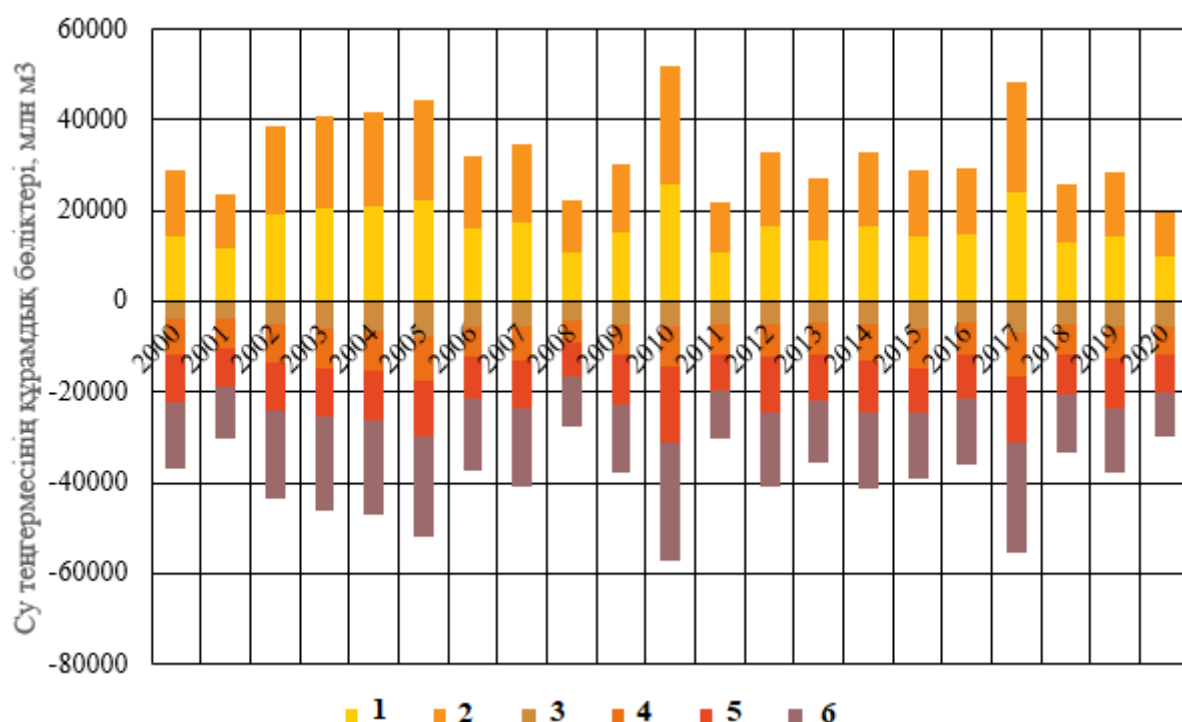
– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығындағы көлдер жүйесін толтыруға алынған су ағынының көлемі, қарастырылып отырылған жылдар аралығында 1247,0 млн м³ – тен 7817,9 млн м³ – ке дейін оң бағытағы тренд бойынша өзгергіп отырған, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 2987,6 млн м³;

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Қаратерен гидрологиялық бекеті тұсынан Кіші Арал теңізіне тасталатын су ағынының көлемі, қарастырылып отырылған жылдар аралығында 1645,6 млн м³ –тен 10106,0 млн м³ – ке дейін теріс бағытағы тренд бойынша өзгеріске тап болған, ал оның осы кездегі орташа мәні (*SAOM*) – 5773,4 млн м³;

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің жалпы шығыс бөлігі, қарастырылып отырылған жылдар аралығында 9880,2 млн м³ – тен 10106,0 млн м³ – ке дейін, теріс бағытағы тренд бойынша қалыптасып отыр.

Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің кіріс және шығыс бөлігінің гистограммалық сызбасы 8 суретте көрсетілген.

Жоғарыда келтірілген, Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің 2000 – 2020 жылдар аралығында өзгеру қарқыны көрсеткендей (кесте 4, сурет 6 – 8), су теңгермесінің бөлшектік құрамдары тек қана орташа жылдық су ағынының көлемін міздейтін саттистикалық қасиетті ғана көретіп қоймай, оған су теңгермесінің бөлшектік құрамындағы су ағынының көлемі динамикалы қасиетке ие бола алатындығында көруге болады және ол уақыттың функциясы болып табылады:



1 – Сырдария өзенінің қол жетімді су ағынының көлемі; 2 – Жиделі және Бесарық өзендерінің су ағынының көлемі; 3 – өзен арнасынан алынған су ағынының көлемі; 4 – өзен арнасының бойындағы жалпы су шығынының көлемі; 5 – көлдер жүйесін толтыруға алынған су ағынының көлемі; 6 – Кіші Арал теңізіне тасталған су ағынының көлемі.

Сурет 8 – Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қаратерең гидрологиялық бекетінің Қызылорда облысына тән аймағының су теңгермесінің кіріс және шығыс бөлігінің гистограммалық сызбасы

– Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе гидрологиялық бекет – нің қол жетімді су ағыны көлемінің ($WFIR_i$) сызықтық теңдеуі:

$$WFIR_i = -219.32 \cdot SNY_i + 18101.0; R^2 = 0.0742; \quad (11)$$

– Жиделі және Бесарық өзендерінің су ағынының көлемінің ($WFRT_i$) сызықтық теңдеуі:

$$WFRT_{ii} = -2.2237 \cdot SNY_i + 13.682; R^2 = 0.1803; \quad (12)$$

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қара – терең гидрологиялық бекетінің аралығындағы қол жетімді су ағыны көлемінің (IWB_i) сызықтық теңдеуі:

$$IWB_i = -217.09 \cdot SNY_i + 18114.0; R^2 = 0.0729; \quad (13)$$

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қара – терең гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасынан экономика саласына алынған су ағынының көлемінің ($WFFR_i$) сызықтық теңдеуі:

$$WFFR_i = 17.138 \cdot SNY_i + 5100.9; R^2 = 0.0156; \quad (14)$$

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қара – терең гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасынан болған жалпы су шығынының көлемінің ($WIRC_i$) сызықтық теңдеуі:

$$WIRC_i = -39.944 \cdot SNY_i + 2791.6; R^2 = 0.1025; \quad (15)$$

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қара – терең гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасынан көлдер жүйесін толтыруға алынған су ағынының көлемінің (WFL_i) сызықтық теңдеуі:

$$WFL_i = 25.355 \cdot SNY_i + 2708.7; R^2 = 0.0106; \quad (16)$$

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Қаратерең гидрологиялық бекетінің тұсындағы Кіші Арал теңізіне тасталған су ағынының көлемінің ($WFIS_i$) сызықтық теңдеуі:

$$WFIS_i = -165.10 \cdot SNY_i + 7589.5; R^2 = 0.1493; \quad (17)$$

– Сырдария өзенінің төменгі алабының бойындағы Көктөбе мен Қара – терең гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасынан алынған су ағынының көлемінің (OWB_i) сызықтық теңдеуі:

$$OWB_i = -162.55 \cdot SNY_i + 18191.0; R^2 = 0.0525. \quad (18)$$

Осыған байланысты, су теңгермесінің бөлшектік құрамындағы айқындалған өзгеру бағыты, яғни сызықтық трендті, белгілі бір уақыт аралығындағы олардың тербелісінің сипатамасының функциональдық теңдеулері бола алатындықтан, су теңгермесінің құрамдық бөлшектерінің өзгеруін алдын – ала жобалай алатын математикалық құралға айналады.

1.5 Сырдария өзенінің төменгі алабының тұз теңгермесінің қалыптасу ерекшеліктері

Сырдария өзенінің су жинау алабының су ағынының 90 % суғармалы егістік жүйесіне пайданылады. Суғармалы егістік жүйенің коллекторлық – кәріз суларының 60 % өзен арнасына қайтарылады, ал 21 % сайларға жіберіледі және 19 % суғармалы егістік жүйелеріне қайтадан пайданады.

Сырдария өзенінің су жинау алабының жоғарғы және ортанғы аймағында қайтарма төгінді суларды тастайтын табиғи сайлар немесе арнайы

буландыру танаптары болмағандықтан, оларды ауылшаруашылық, тұрмыстық тұтыныс және өндіріс саласының төгінді сулары өзеннің негізгі арнасына тасталады.

Ауылшаруашылық, тұрмыстық тұтыныс және өндіріс саласының төгінді сулары жоғары дәрежеде тұзданғандықтан, олар өзеннің табиғи су ағынының ластаушы көзі болып табылады. Сондықтан, Сырдария өзенінің төменгі сағасында су ағынының тұздану сипатамасын және тұздану теңгермесінің, аймақтың экологиялық орнықтығын сақтау және қоршаған ортаны қорғау үшін маңызы зор.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің ағынының тұздану теңгермесінің құрамдық бөлігін қарастырғанда, кез келген өзен жүйесінің тұздану жағдайы тән, оның негізінен өзен арнасының су бетінен болатын қайтармсыз шығынға және өзен арнасынан алынатын су ағынының көлеміне байланысты анықтау қажет. Анықтап айтқанда, осы қатынастық шама, кез келген нақты өзен алабының су ағынының тұздануының қарқынын және өзеннің бөлігінің соңғы қимасындағы, оның тұздану дәрежесін анықтайды.

Сырдария өзенінің төменгі алабының төменгі сағасындағы Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығын алып жатқан Қызылорда облысының шеңберіндегі тұздану теңгермесінің құрамдық бөліктері, осы аймақтың су теңгермесінің құрамдық бөліктері арқылы анықталады:

– кіріс бөлігін ($ISSB_i$) Сырдария өзенінің төменгі сағасының бойындағы Қызылорда мен Түркістан облысының шекарасы арқылы өзен арнасының су ағынымен түсетін тұздың көлемі ($ASCRWF_i$) және Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекеттерінің аралығында, оның салаларының су ағынымен түсетін тұздың көлемі ($ASCWFT_i$), жер асты суларымен түсетін тұздың көлемі ($ASCG_i$) және кен орындарның төгінді суларымен түсетін тұздың көлемі ($ASCWW_i$) құрайды;

– шығыс бөлігін ($EPSB_i$), Қызылорда облысының аумағында Сырдария өзенінің су жинау албындағы ауылшаруашылық жерлерге түсетін тұздың көлемі ($ASFAL_i$), өзеннің арнасының су бетінен буланудан және табанынан судың сүзілуінен себебінен, өзен арасында қорланатын тұздың көлемі ($ASDR_i$), көлдер жүйесіне су ағымен түсетін тұздың көлемі ($ASEL_i$), және өзеннің сағасына орналасқан Қаратерен гидрологиялық бекеті арқылы Арал теңізіне түсетін тұздың көлемі ($ASES_i$).

Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы табиғи құрамдас бөлшектерге су ағынымен түсетін тұздың көлемін мына өрнектер арқылы анықтайды:

– Сырдария өзенінің төменгі сағасына Көктөбе гидрологиялық бекеттің тұсынан түсетін тұздың көлемі:

$$ASCRWF_i = WFFR_i \cdot SWS_i, \quad (19)$$

мұнда SWS_i – су ағынының тұздылығы, г/л;

– өзеннің салаларының су ағынымен түсетін тұздың көлемі:

$$ASCWFT_i = WFRT_i \cdot SWFT_i, \quad (20)$$

мұнда $SWFT_i$ – өзеннің салаларының су ағынының тұздылығы, г/л;
– жер асты суларымен түсетін тұздың көлемі:

$$ASCG_i = GWW_i \cdot GS_i, \quad (21)$$

мұнда GS_i – жер асты суларының тұздылығы, г/л;
– кен орындарның төгінді суларымен түсетін тұздың көлемі:

$$ASCWW_i = MSD_i \cdot SMWW_i, \quad (22)$$

мұнда $SMWW_i$ – кен орындарның төгінді суларының тұздылығы, г/л;
– ауылшаруашылық жерлерге түсетін тұздың көлемі:

$$ASFAL_i = VWNA_i \cdot SWS_i, \quad (23)$$

мұнда SWS_i – су ағынының тұздылығы, г/л;
– өзеннің арнасының су бетінен буланудан және табанынан судың сүзілуінен себебінен, өзен арасында қорланатын тұздың көлемі:

$$ASDR_i = WIRC_i \cdot SWS_i, \quad (24)$$

мұнда SWS_i – су ағынының тұздылығы, г/л;
– көлдер жүйесіне су ағымен түсетін тұздың көлемі:

$$ASEL_i = WFL_i \cdot SWS_i, \quad (25)$$

мұнда SWS_i – су ағынының тұздылығы, г/л;
– Қаратерең гидрологиялық бекеті арқылы Арал теңізіне түсетін тұздың көлемі:

$$ASES_i = WFIS_i \cdot SWS_i, \quad (26)$$

мұнда SWS_i – су ағынының тұздылығы, г/л.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының жағдайында, өзеннің салаларының су ағынымен түсетін тұздың көлемі ($ASCWFT_i$), жер асты суларымен түсетін тұздың көлемі ($ASCG_i$) және кен орындарның төгінді суларымен түсетін тұздың көлемі ($ASCWW_i$), салыстырмалы түрде қарағанда пайдаланған судың көлемінің өте аздығынан және кей біреулерінің тұздылықтарының өте төмен екендігін ескере отырып, оларды есепке алмауға болады.

Өзендердің су ағынының тәртібінің және оның тұздылығының адамдардың атқаратын шаруашылық қызметіне байланысты өзгеруін зерттеген кезде екі әдістемелік нұсқаны пайдаланады:

– өзен ағының уақытша қатарының және оған әсер ететін шаруашылық дәлелдемелерін статистикалық талдау;

– өзеннің су – тұз теңгермесінің құрамдық бөліктерінің шаруашылық қызметтердің нәтижесінде өзгеруін бағалау үшін су – тұз теңгермелік әдістемесі қолданылады.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің ағынының тұздану тәртібін зерттеу үшін 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» Шардара, Қызылорда және Қазалы гидрологиялық бекеттеріндегі деректі мәліметтері пайдаланылды (кесте – 5 және сурет – 9).

Кесте 5 – Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы су ағынының тұздану сипатамасы (г/л)

Жылдар	Гидрологиялық бекеттер		
	Шардара	Қызылорда	Қазалы
2000	1,303	1,395	1,550
2001	1,350	1,595	1,815
2002	1,300	1,289	1,547
2003	0,909	1,275	1,545
2004	0,988	1,512	1,568
2005	0,952	1,320	1,640
2006	1,080	1,208	1,426
2007	1,086	1,029	1,461
2008	1,091	1,137	1,376
2009	1,086	1,361	1,467
2010	1,020	0,986	1,220
2011	1,052	1,195	1,459
2012	1,070	1,288	1,459
2013	1,042	1,061	1,460
2014	0,918	1,236	1,400
2015	0,744	1,120	1,310
2016	1,1111	1,200	1,320
2017	0,940	1,490	1,355
2018	0,960	1,133	1,420
2019	0,913	1,340	1,420
2020	0,938	1,321	1,398
$SAOM_i$	1,040	1,260	1,460

Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы кеңістік және уақыт масштабындағы су ағының тұздану жағдайы бір бағыта дамуына қарамастан, олардың төмедеу қорқынының сандық мәні бір келкі емес:

– Шардара бектінің тұсындағы, қарастырылдып отырылған жылдардағы су ағының тұздану үрдісі теріс бағыта дамайды және уақыт функциясы ретінде мынандай сызықтың теңдеумен өрнектеуге болады:

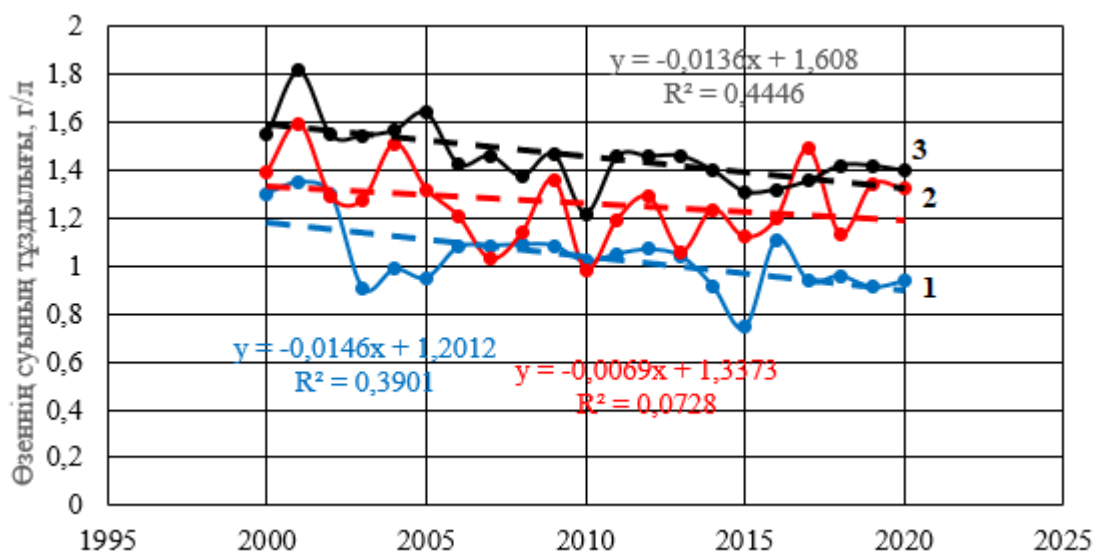
$$SWS_i = -0.0146 \cdot SNY_i + 1.2012; R^2 = 0.3901; \quad (27)$$

– Қызылорда бектінің тұсындағы, қарастырылдып отырылған жылдардағы су ағының тұздану үрдісі теріс бағыта дамайды және уақыт функциясы ретінде мынандай сызықтың теңдеумен өрнектеуге болады:

$$SWS_i = -0.0069 \cdot SNY_i + 1.3373; R^2 = 0.0728; \quad (28)$$

– Қаратерен бектінің тұсындағы, қарастырылдып отырылған жылдардағы су ағының тұздану үрдісі теріс бағыта дамайды және уақыт функциясы ретінде мынандай сызықтың теңдеумен өрнектеуге болады:

$$SWS_i = -0.0136 \cdot SNY_i + 1.6080; R^2 = 0.4446. \quad (29)$$



Сурет 9 – Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы орналасқан Шардара (1), Қызылорда (2) және Қазалы (3) гидрологиялық бекеттерінің тұсындағы 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су ағынының тұздану сипатамасы және оның сызықтық тренді

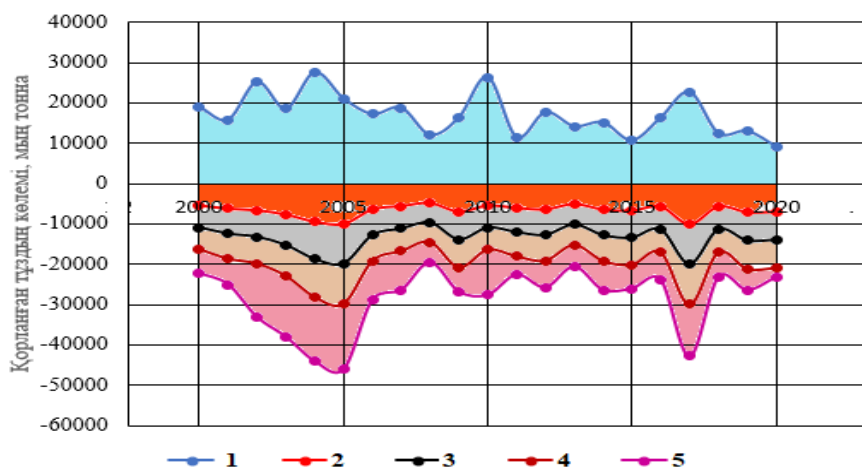
Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Шардара, Қызылорда және Қазалы гидрологиялық бекеттеріндегі 2000 – 2020 жылдар аралығында су ағынының тұздылығын қалыптастыру тек қана стахастикалық құрамдас бөлікке ғана ие емес, сондайақ олардың сызықтық тренд түрінде

детерминирленген бөлектерінде бар екендігін 9 суреттеге келтірілген деректі дәліметтер растайды.

Сонымен, жоғарыда байқалған жағдайға байланысты, Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Шардара, Қызылорда және Қазалы гидологиялық бекеттеріндегі су ағынының тұздылығының ұзақ мерзімдегі статистикалық орташа мәнімен ғана емес, олар уақыт функциясы болып табылатын су ағынының тұздылығының динамикалық орташа су ағынының тұздылығымен ($SAOM_i$) сипатталатыны белгілі болып отыр.

Тиісінше, жекелеген уақыт кезеңдеріне тән Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Шардара, Қызылорда және Қазалы гидологиялық бекеттеріндегі су ағынының тұздылығының ауытқуының анықталған бір бағытты өзеруі және олардың функциональдық сызықтық теңдеулері, уақыт бойынша өзеннің су ағынының тұздылығының ұзақ мерзімді мәндерінің өзгеруін болжау үшін негіз бола алады.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің ағынының су теңгермесінің құрамдық бөлігінің негізінде (кесте 4) және өзеннің Шардара, Қызылорда және Қазалы гидологиялық бекеттерінің тұсындағы су ағынының тұздылығы туралы деректі мәліметтері пайдаланып (кесте 5), тұз теңгермесінің құрамдық бөліктерінің сандық мәндері анықталды (кесте 6 және 10 сурет).



1 – Көктөбе гидрологиялық бекеттің тұсынан түсетін тұздың көлемі ($ASCRWF_i$); 2 – ауылшаруашылық жерлерге түсетін тұздың көлемі ($ASFAL_i$); 3 – өзеннің арнасының су бетінен буланудан және табанынан судың сүзілуінен себебінен, өзен арасында қорланатын тұздың көлемі ($ASDR_i$); 4 – көлдер жүйесіне су ағымен түсетін тұздың көлемі ($ASEL_i$); 5 – Қаратерен гидрологиялық бекеті арқылы Арал теңізіне түсетін тұздың көлемі ($ASES_i$).

Сурет 10 – Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерен гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің тұз теңгермесінің қалыптасу ерекшегігінің сызбасы

Кесте 6 – Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің су ағынының тұздану теңгермесінің құрамдық бөлігінің сипатамасы

Жылдар	Сырдария өзенінің төменгі алабының су ағынының тұз теңгермесінің құрамдық бөлігі									
	Кіріс бөлігі		Шығыс бөлігі							$\pm\Delta SB_i$
	SWS_i	$ASCRWF_i$	SWS_i	$ASFAL_i$	$ASDR_i$	$ASEL_i$	SWS_i	$ASES_i$	$WSERE_i$	
2000	1,303	18943,14	1,395	5425,02	5425,02	5425,02	1,550	5983,00	16275,06	–3314,92
2001	1,350	15828,89	1,595	6210,93	6210,93	6210,93	1,815	6395,52	18632,79	–9199,42
2002	1,300	25171,90	1,289	6606,13	6606,13	6606,13	1,547	13242,32	19818,39	–7888,81
2003	0,909	18511,79	1,275	7616,85	7616,85	7616,85	1,545	15016,47	22850,55	–19355,23
2004	0,988	27555,32	1,512	9347,18	9347,18	9347,18	1,568	15846,21	28041,54	–16332,43
2005	0,952	21071,57	1,320	9896,04	9896,04	9896,04	1,640	16203,20	29688,12	–24819,75
2006	1,080	17210,88	1,208	6385,49	6385,49	6385,49	1,426	9604,25	19156,47	–11549,84
2007	1,086	18794,32	1,029	5583,35	5583,35	5583,35	1,461	9637,78	16750,05	–7593,51
2008	1,091	12056,64	1,137	4842,48	4842,48	4842,48	1,376	5057,63	14527,44	–7528,43
2009	1,086	16354,07	1,361	6921,09	6921,09	6921,09	1,467	6015,87	20763,27	–10425,07
2010	1,020	26373,53	0,986	5463,43	5463,43	5463,43	1,220	11201,19	16390,29	–1217,95
2011	1,052	11480,58	1,195	6018,26	6018,26	6018,26	1,459	4541,87	18054,78	–11116,07
2012	1,070	17674,05	1,288	6361,05	6361,05	6361,05	1,459	6660,48	19083,15	–8069,58
2013	1,042	14177,24	1,061	5077,63	5077,63	5077,63	1,460	5388,13	15232,89	–6443,78
2014	0,918	15159,85	1,236	6396,30	6396,30	6396,30	1,400	7167,44	19188,90	–11196,49
2015	0,744	10697,46	1,120	6695,58	6695,58	6695,58	1,310	5944,78	20086,74	–15334,06
2016	1,1111	16316,50	1,200	5691,60	5691,60	5691,60	1,320	6774,90	17074,80	–7533,20
2017	0,940	22695,36	1,490	9978,68	9978,68	9978,68	1,355	12848,92	29936,04	–20089,60
2018	0,960	12460,80	1,133	5684,83	5684,83	5684,83	1,420	6159,82	17054,49	–10753,51
2019	0,913	13024,86	1,340	7055,10	7055,10	7055,10	1,420	5223,61	21165,30	–13364,05
2020	0,938	9216,788	1,321	6978,45	6978,45	6978,45	1,398	2300,55	20935,35	–14019,11
$SAOM_i$	1,040	17179,79	1,260	6677,88	6677,88	6677,88	1,460	8438,76	20033,64	–11292,6

Қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдардың негізінде Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің ағынының тұз теңгермесінің құрамдық бөлігіне, талдау жасайтын болсақ, одан байқайтынымыз:

– Көктөбе гидрологиялық бекеттің тұсынан түсетін өзеннің төменгі сағасының арнасына түсетін тұздың көлемі ($ASCRWF_i$), қарастырылып отырылған жылдары 9216,788 мың тоннадан 27555,32 мың тоннаға дейін өзгеріп отырған, ал оның осы кезеңдегі орташа мәні ($SAOM_i$) – 17179,79 мың тонна;

– Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасынан ауылшаруашылық саласына алынған су ағынының көлеміне байланысты, Қызылорда облысының ауылшаруашылық жүйесіне түсетін тұздың көлемі ($ASFAL_i$), қарастырылып отырылған жылдары 5425,02 мың тоннадан 9978,68 мың тоннаға дейін өзгеріп отырған, ал оның осы кезеңдегі орташа мәні ($SAOM_i$) – 6677,88 мың тонна;

– Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің арнасының су бетінен буланудан және табанынан судың сүзілуінен себебінен, өзен арасында табанындағы шөгінділерге қорланатын тұздың көлемі ($ASDR_i$), қарастырылып отырылған жылдары 5425,02 мың тоннадан 9978,68 мың тоннаға дейін өзгеріп отырған, ал оның осы кезеңдегі орташа мәні ($SAOM_i$) – 6677,88 мың тонна.

– Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзеннің арнасынан көлдер жүйесіне су ағымен түсетін тұздың көлемі ($ASEL_i$), қарастырылып отырылған жылдары 5077,63 мың тоннадан 9896,04 мың тоннаға дейін өзгеріп отырған, ал оның осы кезеңдегі орташа мәні ($SAOM_i$) – 6677,88 мың тонна.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында Қаратерек гидрологиялық бекетінен Кіші Арал теңізіне су ағымен түсетін тұздың көлемі ($ASES_i$), қарастырылып отырылған жылдары 2300,55 мың тоннадан 15846,21 мың тоннаға дейін өзгеріп отырған, ал оның осы кезеңдегі орташа мәні ($SAOM_i$) – 8438,76 мың тонна.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасының бойына орналасқан Қызылорда облысының экологиялық жүйесіне түсетін тұздың ($WSERE_i$) шамасын мына өрнек арқылы анықталады:

$$WSERE_i = ASFAL_i + ASDR_i + ASEL_i. \quad (30)$$

Сырдария өзенінің төменгі сағасында Көктөбе гидрологиялық бекетінің Кіші Арал теңізінің аралығындағы тұз теңгермесінің теңдеуін мынандай өрнекпен жазуға болады:

$$\pm \Delta SB_i = ASCRWF_i - ASES_i - (ASFAL_i + ASDR_i + ASEL_i). \quad (31)$$

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасына, қарастырылып отырылған жылдар аралығында, Түркістан және Қызылорда облыстарының ауылшаруашылық жүйесінің, тұрмыстық тұтыныс және өндіріс саласының төгінді сулармен Қызылорда облысының экологиялық жүйесіне қосымша түсетін тұздың көлемі 1217,95 мың тоннадан 24819,75 мың тонна аралығында өзгеріп отырады, ал оның орташа шамасы 11292,6 мың тоннаны құрайды.

Жалпы, Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы Көктөбе мен Қаратерек гидрологиялық бекетінің аралығындағы өзен арнасының бойына орналасқан Қызылорда облысының экологиялық жүйесі, Кіші Арал теңізмен бірге, өзеннің жоғарғы және орта аймақтарынан табиғи және техногендік жағдайларда түсетін тұздарды қорлайтын аймақ болып табылады.

2 СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АЛАБЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

2.1 Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың мәселесі

Өзендердің су жинау алабы бірнеше функциялық қызметтер атқарады, яғни біріншіден су ағын кеңістік және уақыт тұрғысында қалыптастырушы, екіншіден – халықтың қоныстану және оған байланысты өндірістің даму кеңістігі, үшіншіден – адамдардың тіршілік ортасы есебінде, қоршаған ортаны қорғау кеңістігі болып табылады.

Өзеннің су жинау алабы, адамзаттың кез келген табиғаттың қорын пайдалану және табиғаты қайта үйлестіру жұмыстарына өте сезімтал болғандықтан, оның қоршаған жүйесіне табиғи – техногендік қызметтердің әсер бағалау мақсатында жүргізілетін теориялық және тәжірибелік зерттеу жұмыстарын жүргізудің маңызы зор.

Өзеннің су жинау алабына техногендік жүктемелердің әсерін экологиялық тұрғыда бағалаудың негізгі функциясы, ол оның кеңістік алабының жағдайына мониторинг жүргізу және оның уақыт аралығында өзгерісін бағалау. Бағалаудың негізгі мақсаты, алдын ала таңдап алынған сынақтық көрсеткіштерді немесе жаңадан негізделген сынақтық көрсеткіштерді пайдаланып, өзеннің су жинау алабының табиғи жүйесінің жаратылыс жағдайымен техногендік қызметтің нәтижесінде бағдарламалық жағдайын салыстыру арқылы, жаңадан туындаған мәселелерді айқындау.

Сырдария өзенінің төменгі алабының экологиялық жағдайын бағалаудың әдістемелік нұсқасы алабтық жүргіге негізделген, яғни М.А. Глазовский [25], Л.М. Корытный [26], В.Н. Голосова [27], С.В. Ясинский [28], Н.И. Коронкевич және басқалар и др. [29], тұжырымдамалары бойынша өзеннің су жинау аймағы және өзеннің өзі геожүйенің жеке бір бөлігі болып табылады және олардық құрылымдық бөліктері көлбеу және тік бағытағы ағындармен байланысты. Бұндай жағдайда өзеннің су жинау алабы сатылы ландшафттық – геохимиялық жүйе ретінде қарастырылатын болғандықтан, географияның белдеулік заңдылықтарына байланысты, өзеннің арналарының бойынын жеке бөлімшелерге бөліп қарастыруға болады.

Өзендердің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың негізін құрушы ретінде В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаровтың «Арал теңізінің алабының экологиялық және мелиоративтік жағдайын жақсартудың тұжырымдамасы» жұмысындағы ірге – тасты Арал теңізінің су көзі болып табылатын Амударья және Сырдария өзендерінің аймағының экологиялық жағдайын бағалауға арналған әдістемелік нұсқасын ерекше атап айтуға болады [30, 31]. Онда «Арал теңізі алабы» табиғи – техногендік жүйесінің қызметін кеңістік – уақыт масштабында талдаудың зерттеу желісі бірі – бірімен байланысты үш кезеңнен тұрады: әдістемелік нұсқаны негіздеу және әдістемелік жұмыс; өткен және қазіргі кездегі жағдайын талдау; қалыптасқан жағдайды өзгертуге арналған шараларды негіздеу.

Соңғы кездегі Арал теңізінің аймағын экологиялық жағдайын бағалауға арналған Қозыкееваның [32] және Ж. С. Мұстафаев пен Ә. Т. Қозыкееваның [33] ғылым жұмыстары, ал Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалауға арналған Ә. Т. Қозыкееваның [34], Ж. С. Мұстафаев, К. Пулатов, Ә. Т. Қозыкеева және Л. Ж. Мұстафаеваның [35,36], Л.Ж. Мустафаева, М.А. Сейдуалиев [37], М.Ж. Бурлибаев, Ж.Д. Достай, А.А. Турсынов [38], Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев [39], В. Х. Хачатурьян мен И. П. Айдаровтың өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың ғылыми тұжырымдамасына негізделген.

В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаров, Арал теңіз алабының тарихи қалыптасу және географиялық орналасу жағдайына байланысты, аймақта орналасқан Қырғызстан, Тәжікстан, Өзбекістан, Түркменстан және Қазақстан елдерінің шекаралық дербестінін ексере отырып, Амударья және Сырдария өзендерінің су жинау алабындағы суғармалы егістік жерлерді он төрт сушаруашылық аймақтарға бөліп қарастыру арқылы, олардың экологиялық жағдайын бағалаудың тұжырымдамалық неізін құрған. Әрбір сушаруашылық аймақтардың 1900 – 1990 жылдар аралығындағы шаруашылық, әлеуметік, саяси, табиғи және экологиялық ерекшеліктерін ескере отырып жыйнақталған мәліметреді екі топқа, яғни табиғи жүйені табиғи – техногендік жүйеге түрдендіру және осы қызметтің нәтижесінде табиғи жүйелердің табиғи – техногендік жүйеге айналу жағдайына толық талдау жүргізген.

Арал теңізінің су жинау алабындағы нәтижесіндегі 1900 – 1990 жылдар аралығындағы, атқарылған табиғи – техногендік қызыметтің әсерін экологиялық тұрғыда бағалаудың нәтижесі бойынша В. Х. Хачатурьян мен И. П. Айдаров және Ж. С. Мұстафаев [40], жағдайына байланысты үш аймаққа бөлген:

- табиғи – техногендік қызметтің салдарларын (жер асты суларының деңгейінің көтерілуін, олардың тұздылығының артуын, жерлердің тұздануын және басқаларды) қадағалауға және жағдайын ескеруге қол жетімді аймақ;

- табиғи – техногендік қызметтің салдарларын (геологиялық айналымның қарқындауын, геохимиялық ағындардың өзгеруін, су және жер қорларының сапасың төмендеуін) қадағалауға болады, бірақта жағдайын ескере алмайтын аймақ;

- табиғи – техногендік қызметтің салдарларын (су және жер қорларының сапасың төмендеуін, ауылшаруашылық өнімдердің сапасының төмендеуін) қадағалауға болмайтын және жағдайын ескере алмайтын аймақ.

В. Х. Хачатурьян мен И. П. Айдаров. «Арал теңізінің алабының экологиялық және мелиоративтік жағдайын жақсартудың тұжырымдамасы» жұмысында және Ж. С. Мұстафаев «Қазақстанда ауылшаруашылық жерлердің мелиорациясын топырақ – экологиялық тұрғыда негіздеу» еңбегінде, Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының табиғи жүйесін және оның ішінде суармалы егістік алқабын табиғи – техногендік қызметтің салдарларын (су және жер қорларының сапасың төмендеуін, ауылшаруашылық

өнімдердің сапасының төмендеуін) қадағалауға болмайтын және және жағдайын ескере алмайтын аймаққа жатқызады.

Осы кезден бастап Арал теңізінің алабының экологиялық дағдарысқа тап болу себебі және Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының табиғи жүйесін экологиялық тұрғыда жан – жақты бағалау көптеген ғылыми еңбектердің зертеу мақсатына және нысаны айналды:

– Ә. Т. Қозыкеева «Сырдария өзенінің төменгі саласының экологиялық және мелиоративтік жағдайын жақсартудың жолдары» еңбегінде, Сырдария өзенінің су жинау алабын біртұтас табиғи – техногендік жүйе ретінде қарастыра отырып, 1920 – 1990 жылдар аралығыдағы сушаруашылық саласының ақпараттық мәліметтерді және экологиялық жағдайды бағалаудың математикалық моделін пайдалана отырып, жан – жақты бағалаудың нәтижесі бойынша, Қызылорда облысының аймағы экологиялық тұрғыда қадағалауға болмайтын және жағдайын ескере алмайтын аймаққа жататындығын дәлелденген;

– Ж. С. Мустафаев және Ә. Т. Қозыкеева «Арал теңізінің алабының; өткені, бүгінгісі және болашағы» ғылыми еңбектерінде, осы аймаққа орналасқан Қырғызстан, Тәжікстан, Өзбекістан, Түркменстан және Қазақстан елдерінің 1920 – 2005 жылдар аралығында шараушылық, гидрологиялық әлеуметтік, экологиялық және экономикалық ақпараттық мәліметтердің негізінде, Арал теңізінің аймағына экологиялық тұрғыда жан – жақты баға беру алрқылы теориялық тұрғыды Арал теңізін сақтап қалуға болатындығын, ал саяси тұрғыда оның мүмкін еместігін дәлелдеді;

– Ж. Е. Ескермесов «Қызылорда облысының техногендік бұзылысқа тап болған жерлерінің экологиялық – мелиоративтік жағдайы бағалау» еңбегінде Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейдегі су шаруашылығы және ауылшаруашылығы саласының 1960 – 2015 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау мәліметтерінің негізінде, кеңістік және уақыт масштабында экологиялық тұрғыда аудандастыру жұмыстарын жүргізген [41].

Соңғы кезде, В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаровтың Арал теңізінің алабын экологиялық тұрғыды бағалауға арналған ғылыми тұжырымдамасына, Ж. С. Мустафаев, Ә. Т. Қозыкеева және К.С. Абывалиева [42], В. Х. Хачатурьянның [43], Ж. С. Мустафаев, Ә. Т. Қозыкеева, З.К. Маймаков және К.С. Абывалиева [44], Ж. С. Мустафаев, Н.И. Иванова және К.С. Абывалиева [45], Ж. С. Мустафаев және Ә. Т. Қозыкеева [46], Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан гидроагроландшафттық жүйелердің экологиялық жағдайын, өзгеру жүргісін және табиғи – экологиялық орнықтылығын бағалауға пайдаланып, ұсынылған тіршілік ортасын бағалауға арналып дайындалған әдістемелік нұсқа табиғи заңдылықтардың деңгейінде қалыптасқандықтан, физикалық мағанаға және математикалық белгелерге ие екендігін, Қызылорда облысының суармалы алқаптарының 1960 – 2015 жылдар аралығындағы статистикалық мәліметтерінің негізінде дәлелдеп көресткен.

Сонымен, жоғарыда келтірілген Арал теңізінің алабының, ал оның ішінде Сырдария өзенінің су жинау алқабын және суармалы алқаптардың

ландшафттық жүйелерін экологиялық тұрғыда бағалау жұмыстарының нәтижесі көрсеткендей, 1980 жылдан басталған экологиялық дағдырысты әліде болса тоқтатудың және оны қалпына келтіруге арналған әлеуметтік, саяси, шаруашылық және экологиялық мәселердің толық шешілмегеніне байланысты, осы саладағы ғылыми жұмыстардың болашақтада қажеттілігі туындайды және бағалаудың әдістемелік нұсқаларын жетілдіріп отыруды талап етеді

Арал теңізінің алабы секілді, Сырдария өзенінің су жинау алабы, ал оның ішінде өзеннің алабының жоғарғы және оранғы аймағындағы жүргізілген табиғи–техногендік қызметтің нәтижесінде пайда болған техногендік жүктемені қабылдайтын, өзеннің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының табиғи – техногендік жүйесі, қоршаған ортаның қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін, тұрақты түрде, кеңістік және уақыт масштабында экологиялық бағалауды талап етеді.

2.2 Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың әдістемелік нұсқасын және сынақтық көрсеткіштерін негіздеу

В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаров, өзендердің су жинау алабының функциялық қызметі кеңістік және уақыт тұрғысында халықтың орналасу мен олардың тіршілікте атқаратын қызметіне байланысты өндіріс саласының дамуы екендігіне қарамастан, оның негізгі құндылығы адам және оның тіршілік ортасы деп есептейді. Сондықтан, өзеннің су жинау алабындағы кезгенген қайта құруға, түрлендіруге және үйлестіруге бағытталған қызметі, осы аймақтың кеңістігінде орналасқан халықтың тіршілік ортасын жақсартуға бағыталу тиісті және ол өзеннің су жинау алабындағы кеңістік және уақыт масштабындағы атқарылатын қызметтің шынайы мақсатына сәкес келеді. Осы тұрғыдан қарағанда, өзеннің су жинау алабының табиғи – техногендік жағдайда атқаратын қызметінің тұжырымдамалық мақсаты, осы аймақтың табиғи жүйесін пайдалану барысындағы атқарылатын қызметтерді шектеудің механизмдерін құру және техногендік қызметтердің түрін және қарқынын шектеу арқылы, адамзаттың тіршілік ортасын сақтау немес жақсартуға алып келеді.

В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаров, өзендердің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалауға арналған тұжырымдамасы, А.Н. Костяковтың ауылшаруашылық жерлерді мелиорациялаудың негізгі мақсаты мен қағидасы «барынша биологиялық айналымның қарқынын жоғарлату және геологиялық айналымның қарқынын тежеу» деген ұғымына сәйкес келеді. Сонымен, өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың негізі интегральдық көрсеткіші, оның су жинау алабындағы табиғи – техногендік жүйесіндегі судың және оның құрамындағы химиялық заттардың айналымын сипаттайтын сынақтық көрсеткіштер болып табылады.

Осы тұрғыдан қарағанда, өзендердің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалау, оның бойындағы орналасқан суармалы егестік жердің ауданына (AiL_i), өзен арнасынан егістік алқабқа су қорының шамасына (AWS_i), егістік жерлердің суғару мөлшеріне (WD_i), суармалы егістік жерден буланатын

судың көлеміне ($EFIL_i$), суармалы егістік жерде пайда болатын кәріз суларының көлеміне (ASW_i), егістік жерлердің топырақ қабатымен жер асты суларының арасындағы су айналымының көлеміне (AFW_i), өзеннің суының тұздылығына (SWS_i) және кәріз суларының тұздылығына (SSW_i) байланысты.

Өзеннің су жинау алабының экологиялық тұрғыда бағалаудың бұндай тұжырымдамасының қағидалық негізі, өзеннен алынып суармалы егістік алқабқа берілетін судың көлемі, оның табиғи жүйедегі шектелген–мүмкіншілік шамасынан артық болса, егістік танаптардағы химиялық заттармен қанықан сулар жер асты және өзен арнасына түсіп, жалпы олардың сапасына кері әсер етіп, қоршаған ортаға және адамдардың ден–саулығына кері әсер етеді.

Сондықтан, өзеннің су жинау алабынның гидрологиялық және гидрохимиялық жағдайының әртүрлі табиғи – техногендік дәлелдемелермен әсерлесуінің себеп – салдарынан туындайтын экологиялық жағдайды бағалауға, шамамен В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаров ұсынған өректі пайдалануға болады:

$$RDED_i = 1 - \exp[-(\alpha_i \cdot g_i + \rho_i)], \quad (32)$$

мұнда $RDED_i$ – экологиялық жағдайдың нашарлауының дәрежесінің қатынастық шамасы; α_i – ластаушы заттардың түрлерін ескеретін көрсеткіш; ρ_i – табиғи жағдайды сипатайтын көрсеткіш; g_i – суармалы егістік алақабтардағы гидрологиялық айналымның қарқыны.

Өзеннің су жинау алабынан суармалы алқабтың егістік жерін суғаруға алынған судың көлемі (AWS_i) және суармалы егістік жердің ауданы (AIL_i) нақты ақпараттық мәлімет бойынша суғару мөлшерін (WD_i) мына өрнек бойынша анықтайды:

$$WD_i = 100 \cdot AWS_i / AIL_i, \quad (33)$$

мұнда AWS_i – өзеннің су жинау алабынан суармалы алқабтың егістік жерін суғаруға алынған судың көлемі, млн м³; AIL_i – өзеннің су жинау алабындағы суармалы егістік жердің ауданы, мың га; WD_i – егістік жердің суғару мөлшері, мм.

Өзеннің су жинау алабының суармалы ауылшаруашылық жерлерінен болатын буланудың ($EFIL_i$) әрбір айдағы шамасын Н.Н. Ивановтың өрнегі бойынша анықтайды [47]:

$$EFIL_i = 0,0018 \cdot (25 + AMAT_i)^2 (100 - AMRH_i), \quad (34)$$

мұнда $AMAT_i$ – орташа айлық ауаның температура, °С; $AMRH_i$ – орташа айлық ауаның салыстырмалы ылғалдылығы; $EFIL_i$ – суармалы ауылшаруашылық жерлерінен болатын буланудың әрбір айдағы шамасы, мм.

Суармалы ауылшаруашылық жерлерден өсімдіктердің өсіп – өну кезеңінде болатын буланудың шамасын, сол кезеңідегі әрбір айларда болатын буланудың жыйынтығы есебінде анықтайды:

$$TEFAL_i = \sum_{i=1}^n EFIL_i, \quad (35)$$

мұнда $TEFAL_i$ – суармалы ауылшаруашылық жерлерден өсімдіктердің өсіп – өну кезеңінде болатын буланудың шамасын, мм

Өзеннің су жинау алабынан суармалы алқаптың егістік жерлерінің суғару мөлшерінен (WD_i), суармалы ауылшаруашылық жерлерден өсімдіктердің өсіп – өну кезеңінде болатын буланудың шамасын ($TEFAL_i$) шегерген кездегі айырмашылық, топырақ тың жоғарғы қабатынан сүзілетін ($WFFS_i$) және кәріз жүйесіне тасталған суды ($WDIS_i$) жыйынтығын көретеді:

$$WFFS_i + WDIS_i = WD_i - TEFAL_i. \quad (36)$$

Егерде, Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» жылдық есептерінде, суармалы ауылшаруашылық жерлерден шығатын кәріз суларының көлемі ($WDIS_i$) немесе оның жалпы өзеннің су жинау алабынан алған судың көлемі мен қатынастық шамасы ($RWDIS_i = WDIS_i/AWS_i$) туралы болса, онда оның санды мәнін мына өрнек арқылы анықтауға болады:

$$WDIS_i = AWS_i \cdot RWDIS_i, \quad (37)$$

мұнда $RWDIS_i$ – суармалы ауылшаруашылық жерлерден шығатын кәріз суларының көлемінің ($WDIS_i$), өзеннің арнасынан ауылшаруашылық жерлерді суғаруға алынған судың көлеміне (AWS_i) қатынасық шамасын сипаттайтын көресткіш.

Онда, суармалы ауылшаруашылық жерлерден топырақ қабатынан сүзілетін судың көлемі мынаған тең болады:

$$WFFS_i = WD_i - TEFAL_i - WDIS_i. \quad (38)$$

Суармалы ауылшаруашылық жерлерден шығатын кәріз суларының тұздылығын мына өрнек бойынша анықтауға болады:

$$SSW_i = SWS_i(WD_i/TEFAL_i). \quad (39)$$

Өзеннің арнасына тасталатын кәріз суының қатынастық шамасын ($RASW_i$) мына өрнек арқылы анықтаймыз:

$$RASW_i = WDIS_i/WD_i. \quad (40)$$

Өзеннің алабындағы суармалы ауылшаруашылық жерлерден топырақ қабатынан сүзілетін судың қатынастық шамасын ($RAFW_i$) мына өрнек арқылы анықтаймыз:

$$RAFW_i = WFFS_i / WD_i. \quad (41)$$

Өзеннің арнасына тасталатын жоғары дәрежеде тұздалған кәріз суының ($RASW_i$) және суармалы егістік алабтың топырақ қабатына сүзілетін судың ($RAFW_i$), өзен арнасынан суармалы егістік алақабқа жалпы берілген судың көлеміне (WD_i) қатынасының шамасы, аймақтың экологиялық жағдайының нашарлауына ($\Delta RDED_i$) алып келеді және оның сандық мәнін мына өрнек арқылы бағалауға болады:

$$\Delta RDED_i = 1 - \exp[-SSW_i(RASW_i + RAFW_i)]. \quad (42)$$

В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаровтың өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалауға арналан ғаидалық тұжырымдамасының негізінде, Сырдария өзенінің су жинау алқабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік деңгейіндегі, олардың экологиялық жағдайын бағалауға арналып дайындалған есептеу жолдары, аймақтың қол жетімді сушарашылық саласының нақты статистикалық мәліметтеріне негізделгенген.

Өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайының көрсеткішін сапалық бағалау үшін квалиметриялық бағалау негізінде құрылған С. Харрингтонның жалпыланған қалаулылық функциясын құру әдісін пайдаландық [48]. Бұл математикалық әдісте экологиялық жағдайының көрсеткішінің нақты мәндері 0 – ден 1 – ге дейінгі бекітілген шекаралры бар өлшемсіз сандық белгілерге аударуға және оларды сапалық сынақтық көрсеткіштерге айналдыруға мүмкіндік береді. Сонымен, тек өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайының көрсеткішінің абсолютті мәндерін бағалауға ғана емес, ол қатаң аралық өзгеру шегін ескере отырып, олардың нашарлау аймағына қаншалықты жақын екенін анықтауға мүмкіндік береді: 0 – ден 0,20 – ға дейін («өте жақсы»); 0,20 – дан 0,37 – ге дейін («жақсы»); 0,37 – ден 0,63 – ке дейін («қанағаттанарлық»); 0,63 – тен 0,80 – ге дейін («жаман»); 0,80 – ден 1,00 – ге дейін («өте нашар»).

2.3 Сырдария өзенінің су жинау алабының экологиялық жағдайын бағалаудың зерттеу қоры және нәтижесі

Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейінде, олардың экологиялық жағдайын бағалау үшін, В.Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаровтың экологиялық тұжырымдамасының негізінде құрылған, аймақтың экологиялық жағдайын бағалауға арналған әдістемелік нұсқа және оның сынақтық көрсеткіштерін есептеу жолдарында қолдануға қажетті сушаруашылық көрсеткіштерінің ақпараттық – талдау қорлары құрылды.

Сырдария өзеннің су жинау алабының төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудадары өзеннің суының ағу бағыты бойынша орналасқан, яғни Жаңақорған ауданы (орталығы – Жаңақорған

селосы), Шиелі ауданы – (орталығы – Шиелі селосы), Сырдария ауданы (орталығы – Тереңөзек) және оның шекарасында Қызылорда қаласы, Жалағаш ауданы (орталығы – Жалағаш селосы), Қармақшы ауданы (орталығы Жосалы елді мекені), Қазалы ауданы (орталығы – Әйтеке би қала типтес кенті) және Арал ауданына (орталығы – Арал қаласы) (сурет 11).

Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейінде құрылған суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасының зерртеу қорын құру үшін Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» және Экология және табиғи қорлар министрлігіне қарасты «Қазгидромет» мекемесінің 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық есептеріндегі ақпараттық мәліметтер пайдаланылды.



Сурет 11 – Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының картасы

Жаңақорған ауданы облыстың оңтүстік шығысында орналасқан, батысында Шиелі ауданымен, шығысында Оңтүстік Қазақстан облысымен, ал оңтүстігінде – Өзбекстанмен шектеседі. Сырдария өзені ауданның ортасынан кесіп өтеді, ал оның оңтүстік бөлігі – Қызылқұм шөлейтін алып жатса, солтүстік бөлігінде тау бөктері мен Қаратау жотасының оңтүстік шоқылары орналасқан. Қаратау жоталары мен Қызылқұм шөлейтін қамтып жатқан Жаңақорған ауданының табиғи жүйесі және ауа – райының жылдық қалыптасуы, аймақтың табиғи – экологиялық жағдайларының ерекшеліктерін көрсетеді.

Жаңақорған ауданның суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы және сушаруашылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 7 кестеде көрсетілген.

Жанақорған ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 24,04 мың га – дан 34,30 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 365,24 млн м³ – тен 548,21 млн м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 1355,0 мм – ден 1907,6 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1215,0 мм – ден 1369,8 мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Кесте 7 – Қызылорда облысының Жанақорған ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл– дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы						
	Берілген судың көлемі ($AW S_i$), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы ($A I L_i$), мың га	Суғару мөлшері ($W D_i$), мм	Суармалы егістіктен булану ($E F I L_i$), мм	Кәріз суының көлемі ($A S W_i$), мм	Сүзілген судың көлемі ($A F W_i$), мм	Кәріз суының тұздылығы ($S S W_i$), г/л
2000	436,79	25,13	1738,1	1313,0	111,7	313,4	1,725
2001	458,58	24,04	1907,6	1288,1	142,2	477,3	1,999
2002	383,92	24,61	1560,0	1220,4	81,6	258,0	1,662
2003	433,77	29,40	1475,4	1204,9	83,3	187,2	1,113
2004	432,77	27,00	1602,9	1272,2	74,7	256,0	1,245
2005	366,50	25,20	1454,4	1336,9	52,1	65,4	1,036
2006	422,60	25,50	1657,3	1288,5	80,8	287,9	1,389
2007	472,00	29,40	1605,4	1315,1	76,3	214,0	1,326
2008	377,27	25,60	1473,7	1338,9	51,3	83,5	1,201
2009	525,30	29,70	1768,7	1215,0	75,7	478,0	1,581
2010	548,21	32,60	1681,6	1325,2	42,1	314,3	1,294
2011	516,31	34,30	1505,3	1298,0	44,4	162,9	1,220
2012	519,69	34,00	1528,5	1369,8	55,2	103,4	1,194
2013	495,29	29,30	1690,4	1294,8	70,1	325,5	1,360
2014	439,03	32,40	1355,0	1280,2	62,4	12,4	0,972
2015	411,17	27,10	1517,2	1324,5	69,4	123,4	0,852
2016	390,38	27,90	1399,2	1307,0	64,3	28,0	1,190
2017	478,22	32,80	1458,0	1320,6	67,3	70,1	1,038
2018	365,24	26,60	1373,1	1268,2	65,1	39,8	1,039
2019	455,92	29,70	1535,1	1293,3	69,4	172,4	1,084
2020	449,11	29,88	1503,0	1290,0	59,2	153,8	1,093

Суармалы егістік алқабын өзеннің арнасына тасталатын кәріз суының шамасы 42,1 млн м³ – тен 142,2 млн м³ – ке дейін өзгеріп отырса, ал оның тұздылығы 0,852 г/л ден 1,999 г/л – дейін өзгерген. Суармалы егістік жерінің топырақ қабатынан жер асты суына сүзілетін суды шамасы 28,0 млн м³ – тен 477,3 млн м³ аралығын құраған. Жалпы, қарастырылып отырылған 2000 – 2020

жылдар аралығында Жаңақорған ауданының суғармалы егістік алабтарына пайдасыз шығын болатын судың көлемі, өзен арнасынан алынған судың көлемінің 74,8 млн м³ – нен 619,5 млн м³ – нің құрайды.

Шиелі ауданы Қызылорда облысының оңтүстік – шығыс бөлігінде орналасқан, аумақтың аумағында солтүстік – шығыс жағынан Үлкен Қаратау жотасының, солтүстік – батыс жағы Үлкен Қаратау жотасының еңісті тау етегінің аңғарын қамтиды. батысында Ауданның, шығысында Жаңақорған ауданымен, солтүстік және солтүстік батысында Ұлытау, ал оңтүстігінде – Өзбекстанмен шектеседі. Жер бедері жазық және жалпы ауданы 18,2 мың км² құрайды.

Шиелі ауданның суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы және сушараушылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 8 кестеде көрсетілген.

Кесте 8 – Қызылорда облысының Шиелі ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл– дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы						
	Берілген судың көлемі ($AWSi$), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы ($AILi$), мың га	Суғару мөлшері (WDi), мм	Суармалы егістіктен булану ($EFILi$), мм	Кәріз суының көлемі ($ASWi$), мм	Сүзілген судың көлемі ($AFWi$), мм	Кәріз суының тұздылығы ($SSWi$), г/л
1	2	3	4	5	6	7	8
2000	509,78	30,57	1667,6	1208,2	127,4	331,9	1,798
2001	423,03	24,62	1718,2	1207,4	122,7	388,1	1,921
2002	313,00	24,75	1264,6	1134,2	84,5	46,0	1,450
2003	470,00	23,90	1966,5	1137,1	159,8	669,7	1,572
2004	485,93	25,90	1876,2	1197,1	140,9	538,2	1,549
2005	489,50	22,80	2146,9	1265,4	132,2	749,4	1,615
2006	482,20	22,90	2105,7	1211,5	125,4	768,8	1,877
2007	485,40	23,90	2031,0	1238,1	126,2	666,6	1,781
2008	340,10	23,80	1429,0	1260,0	51,0	118,0	1,237
2009	364,80	22,70	1607,0	1150,9	80,3	375,9	1,516
2010	430,50	24,10	1786,3	1259,3	60,3	466,8	1,447
2011	415,50	24,30	1709,9	1252,8	62,3	394,7	1,436
2012	378,80	24,00	1578,3	1313,8	68,2	196,4	1,285
2013	400,50	25,90	1546,3	1245,2	80,1	221,0	1,294
2014	439,80	25,60	1718,0	1216,1	105,6	396,4	1,297
2015	486,30	27,10	1794,5	1261,9	111,8	420,7	1,058
2016	515,90	27,40	1882,8	1252,9	113,5	516,5	1,670

8-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
2017	607,00	29,60	2050,7	1254,2	145,7	650,8	1,537
2018	585,20	33,30	1757,4	1201,2	140,4	415,7	1,404
2019	594,00	33,10	1794,6	1231,7	142,6	420,3	1,330
2020	641,55	33,30	1926,6	1238,6	134,7	553,2	1,459

Шиелі ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 22,70 мың га – дан 33,30 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 313,00 млн м³ – тен 641,55 млн м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 1355,0 мм – ден 1907,6 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1264,6 мм – ден 2146,9 мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Суармалы егістік алқабын өзеннің арнасына таталатын кәріз суының шамасы 51,0 млн м³ – тен 159,8 млн м³ – ке дейін өзгеріп отырса, ал оның тұздылығы 1,058 г/л ден 1,921 г/л – дейін өзгерген. Суармалы егістік жерінің топырақ қабатынан жер асты суына сүзілетін суды шамасы 46,0 млн м³ – тен 477,3 млн м³ аралығын құраған. Жалпы, қарастырылып отырылған 2000–2020 жылдар аралығында Шиелі ауданының суғармалы егістік алабтарына пайдасыз шығын болатын судың көлемі, өзен арнасынан алынған судың көлемінің 74,8 млн м³ – нен 768,8 млн м³ – нің құрайды.

Сырдария ауданы Қызылорда облысының орталық бөлігінде орналасқан және жалпы алып жатқан ауданы – 56,6 мың км². Ауданның орталық бөлігінен шығыстан бастап солтүстік – батыс бағытымен Сырдария өзені ағады. Сырдария өзенінің сол жағауындағы ауданның аймағында Қызылқұмның қыратты – қырлы құмдары ұлан – ғайыр кеңдігі алып жатса, өзеннің оңжақ бөлігінде солтүстікке қарай сортаңдар алып жатқан таяз алаптар орналасқа. Сырдария ауданы шығысында Шиелі ауданымен қатар, Түркістан облысының Созақ ауданымен, солтүстігінде Ұлытау облысымен, солтүстік – батысында Ақтөбе облысымен, батысында Жалағаш ауданымен, ал оңтүстігінде Өзбекістан Республикасымен шектеседі. Ауданның дәл ортасында Сырдария өзенінің бойында Қызылорда қаласы орналасқан.

Сырдария ауданның және Қызылорда қаласының аумағындағы суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипатамасы және сушараушылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 9 кестеде көрсетілген.

Сырдария ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 35,00 мың га – дан 42,96 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 682,62 млн м³ – тен 1148,87 млн. м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 1722,9 мм – ден 2741,5 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан

ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1163,9 мм – ден 1353,4 мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Кесте 9 – Қызылорда облысының Сырдария ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл – дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы						
	Берілген судың көлемі ($AWSi$), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы (AIL_i), мың га	Суғару мөлшері (WD_i), м ³ /га	Суармалы егістіктен булану ($EFIL_i$), м ³ /га	Кәріз суының көлемі ($ASWi$), м ³ /га	Сүзілген судың көлемі ($AFWi$), м ³ /га	Кәріз суының тұздылығы ($SSWi$), г/л
2000	776,29	39,00	1990,5	1262,0	497,6	230,9	2,200
2001	682,62	39,62	1722,9	1214,1	499,6	9,2	2,264
2002	697,75	38,07	1832,8	1163,9	494,9	174,0	2,030
2003	913,96	37,30	2450,3	1164,9	833,1	452,3	2,682
2004	891,62	35,50	2511,6	1214,4	728,4	568,8	3,127
2005	936,50	35,00	2675,7	1304,0	722,4	649,2	2,708
2006	927,60	36,10	2569,5	1260,1	668,1	641,4	2,463
2007	957,00	42,30	2262,4	1271,4	588,2	402,8	1,831
2008	837,27	42,50	1970,0	1286,9	295,5	387,6	1,741
2009	906,83	40,40	2244,6	1181,2	493,8	569,6	2,586
2010	849,56	41,50	2047,1	1286,0	286,6	474,5	1,570
2011	1013,89	41,77	2427,3	1285,0	364,1	778,3	2,257
2012	985,03	41,40	2379,3	1353,4	428,3	597,7	2,264
2013	924,88	37,40	2472,9	1272,1	494,6	706,3	2,063
2014	1068,38	39,70	2691,1	1249,3	645,9	795,9	2,662
2015	1047,81	41,70	2512,7	1289,5	577,9	645,3	2,182
2016	867,73	39,90	2174,8	1282,5	478,4	413,8	2,035
2017	987,95	41,10	2403,8	1294,8	576,9	532,1	2,766
2018	1025,33	37,40	2741,5	1231,8	658,0	851,8	2,522
2019	1148,87	42,70	2690,6	1280,2	645,7	764,6	2,816
2020	1147,96	42,96	2672,2	1284,7	561,2	826,3	2,748

Суармалы егістік алқабын өзеннің арнасына таталатын кәріз суының шамасы 295,5 млн м³ – тен 833,1 млн м³ – ке дейін өзгеріп отырса, ал оның тұздылығы 1,570 г/л ден 3,127 г/л – дейін өзгерген. Суармалы егістік жерінің топырақ қабатынан жер асты суына сүзілетін суды шамасы 9,2 млн м³ – тен 826,3 млн м³ аралығын құраған. Жалпы, қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында Сырдария ауданының суғармалы егістік алабтарына пайдасыз шығын болатын судың көлемі, өзен арнасынан алынған судың көлемінің 508,8 млн м³ – нен 1509,7 млн м³ – нің құрайды.

Жалағаш ауданы Қызылорда облысының орталық бөлігінде орналасқан және жалпы ауданы 23,6 мың км² құрайды. Ауданның шығыс жағы Сырдария ауданымен, оңтүстік жағы Өзбекстан Республикасымен, солтүстігі Ұлытау облысымен және батысы Қармақшы ауданымен шектеседі. Ауданның жер бедері жазық, кейде құмды төбешіктер мен дөңестер, сондай – ақ тоғалы ландшафттар кездеседі. Ауданның орталық бөлігінде шығыстан бастап батыс бағытта Сырдария өзені мен оның Қараөзек және арнасы өтеді, сондай – ақ Бақаш, Жыңғылдыкөл, Сарыкөл және Майкөл тұзды көлдер орналасқан. Аудан жалпы өте құрғақ шөлейтте орналасқан. Жалағаш ауданның және Қызылорда қаласының аумағындағы суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипатамасы және сушараушылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 10 -кестеде көрсетілген.

Кесте 10 – Қызылорда облысының Жалағаш ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл– дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы						
	Берілген судың көлемі ($AW S_i$), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы (AIL_i), мың га	Суғару мөлшері (WD_i), м ³ /га	Суармалы егістіктен булану ($EFIL_i$), м ³ /га	Көріз суының көлемі (ASW_i), м ³ /га	Сүзілген судың көлемі (AFW_i), м ³ /га	Көріз суының тұздылығы (SSW_i), г/л
2000	575,58	25,02	2300,5	1242,4	575,1	483,0	2,583
2001	591,32	27,35	2162,0	1201,9	627,0	333,2	2,869
2002	616,03	27,96	2203,3	1147,5	594,9	460,9	2,475
2003	727,51	31,70	2295,0	1157,7	780,3	357,0	2,528
2004	764,41	30,30	2522,8	1194,4	731,6	596,8	3,194
2005	800,50	31,00	2582,3	1292,3	697,2	592,7	2,638
2006	818,70	31,70	2582,6	1239,1	671,5	672,1	2,518
2007	811,60	30,50	2661,0	1250,5	691,9	718,7	2,190
2008	691,45	30,00	2304,8	1271,5	345,7	687,7	2,061
2009	753,03	30,40	2477,1	1164,7	545,0	767,4	2,895
2010	773,88	30,70	2520,8	1272,4	352,9	895,5	1,953
2011	829,32	30,70	2701,4	1267,7	405,2	1028,5	2,547
2012	880,45	30,70	2867,9	1338,4	516,2	1013,3	2,760
2013	874,74	30,50	2868,0	1246,1	573,6	1048,4	2,442
2014	880,60	31,60	2786,7	1234,7	668,8	883,2	2,790
2015	887,67	31,00	2863,5	1264,0	658,6	940,9	2,537
2016	868,77	32,90	2640,6	1259,7	580,9	800,0	2,516
2017	937,32	35,50	2640,3	1263,7	633,7	743,0	3,113
2018	923,73	32,40	2851,0	1209,4	684,2	957,4	2,671
2019	925,76	36,70	2522,5	1257,0	605,4	660,1	2,689
2020	925,75	36,92	2507,4	1265,2	526,6	715,7	2,618

Жалағаш ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 25,02 мың га – дан 36,70 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 575,58 млн м³ – тен 937,32 млн м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 1722,9 мм – ден 2741,5 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1147,5 мм – ден 1292,3 мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Суармалы егістік алқабтың өзеннің арнасына таталатын кәріз суының шамасы 345,7 млн м³ – тен 780,3 млн м³ – ке дейін өзгеріп отырса, ал оның тұздылығы 1,953 г/л ден 3,194 г/л – дейін өзгерген. Суармалы егістік жерінің топырақ қабатынан жер асты суына сүзілетін суды шамасы 333,2 млн м³ – тен 1048,4 млн м³ аралығын құраған. Жалпы, қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында Сырдария ауданының суғармалы егістік алабтарына пайдасыз шығын болатын судың көлемі, өзен арнасынан алынған судың көлемінің 960,2 млн м³ – нен 1641,67 млн м³ – нің құрайды.

Қармақшы ауданы Қызылорда облысының оңтүстік – батыс бөлігінде орналасқан және жалпы ауданы 29,2 мың км² құрайды. Жер бедері тыныш және жазық, кейде кейде құмды төбешіктер мен дөңестер кездеседі. Ауданның орталық бөлігінде шығыстан батыс бағытта Сырдария өзені кесіп өтеді. Қармақшы ауданы шығыс жағы Жалағаш ауданмен, батысы Қазалы ауданымен, солтүстігі Ұлытау облысымен және оңтүстігі Өбекістан Республикасымен шектескен.

Қармақшы ауданның және Қызылорда қаласының аумағындағы суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипатамасы және сушарушылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 11 - кестеде көрсетілген.

Кесте 11 – Қызылорда облысының Қармақшы ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл – дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы						
	Берілген судың көлемі (AWS _i), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы (AIL _i), мың га	Суғару мөлшері (WD _i), м ³ /га	Суармалы егістікте н булану (EFIL _i), м ³ /га	Кәріз суының көлемі (ASW _i), м ³ /га	Сүзілген судың көлемі (AFW _i), м ³ /га	Кәріз суының тұзды – лығы (SSW _i), г/л
1	2	3	4	5	6	7	8
2000	426,64	18,45	2312,4	1222,7	578,1	511,6	2,638
2001	413,67	18,87	2192,2	1189,6	635,7	366,9	2,939
2002	394,00	19,07	2066,1	1131,1	557,8	377,1	2,354
2003	425,72	19,30	2205,8	1150,5	750,0	305,4	2,445
2004	380,70	19,50	1952,3	1174,4	566,2	211,8	2,514
2005	468,90	18,40	2548,4	1280,6	688,1	579,8	2,627

11-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
2006	402,50	21,00	1916,7	1218,1	498,3	200,3	1,901
2007	457,70	19,20	2383,9	1229,5	619,8	534,6	1,995
2008	454,10	19,90	2281,9	1256,0	342,3	683,6	2,066
2009	474,71	21,00	2260,5	1148,2	497,3	615,0	2,679
2010	473,08	20,70	2285,4	1258,7	320,0	706,7	1,790
2011	469,38	21,90	2143,3	1250,3	321,5	571,5	2,048
2012	559,98	21,60	2592,5	1323,3	466,7	802,5	2,523
2013	469,18	16,50	2843,5	1220,0	568,7	1054,8	2,473
2014	548,58	21,50	2551,5	1220,1	612,4	719,0	2,585
2015	536,55	22,70	2363,7	1238,4	543,6	581,6	2,138
2016	509,28	22,60	2253,5	1236,8	495,8	520,9	2,186
2017	445,64	20,70	2152,9	1232,6	516,7	403,6	2,602
2018	532,81	21,30	2501,5	1187,0	600,3	714,1	2,388
2019	555,88	23,70	2345,5	1233,8	562,9	548,8	2,547
2020	530,19	23,84	2224,0	1245,7	467,0	511,3	2,358

Қармақшы ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 18,45 мың га – дан 23,84 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 345,64 млн м³ – тен 555,88 млн м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 1458,4 мм – ден 2843,5 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1131,1 мм – ден 1323,3мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Суармалы егістік алқабтың өзеннің арнасына таталатын кәріз суының шамасы 320,0 млн м³ – тен 750,0 млн м³ – ке дейін өзгеріп отырса, ал оның тұздылығы 1,901 г/л ден 2,939 г/л – дейін өзгерген. Суармалы егістік жерінің топырақ қабатынан жер асты суына сүзілетін суды шамасы 305,4 млн м³ – тен 1054,8 млн м³ аралығын құраған. Жалпы, қарастырылып отырылған 2000 –2020 жылдар аралығында Қармақшы ауданының суғармалы егістік алабтарына пайдасыз шығын болатын судың көлемі, өзен арнасынан алынған судың көлемінің 698,6 млн м³ – нен 1623,5 млн м³ – нің құрайды.

Қазалы ауданы Қызылорда облысының батыс бөлігінде орналасқан және жалпы ауданы 37,0 мың км² құрайды. Қазалы ауданының жері құмды, шөлейтті және шалғынды жазық. Аудан аумағында Көкшекөл, Қотанқол тұзды көлдер және басқалар орналасқан. Қазалы ауданының оратлығы Айтеке – би, Сырдария өзенінің жағасына орналасқан, өзен шығыстан солтүстік –батысқа қарай ауданның аймағын кесіп өтеді. Ауданның отүстігі және оңтүстік – батыс бөлігі Өзбекістан Республикасымен шектеседі және бұл аймақта Қызылқұм, Қарақұм және Арал теңізінің жағалауындағы құмды аймақ, ауданның сол жағында орналасқан аймақты ұлан – ғайыр кеңдігі алып жатыр.

Қазалы ауданның және Қызылорда қаласының аумағындағы суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы және сушараушылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 12 кестеде көрсетілген.

Кесте 12 – Қызылорда облысының Қазалы ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл– дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы						
	Берілген судың көлемі ($AWSi$), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы (AIL_i), мың га	Суғару мөлшері (WD_i), м ³ /га	Суармалы егістіктен булану ($EFIL_i$), м ³ /га	Кәріз суының көлемі ($ASWi$), м ³ /га	Сүзілген судың көлемі ($AFWi$), м ³ /га	Кәріз суының тұзды – лығы ($SSWi$), г/л
2000	430,99	17,41	2475,5	1175,8	618,9	680,8	3,263
2001	324,79	17,15	1893,8	1129,8	549,2	214,8	3,042
2002	333,00	17,63	1888,8	1089,8	510,0	289,0	2,681
2003	321,06	17,70	1813,9	1109,4	616,7	87,8	2,526
2004	235,64	11,30	2085,3	1156,1	604,7	324,5	2,828
2005	295,60	15,90	1859,1	1227,3	502,0	129,9	2,484
2006	371,30	16,50	2250,3	1186,0	585,1	479,2	2,706
2007	381,10	17,10	2228,7	1171,9	579,5	477,3	2,779
2008	344,73	16,40	2102,0	1197,2	315,3	589,5	2,416
2009	397,86	17,60	2260,6	1104,1	497,3	659,2	3,004
2010	378,20	19,00	1990,5	1207,4	278,7	504,4	2,011
2011	384,11	19,20	2000,6	1187,2	300,1	513,3	2,459
2012	390,65	19,20	2034,6	1267,5	366,2	400,9	2,342
2013	395,77	17,70	2236,0	1175,0	447,2	613,8	2,778
2014	398,05	18,30	2175,1	1177,2	522,0	475,9	2,587
2015	401,62	17,60	2281,9	1186,9	524,8	570,2	2,519
2016	376,80	19,50	1932,3	1204,0	425,1	303,2	2,119
2017	380,89	17,40	2189,0	1186,8	525,4	476,8	2,499
2018	369,34	17,80	2074,9	1147,7	498,0	429,3	2,567
2019	362,51	17,10	2119,9	1169,4	508,8	441,7	2,574
2020	374,08	17,20	2174,9	1187,8	456,7	530,3	2,560

Қазалы ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 11,30 мың га – дан 19,50 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 235,64 млн м³ – тен 430,90 млн м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 1813,9 мм – ден 2475,5 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1089,8 мм – ден 1267,5 мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Суармалы егістік алқабын өзеннің арнасына таталатын кәріз суының шамасы 278,7 млн м³ – тен 618,9 млн м³ – ке дейін өзгеріп отырса, ал оның тұздылығы 2,011 г/л ден 3,263 г/л – дейін өзгерген. Суармалы егістік жерінің топырақ қабатынан жер асты суына сүзілетін суды шамасы 129,9 млн м³ – тен 680,8 млн м³ аралығын құраған. Жалпы, қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында Сырдария ауданының суғармалы егістік алабтарына пайдасыз шығын болатын судың көлемі, өзен арнасынан алынған судың көлемінің 704,5 млн м³ – нен 1299,7 млн м³ – нің құрайды.

Арал ауданы Қызылорда облысының батыс бөлігінде орналасқан және жалпы ауданы 56,6 мың км² құрайды. Ауданның жер бедері жазық, Тұран ойпатының бір бөлігі болып табылады, жер бетінің абсолютті шегі 50 – 100 м. Аудан аумағында шығыстан батыс бағытқа Сырдария өзені ағады да Кіші Арал теңізіне құяды, сондай – ақ Жақсықылыш пен Қамысбас өзендері жүйесі орналасқан орналасқан. Ауданның отүстігі және оңтүстік – батыс бөлігі Арал теңізі арқылы Өзбекістан Республикасымен шектеседі және бұл аймақта жаңадан пайда болған Аралқұм ұлан – ғайыр кеңдігі алып жатыр, батыс және солтүстік – батысы Ақтөбе олысымен, шығысы Қазалы ауданымен шектеседі.

Арал ауданның және Қызылорда қаласының аумағындағы суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипатамасы және сушараушылық саласының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы жылдық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорының мәліметтері 14 кестеде көрсетілген.

Кесте 13 – Қызылорда облысының Арал ауданының суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы

Жыл– дар	Суармалы егістік жерлерінің гидрологиялық сипаттамасы					
	Берілген судың көлемі (AWS _i), млн м ³	Суармалы егістіктің ауданы (AIL _i), мың га	Суғару мөлшері (WD _i), мм	Суармалы егістіктен булану (EFIL _i), мм	Топырақ қабатындағы судың алмасу көлемі (VWESL _i), мм	Сүзілген суының тұздылығы (SFW _i), г/л
1	2	3	4	5	6	7
2000	21,86	0,98	2230,6	1183,1	1047,5	2,922
2001	19,20	0,89	2157,3	1158,4	998,9	3,380
2002	8,89	0,55	1616,4	1112,9	503,5	2,247
2003	5,06	0,50	1012,0	1114,1	–102,1	1,403
2004	3,36	0,80	420,0	1187,2	–767,2	0,555
2005	18,0	0,80	2250,0	1243,1	1006,9	2,968
2006	17,20	0,80	2150,0	1208,9	941,1	2,536
2007	5,70	0,50	1140,0	1192,3	–52,3	1,397
2008	8,62	0,60	1436,7	1216,4	220,2	1,625
2009	6,55	0,40	1637,5	1135,4	502,2	2,116
2010	3,55	0,40	887,5	1257,2	–369,7	0,861

13 – кестенің жалғасы

2011	3,93	0,40	982,5	1219,5	–237,0	1,175
2012	3,33	0,40	832,5	1307,0	–474,5	0,929
2013	3,50	0,20	1750,0	1197,1	552,9	2,134
2014	3,54	0,40	885,0	1207,7	–322,7	1,026
2015	3,56	0,40	890,0	1212,6	–322,6	0,961
2016	2,94	0,40	735,0	1206,9	–471,9	0,804
2017	6,26	0,70	894,3	1213,4	–319,1	0,999
2018	2,76	0,20	1380,0	1157,0	223,0	1,694
2019	2,70	0,20	1350,0	1178,0	172,1	1,627
2020	2,42	0,20	1210,0	1207,3	2,7	1,401

Арал ауданының суармалы егістік жеріне, қарастырылып отырылған жылдар арасында ауданы 0,20 мың га – дан 0,98 мың га аралығында өзгері отырған, ал оған Сырдария өзенінің арнасынан 2,42 млн м³ – тен 21,86 млн м³ – ке дейін су берілген. Бір гектар суармалы егістік жерге берілген судың мөлшері 420,0 мм – ден 2230,6 мм – ге, ал суармалы егістік алқабынан ауылшаруашылық дақылдарының өсіп – өну кезіндегі жер бетінен буланатын судың шамасы 1112,9 мм – ден 1307,0 мм – ге дейін өзгеріп отырған.

Суармалы егістік алқабындағы топырақ қабатындағы су алмасудың шамасы – 767,2 мм – ден 1047,5 мм өзгереді және топырақ қабатындағы су алмасу кезіндегі, оның тұздылығы 0,804 г/л – ден 3,380 г/л – ге дейін, өзеріп отырады.

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік ауданының деңгейінде, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы метеорологиялық және сушаруашылық саласының негізінде, жеке аймақтың экологиялық жағдайын бағалауға арналған зерттеу қорының негізі құрылды және олар қарастырылып отырылған мәселенің кеңістік және уақыт тұрғысында өзгеру дәрежесін, бағытын және қарқынын айқындауға мүмкіндік береді.

Жалпы, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік ауданының деңгейінде құрылған метеорологиялық және сушаруашылық көрсеткіштерінің негізінде құрылған зерттеу қорын пайдаланып жүргізілген бағдарламалық есептеулердің нәтижесі бойынша айқындалған экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің сипатамасы 14 кестеде көрсетілген.

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік ауданының деңгейін қамтитын деңгейі, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы бағдарламалық есептеулер бойынша, олардың экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштері негізінде жүргізілген талдау және динамикалық уақытша қатарларға тән бір бағыты немесе бірнеше бағыттардағы өзгерістерді (трендтерді) айқындауға бағытталған.

Кесте 14 – Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының экологиялық жағдайын бағалауға арналған сынақтық көрсеткіштер

Жыл – дар	Қызылорда облысының әкімшілік аудандары						
	Жана – қорған	Шиелі	Сыр – дарья	Жал – ағаш	Қармақ – шы	Қазалы – Арал	Қызылорда обласы
2000	0,344	0,391	0,553	0,695	0,712	0,820	0,602
2001	0,478	0,435	0,488	0,720	0,739	0,707	0,610
2002	0,304	0,139	0,523	0,695	0,655	0,678	0,547
2003	0,185	0,485	0,755	0,714	0,690	0,625	0,629
2004	0,227	0,429	0,801	0,814	0,633	0,716	0,649
2005	0,080	0,485	0,750	0,732	0,729	0,570	0,634
2006	0,266	0,549	0,715	0,730	0,500	0,722	0,634
2007	0,213	0,501	0,552	0,687	0,619	0,732	0,601
2008	0,104	0,136	0,453	0,603	0,605	0,647	0,468
2009	0,390	0,350	0,706	0,784	0,732	0,785	0,660
2010	0,240	0,347	0,442	0,620	0,553	0,547	0,484
2011	0,155	0,319	0,654	0,741	0,574	0,632	0,569
2012	0,117	0,194	0,623	0,771	0,709	0,586	0,556
2013	0,273	0,223	0,633	0,749	0,756	0,732	0,627
2014	0,052	0,315	0,760	0,789	0,740	0,695	0,620
2015	0,103	0,269	0,654	0,758	0,639	0,701	0,569
2016	0,075	0,428	0,566	0,732	0,627	0,550	0,548
2017	0,093	0,450	0,721	0,803	0,671	0,681	0,600
2018	0,076	0,359	0,751	0,785	0,715	0,682	0,641
2019	0,157	0,341	0,771	0,741	0,701	0,685	0,619
2020	0,143	0,406	0,760	0,727	0,646	0,687	0,610

Егерде, экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің қатарын уақыттың функциясы деп қарастыратын болсақ, онда экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің деңгейін уақыт аралығындағы жүргісі эволюциялық заңдылықтың жүргісі болып табылатын трендті бейнелетін болады. Сондықтан, белгілі бір уақыт аралығындағы өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің қатарының динамикалық – стохастикалық жүргісін, статистикалық зертеулердің әдістемелік нұсқалары сүйене отырып, оларды регрессиялық теңдеулер арқылы бейнелеуге болады:

$$ECO_i = \alpha \cdot SNY_i + b \quad (43)$$

мұнда ECO_i – зерртеу нысанының экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіші; α – регрессия көрсеткіші, ол зерртеу нысанының экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткішінің (ECO_i) қаншалықты қарастырылық отырылған кезеңнің уақытына (SNY_i) қаншалықты байланысты екендігін

сипаттайды; SNY_i – кезеңнің рет саны немесе бағдарламалау жүргізілетін кезеңдеріндегі жылдардың рет саны; b – зерртеу көрсеткішінің ең төменгі мәнін көрсететін, нольдік регессияның көрсеткіші.

Өзеннің су жинау алабының экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің қатарының динамикалық – стохастикалық жүргісінің регрессиялық теңдеулерін пайдаланып, экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің статистикалық сипатамаларын анықтауға болады:

– экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің абсолюттік өсуі ($ESCOAO_i$) қарастырылып отырылған кезеңнің соңындағы оның сандық мәнімен ($ESCOEBP_i$) басындағы сандық мәнінің ($ESCOBBP_i$) айырмашылығын көрсетеді:

$$ESCOAO_i = ESCOEBP_i - ESCOBBP_i = \alpha \cdot (EPUR_i - BPUR_i) = \alpha \cdot (EPUR_i - 1), \quad (44)$$

мұнда $EPUR_i$ – есептеу кезеңінің соңындағы жыл саны; $BPUR_i$ – есептеу кезеңінің басындағы жыл саны ($BPUR_i = 1 = const$);

– экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің өсу қарқыны ($ECOTI_i$), ол экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің абсолютті ұлғаюының салыстырмалы шамасын көрсетеді:

$$ECOTI_i = ESCOAO_i / EPUR_i = [\alpha \cdot (EPUR_i - 1)] / EPUR_i; \quad (45)$$

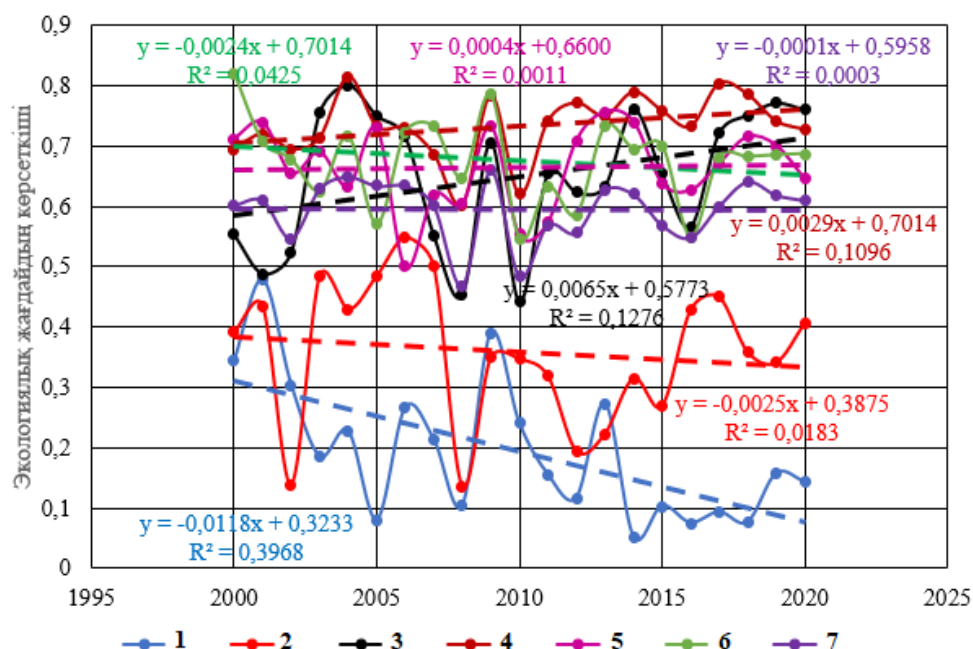
– экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің өсу көрсеткіші ($ECORI_i$), ол қарастырылып отырылған кезеңнің соңындағы оның сандық мәнімен ($ESCOEBP_i$) басындағы сандық мәнінің ($ESCOBBP_i$) қатынастық шамасын сипаттайлы:

$$ECORI_i = \frac{ESCOEBP_i}{ESCOBBP_i} = \frac{(\alpha \cdot EPUR_i + b)}{(\alpha \cdot BPUR_i + b)} = \frac{(\alpha \cdot EPUR_i + b)}{(\alpha + b)}. \quad (46)$$

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік ауданының деңгейіндегі экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерін анықтауға арналған барлық есептеу жұмыстары және сызбалық трендті пайдаланып тұрғызылған сызбалары MicrosoftExcel бағдарламасын пайдалану арқылы іске асырылды (сурет 12 және кесте 16).

Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейіндегі 2000 – 2020 жылдар аралығындағы экологиялық жағдайының көрсеткішінің сызықтық трендтерін пайдаланып, экологиялық жағдайының интегральдық көрсеткіштерінің абсолюттік өсуі ($ESCOAO_i$), өсу қарқыны ($ECOTI_i$) және өсу көрсеткіші ($ECORI_i$) сандық мәндері анықталды (кесте 17).

Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейіндегі экологиялық жағдайының көрсеткіштерінің сызықтық теңдеулері (кесте 15) және оның негізінде жүргізілген, оның абсолюттік өсуі ($ECOAO_i$), өсу қарқыны ($ECOTI_i$) және өсу көрсеткіші ($ECORI_i$) (кесте 16), қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында, олардың өзгеру ерекшелігін сипаттайды.



1 – Жанақорған; 2 – Шиелі; 3 – Сырдария + Қызылорда қаласы; 4 – Жалағаш; 5 Қармақшы; 6 – Қазалы+Арал; 7 – Қызылорда облысы).

Сурет 12 – Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейіндегі 2000 – 2020 жылдар аралығындағы экологиялық жағдайының көрсеткіші және оның тренді

Кесте 15 – Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейіндегі экологиялық жағдайының көрсеткіштерінің сызықтық теңдеулері

Әкімшілік аудандар	Сызықтық теңдеулер	Детерминация – лық белгі (R^2)
Жанақорған	$ECO_i = - 0,0118 \cdot SNY_i + 0,3233$	0,3968
Шиелі	$ECO_i = - 0,0025 \cdot SNY_i + 0,3875$	0,0183
Сырдария + Қызылорда	$ECO_i = 0,0065 \cdot SNY_i + 0,5773$	0,1276
Жалағаш	$ECO_i = 0,0029 \cdot SNY_i + 0,7014$	0,1096
Қармақшы	$ECO_i = 0,0004 \cdot SNY_i + 0,6600$	0,0011
Қазалы + Арал	$ECO_i = - 0,0024 \cdot SNY_i + 0,0425$	0,0425
Қызылорда обласы	$ECO_i = - 0,0001 \cdot SNY_i + 0,5958$	0,0003

Кесте 16 – Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының экологиялық жағдайының көрсеткішінің өзгеруін статистикалық тұрғыда бағалау

Әкімшілік аудандар	Экологиялық жағдайының көрсеткішінің уақыт аралығындағы өзгеруінің статистикалық		
	$ECOA O_i$	$ECOT I_i$	$ECOR I_i$
Жанақорған	– 0,000590	– 0,0000281	0,24238
Шиелі	– 0,000130	– 0,0000059	0,87013
Сырдария + Қызылорда	0,000325	0,0000155	1,22268
Жалағаш	0,000145	0,0000069	1,08235
Қармақшы	0,000020	0,0000009	1,01211
Қазалы + Арал	– 0,000120	– 0,0000057	– 0,19701
Қызылорда обласы	– 0,000005	0,0000002	0,99664

Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейіндегі экологиялық жағдайының көрсеткішінің трендтінің өзгеру бағыты бір келкі емес болғандықтан, аудандардың деңгейінде жеке талдауды қажет етеді (кесте 16 және сурет 13):

– Жаңақорған ауданының аймағында, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,076 – дан 0,478 –ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,194 тең және абсолюттік өсуі « – » 0,000590, өсу қарқыны – « – » 0,0000281, өсу көрсеткіші – 0,24238 тең және экологиялық жүргі теріс бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «қанағаттанарлық» аймақ;

– Шиелі ауданының аймағында, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,139 – дан 0,450 – ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,360 тең және абсолюттік өсуі « – » 0,000130, өсу қарқыны – « – » 0,0000059, өсу көрсеткіші – 0,87013 тең және экологиялық жүргі теріс бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «қанағаттанарлық» аймақ;

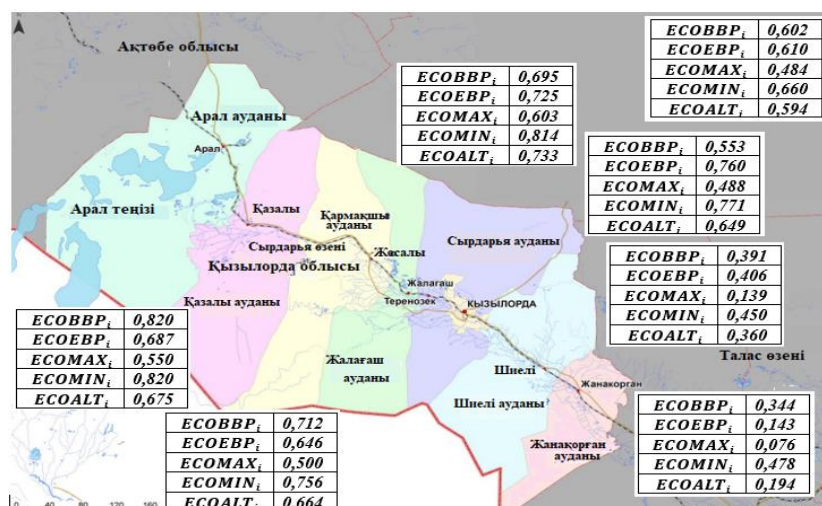
– Сырдария ауданының аймағында және Қызылорда қаласының төңрегінде, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,488 – дан 0,771 – ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,649 тең және абсолюттік өсуі « + » 0,000325, өсу қарқыны – « + » 0,0000155, өсу көрсеткіші – 1,22268 тең және экологиялық жүргі оң бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «жаман» аймақ;

– Жалағаш ауданының аймағында, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,603 – дан 0,814 –ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,733 тең және абсолюттік өсуі « + » 0,000145, өсу қарқыны – « + » 0,0000069, өсу көрсеткіші – 1,08235 тең және экологиялық жүргі оң бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «жаман» аймақ;

– Қармақшы ауданының аймағында, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,500 – дан 0,756 – ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,664 тең және абсолюттік өсуі « + » 0,000020, өсу қарқыны – « + » 0,0000009, өсу көрсеткіші – 1,01211 тең және экологиялық жүргі оң бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «жаман» аймақ;

– Қазалы және Арал ауданының аймағында, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,550 – дан 0,820 – ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,675 тең және абсолюттік өсуі « – » 0,000120, өсу қарқыны – « – » 0,0000057, өсу көрсеткіші – 0,19701 тең және экологиялық жүргі теріс бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «өте нашар» аймақ;

– Қызылорда облысының аймағында, қарастырылып отырылған 21 жылдар аралығында экологиялық жағдайының көрсеткіші 0,484 – дан 0,660 –ге дейін өзгеріп отырған, ал оның көпжылдық орташа мәні 0,594 тең және абсолюттік өсуі « – » 0,000005, өсу қарқыны – « – » 0,0000002, өсу көрсеткіші – 0,99664 тең және экологиялық жүргі теріс бағыта дамып отыр, экологиялық тұрғыда «жаман» аймақ.



$ECOBVP_i$ – қарастырылып отырылған кезеңінің басындағы экологиялық жағдайының көрсеткіші; $ECOEBP_i$ – қарастырылып отырылған кезеңінің соңындағы экологиялық жағдайының көрсеткіші; $ECOMAX_i$ – қарастырылып отырылған кезеңдегі экологиялық жағдайының көрсеткіштің ең жоғарғы мәні; $ECOMIN_i$ – қарастырылып отырылған кезеңдегі экологиялық жағдайының көрсеткіштің ең төменгі мәні; ; $ECOALT_i$ – қарастырылып отырылған кезеңдегі экологиялық жағдайының көрсеткіштің орташа мәні.

Сурет 13 – Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы экологиялық жағдайының көрсеткіштері

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейіндегі экологиялық жағдайының көрсеткіштерін кеңістік және уақыт тұрғысында талдаудың нәтижесі көрсткендей, олардың сапалық өзгерісі, өзеннің шығыстан батысқа қарай ағысы бойынша «қанағаттанарлық» – тан «өте нашар» аймақ ауысып отырады (сурет 13).

Жалпы, жоғарыда келтірілген Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы экологиялық жағдайын бағалаудың нәтижесін қортындылай келе, өзеннің ағысының бағыты бойынша, экологиялық жағдайының көрсеткіштері өсіп отырады, яғни өзеннің су жинау алабына түсетін техногендік жүктемелерге тікелей байланысты екендігін көрсетеді.

Сырдария өзенінің төменгі саласында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының деңгейінде анықталған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы экологиялық жағдайының көрсеткіштері анықтау, сондай – ақ көп бағытты өзгерістерді айқындау және олардың функциональдық теңдеулерін статистикалық тұрғыда бағалау, аймақтың экологиялық жағдайын кеңістік және уақыт тұрғысында болжамдық бағалаулар жүргізу үшін ғылыми негіз болып табылады.

3 СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ СУАРМАЛЫ АЛҚАБТАРЫНЫҢ СУ – ТҰЗ РЕЖИМІН БАҒАЛАУ

3.1 Суармалы алқаптардың су – тұз режимін бағалаудың әдістемелік нұсқасы

Қазіргі кезде өзеннің су жинау алабындағы табиғи және табиғи кешендердің, соның ішінде ауылшаруашылық жерлердің мелиорациясының әсер етуінің нәтижесінде суармалы егістік алқаптарды және оған жанама орналасқан ауылшаруашылық жерлердің, суғармалы егістік жерлерді мағанасыз сапасыз сулармен және табиғаттың буландыру қабылетінен жоғары дәрежеде суғарудың нәтижесінде ауылшаруашылық алқаптарды су басу және тұздану жүргілері кең ауқымға ие болды.

Осындай, негізсіз табиғи – техногендік жүктемелердің себебінен, өзендердің су жинау алабындағы орналасқан суармалы алқаптардың табиғи қалыптасқан су – тұз күрделі өзгеіске тұсып, өзінің экологиялық орнықтылын және өзін – өзі басқару мен реттеу қабілетін жоғалтуына байланысты, олар ауылшаруашылық және сушаруашылық саласының маңызды ғылыми, тәжірибелік және халық шаруашылығының күрделі мәселелеріне айналды.

Суармалы алқаптардағы топырақ қабатының ретсіз және мағанасыз су – тұздану құбылыстарын алдын ала бағдарламалау және уақыт тұрғысында болжау, оның нәтижесі бойынша, оның алдын алу және қорғаныс шараларын қарастыру кешендерін негіздеу көп қырлы және тәжірбемен расталған расталған гидрологиялық және гидрогеохимиялық болжамдар негізінде ғана мүмкін болады.

Өзендердің су жинау алабының суармалы алқатарының су – тұз режимін зерттеудің өзектілігі, оның мелиорациялық гидрология теориясымен және тәжірбесімен тығыз байланыспен айқындалады және оларды оңтайландырудың заманауи талаптары, атап айтқанда сармалы алқаптардың топырақ қабатының тұзданумен қатар, жер асты суларының деңгейінің көртерілуі және тұзданудайтын, олардың су – тұз режимін реттеумен де, болжаумен де байланысты мәселелердің кең ауқымын шешуді қарастырады.

Өзендердің су жинау алабының суармалы алқатарының гидрогеохимиялық жағдайы тұздардың түсуі мен шығуына және су – тұз теңгермесінің кіріс және шығыс құрамдас бөлшектерінің қатынасына сәкес қалыптасады. Қазіргі кезде суармалы алқатардың су – тұз теңгермесінің өзгеруінің сандық тұрғыда бағалау үшін, көптеген ғылыми жұмыстардың ішінде А.Н. Костяковтың [49], С.Ф. Аверьяновтың [50], Н.М. Решеткина және Х.Е. Якубовтың [51], И.П. Айдаровтың [52] және Л.В. Кирейчеваның [53, 54] әдістемелік нұсқаларын кеңінен пайдаланады. Жалпы, өзендердің су жинау алабының суармалы алқатарының су – тұз теңгермесі келесі теңдемен негізделген:

$$\Delta TWB_i = WFS_i - OWC_i; \quad (47)$$

$$\Delta SB_i = ASW_i - TARSW_i, \quad (48)$$

жыйынтығы; OWC_i – суармалы алқатаның аймағынан шығатын кәрі суының жыйынтығы; ΔSB_i – суармалы алқатаның шекаралық аймағына қорланатын (+)

н

е

м

е Өзеннің су жинау алабындағы суармалы алқабтардың су – тұз теңгермесінің заттың сақталау заңына байланысты келесі теңдеумен өрнектеуге болады:

– суармалы алқабтың су–тұз теңгермесінің кіріс бөлігі:

ш

ы

$$\Delta CHWB_i = WSIF_i + AP_i \pm GE_i; \quad (49)$$

ғ

$$\Delta CHSIF_i = SWSIF_i \cdot WSIF_i + SAP_i \cdot AP_i + SGE_i \cdot GIE_i, \quad (50)$$

а

мұнда $\Delta CHWB_i$ – суармалы алқабтағы ылғалдандырудың жалпы өзгеруі; $WSIF_i$ – суармалы алқабқа берілген судың көлемі; AP_i – атмосфералық жауын – шауын; $\pm GIE_i$ – жер асты суларының (түсуі) алмасуы; $\Delta CHSIF_i$ – суармалы алқабтың тұздануының жалпы өзгеруі; $SWSIF_i$ – суармалы алқабқа берілген

с

у

д

ы – суармалы алқабтың су–тұз теңгермесінің шығыс бөлігі:

ң

ұ

$$\Delta EPWB_i = \pm GER_i + EFIF_i + SFIF_i; \quad (51)$$

ф

$$\Delta EPSBIF_i = SGE_i \cdot GER_i + SSWFIF_i \cdot SFIF_i, \quad (52)$$

ұ

мұнда $EFIF_i$ – суармалы егістік алқабтан булану; $\pm GER_i$ – жер асты суларының (шығуы) алмасуы; $SFIF_i$ – суармалы алқабтан шығатын кәріз сулары; $SSWFIF_i$ – суармалы алқабтан шығатын кәріз суларының тұздылығы; $\pm SGE_i$ – жер асты суларының тұздылығы;

ы – суармалы алқабтың су – тұз теңгермесінің құрамдық бөлігі:

р

м

$$\Delta WBIA_i = \Delta CHWB_i - \Delta EPWB_i; \quad (53)$$

е

$$\Delta WBIA_i = WSIF_i + AP_i - EFIF_i \pm GE_i - SFIF_i; \quad (54)$$

с

$$\Delta SBIA_i = \Delta CHSIF_i - \Delta EPSBIF_i; \quad (55)$$

$$\Delta SBIA_i = SWSIF_i \cdot WSIF_i + SAP_i \cdot AP_i \pm SGE_i \cdot GIE_i - SSWFIF_i \cdot SFIF_i \quad (56)$$

мұнда $\Delta SBIA_i$ – суармалы алқабтың шекаралық аймағына қорланатын кәріз суларының тұздылығы; $SWSIF_i$ – суармалы алқабқа берілген судың көлемі; SAP_i – атмосфералық жауын – шауын; $\pm SGE_i$ – жер асты суларының (түсуі) алмасуы; $SSWFIF_i$ – суармалы алқабтан шығатын кәріз суларының тұздылығы;

өзеннің су жинау алабының суармалы алқабтарын суарумен байланысты, суармалы алқабқа түсетін тұздың шамасы; гидрологияның дәстүрлі әдістері мен қазіргі заманғы есептеу құралдарының мүмкіндіктерін біріктіру негізінде құрылған, өзеннің су жинау алабымен суармалы егіншіліктің бірлескен су – тұз теңгермесінің теңдеуі, аймақтағы табиғи – техногендік қызметтердің, ал одан туындайтын техногендік жүктемелердің әсерін бағалауға арналған математикалық құрал болып табылады.

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының суармалы алқаптарының метеорологиялық, гидрологиялық, гидрогеохимиялық және сушаруашылық саласының қалыптасқан жағдайын ескере отырып құрылған су – тұз теңгереснің теңдеуі, суармалы егістік жерлерді дамытуда, суғару және кәріз жүйелерін жобалаудағы кәзіргі ғылымның міндеттері болып табылатын, аймақтың экологиялық орнықтылығын қамтамасыз етуге арналған сынақтың көрсеткіштердің сапалық және сандық көрсеткіштері мен сипатамаларын егжей – тегжейлі зерделеуге, олардың су – тұз режимін реттеудің және басқарудың оңтайлы әдістерін әзірлеуге мүмкіншілік береді.

3.2 Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының суармалы алқаптарының су – тұз теңгермесін бағалау

Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының суармалы алқаптарының жалпы ауданы 231,4 мың гектар, ал оның ішінде 178,1 мың гектары инженерлік жүйемен қамтылған. Қазіргі кезде инженерлік жүйемен қамтылған суармалы жерлер Түгіскен (28,283 мың га), Жаңақорған – Шиелі (25,801 мың га), Қызылорда сол жағалауы және оң жағалауы (103,469 мың га) және Қазалы (21,415 мың га) сияқты ірі суармалы алқаптарға шоғырланған және падаланылған суармалы егістік жердің ауданы 183,036 мың гектарды құрайды [55, 56].

Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының суармалы алқаптарының су – тұз теңгермесінің бағдарламалық және болжамдық есептерін жүргізу үшін, қарастырылып отырылған өзен алабына арнай құрылған әдістемелік нұсқасын және Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау деректерінің негізінде құрылған зерттеу қоры пайдаланылды [56-61].

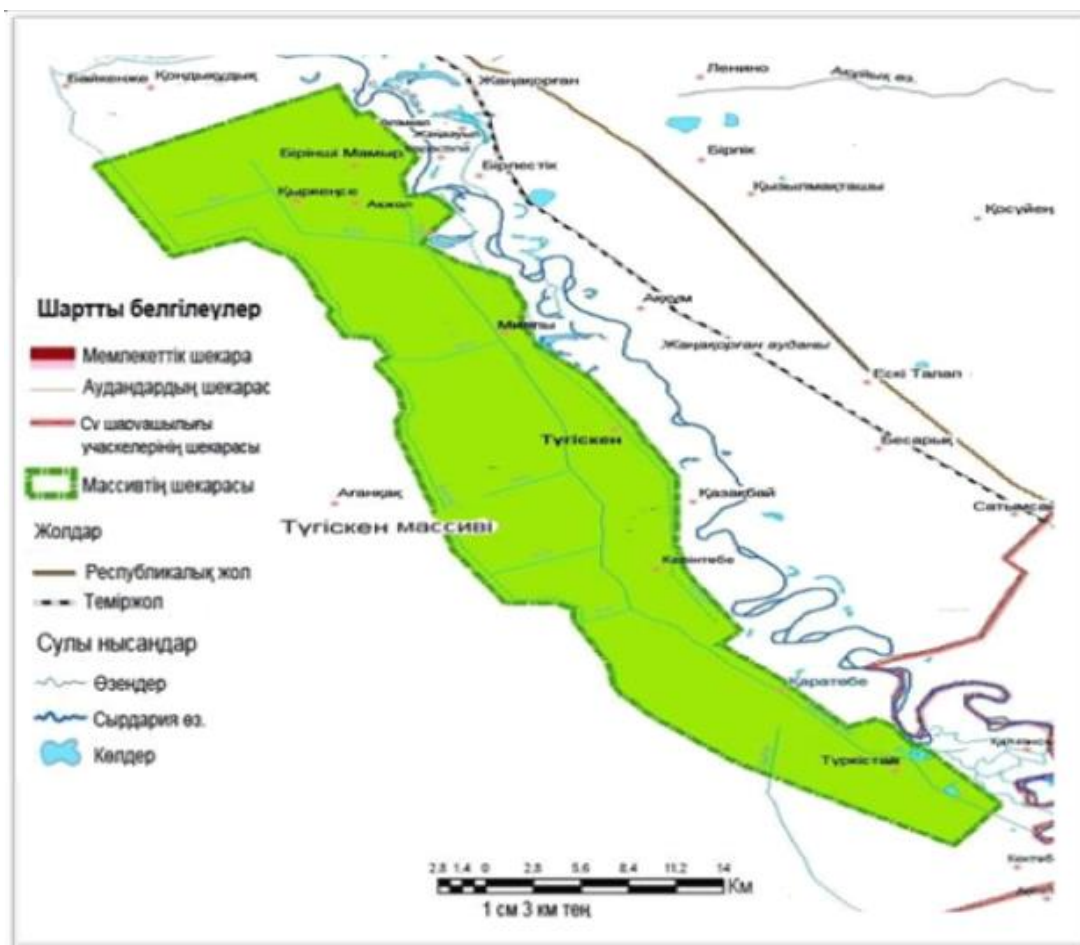
Түгіскен суармалы алқабы Сырдария өзенінің төменгі сағасының сол жағалауында, салыстырмалы тұрғыда қарағанда Қызылорда оңтүстік – шығыс жағында, Түркістан мен Қызылорда облысының шекарасынан, өзеннің бойын созылып орналасқан (сурет 14).

Түгіскен суармалы алқаптың топырақ жамылғысы әдетте сортаңдармен, шалғынды – шөлейті сортаңдармен және тақырлармен араласып жататын, шөлейтті аумақтың тұзданған сортаң топырақтар жүйесінен құрылған.

Түгіскен суармалы алқапның негізгі суландыру көзі Келінтөбе бас арнасы, оның ұзындағы 73 км және су өткізу қабілеті 70 м³/с.

Түгіскен суармалы алқабының су – тұз теңгермесінің бағдарламалық және болжамдық есептеу жұмыстары Қызылорда облысының Жаңақорған ауданының сушаруашылық мекемесінің, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Қазақстан Республикасының Су шаруашылығы және ирригация министрлігіне

қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» жылдық есебінде қарастырылған деректі мәліметтер бойынша жүргізілді (кесте 17 және 18).



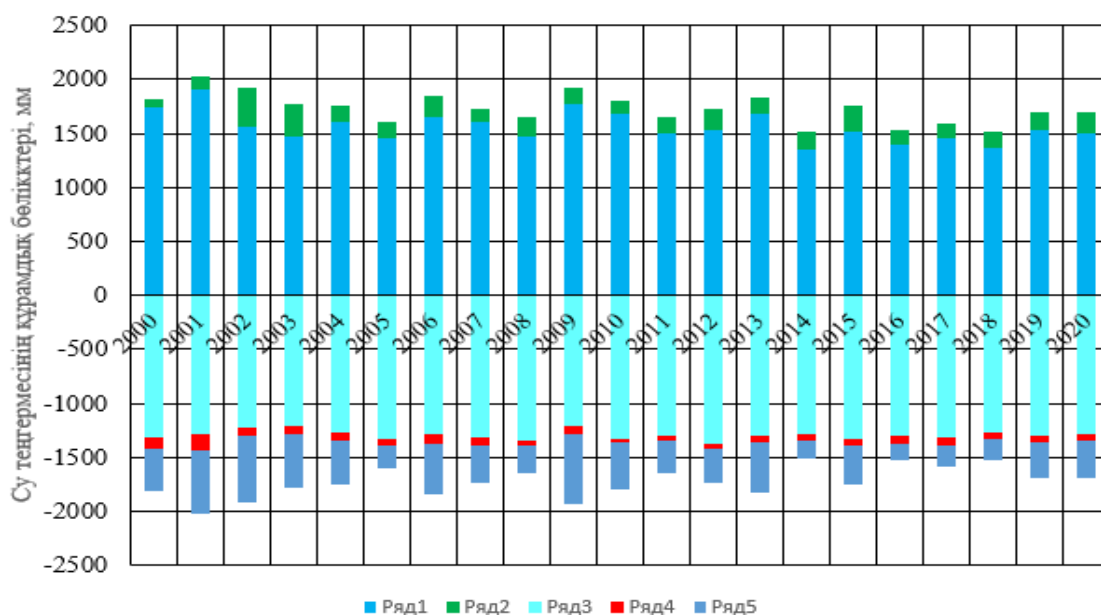
Сурет 14 – Түгіскен суармалы алқабының орналасу желісі

Кесте 17 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен суармалы алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштері

Жылдар	Су теңгермесінің құрамдық бөліктері және көреткіштері				
	Кіріс бөлігі		Шығыс бөлігі		
	$WSIF_i$	AP_i	$EFIF_i$	$SFIF_i$	$\pm GE_i$
					6
2000	1738,1	79,0	1313,0	111,7	392,4
2001	1907,6	120,0	1288,1	142,2	597,3
2002	1560,0	363,0	1220,4	81,6	621,0
2003	1475,4	303,0	1204,9	83,3	490,2
2004	1602,9	153,0	1272,2	74,7	409,0
2005	1454,4	152,0	1336,9	52,1	217,4
2006	1657,3	193,0	1288,5	80,8	481,0
2007	1605,4	128,0	1315,1	76,3	342,0

17 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
2008	1473,7	173,0	1338,9	51,3	256,5
2009	1768,7	159,0	1215,0	75,7	637,0
2010	1681,6	116,0	1325,2	42,1	430,3
2011	1505,3	143,0	1298,0	44,4	305,9
2012	1528,5	205,0	1369,8	55,2	308,5
2013	1690,4	144,0	1294,8	70,1	469,5
2014	1355,0	163,0	1280,2	62,4	175,4
2015	1517,2	242,0	1324,5	69,4	365,3
2016	1399,2	130,0	1307,0	64,3	157,9
2017	1458,0	129,0	1320,6	67,3	199,1
2018	1373,1	148,0	1268,2	65,1	187,8
2019	1535,1	160,0	1293,3	69,4	332,4
2020	1503,0	189,0	1290,0	59,2	342,8
$SAOM_i$	1561,4	171,0	1293,6	71,4	367,6
$PSH_i, \%$	90,1	9,9	74,7	4,1	21,2



1 – суармалы алқабаға берілген судың көлемі, мм; 2 – атмосфералық жауын – шашын, мм; 3 – сумармалы егістік алқабадан булану, мм; 4 – суғармалы алқабадан шығатын кәріз сулары, мм; 5 – жер асты суларының (түсу немесе шығуы) алмасуы, мм.

Сурет 15 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен суармалы алқабының су теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің сызбасы

Қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында Түгіскен суармалы алқабының су теңгермесінің кіріс бөлігінің көрсеткіші болып

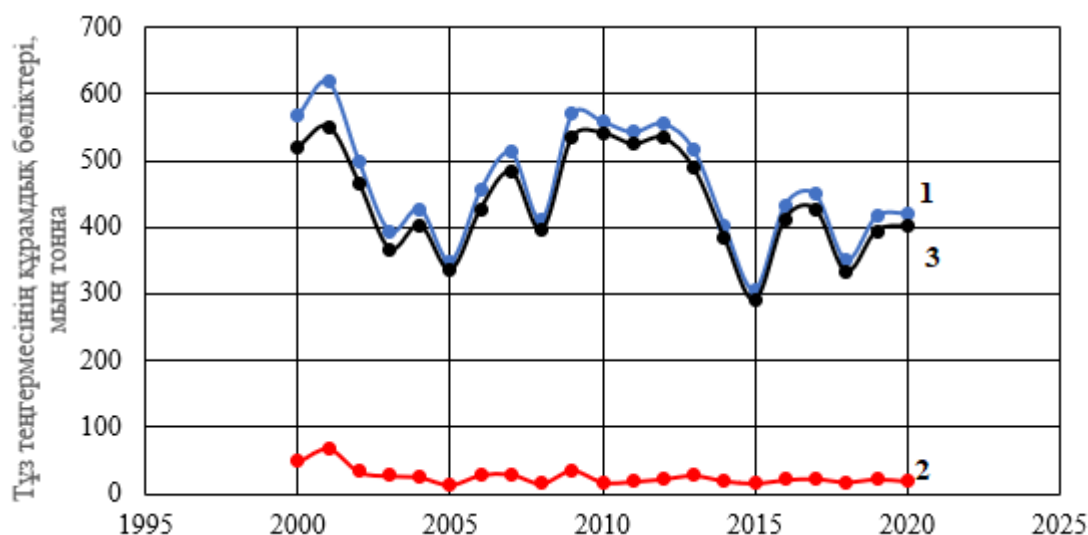
табылатын (кесте 18 және сурет 15), өзеннің арнасынан суармалы алқабқа берілген орташа судың көлемі 90,1 % және атмосфералық жауын – шашынның есебінен суармалы алқабқа түсетін ылғал көлемі 9,9 % болса, ал оның шығыс бөлігінің негізгі көрсеткіші болып табылатын, сумармалы егістік алқабтан буланудың шамасы 74,7 %, суғармалы алқабтан шығатын кәріз суларының көлемі 4,1 % және жер асты суларының (шығуы) алмасуы шамасы 21,27 % құрайды.

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен суармалы алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің негізінде анықталған, алқабтың тұз теңгермесінің негізгі көрсеткіштері 18 кестеде көрсетілген.

Кесте 18 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен суармалы алқабтың тұз теңгермесінің құрамдық көреткіштері

Жыл – дар	Тұз теңгермесінің құрамдық бөліктері және көреткіштері						
	Кіріс бөлігі			Шығыс бөлігі			$ARIF_i$, мың тонна
	$WSIF_i$, млн м ³	SWS_i , г/л	$ASCIW_i$, мың тонна	$SFIF_i$, млн м ³	SSW_i , г/л	$ASRS_i$, мың тонна	
2000	436,79	1,303	569,14	28,07	1,725	48,42	520,72
2001	458,58	1,350	619,08	34,18	1,999	68,33	550,75
2002	383,92	1,300	499,10	20,08	1,662	33,38	465,72
2003	433,77	0,909	394,30	24,49	1,113	27,26	367,04
2004	432,77	0,988	427,58	20,17	1,245	25,11	402,47
2005	366,50	0,952	348,91	13,13	1,036	13,60	335,31
2006	422,60	1,080	456,41	20,60	1,389	28,62	427,79
2007	472,00	1,086	512,59	22,43	1,326	29,75	482,85
2008	377,27	1,091	411,60	13,13	1,201	15,77	395,83
2009	525,30	1,086	570,48	22,48	1,581	35,55	534,93
2010	548,21	1,020	559,17	13,72	1,294	17,76	541,41
2011	516,31	1,052	543,16	15,23	1,220	18,58	524,58
2012	519,69	1,070	556,07	18,77	1,194	22,41	533,66
2013	495,29	1,042	516,09	20,54	1,360	27,93	488,16
2014	439,03	0,918	403,03	20,22	0,972	19,65	383,38
2015	411,17	0,744	305,91	18,81	0,852	16,02	289,89
2016	390,38	1,1111	433,75	17,94	1,190	21,35	412,40
2017	478,22	0,940	449,53	22,07	1,038	22,91	426,61
2018	365,24	0,960	350,63	17,32	1,039	17,99	332,64
2019	455,92	0,913	416,25	20,61	1,084	22,34	393,91
2020	449,11	0,938	421,27	17,69	1,093	19,33	401,93
$SAOM_i$	446,57	1,041	464,95	20,08	1,267	26,29	438,66
$PSH_i, \%$			100,0			6,00	94,00

Сонымен, қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен суармалы алқабтың тұз теңгермесінің құрамдық көреткіштеріне жүргізілген талдау көрсеткендей, өзеннен суармалы алқабқа алынған сумен бірге алқабқа түсетін тұздың орташа көлемі 464,95 мың тоннаны құраса, ал егістік алқабтан кәріз сулармен бірге өзен арнасына қайта тасталатын тұздың көлемі 26,29 мың тонна (6,00) болса, онда орта есеппен жыл сайын суармалы алқабта қорланып қалатын тұздың көлемі 438,66 мың тонна (94,00) аймағында өзгеріп отырады.



1 – суармалы алқабқа берілген сумен түскен тұздың көлемі ($ASCIW_i$); 2 – суармалы алқабтан кәріз суларымен шықан тұздың көлемі ($ASRS_i$); 3 – суармалы алқабта қорланып қалған тұздың көлемі ($ARIF_i$).

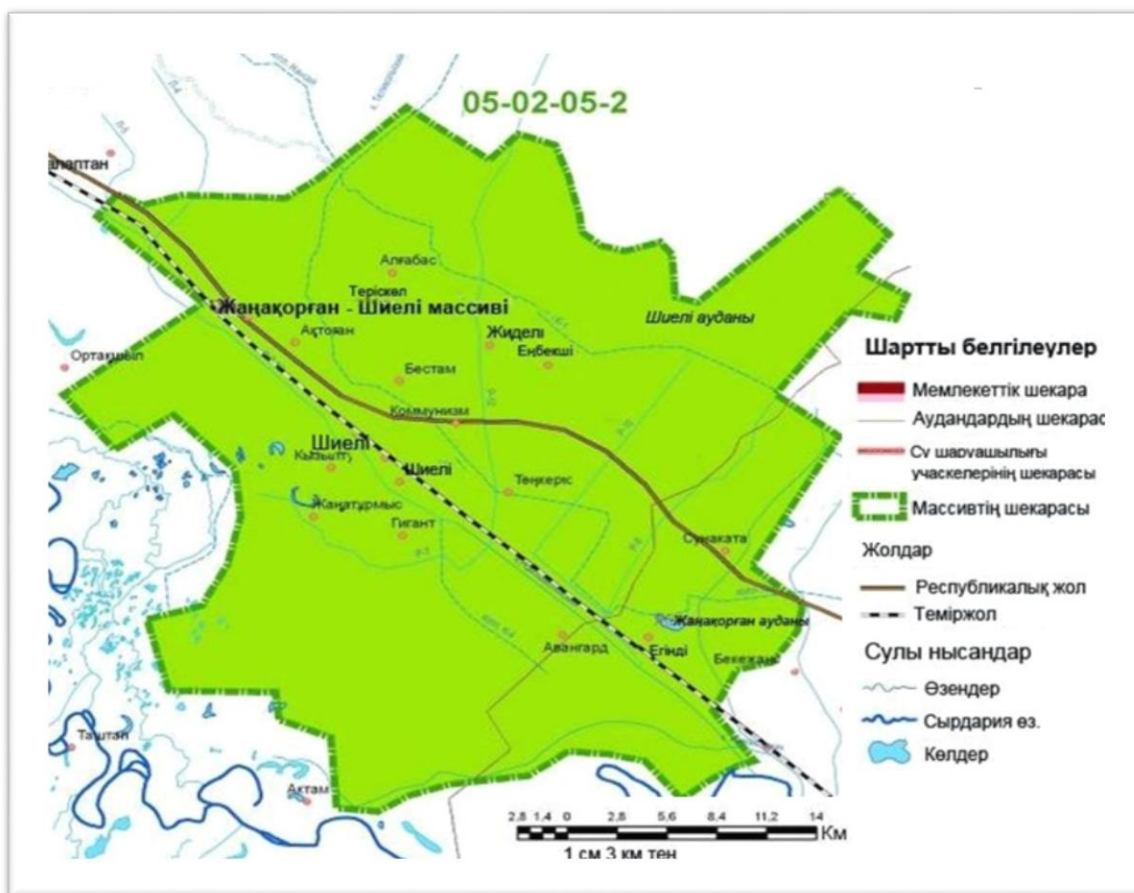
Сурет 16 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен суармалы алқабының су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің сызбасы

Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабы Сырдария өзенінің төменгі сағасының оң жағалауында орналасқан. Суармалы алқабтың топырақ жамылғысы тақырлар мен сортаңданған шөлді алқабтың тақырлары тәрізді топырақтан, жеңіл және солтүстік аймақа тән сұр топырақтардан құралған. Өзеннің бойында шөлді аймаққа тән шалғынды топырақтар, шағынды – батпақтар және шалғынды сұр топырақтар мен шалғынды сортаңдар кездеседі.

Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабының негізі су көзі болып Сырдария өзенінен су алатын Сунақата және Жаңа Шиелі бас арнасы болып табылады (сурет 17).

Жаңақорған – Шиелі алқабының су – тұз теңгермесінің бағдарламалық және болжамдық есептеу жұмыстары Қызылорда облысының Шиелі ауданының сушаруашылық мекемесінің, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын

пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» жылдық есебінде қарастырылған деректі мәліметтер бойынша жүргізілді (кесте 19 және 20).



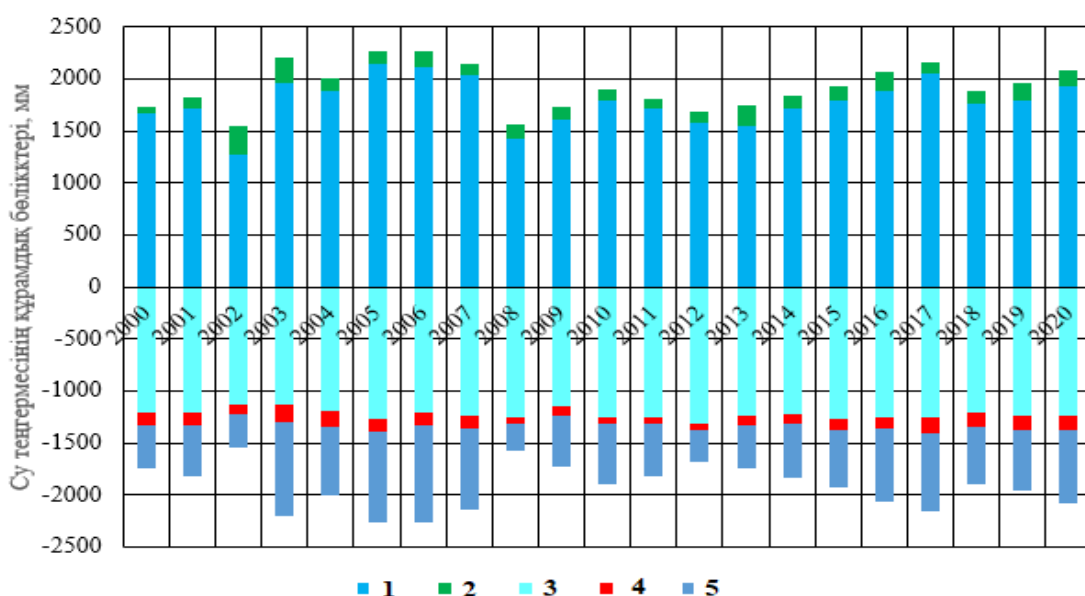
Сурет 17 – Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабының орналасу желісі

Кесте 19 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштері

Жылдар	Су теңгермесінің құрамдық бөліктері және көреткіштері				
	Кіріс бөлігі		Шығыс бөлігі		
	$WSIF_i$	AP_i	$EFIF_i$	$SFIF_i$	$\pm GE_i$
					6
2000	1667,6	70,0	1208,2	127,4	402,0
2001	1718,2	100,0	1207,4	122,7	488,1
2002	1264,6	276,0	1134,2	84,5	321,9
2003	1966,5	232,0	1137,1	159,8	901,6
2004	1876,2	124,0	1197,1	140,9	662,2
2005	2146,9	123,0	1265,4	132,2	872,3
2006	2105,7	153,0	1211,5	125,4	921,8
2007	2031,0	106,0	1238,1	126,2	772,7
2008	1429,0	138,0	1260,0	51,0	256,0

19 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
2009	1607,0	128,0	1150,9	80,3	503,8
2010	1786,3	115,0	1259,3	60,3	581,7
2011	1709,9	103,0	1252,8	62,3	497,8
2012	1578,3	105,0	1313,8	68,2	301,3
2013	1546,3	193,0	1245,2	80,1	414,0
2014	1718,0	117,0	1216,1	105,6	513,3
2015	1794,5	131,0	1261,9	111,8	551,8
2016	1882,8	188,0	1252,9	113,5	704,4
2017	2050,7	107,0	1254,2	145,7	757,8
2018	1757,4	133,0	1201,2	140,4	548,8
2019	1794,6	158,0	1231,7	142,6	578,3
2020	1926,6	150,0	1238,6	134,7	703,3
$SAOM_i$	1778,96	140,0	2315,6	110,27	583,57
$PSH_i, \%$	92,68	7,32	63,85	5,74	30,41



1 – суармалы алқаба берілген судың көлемі, мм; 2 – атмосфералық жауын –шашын, мм; 3 – сумармалы егістік алқабадан булану, мм; 4 – суғармалы алқабадан шығатын кәріз сулары, мм; 5 – жер асты суларының (түсу немесе шығуы) алмасуы, мм.

Сурет 18 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің сызбасы

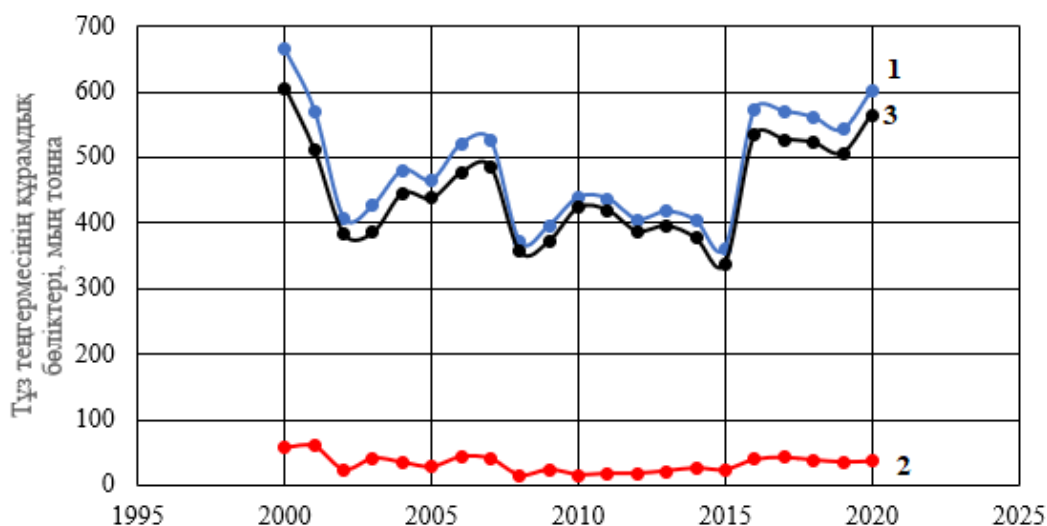
Қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабының су теңгермесінің кіріс бөлігінің көресткіші болып табылатын (кесте 19 және сурет 18), өзеннің арнасынан суармалы алқаба

берілген орташа судың көлемі 92,68 % және атмосфералық жауын – шашынның есебінен суармалы алқабқа түсетін ылғал көлемі 7,32 % болса, ал оның шығыс бөлігінің негізгі көрсеткіші болып табылатын, сумармалы егістік алқабтан буланудың шамасы 63,85 %, суғармалы алқабтан шығатын кәріз суларының көлемі 5,74 % және жер асты суларының (шығуы) алмасуы шамасы 30,41 % құрайды.

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі алқабын суармалау кезіндегі су теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің негізіне анықталған, алқабтың тұз теңгермесінің негізгі көрсеткіштері 20 кестеде және 19 суретте көрсетілген.

Кесте 20 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабтың тұз теңгермесінің құрамдық көрсеткіштері

Жыл – дар	Тұз теңгермесінің құрамдық бөліктері және көрсеткіштері						
	Кіріс бөлігі			Шығыс бөлігі			$ARIF_i$, мың тонна
	$WSIF_i$, млн м ³	SWS_i , г/л	$ASCIW_i$, мың тонна	$SFIF_i$, млн м ³	SSW_i , г/л	$ASRS_i$, мың тонна	
			4			7	
2000	509,78	1,303	664,24	32,85	1,798	59,06	605,19
2001	423,03	1,350	571,09	31,63	1,921	60,77	510,32
2002	313,00	1,300	406,90	16,44	1,450	23,84	383,06
2003	470,00	0,909	427,23	26,59	1,572	41,79	385,44
2004	485,93	0,988	480,10	22,69	1,549	35,15	444,95
2005	489,50	0,952	466,00	17,57	1,615	28,37	437,63
2006	482,20	1,080	520,78	23,56	1,877	44,23	476,55
2007	485,40	1,086	527,14	23,12	1,781	41,18	485,97
2008	340,10	1,091	371,05	11,88	1,237	14,69	356,36
2009	364,80	1,086	396,17	15,66	1,516	23,74	372,43
2010	430,50	1,020	439,11	10,80	1,447	15,63	423,48
2011	415,50	1,052	437,11	12,29	1,436	17,64	419,46
2012	378,80	1,070	405,32	13,72	1,285	17,63	387,69
2013	400,50	1,042	417,32	16,65	1,294	21,55	395,77
2014	439,80	0,918	403,74	20,30	1,297	26,32	377,41
2015	486,30	0,744	361,81	22,28	1,058	23,57	338,24
2016	515,90	1,1111	573,22	23,76	1,670	39,68	533,54
2017	607,00	0,940	570,58	28,06	1,537	43,13	527,45
2018	585,20	0,960	561,79	27,79	1,404	39,02	522,77
2019	594,00	0,913	542,32	26,90	1,330	35,77	506,55
2020	641,55	0,938	601,77	25,31	1,459	36,92	564,85
$SAOM_i$	469,47	1,04	483,09	21,42	1,501	32,84	450,24
$PSH_i, \%$			100,0			6,80	93,20



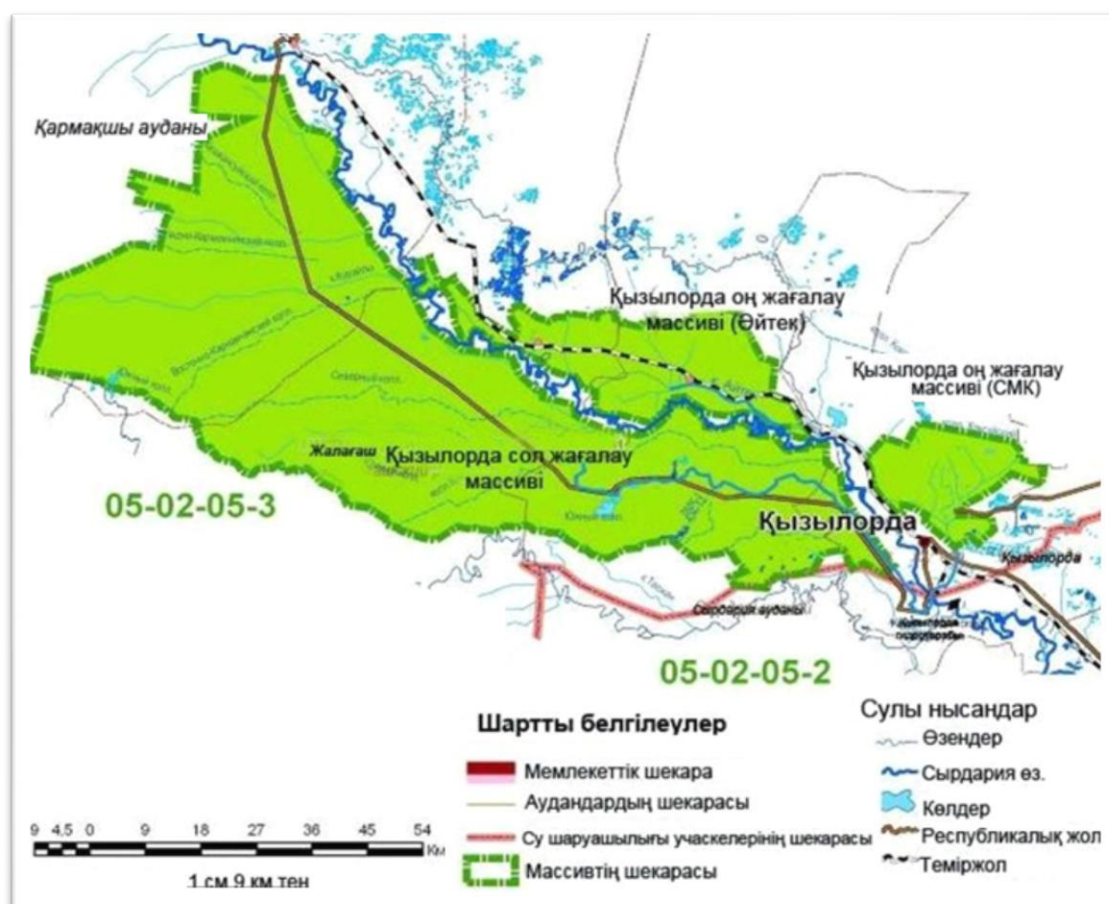
Сурет 19 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі алқабының су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің сызбасы (1 – суармалы алқабқа берілген сумен түскен тұздың көлемі ($ASCIW_i$); 2 – суғармалы алқабтан кәріз суларымен шықан тұздың көлемі ($ASRS_i$); 3 – суғармалы алқабта қорланып қалған тұздың көлемі ($ARIF_i$))

Жалпы, Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабының қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің (кесте 20) негізінде анықталған тұз теңгермесінің көрсеткішіне жүргізілген талдау көрсеткендей, өзеннен суармалы алқабқа алынған сумен бірге алқабқа түсетін тұздың орташа көлемі 469,47 мың тоннаны құраса, ал егістік алқабтан кәріз сулармен бірге өзен арнасына қайта тасталатын тұздың көлемі 21,42 мың тонна (6,80 %) болса, онда орта есеппен жыл сайын суармалы алқабта қорланып қалатын тұздың көлемі 450,24 мың тонна (93,20 %) аймағында өзгеріп отырған.

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабының қарастырылып отырылған жылдар аралығындағы орташа жер асты суларын түсу шамасы 583,57 млн м³ су және онымен бірге түсетін 450,24 мың тонна тұздар, тек қана суармалы алқабтың емес және оған айналасындағы ландшафттық жүйлерінің де жер асты суларының қоректену көзіне айналған.

Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабы, салыстырмалы тұрғыда қарағанда Сырдария өзенінің төменгі сағасының ортасында орналасқан. Бұл суармалы алқап Қызылорда облысының Сырдария, Жалағаш және Қармақшы аудандарының аймақтарын қамтиды және өзеннің ұзын бойында созылып жатыр (сурет 20).

Суармалы алқабтың топырақ жамылғысының құрамы Сырдария өзенінің арнасының бойындағы шалғынды да, батпақы да топырақтардан, әртүрлі дәрежедегі сортаң топырақтардан құралған күрделі ландшафттық жүйені құрайды.



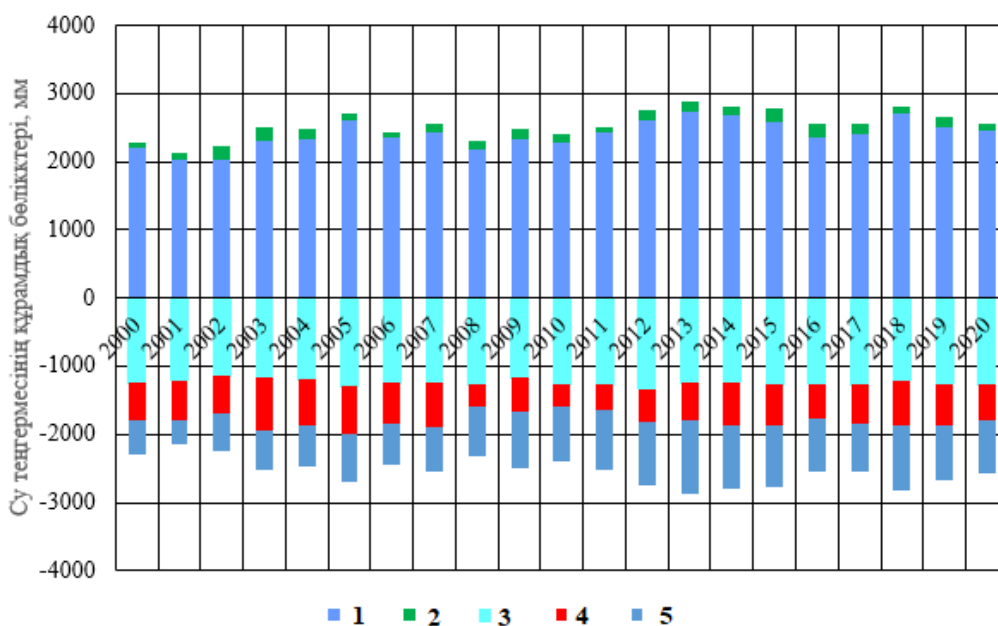
Сурет 20 – Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабының орналасу желісі

Кесте 21 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштері

Жылдар	Су теңгермесінің құрамдық бөліктері және көреткіштері				
	Кіріс бөлігі		Шығыс бөлігі		
	$WSIF_i$	AP_i	$EFIF_i$	$SFIF_i$	$\pm GE_i$
					6
2000	2201,1	91,0	1242,4	550,3	499,4
2001	2025,7	106,0	1201,9	587,4	342,4
2002	2034,1	205,0	1147,5	549,2	542,4
2003	2317,0	197,0	1157,7	787,8	568,5
2004	2328,9	150,0	1194,4	675,4	609,1
2005	2602,1	97,0	1292,3	702,6	704,2
2006	2356,3	81,0	1239,1	612,6	585,6
2007	2435,8	111,0	1250,5	633,3	663
2008	2185,6	130,0	1271,5	327,8	716,3

21-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
2009	2327,4	159,0	1164,7	512,0	809,7
2010	2284,4	113,0	1272,4	319,8	805,2
2011	2424,0	95,0	1267,7	363,6	887,7
2012	2613,2	134,0	1338,4	470,4	938,4
2013	2728,1	146,0	1246,1	545,6	1082,4
2014	2676,4	130,0	1234,7	642,4	929,3
2015	2580,0	198,0	1264,0	593,4	920,6
2016	2356,3	202,0	1259,7	518,4	780,2
2017	2399,0	158,0	1263,7	575,8	717,5
2018	2698,0	119,0	1209,4	647,5	960,1
2019	2519,5	148,0	1257,0	604,7	805,8
2020	2467,9	103,0	1265,2	518,3	787,4
$SAOM_i$	2407,7	137,0	1240,0	559,0	745,5
$PSH_i, \%$	94,62	5,38	48,73	21,97	29,30



1 – суармалы алқабаға берілген судың көлемі, мм; 2 – атмосфералық жауын – шашын, мм; 3 – сумармалы егістік алқабадан булану, мм; 4 – суғармалы алқабадан шығатын кәріз сулары, мм; 5 – жер асты суларының (түсу немесе шығуы) алмасуы, мм.

Сурет 21 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің сызбасы

Суармалы алқабы су көзімен Сырдария өзенінің арнасына орналасқан Қызылорда сұтарабынан су алатын Қызылорда сол жағалау бас арнасы және Шіркейлі арнасы арқылы қамтамасыз етеді.

Қызылорда сол жағалаулы суармалы алқабынан шығатын кәріз және ағын сулардың көлемі жылына шамамен 400 млн м³ құрайды және негізінен алғанда ескі Қуаң Дария арнасына келіп түседі.

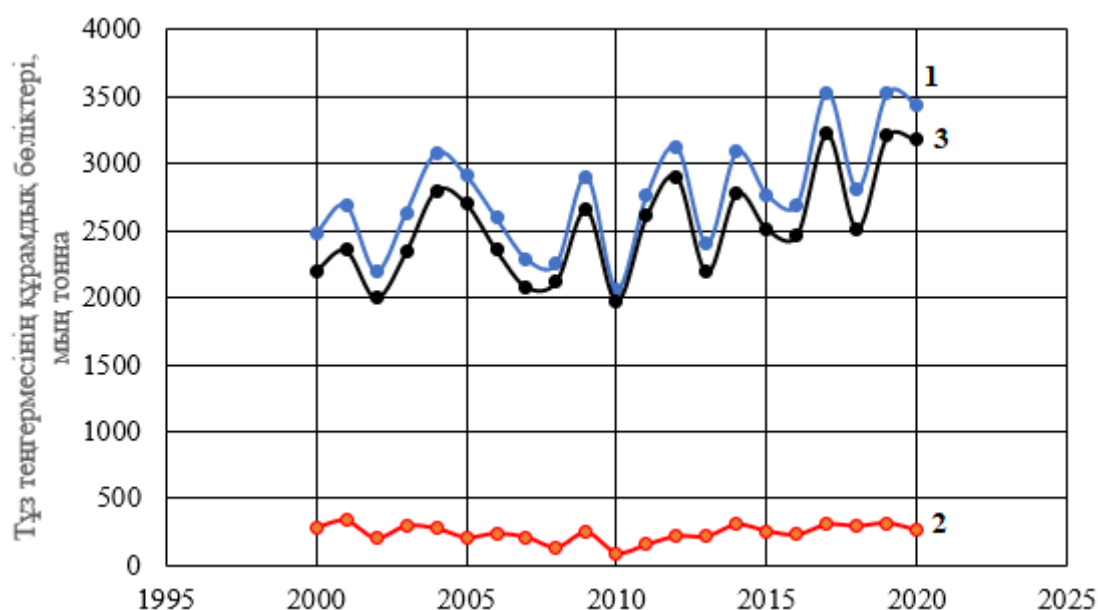
Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда алқабының су – тұз теңгермесінің бағдарламалық және болжамдық есептеу жұмыстары Қызылорда облысының Сырдария, Жалағаш және Қармақшы ауданының сушаруашылық мекемесінің, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» жылдық есебінде қарастырылған деректі мәліметтер бойынша жүргізілді (кесте –22 және сурет –21).

Кесте 22 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабының тұз теңгермесінің құрамдық көрсеткіштері

Жыл – дар	Тұз теңгермесінің құрамдық бөліктері және көрсеткіштері						
	Кіріс бөлігі			Шығыс бөлігі			$ARIF_i$, мың тонна
	$WSIF_i$, млн м ³	SWS_i , г/л	$ASCIW_i$, мың тонна	$SFIF_i$, млн м ³	SSW_i , г/л	$ASRS_i$, мың тонна	
			5			8	
2000	1778,51	1,395	2481,02	114,30	2,474	282,78	2198,24
2001	1687,61	1,595	2691,74	125,80	2,691	338,53	2353,21
2002	1707,78	1,289	2201,33	89,33	2,286	204,21	1997,12
2003	2067,19	1,275	2635,67	116,71	2,552	297,84	2337,82
2004	2036,73	1,512	3079,54	94,92	2,945	279,54	2800,00
2005	2205,9	1,320	2911,79	79,02	2,658	210,04	2701,75
2006	2148,8	1,208	2595,75	104,76	2,294	240,32	2355,43
2007	2226,3	1,029	2290,86	105,81	2,005	212,15	2078,71
2008	1982,82	1,137	2254,47	69,02	1,956	135,00	2119,46
2009	2134,57	1,361	2905,15	91,36	2,720	248,50	2656,65
2010	2096,52	0,986	2067,17	52,49	1,771	92,96	1974,21
2011	2312,59	1,195	2763,55	68,21	2,284	155,79	2607,75
2012	2425,46	1,288	3123,99	87,59	2,516	220,38	2903,62
2013	2268,8	1,061	2407,20	94,08	2,326	218,83	2188,37
2014	2497,56	1,236	3086,98	115,02	2,679	308,14	2778,85
2015	2472,03	1,120	2768,67	113,08	2,286	258,50	2510,17
2016	2245,78	1,200	2694,94	103,20	2,246	231,79	2463,15
2017	2370,91	1,490	3532,66	109,44	2,827	309,39	3223,27

22 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
2018	2481,87	1,133	2811,96	117,67	2,527	297,35	2514,61
2019	2630,51	1,340	3524,88	118,92	2,684	319,18	3205,70
2020	2603,9	1,321	3439,75	102,56	2,575	264,09	3175,66
$SAOM_i$	2208,7	1,261	2774,72	98,73	2,442	244,06	2530,66
$PSH_i, \%$			100,0			9,00	91,00



1– суармалы алқабқа берілген сумен түскен тұздың көлемі ($ASCIW_i$); 2 – суғармалы алқабтан кәріз суларымен шықан тұздың көлемі ($ASRS_i$); 3 – суғармалы алқапта қорланып қалған тұздың көлемі ($ARIF_i$).

Сурет 22 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда алқабының су теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің сызбасы

Осылайша, Сырдария өзенінің төменгі сағасының оранғы бөлігіне орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабының қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің (кесте 22) негізінде анықталған тұз теңгермесінің көрсеткішіне жүргізілген талдау көрсеткендей, өзеннен суармалы алқабқа алынған сумен бірге алқабқа түсетін тұздың орташа көлемі 2774,72 мың тоннаны құраса, ал егістік алқабтан кәріз сулармен бірге өзен арнасына қайта тасталатын тұздың көлемі 244,06 мың тонна (9,00 %) болса, онда орта есеппен жыл сайын суармалы алқапта қорланып қалатын тұздың көлемі 450,24 мың тонна (91,00 %) аймағында өзгеріп отырған.

Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы суармалы алқабы, Сырдария өзенінің төменгі сағасының ортасында орналасқан, геоморфологиялық

тұрғыдан өзеннің төменгі сағасының жазықты аймағын алып жатырған Жаңадарья мен Қуандарьяның көне арналарын қамтиды (сурет 23).



Сурет 23 – Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабының орналасу желісі

Суармалы алқабтың топырақ жамылғысы шөлді тақыр тәрізді сортаңдар мен құмды жамылғылардан құралған, шөлейт аймақтың сортаңдарына жатады.

Сол жағалауы Қазалы суармалы алқабын Қазалы су торабынан бастау алатын, шығыны $35 \text{ м}^3/\text{с}$, ұзындығы 53 км Қазалы сол жағалау бас арнасы сумен қамтамасыз етеді.

Сол жағалауы Қазалы суармалы алқабын Қазалы су торабының оң жаға реттегішінен бастау алатын, ұзындығы 19,5 км және су ағынын өткізу қабілеті $85 \text{ м}^3/\text{с}$ шығынға есептелген Қазалы оң жағалау бас арнасы сумен қамтамасыз етеді.

Суармалы алқабтың аумағынан шығатын ағын және кәріз суларды шараушылық және шаруашылық аралық су тастағыш арналар арқылы Арал теңізінің құрғап кеткен шұңқырына (бұрынғы Бозкөл шығанағы) құйылады.

Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы алқабының су – тұз теңгермесінің бағдарламалық және болжамдық есептеу жұмыстары Қызылорда облысының Қазалы ауданының сушаруашылық мекемесінің, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы Қазақстан Республикасының Сушаруашылығы және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» жылдық есебінде қарастырылған деректі мәліметтер бойынша жүргізілді (кесте – 23 және сурет – 24).

Кесте 23 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы суармалы алқабының су теңгермесінің құрамдық көреткіштері

Жылдар	Су теңгермесінің құрамдық бөліктері және көреткіштері				
	Кіріс бөлігі		Шығыс бөлігі		
	$WSIF_i$	AP_i	$EFIF_i$	$SFIF_i$	$\pm GE_i$
2000	2475,5	117,0	1175,8	618,9	797,8
2001	1893,8	142,0	1129,8	549,2	356,8
2002	1888,8	147,0	1089,8	510,0	436
2003	1813,9	158,0	1109,4	616,7	245,8
2004	2085,3	223,0	1156,1	604,7	547,5
2005	1859,1	143,0	1227,3	502,0	272,8
2006	2250,3	93,0	1186,0	585,1	572,2
2007	2228,7	135,0	1171,9	579,5	612,3
2008	2102,0	79,0	1197,2	315,3	668,5
2009	2260,6	113,0	1104,1	497,3	772,2
2010	1990,5	125,0	1207,4	278,7	629,4
2011	2000,6	109,0	1187,2	300,1	622,3
2012	2034,6	97,0	1267,5	366,2	497,9
2013	2236,0	154,0	1175,0	447,2	767,8
2014	2175,1	100,0	1177,2	522,0	575,9
2015	2281,9	191,0	1186,9	524,8	761,2
2016	1932,3	175,0	1204,0	425,1	478,2
2017	2189,0	144,0	1186,8	525,4	620,8
2018	2074,9	86,0	1147,7	498,0	515,2
2019	2119,9	128,0	1169,4	508,8	569,7
2020	2174,9	153,0	1187,8	456,7	530,3
$SAOM_i$	2098,5	134,0	1173,5	487,2	564,3
$PSH_i, \%$	94,0	6,0	52,7	21,9	25,4

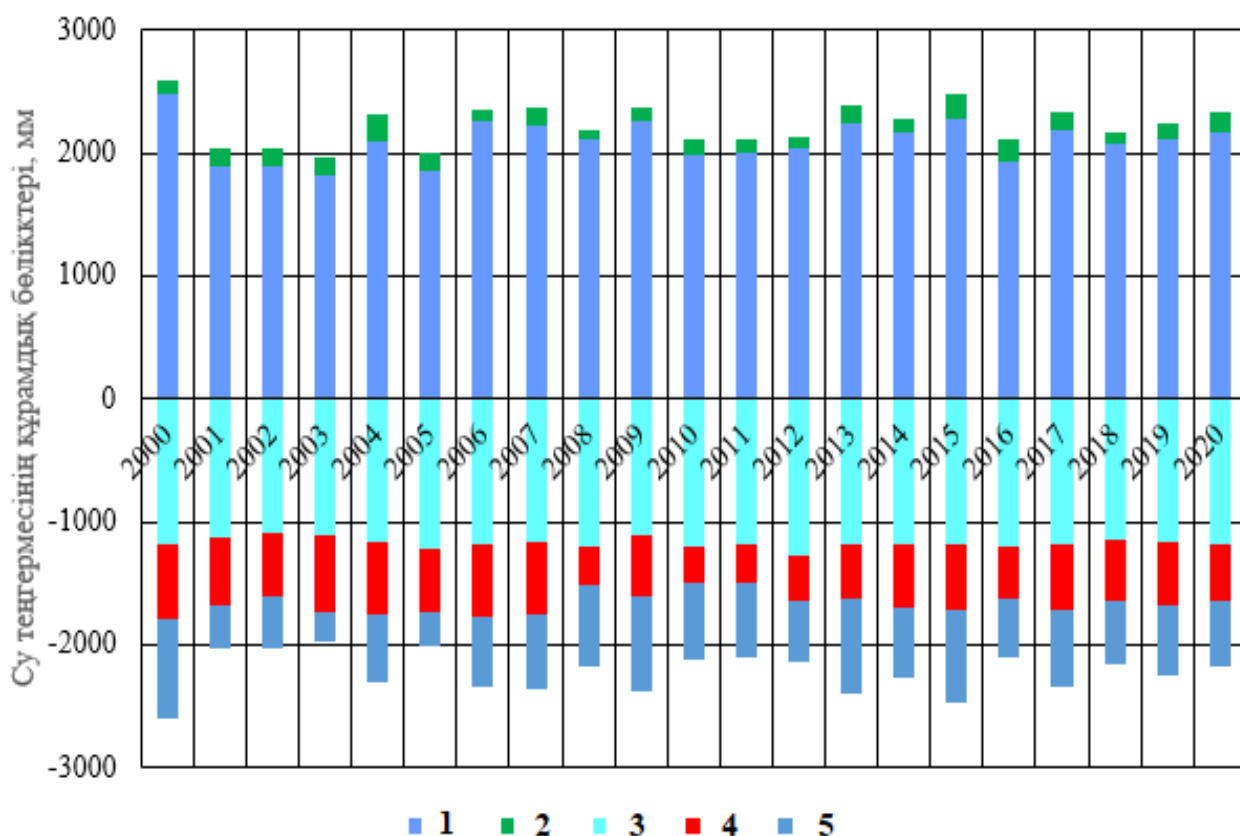
Қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығында Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы суармалы алқабының су теңгермесінің кіріс бөлігінің көресткіші болып табылатын (кесте 24 және сурет 24), өзеннің арнасынан

суармалы алқаба берілген орташа судың көлемі 94,0 % және атмосфералық жауын-шашынның есебінен суармалы алқаба түсетін ылғал көлемі 6,0 % болса, ал оның шығыс бөлігінің негізгі көрсеткіші болып табылатын, сумармалы егістік алқабтан буланудың шамасы 52,7 %, суғармалы алқабтан шығатын кәріз суларының көлемі 21,9 % және жер асты суларының (шығуы) алмасуы шамасы 25,40 % құрайды.

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы алқабын суармалау кезіндегі су теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің негізіне анықталған, алқабтың тұз теңгермесінің негізгі көрсеткіштері 25 кестеде және 25 суртетте көрсетілген.

Кесте 24 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы суармалы алқабтың тұз теңгермесінің құрамдық көрсеткіштері

Жыл – дар	Тұз теңгермесінің құрамдық бөліктері және көрсеткіштері						
	Кіріс бөлігі			Шығыс бөлігі			$ARIF_i$, мың тонна
	$WSIF_i$, млн м ³	SWS_i , г/л	$ASCIW_i$, мың тонна	$SFIF_i$, млн м ³	SSW_i , г/л	$ASRS_i$, мың тонна	
2000	430,99	1,550	668,03	27,70	3,263	90,39	577,65
2001	324,79	1,815	589,49	24,21	3,042	73,65	515,85
2002	333,00	1,547	515,15	17,42	2,681	46,70	468,45
2003	321,06	1,545	496,04	18,13	2,526	45,80	450,24
2004	235,64	1,568	369,48	10,98	2,828	31,05	338,43
2005	295,60	1,640	484,78	10,59	2,484	26,31	458,48
2006	371,30	1,426	529,47	18,10	2,706	48,98	480,50
2007	381,10	1,461	556,79	18,11	2,779	50,33	506,46
2008	344,73	1,376	474,35	12,00	2,416	28,99	445,36
2009	397,86	1,467	583,66	17,03	3,004	51,16	532,50
2010	378,20	1,220	461,40	9,47	2,011	19,04	442,36
2011	384,11	1,459	560,42	11,33	2,459	27,86	532,56
2012	390,65	1,459	569,96	14,11	2,342	33,05	536,91
2013	395,77	1,460	577,82	16,41	2,778	45,59	532,24
2014	398,05	1,400	557,27	18,33	2,587	47,42	509,85
2015	401,62	1,310	526,12	18,37	2,519	46,27	479,85
2016	376,80	1,320	497,38	17,32	2,119	36,70	460,67
2017	380,89	1,355	516,11	17,58	2,499	43,93	472,17
2018	369,34	1,420	524,46	17,51	2,567	44,95	479,51
2019	362,51	1,420	514,76	16,39	2,574	42,19	472,58
2020	374,08	1,398	522,96	14,73	2,560	37,71	485,26
$SAOM_i$	364,19	1,458	528,38	16,47	2,607	43,72	484,66
$PSH_i, \%$			100,0			8,3	91,7



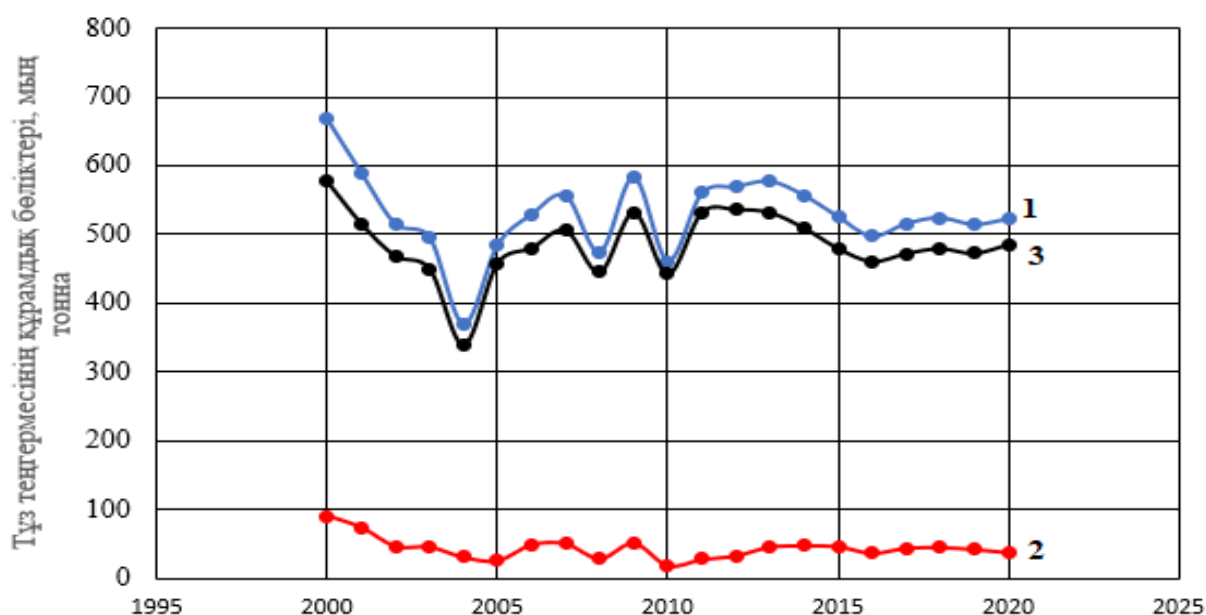
1 – суармалы алқабқа берілген судың көлемі, мм; 2 – атмосфералық жауын – шашын, мм; 3 – сумармалы егістік алқабтан булану, мм; 4 – суғармалы алқабтан шығатын кәріз сулары, мм; 5 – жер асты суларының (түсу немесе шығуы) алмасуы, мм.

Сурет 24 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда суармалы алқабтың су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің сызбасы

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасының ортанғы бөлігіне орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы суармалы алқабының қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су теңгермесінің құрамдық көреткіштерінің (кесте 24) негізінде анықталған тұз теңгермесінің көрсеткішіне жүргізілген талдау көрсеткендей, өзеннен суармалы алқабқа алынған сумен бірге алқабқа түсетін тұздың орташа көлемі 528,38 мың тоннаны құраса, ал егістік алқабтан кәріз сулармен бірге өзен арнасына қайта тасталатын тұздың көлемі 43,72 мың тонна (8,30 %) болса, онда орта есеппен жыл сайын суармалы алқабта қорланып қалатын тұздың көлемі 484,66 мың тонна (91,70 %) аймағында өзгеріп отырған.

Жалпы, Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Түгіскен, Жаңақорған – Шиелі, Сол жағалауы және оң жағалауы Қызылорда және Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы суармалы алқатың 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су – тұз теңгермесінің құрамдық бөліктерін бағалауға және болжауға орналған есептеу жұмыстарының нәтижесі көрсеткендей, алқабқа

өзен арнасынан суармалы егістік алқабқа берілген жалпы су қорының шамамен 50 % жер бетінен булануға, 15 % кәріз суларын құраса, ал 35 % алқабтың және оның айналасына орналасқан ландшафтардың жер асту суларының қоректену көзі болып табылады.



1 – суармалы алқабқа берілген сумен түскен тұздың көлемі ($ASCIW_i$); 2 – суғармалы алқабтан кәріз суларымен шыққан тұздың көлемі ($ASRS_i$); 3 – суғармалы алқабта қорланып қалған тұздың көлемі ($ARIF_i$).

Сурет 25 – Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Сол жағалауы және оң жағалауы Қазалы алқабының су теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің сызбасы

Сондықтан, Қызылорда облысының барлық суармалы алқаптары, егістік жерлерге мөлшерленген шамадан тыс су беретін болғандықтан, жалпы аймақ өзінің табиғи қасиетін жоғалтқан, яғни өндіріс күші болып топырақтың жағдайының және судың сапасының нашарлауынан, аймақ тұтасымен табиғи – техногендік жүйге айналған.

Суармалы алқаптардағы су теңгермесінің экологиялық тасмалдау қабылетін бағалау үшін Л. В. Кирейчеваның [62] ұсынған егістік жерлердің сумен қамтамасыз етілу дәрежесін сипаттайтын су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішін ($EIIWB_i$) пайдалануға болады:

$$EIIWB_i = [(WSIF_i + AP_i)/EFIF_i] - 1, \quad (57)$$

мұнда $WSIF_i$ – суармалы алқабқа берілген судың көлемі; AP_i – атмосфералық жауын – шашын; $EFIF_i$ – сумармалы егістік алқабтан булану.

Л. В. Кирейчеваның ұсынған егістік жерлердің сумен қамтамасыз етілу дәрежесін сипаттайтын су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының

интегралдық көрсеткішін ($EIIWB_i$) суармалы алқабтың тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішін ($EIISB_i$) ұсынуға болады:

$$EIISB_i = (ASCWI_i + ASFAP_i - ASRS_i) / ASCWI_i = \pm ASEWG_i / ASCWI_i, \quad (58)$$

мұнда $ASCWI_i$ – суармалы алқабқа берілген сумен түсетін тұздың көлемі; $ASFAP_i$ – атмосфералық жауын – шашынмен түсетін тұздың көлемі; $\pm ASEWG_i$ – жер асты суларының алмасу кезіндегі түсетін немесе шығатын

т
ұ
Өзеннің су жинау алабының су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің ($EIIWB_i$) және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішін ($EIISB_i$) сапалық бағалау үшін С. Харрингтонның жалпыланған қалаулылық функциясын құру әдісінің негізінде 0 –ден 1 – ге дейінгі бекітілген шекаралры бар өлшемсіз сандық белгілер жүйесі құрылды (кесте 25).

к
Кесте 25 – Өзеннің су жинау алабының су теңдестігінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің ($EIIWB_i$) және тұз теңдестігінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішін ($EIISB_i$) сапалық бағалау белгісі

Қалаулық белгісі	Экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші	
	су теңдестігі ($EIIWB_i$)	тұз теңдестігі $EIISB_i$
Өте жақсы	0,05	0,05
Жақсы	0,06 – 0,10	0,06 – 0,10
Қанағаттанарлық	0,11 – 0,25	0,11 – 0,25
Жаман	0,26 – 0,50	0,26 – 0,50
Өте жаман	> 0,50	> 0,50

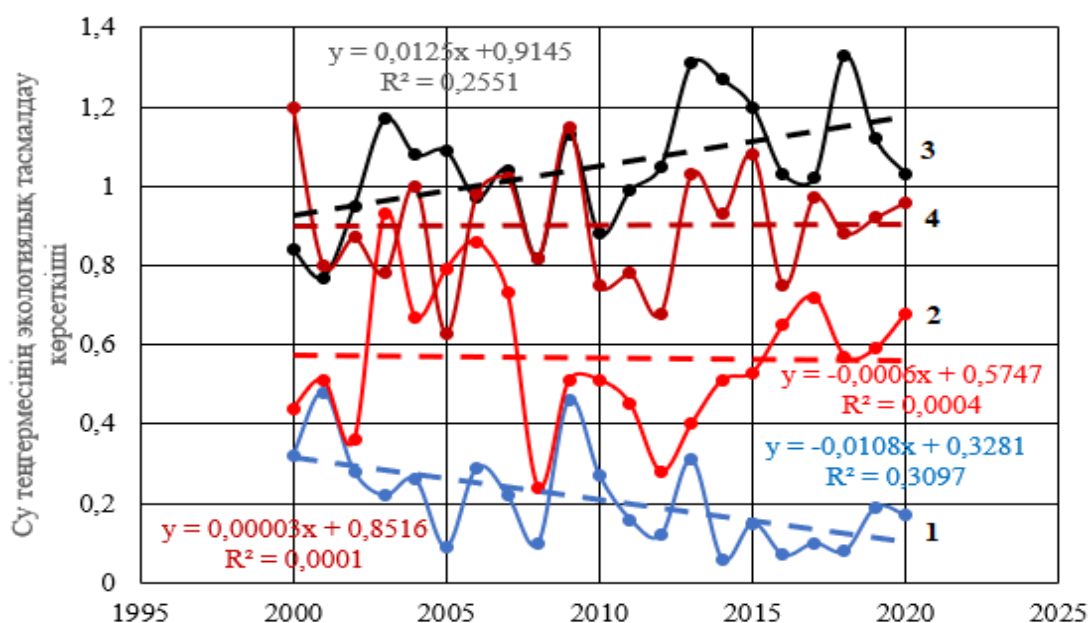
Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының суармалау алқабтарының қарастырылып отырылған 2000 – 2020 жылдар аралығындағы айқындалған су – тұз теңгермесінің құрамдық көрсеткіштерінің негізінде, олардың су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің ($EIIWB_i$) және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішін ($EIISB_i$) анықтауға арналған бағдарламалық және болжамдық есептеулердің нәтижесі 26 –кестеде және 26 – 27 суретте көрсетілген.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқабтарының 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIIWB_i$) және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIISB_i$) сапалық бағалаудың нәтижесі, олардың әртүрлі бағытта және қарқында дамитынын көрсеті:

Кесте 26 – Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқаптарының су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің ($EIWB_i$) және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішін ($EISB_i$) сапалық бағалау

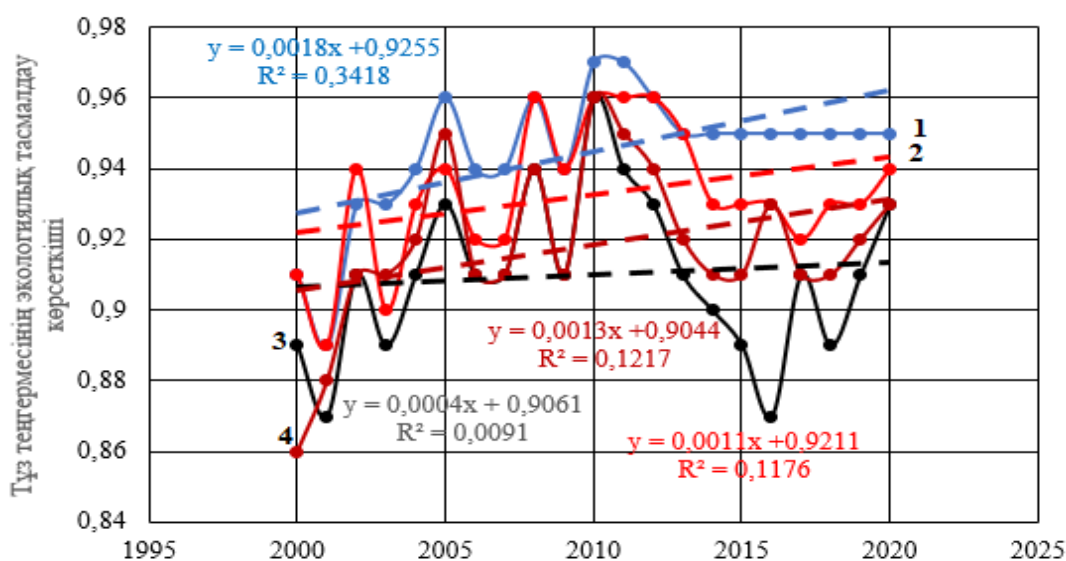
Жыл – дар	Суармалау алқаптары							
	Түгіскен		Жаңақорған – Шиелі		Қызылорда		Қазалы	
	$EIWB_i$	$EISB_i$	$EIWB_i$	$EISB_i$	$EIWB_i$	$EISB_i$	$EIWB_i$	$EISB_i$
2000	0,32	0,91	0,44	0,91	0,84	0,89	1,20	0,86
2001	0,48	0,89	0,51	0,89	0,77	0,87	0,80	0,88
2002	0,28	0,93	0,36	0,94	0,95	0,91	0,87	0,91
2003	0,22	0,93	0,93	0,90	1,17	0,89	0,78	0,91
2004	0,26	0,94	0,67	0,93	1,08	0,91	1,00	0,92
2005	0,09	0,96	0,79	0,94	1,09	0,93	0,63	0,95
2006	0,29	0,94	0,86	0,92	0,97	0,91	0,98	0,91
2007	0,22	0,94	0,73	0,92	1,04	0,91	1,02	0,91
2008	0,10	0,96	0,24	0,96	0,82	0,94	0,82	0,94
2009	0,46	0,94	0,51	0,94	1,13	0,91	1,15	0,91
2010	0,27	0,97	0,51	0,96	0,88	0,96	0,75	0,96
2011	0,16	0,97	0,45	0,96	0,99	0,94	0,78	0,95
2012	0,12	0,96	0,28	0,96	1,05	0,93	0,68	0,94
2013	0,31	0,95	0,40	0,95	1,31	0,91	1,03	0,92
2014	0,06	0,95	0,51	0,93	1,27	0,90	0,93	0,91
2015	0,15	0,95	0,53	0,93	1,20	0,89	1,08	0,91
2016	0,07	0,95	0,65	0,93	1,03	0,87	0,75	0,93
2017	0,10	0,95	0,72	0,92	1,02	0,91	0,97	0,91
2018	0,08	0,95	0,57	0,93	1,33	0,89	0,88	0,91
2019	0,19	0,95	0,59	0,93	1,12	0,91	0,92	0,92
2020	0,17	0,95	0,68	0,94	1,03	0,93	0,96	0,93
$SAOM_i$	0,21	0,94	0,57	0,93	1,05	0,91	0,90	0,92

– Түгіскен суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIWB_i$) қарастырылып отырылған жылдар арасында 0,32 – ден 0,17 – ге дейін өзгерген болса, ал оның ең жоғарғы мәні 0,48 – ге, ең кіші мәні 0,08 – ге және орташа мәні 0,21 тең болғандықтан сапалық белгісі бойынша «қанағаттанарлық», тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші ($EISB_i$) 0,91 – ден 0,94 –ке дейін, ал оның ең жоғарғы мәні 0,97 – ге, ең кіші мәні 0,89 – ға және орташа мәні 0,94 тең болғандықтан «өте жаман» аймаққа жатады;



1 – Түгісен алқабы; 2 – Жанақорған – Шиелі алқабы; 3 – Қызылорда алқабы; 4 – Қазалы алқабы.

Сурет 26 – Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқабтарының су тегермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің 2000 – 2022 жылдар аралығындағы сызбасы және оның трендті



1 – Түгісен алқабы; 2 – Жанақорған – Шиелі алқабы; 3 – Қызылорда алқабы; 4 – Қазалы алқабы.

Сурет 27 – Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқабтарының тұз тегермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің 2000 – 2022 жылдар аралығындағы сызбасы және оның трендті

– Жаңақорған – Шиелі суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIIWB_i$) қарастырылып отырылған жылдар арасында 0,44 – ден 0,68 – ге дейін өзгерген болса, ал оның ең жоғарғы мәні 0,86 – ге, ең кіші мәні 0,36 – ге және орташа мәні 0,57 тең болғандықтан сапалық белгісі бойынша «өте жаман», тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші ($EIISB_i$) 0,91 – ден 0,94 – ке дейін, ал оның ең жоғарғы мәні 0,96 – ге, ең кіші мәні 0,89 – ға және орташа мәні 0,93 тең болғандықтан «өте жаман» аймаққа жатады;

– Қызылорда суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIIWB_i$) қарастырылып отырылған жылдар арасында 0,84 – ден 1,03 – ге дейін өзгерген болса, ал оның ең жоғарғы мәні 1,31 – ге, ең кіші мәні 0,77 – ге және орташа мәні 1,05 тең болғандықтан сапалық белгісі бойынша «өте жаман», тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші ($EIISB_i$) 0,89 – ден 0,93 – ке дейін, ал оның ең жоғарғы мәні 0,94 – ге, ең кіші мәні 0,87 – ға және орташа мәні 0,91 тең болғандықтан «өте жаман» аймаққа жатады;

– Қазалы суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIIWB_i$) қарастырылып отырылған жылдар арасында 1,20 – ден 0,96 – ге дейін өзгерген болса, ал оның ең жоғарғы мәні 1,20 – ге, ең кіші мәні 0,63 – ге және орташа мәні 0,90 тең болғандықтан сапалық белгісі бойынша «өте жаман», тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші ($EIISB_i$) 0,86 – ден 0,93 – ке дейін, ал оның ең жоғарғы мәні 0,96 – ге, ең кіші мәні 0,86 – ға және орташа мәні 0,92 тең болғандықтан «өте жаман» аймаққа жатады.

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқаптардың су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің ($EIIWB_i$) және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішінің ($EIISB_i$) қалыптасуы, тек қана олардың стохастикалық қасиетке ғана емес, сызбалармен расталған тренд түріндегі детерминирленген қасиетке ие екендігін көрсетеді және олардың көп жылдық ауытқуы көп бағытты (оң немесе теріс) бағыта өзгерімен сипаталады:

– Түгіскен суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIIWB_i = -0.0108 \cdot SNY_i + 0.3281, R^2 = 0.3097, \quad (59)$$

ал тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIISB_i = 0.0018 \cdot SNY_i + 0.9255, R^2 = 0.3418, \quad (60)$$

мұнда SNY_i – кезеңнің рет саны, болжамды кезеңдегі жылдың рет саны немесе тәуелсіз айнымалы; ; R^2 – детерминациялық белгісі;

– Жаңақорған – Шиелі суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIIWB_i = -0.0006 \cdot SNY_i + 0.5747, R^2 = 0.0004, \quad (61)$$

ал тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIISB_i = 0.0011 \cdot SNY_i + 0.9211, R^2 = 0.1176; \quad (62)$$

– Қызылорда суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIIWB_i = 0.0125 \cdot SNY_i + 0.9145, R^2 = 0.2551, \quad (63)$$

ал тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIISB_i = 0.0004 \cdot SNY_i + 0.9061, R^2 = 0.0091; \quad (64)$$

– Қазалы суармалау алқабында су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші – $EIIWB_i = 0.00003 \cdot SNY_i + 0.8516$, $R^2 = 0.0001$, ал тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші –

$$EIISB_i = 0.0013 \cdot SNY_i + 0.9044, R^2 = 0.1217. \quad (65)$$

Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқаптарының су теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIIWB_i$) және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткішіне ($EIISB_i$) сызбасынан және қол жеткізген трендтің сызықтық теңдеуінен көрініп тұрғандай, тек қана олар ұзақ мерзімді мәнінің статистикалық орташа мәніне ғана емес, сонымен қатар оған динамикалық орташа көпжылдық мәндерімен сипаталатын уақыт функциясы болып табылады.

Сонымен, Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан суармалау алқаптарының Қызылорда облысының Түгісен, Жанақорған–Шиелі, Қызылорда және Қазалы суармалау алқаптарының су – тұз теңгермесінің және оның сапалық сынақтық белгісі болып табылатын су және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіштеріне жүргізілген талдаудың нәтижесі көрсеткендей, барлық суармалау аймағында, егістік алқаптарды суару кезінде табиғаты пайдалаудың заңдары мен қағидалары сақталмаған, яғни «егістікке берілетін судың көлемі, алқаптың топырақ және өсімдік жамылғысының ылғалды буландыру қабілетінен жоғары болмау керек» деген. Себебі, барлық суармалау алқабына және қарастырылып отырған жылдар аралығында өзеннің арнасынан алынып егістік жерге берілетін судың көлемі, алқаптың ылғалды буландыру қабілетінен шамамен екі есе жоғары болған, яғни егістік алқаптың су теңгермесінің шығыс бөлігін құрайтын кәріз суларының ағыны мен жер асты суларына қорланған судың пайдасыз көлемі, жалпы алқапқа берілген су қорының шамамен 50 % құрайды.

4 СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САҒАСЫНДАҒЫ СУАРМАЛЫ АЛҚАБТАРДЫҢ ЕГІСТІК ЖЕРЛЕРІН ТИІМДІ БАСҚАРУ

4.1 Күрделі экологиялық дағдырысқа тап болған суармалы алқаптарды тиімді пайдаланудың мәселелері

Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының Түгіскен, Жанакорған – Шиелі, Қызылорда және Қазалы суармалы алқаптарында қалыптасқан табиғи–техногендік жүктемелердің және табиғи қорларды тиімсіз пайдаланудың нәтижесі, алқаптың ландшафтық жүйелерінің топырақ және өсімдік жамылғысының өнімділігіне кері әсерін тигізіп, қазіргі кездегі күрделі экологиялық мәселелерге айналды.

Сырдария өзенінің су жинау алабының төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының және нақты Түгіскен, Жанакорған – Шиелі, Қызылорда және Қазалы суармалы алқаптарында жүргізілген 2000 – 2020 жылдар аралығындағы су – тұз теңгермесінің құрамдық бөліктерін зерттеуге арналған зерттеулердің нәтижесі көрсеткендей, қазіргі кезде аймақтың ауылшаруашылығына, соның ішінде мелиорация мен экологияға әсер ететін қиындықтар туындады, яғни агроландшафтық жүйелердегі дағдырыстың күшейуі, су қорларының және топырақ жамылғысының сапасының нашарлауы, тұрғындарды сапалы өмімен қамтамасыз етуге кедіргі келтіріп отыр.

Өзендердің су жинау алабында орналасқан суармалы алқаптардың ауылшаруашылық жүйесінің экологиялық және экономикалық тиімділігін арттыру мәселелері күрделі және көп қырлы. Суармалы алқаптардың егістік жерлерін сапалы сумен қамтамасыз етудің тұжырымдамасы және оның экологиялық құндылығын айқындаудың мәні мен ерекшеліктері, ғылыми көзқарастардан туындайтын теориялық және тәжірибелік шешімдер, қазіргі кезде табиғаты пайдалану саласының зерртеу нысанына айналды.

Өзендердің су жинау алабында орналасқан суармалы алқаптардың кәріз суларының, тұрмыстық – тұтыныс және өндірістік төгінді сулардың сапасын жақсарту мақсатында, табиғаттың өзін – өзі тазарту қағидасына негізделген кешенді биоинженерлік шараларды қолдау, қазіргі кезде табиғаты пайдану саласында кеңінен қолдана бастады.

Табиғаттың өзін – өзі тазарту қағидасына негізделген биоинженерлік құрылымдарды төзінді сулардың сапасын жақсартудың экологиялық тұжырымдамасы құру туралы көптеген ғылыми жұмыстарды кездестіруге болады, оның ішінде су экологиясы мен биологиясы бойынша ілімдерді жинақтау А.Ф. Алимовтің [63, 64] және Л.М. Суценяның [65] жұмыстарында қарастырылса, ал оның экологиялық теориясын негіздеу С.А. Остроумовтың [66- 68] ғылыми еңбектерінде қарастырылған және осы саланы ғылыми тұрғыда жетілдіру мақсатында судың өзін – өзі тазалауының биомеханикалық теориясын құрған [69- 72].

Теңіз суларының, кәріз суларының, тұрмыстық – тұтыныс және өндірістік төгінді сулардың сапасын, табиғаттың өзін – өзін тазарту қағидасына негізделген көптеген ғылыми жұмыстар жаряланды, ал оның ішінде S. Hadlington [73], J.S. Dunbabin, K.H. Bowner [74], М. Л. Калайда, С.Д. Загустинаның [75], Л.Р. Хабибуллинаның [76], жұмыстарында су балдырлары және қамыстарды биомеханикалық құрал есебінде пайдаланудың арқылы химиялық құрамын жақсарту жолдары қарастырылған.

Қазіргі кезде теңіз суларының, кәріз суларының, тұрмыстық – тұтыныс және өндірістік төгінді суларды экологиялық тазартудың тәсілдерінің кеңінен ғылыми – техникалық дамуы, табиғаттың өзін – өзі тазартудың қағидасына негізделген көптеген әдістердің бірі ғана емес, ғылымдағы дербес кешенді, эволюциялық даму кезеңінен өткен ғылыми бағыт екендігін ашып айтуға болады [77- 81].

Жалпы, теңіз суларының, кәріз суларының, тұрмыстық – тұтыныс және өндірістік төгінді суларды су өсімдіктерінің биологиялық мүмкіншіліктерін пайдалнып тазарту Франция, Молдавия, Канада және Ресей елдерінің өсдіріс саласында кеңінен қолданыла бастады [82- 85].

Француз ғалымдары 2010 жылдан бастап суды тазартудың, суды тасмалдау арналарындағы белсенді тұнбаны сусыздандыру менбейтараптандыру үдірісін біріктіретін жаңа гидроботаникалық әдкстерін әзірлеудің жолдарын қарастыра бастады, ал бұл гидроботаникалық әдістерді қолданудың ауқымын кеңейтуге үшін, суды тазартудың барлық кезеңдерін жүзеге асыруға болатын жеке құрылымға айналдыру мақстанында, қамыстық танаптар технологиясының негізін құрды [86-90].

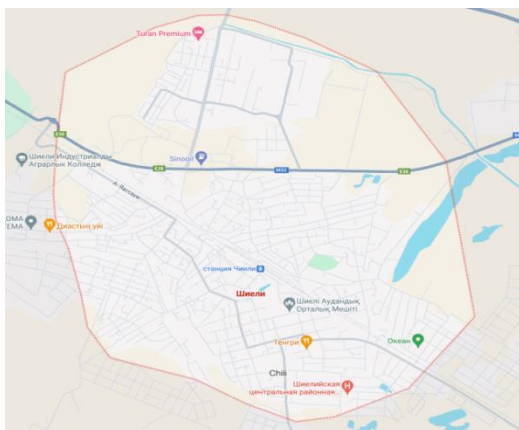
Теңіз суларының, кәріз суларының, тұрмыстық – тұтыныс және өндірістік төгінді суларды тазартудың гидроботаникалық әдісі бұрыннан зерттелген, бірақ соңғы уақытта кеңінен қолданылатын әдіс, батпақты жерлер және онда өсетін қамыстардың өзін – өзі тазарту қабілеті. Табиғи жағдайда да, жасанды түрде қайта жасалған бұндай гидробиотанаптара ластанған суларды тазарту, батпақтан тұратын бөлігінде судың сүзілу кезіндегі химиялық заттардың шөгуі арқылы жүретін болса, ондағы өсіп тұрған қамыстар сияқты жоғары сатыдағы су өсімдіктер тамырлары арқылы сіңетін химиялық заттардың қорлануы арқылы іске асырылады.

Жоғарыда келтірілген, табиғаттың өзін – өзін тазарту қағидасына негізделген теңіз суларының, кәріз суларының, тұрмыстық – тұтыныс және өндірістік төгінді сулардың сапасын жақсартудың нәтижесі мен жолдары, биомеханикалық теорияның қағидаларын, Сырдария өзенінің су жинау албаының жоғары тұзданған және кеңістік–уақыт тұрғыда тұрақты тұздылығы өзіп отыратын жер бетінің суының сапасын жақсарту үшін пайдалануға болатынын көрсетеді.

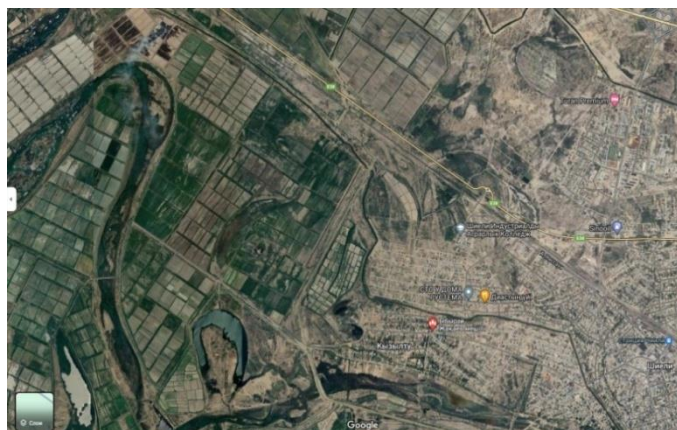
4.2 Сырдария өзенінің төменгі саласының суының сапасын жақсартуға гидроботаникалық әдістің тиімділігін зерттеу

4.2.1 Ластанған суларының сапасын жақсартудың гидроботаникалық әдісінің тиімділігін зерттеу нысаны

Өндірістік – тәжірибелік зерттеу нысаны ретінде Қызылорда облысы, Жаңақорған – Шиелі суармалы алқабына қарайтын, Шиелі ауданының Ы.Жахаев ауылының ауылшаруашылық егістік жерінің 100 га жері алынды (28 – сурет).



а) жалпы көрінісі



б) Ы.Жахаев ауылшаруашылығы алқабы



с) тәжірибе танабы

а) жалпы көрінісі; б) Ы.Жахаев ауылшаруашылығы алқабы; с) тәжірибе танабы.

Сурет 28 – Ы. Жахаев ауылының ауылшаруашылық егістігі

Зерттеу жүргізілген аймақ Ы. Жахаев ауылының оңтүстік – батыс бөлігінде орналасқан. Оған ең жақын орналасқан № 12 ұңғыма. Суармалы аймақта негізінен жоңышқа мен мал азықтық сүрлемдік жүгері егілген.

Жалпы Ы. Жахаев ауылшаруашылық алқабының ауданы 1856 га құрайды.

Шиелі ауданы бойынша ауылшаруашылық дақылдарын суаратын негізгі су көзі Сырдария өзені болып табылады. Оның негізгі су алатын бөлігі Жаңа Шиелі магистралдық каналы, бастауын Сырдария өзенінен бөгетсіз алады. Бұл канал арқылы Ақмая, Қодаманов, Бегежанов, Жуантөбе, Бестам және басқа да шаруашылықтар суарылады. Қамыстықақ каналы арқылы Бидайкөл және Ы.Жахаев ауылдарының шаруашылықтары суарылады және оның тарағы болып табылатын Р – 7 шаруашылық каналы арқылы егістікке беріледі. (29 – сурет).



Сурет 29 – Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерін сумен қамтамасыз ететін Р – 7 шаруашылық каналы

Ауылшаруашылық алқабының ауданынан шыққан кәзір және ағында сулар кішігірім К – 3, К – 4 коллектор жүйелері арқылы Сырдария өзеніне тасталады.

Қойылған мақсатқа жету үшін алдын – ала төмендегі жұмыстар жүргізілді:

- Сырдария өзенінің төменгі ағысында орналасқан суармалы жерлердің қазіргі су – тұз режимдері және олардың жағдайына талдау жасау;

- дала тәжірибесін жүргізетін орынды таңдау және су тазалағыш биотанапты орнын анықтау;

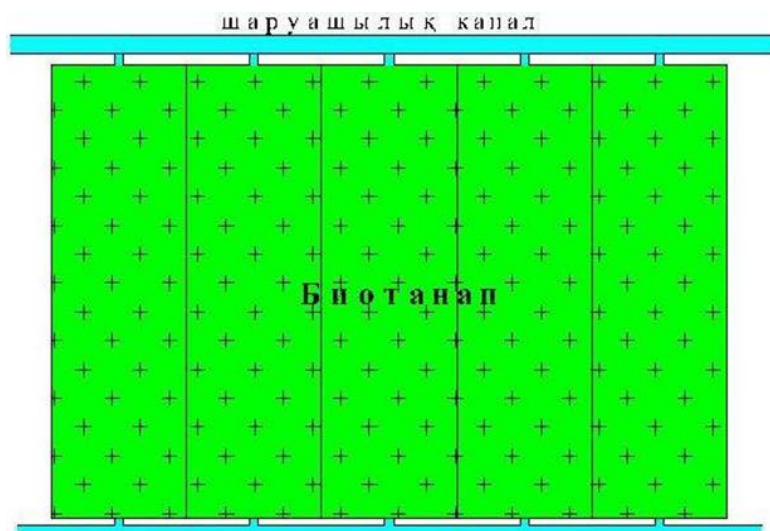
- тәжірибе алдында және соңында тәжірибе қойылған жердің топырағының химиялық құрамын анықтау;

– суармалы егістікке алынатын су мөлшерін және оның тұздылығын анықтау;

– коллектормен шыққан су көлемін және оның тұздылығын анықтау;

– су – тұз режимдерінің экономикалық тиімділігін анықтау.

Өндірістік – тәжірибе жүргізген гидроботаникалық танаптар Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 100 гектар егістік жерінде жүргізілген, ал оның 82 га жеріне жоңышқа, 18 га жеріне сүрлемдік жүгері егілген (30 – сурет).



а)



б)

а – биотанаптың схемасы; б – биотанаптың сыртқы көрінісі.

Сурет 30 – Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 100 гектар егістік жерінде орналасқан гидроботаникалық танаптың желісі

Өндірістік – тәжірибелік зерттеу жұмысы қарастырылып отырылған гидроботаникалық танаптың 100 га егістік жерінде екі нұсқада жүргізілді:

– I нұсқа да өндірістік – тәжірибелік зерттеу жұмыстары тікелей өзен суларын пайдалану арқылы егістік жердің топырақ жүйесінің су – тұз режимдерін бақылау;

– II нұсқа да өндірістік – тәжірибелік зерттеу жұмыстары алдын ала арнайы дайындалған биотанап арқылы өзеннің тазартылған суларын пайдалану арқылы егістік жердің топырақ жүйесінің су – тұз режимдерін бақылау.

Өндірістік – тәжірибелік зерттеудің құрылымдық жүйесін құру үшін Б. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 100 гектар егістік жерін сумен қамтамасыз ететін Р – 7 шаруашылық каналынлығының сағасына аумағы 2 гектардан тұратын камыс егілген гидроботаникалық танап орналастырды.

Өндірістік – тәжірибе жүргізге арналған Б. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 100 гектар егістік жерінің суармалау, кәріз және гидроботаникалық танаптың құрылымдық жүйелері, зерттеу жұмыстарын жүргізуді толық қамтамасыз ететін гидрометриялық желілермен жабдықталған.

4.2.2 Өзеннің суларының сапасын жақсартудың гидроботаникалық әдісінің тиімділігін зерттеудің әдістемелік нұсқасы

Сырдария өзенінің төменгі сағасының және суармалау алқаптарының су – тұз теңгересін тиімді басқаруға бағытталған жұмыстың мақсатын негізінде қарастырылған өзеннің суының сапасын гидроботаникалық әдістер пайдаланып жақсарту арқылы егістік жерлердің су – тұз режимін реттеу болғандық, оның зерттеу әдістемесінің нұсқасы, осы мәселелерді шешуге арналып құрылды.

Сырдария өзенінің төменгі сағасының суармалау алқаптарының су – тұз теңгересін құрамдық бөліктерін және судың сапасын гидроботаникалық танаптар арқылы жақсартуға арнылып жүргізілген кешенді теориялы, өндірістік – тәжірибелік және табиғи зерттеулер, алынған нәтижелерді талдау және қортындылау, осы салада қолданылатын және пайдаланатын әдіснамалық нұсқаларға негізделген.

Өндірістік – тәжірибе зерттеу жүргізу кезіндегі Сырдария өзенінің алабының төменгі сағасындағы ағын суды тазартудың үдерісінің тиімділігін бағалау үшін судың ластануының дәрежесін арнайы көрсеткіштері таңдалды, мысалы: оттегінің биологиялық тұтынуы, жалпы азот пен фосфор, аммиак азоты, және басқалар. Қызылорда облысының аймағында, мұндай талдауды Қызылорда гидрогеологиялық – мелиоративтік экспедициясының сертификатталған зертханалар жүргізеді [91- 96].

Өндірістік – тәжірибе зерттеу жүргізу кезінде су үлгілерін жинау және сақтау тәртібі, сондай – ақ зертханалық зерттеулер жүргізу, ауыз суды және тазартылған сарқынды суларды зарарсыздандыру бойынша осы нұсқаулық Қазақстан Республикасы (ҚР) Су және Экологиялық кодекстерін, «Халық денсаулығы және денсаулық сақтау жүйесі туралы» ҚР кодексін, «Қазақстан Республикасындағы сәулет, қала құрылысы және құрылыс қызметі туралы» Қазақстан Республикасының Заңын іске асыру мақсатында әзірленген Қазақстан Республикасы Құрылыс және тұрғын үй – коммуналдық шаруашылық істері агенттігінің «Ауыз суды және тазартылған сарқынды

суларды зарарсыздандыру бойынша нұсқаулық» құжатында бекітілген анықтамалыққа сәйкес жүргізіледі [97].

Сырдария өзенінің төменгі сағасының суармалау алқабында су – тұз теңгермесін зерттеу барысында өндірістік – тәжірибелік бақалаулардың келесі түрлері жүргізілді:

Агрофизикалық

– топырақтың су – физикалық қасиеттері (ең төменгі ылғал сыйымдылығы, үлес салмағы, тығыздығы, максимал гигроскопиялық) Е.В.Шейн әдісімен анықталды [98];

– топырақ салмақтық тығыздығы (t/m 3 немесе $г/см^3$) – кесу арқылы А. Н. Качинский бойынша сақина әдісі, ГОСТ 5180 – 84 бойынша;

– қатты фазаның тығыздығы – ГОСТ 5180 – 84 сәйкес пикнометриялық әдіспен;

– топырақ ылғалдылығы – стандартты термостат – салмақ әдісі бойынша төрт рет қайталаумен, ГОСТ 28268 – 89 сәйкес, сонымен қатар әрбір 0,1 м сайын тензиометрлерді қолданумен.

Агромелиоративтік

– суару мөлшері А.Н. Костяковтың өрнегімен:

$$m = 100 \cdot H \cdot d \cdot (\beta_{nb} - \beta_n), \quad (66)$$

мұнда β_{nb} – ең аз ылғал сыйымдылығы, қатынастық шама; β_n – суару алдындағы ылғалдылық шегі, қатынастық шама; H – топырақ қабатының қалыңдығы, м; d – топырақтың үлес салмағы, $г/см^3$;

– жалпы су тұтыну мөлшері Н.В. Данилченконың өрнегімен [99]:

$$E_v = K_o \cdot K_b \cdot E_o, \quad (67)$$

мұнда – климаттық көрсеткіш; – биологиялық көрсеткіш; – су бетінен булану Н.Н. Ивановтың өрнегі бойынша анықталады:

$$E_o = 0.0018 \cdot (25 + t)^2 \cdot (100 - \alpha), \quad (68)$$

бұл жерде – орташа айлық ауа температурасы, °С; α – орташа айлық салыстырмалы ылғалдылық, %.

Өндірістік – тәжірибе зерттеу жүргізу кезіндегі ауылшаруашылық дақылдарын суару режимі және мөлшері Қазақ су шаруашылық ғылыми зерттеу институтының ғылыми қызметкерлері С. Р. Ибатуллин, Р. А. Кван, А. И. Пармонов, Н. Н. Балгабаев дайындаған «Нормирование орошения в водохозяйственных бассейнах Казахстана» [100] және Ж. С. Мұстафаев, А. Р. Рябцевтың «Адаптивно – ландшафтные мелиорации земель в Казахстане» ғылыми еңбектерінің негізінде, зерттеу жылдардың климаттық жағдайына және жеке шаруашылықтың мүмкіншіліктерін ескере отырып анықталды [101].

4.2.3 Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптың табиғи – климаттық жағдайы

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының Шиелі ауданына қарасты Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің ауа – райы жағдайын Шиелі метеорологиялық бекеттерінің көп жылдық мәліметтерімен сипатауға болады.

Жалпы Шиелі ауданының ауа – райы жазда өте ыстық, қысы қатты суық келеді. Егіске қолайлы кезең сәуір айынан бастап қазан айының ортасына дейін созылады. Ең ыстық мезгіл шілде айы, ең салқын мезгіл қаңтар мен ақпан айлары саналады.

Аудан көлемінде кейбір жылдары ғана болмаса жалпы жауын – шашын өте аз түседі. Ылғал көбінесе қыс және көктем айларында түседі.

Сырдария өзенінің төменгі сағасының суармалау алқабындағы орналасқан Қызылорда облысының Шиелі ауданына қарасты Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің су – тұз теңгермесін зерттеу кезінде 2020 – 2022 жылдардағы Шиелі метеорологиялық бекетінің орташа айлық ауа температурасы және салыстырмалы ылғалдылығы, атмосфералық жауын – шашын туралы мәліметтер пайдаланылды (кесте – 27).

Кесте 27 – Шиелі метеорологиялық бекетінің 2020 – 2022 жылдар аралығындағы ауа – райының сипатамасы

Ай – лар	Орташа айлық ауа температурасы, °C			Орташа айлық салыстырмалы ылғалдылығы, %			Атмосфералық жауын – шашын, мм		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
I	-2,5	-8,7	-2,0	81	72	86	17,8	12,6	18,4
II	1,3	-2,3	-0,1	76	73	79	27,9	19,6	5,9
III	7,0	3,0	4,5	51	68	69	0,4	38,3	6,4
IV	15,6	15,7	18,3	50	43	49	28,5	11,1	12,4
V	23,5	25,6	22,6	40	29	42	24,9	0,0	4,3
VI	27,2	28,7	29,4	28	28	29	3,7	0,9	0,0
VII	29,6	30,4	29,4	32	32	34	4,2	0,8	2,3
VIII	26,2	28,5	26,2	36	31	34	0,5	0,0	0,5
IX	17,9	19,3	21,4	41	37	34	0,0	2,7	0,0
X	10,0	8,6	10,7	46	50	49	0,4	0,6	5,3
XI	-1,4	0,7	3,0	68	64	73	11,4	13,8	25,5
XII	-11,0	-0,3	-8,3	78	84	75	1,9	18,9	7,8
	12,0	12,4	12,9	52,3	50,9	54,4	121,6	119,3	88,8

Шиелі метеорологиялық бекетінің мәліметі бойынша жылдық атмосфералық жауын – шашынның шамасы 2020 жылы – 121,6 мм, 2021 жылы 119,3 мм және 2022 жылы 88,8 мм болды. Ең жоғары ауа температурасы 2020 жыл + 29,6°C, 2021 жылы 30,4°C және 2022 жылы 29,4°C құрады, ал ең төменгі

ауа температурасы 2020 жыл – 11,0 °С, 2021 жылы -8,7°С және 2022 жылы 8,3 °С аралығында өзгеріп отырылған.

Шиелі метеорологиялық бекетінің мәліметі бойынша анықталған Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің энергетикалық қоры 28 кестеде көрсетілген.

Кесте 28 – Шиелі метеорологиялық бекетінің мәліметі бойынша анықталған Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің энергетикалық қорының көрсеткіштері

Энергетикалық көрсеткіштері	Жылдар		
	2020	2021	2022
Ау температурасының белсенді жиынтығы, °С	4279,3	4530,5	4497,2
Күн сәулесінің қуатының жиынтығы, кДж/см ²	197,6	205,9	204,8
Жер бетінен буланудың жиынтығы, мм	1617,9	1824,6	1705,6
Атмосфералық жауын-шашын, мм	121,6	119,3	88,8
Табиғи ылқалдану көрсеткіші	0,075	0,065	0,052

Суармалы жерлердегі жер асты суларының деңгейі және тұздылығы, егістік жерлердің топырағының тұздану жағдайы Қызылорда гидрогеологиялық – мелиоративтік экспедициясының Ы. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан бақалау ұңғыларынан алынған мәлімметер бойынша анықталды.

Өндірістік – тәжірибелік жерлердегі жерасты суының деңгейі наурыз айында (2020 ж) 2,64 м, тұздылығы 3,52 г/л болса, маусым айында жерасты суының деңгейі 1,40 м, тиісінше тұздылығы 2,55 г/л, ал қазан айында жерасты суының деңгейі 2,38 м, тұздылығы 3,00 г/л болды.

Тәжірибе танабының су – физикалық қасиеттері, топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері және жерасты суының тұздылығы 29 – 30 кестеде көрсетілген.

Кесте 29 – Өндірістік – тәжірибелік жерлердің топырағының су – физикалық қасиеті

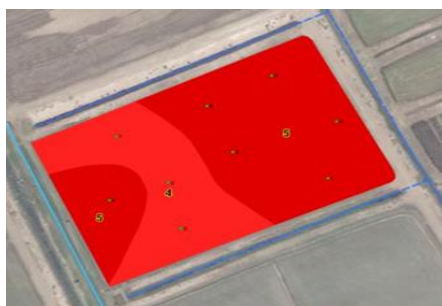
Топырақ қыртысы, см	Қатты фазасының тығыздығы, т/см ³	Кеуіктілігі, %	Көлемдік салмағы, г/см ³	Топырақтың ЕСС, %
1	2	3	4	5
0 – 10	2,60	50,77	1,28	17,2
10 – 20	2,62	50,00	1,31	17,8
20 – 30	2,62	49,24	1,33	18,2
30 – 40	2,61	48,26	1,35	19,8
40 – 60	2,63	47,53	1,38	20,1
60 – 80	2,65	47,93	1,38	21,6
80 – 100	2,67	47,20	1,41	21,8
0 – 100	2,63	48,56	1,35	19,5

Кестеде көрсетілгендей біз зерттеп отырған аймақтың топырағының су – физикалық қасиеті келтірілген. 0 – 100 см топырақ қабатының топырақ тығыздығы, топырақ кеуектілігі, көлемдік салмағы және топырақтың ЕСС мөлшері көрсетілген. Топырақ тығыздығы бірқалыпты болғанмен кеуектілігі мен көлемдік салмағында өзгеріс бар екендігі байқалады.

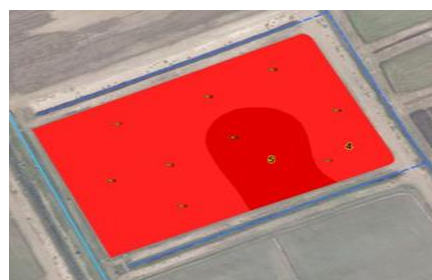
Кесте 30 – Өндірістік – тәжірибелік жерлердің топырағының агрохимиялық көрсеткіштері

Топырақ қыртысы, см	<i>pH</i>	Қарашірік, %	Жалпы азот, %	Фосфор, %
0 – 10	7,7	1,42	0,057	0,246
10 – 20	7,7	1,35	0,059	0,186
20 – 30	7,5	1,20	0,051	0,158
30 – 40	7,8	0,86	0,036	0,114
40 – 60	7,9	0,64	0,023	0,098
60 – 80	7,72	—	0,020	0,076
80 – 100	7,83	—	0,018	0,063

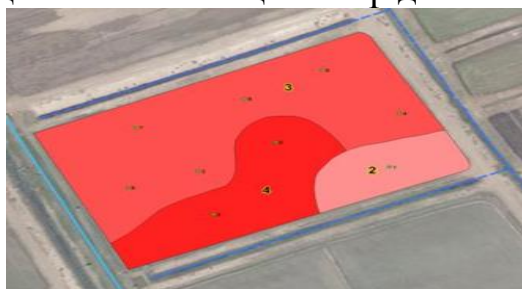
Өндірістік – тәжірибелік танабының топырағының жалпы тұздану сұлбасы 31 – суретте көрсетілген.



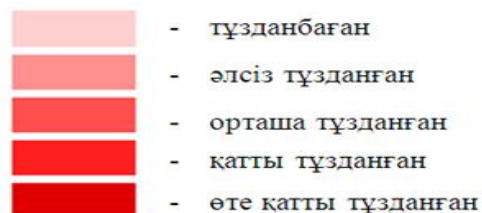
а) қатты және өте қатты тұзданған



б) орташа және қатты тұзданған



с) әлсіз және орташа тұзданған



а) қатты және өте қатты тұзданған; б) орташа және қатты тұзданған; с) әлсіз және орташа тұзданған.

Сурет 31 – Тәжірибе танабының жалпы тұздану сұлбасы

Топырақтың тұздылығына кірген сумен қатар жер асты суының минерализациясының да әсер ететіндігі белгілі болғандықтан, зерттеп отырған аймақты жерасты суының минерализациясы 31 – кестеде біз көрсетілген, яғни мұнда жалпы тұз жиынтығы 2,284 г/л құрап отыр.

Кесте 31 – Өндірістік – тәжірбек жерлердің жер асты суының тұздылығы

CO_3	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	Тұз жиыны
г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л
мг – экв/л	мг – экв/л	мг – экв/л	мг – экв/л	мг – экв/л	мг – экв/л	мг – экв/л	
0,000	0,207	0,340	1,076	0,190	0,140	0,330	2,284
0,000	3,401	9,588	22,412	9,500	11,533	14,369	

4.2.4 Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдардың суару режимі

Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдарын сумен қамтамасыз ету мерзімді суару қағидасы арқылы іске асырылады, ал ол А. Н. Костяковтың ұсынған суару мерзімін ауылшаруашылық дақылдарының тамырлары орналасқан топырақ қабатының ылғалдану шамасы, оның шектелген мүмкіншілік шамасынан төмен болмау керек деген қағидасына негізделген. Осы ұсынылған қағиданың негізінде, Қызылорда облысының Шиелі ауданының аймағына аудандастырылған ауылшаруашылық дақылдарының суармалау мөлшерін негізге ала отырып, жоңышқа және сүрлемдік жүгеріге арнап, алдын – ала тұрғызылған олардың суару сызбасы бойынша жүргізілді (кесте 32–33).

Кесте 32 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдардың суару режимі (I – нұсқа шаруашылық жағдайы)

Дақыл – дар	Ауылшаруашылық дақылдардың суару режимінің көрсеткіштері					
	Айлар	Суару реті	Суару мөлшері, м ³ /га	Суар – малау мөлшері, м ³ /га	Суару мерзімі	Ұзақ – тығы
1	2	3	4	5	6	7
2021 жыл						
Сүрлем – дік жүгері	Маусым	1	900	4600,0	4.VI – 8.VI	8
		2	900		19.VI – 23.VI	8
	Шілде	3	950		5.VII – 9.VII	8
		4	950		20.VII – 24.VII	8
	Тамыз	5	900		9.VIII – 13.VIII	4
		2	1100		23.VI – 29.VI	12

1	2	3	4	5	6	7
	Шілде	3	1150	5600,0	8.VII – 14.VII	12
		4	1150		25.VII – 31.VII	12
	Тамыз	5	1100		13.VIII – 19.VIII	6
2022 жыл						
Сүрлем – дік жүгері	Маусым	1	900	4500,0	5.VI – 9.VI	8
		2	900		20.VI – 24.VI	8
	Шілде	3	900		6.VII – 10.VII	8
		4	900		21.VII – 25.VII	8
	Тамыз	5	900		10.VIII – 14.VIII	4
Жоңыш – қа	Маусым	1	1000	5300,0	5.VI – 11.VI	12
		2	1000		23.VI – 29.VI	12
	Шілде	3	1150		8.VII – 14.VII	12
		4	1150		25.VII – 31.VII	12
	Тамыз	5	1000		13.VIII – 19.VIII	6

Кесте 33 – Өндірістік-тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдардың суару режімі (II – нұсқа гидроботаникалық танаптарда тазартылған сулармен суару)

Дақыл –дар	Ауылшаруашылық дақылдардың суару режімінің көрсеткіштері					
	Айлар	Суару реті	Суару мөлшері, м³/га	Суар – малау мөлшері, м³/га	Суару мерзімі	Ұзақ – тығы
2021 жыл						
Сүрлем – дік жүгері	Маусым	1	900	4600,0	4.VI – 8.VI	8
		2	900		19.VI – 23.VI	8
	Шілде	3	950		5.VII – 9.VII	8
		4	950		20.VII – 24.VII	8
	Тамыз	5	900		9.VIII – 13.VIII	4
Жоңыш – қа	Маусым	1	1100	5600,0	5.VI – 11.VI	12
		2	1100		23.VI – 29.VI	12
	Шілде	3	1150		8.VII – 14.VII	12
		4	1150		25.VII – 31.VII	12
	Тамыз	5	1100		13.VIII – 19.VIII	6
2022 жыл						
Сүрлем – дік жүгері	Маусым	1	900	4500,0	5.VI – 9.VI	8
		2	900		20.VI – 24.VI	8
	Шілде	3	900		6.VII – 10.VII	8
		4	900		21.VII – 25.VII	8
	Тамыз	5	900		10.VIII – 14.VIII	4

33 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Жоңыш – қа	Маусым	1	1000	5300,0	5.VI – 11.VI	12
		2	1000		23.VI – 29.VI	12
	Шілде	3	1150		8.VII – 14.VII	12
		4	1150		25.VII – 31.VII	12
	Тамыз	5	1000		13.VIII – 19.VIII	6

Сонымен, өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық жерлердегі, ауылшаруашылық дақылдардың өсіп – өну ортасы бірдей табиғи –климаттық жағдайда орналасуына байланысты, климаттық көрсеткіштердің әсері бірдей болатындықтан, зерртеу нұсқаларындағы жоңышқа және сүрлемдік жүгерінің суару режимі бірдей болады, тек қана олардың айырмашылығы егістікке берілетін судың сапалық дәрежесінің әртүрлігінде (кесте 32 – 33).

Осылайша, Ы. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдарының суару режимін қамтамасыз ету үшін, 2020 – 2022 жылдар аралығындағы Қамыстықақ арнасының Р – 5 – 3 және Р – 3 – 4 арықтарынан судың мөлшері және олрдың пайдалы әсер көрсеткіші (ПӘК) туралы ақпараттар 34 кестеде көрсетілген.

Кесте 34 – Қамыстықақ каналынан Ы. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдарының суаруға алынған 2020–2022 жылдардағы судың мөлшері

Жылдар	Суарылған жердің ауданы, га	Су көзінен алынған су мөлшері, млн м ³		ПӘК	Суару мөлшері, жалпы өтім, м ³ /га
		жоспар	нақты		
2020	1610	22,58	22,58	0,59	11610
2021	1580	31,13	32,77	0,59	13150
2022	1980	45	44,36	0,61	18440

Зерттеу жүргізген 100 га өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарға алғашқы су алу және егістікке су беру, қашыртқыға түскен су көлемінің 2020 – 2022 жылдар аралығындағы көрсеткіштері 35 – кестеде көрсетілген.

Жалпы, 2020 – 2022 жылдар аралығындағы өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы жоңышқаның суармалау мөлшері 5300,0 – 5600,0 м³/га және сүрлемдік жүгерінің суармалау мөлшері 4500,0 – 4600,0 м³/га өзгеріп отырған, бірақта Қазақтың сушаруашылық ғылыми зерттеу институтының Қызылорда облысының Шиелі ауданының аймағындағы суармалы егістік жерлердегі аудандастырылған сүрлемдік жүгерінің көпжылдық орташа суармалау мөлшері 6300,0 м³/а және жоңышқаның көпжылдық орташа суармалау мөлшері 10850,0

м³/га деп қарастырылған.

Кесте 35 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарға өзеннен алынған судың көлемі

Жылдар	Жоспар		Нақты берілгені		Кәрізге түскен су мөлшері, млн м ³	ПӘК
	Су алу, млн м ³	Егістікке су беру, млн м ³	Су алу, млн м ³	Егістікке су беру, млн м ³		
2020	1,188	0,984	1,080	0,696	0,184	0,82
2021	2,868	2,380	1,728	1,432	0,372	0,73
2022	2,220	2,012	1,812	1,332	0,360	0,82

Сонымен қатар, Ж.С. Мұстафаев және А.Д. Рябцевтың осы аймақа аудандастырылған суармалы ауылшаруашылық жерлердің топырақ – экологиялық орташа суармалау мөлшері 6600,0 м³/га құрайтын болғандықтан, олардың өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардағы ауытқуы, осы жылдардағы Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы су ағынының тапшылығынан деп қарастыру керек.

4.2.5 Өндірістік–тәжірибелік егістік танаптардың гидрологиялық және гидрогеохимиялық сипатамасы

Сырдария өзенінің төменгі сағасына орналасқан Қызылорда облысының Шиелі ауданның аймағындағы Ы. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарға өзен арнасынан және гидроботаникалық танап арқылы Қамыстықақ арнасының Р – 5 – 3 және Р – 3 – 4 арықтарынан 2020 – 2022 жылдар берілген су ағының шамасы бірдей болғандықтан, оның жалпы сипатамасы 36 – кестеде көрсетілген.

Кесте 36 – Өндірістік – тәжірибе танабындағы дақылдарға (жоңышқа мен сүрлемдік жүгері) берілген судың көлемі 2021 – 2022 жылдардағы көлемі

№	Көрсеткіштер	2021 жыл	2022 жыл
1	Алынған су (жоспар), млн м ³	1,11	1,13
2	Алқапқа жіберілген су (жоспар), млн м ³	1,01	1,02
3	Алынған су (нақты), млн м ³	0,90	0,88
4	Алқапқа жіберілген су (нақты), млн м ³	0,68	0,62
5	Қашыртқыға түскен су көлемі, млн м ³	0,18	0,18
6	Пайдалы әсер көрсеткіші	0,82	0,81
7	Жауын – шашын (жылдық орташа), мм	186,7	171,3

Ауданы 100 га өндірістік – тәжірибелік танапта маусым кезінде 2021 жылы 0,90 млн м³ және 2022 жылы 0,88 0,90 млн м³ су берілді (36 – кесте).

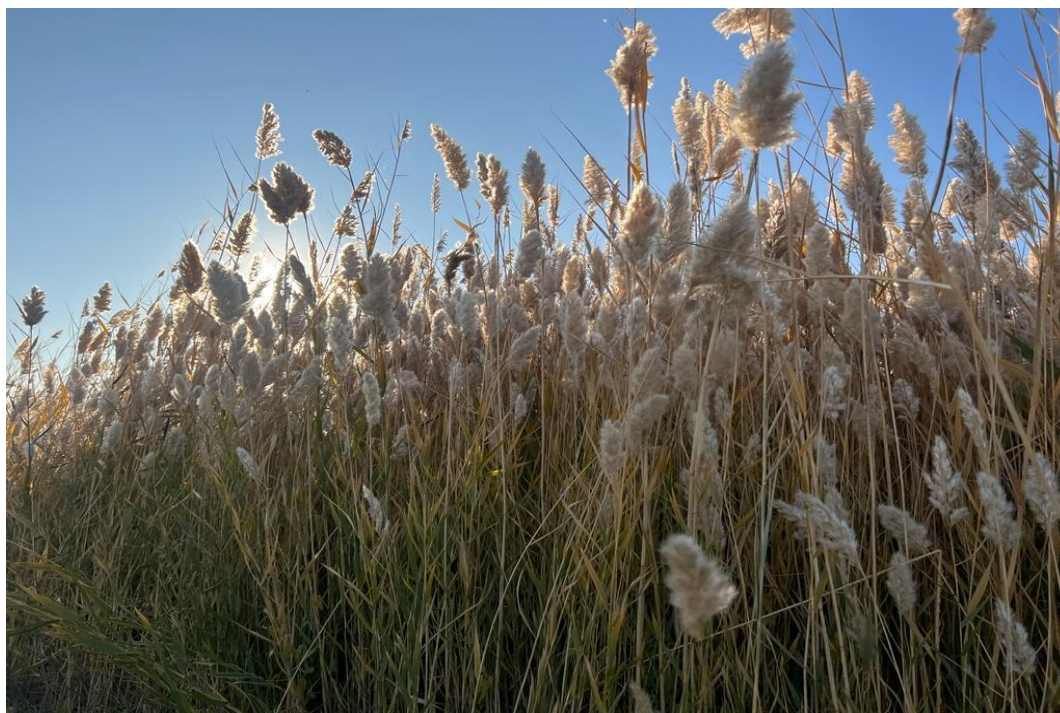
Сырдария өзенінің төменгі сағасындағы судың сапасын жақсарту мақсатында, Б. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан 100 га өндірістік – тәжірибелік егістік танаптың 50 гектарына Р – 5 – 3 арығы арқылы өзеннен алынған су текелей беріледі, ал 50 гектарына және гидроботаникалық танап арқылы Қамыстықақ арнасының Р – 5 – 3 және Р – 3 – 4 арқылы, онымен мен егістік жердің арасына 2 гектар ауданға орналасқан қамасы отырғызылған гидроботаникалық танап арқылы берілді (сурет 32).



Сурет 32 – Өндірістік – тәжірибелік егістік жүйедегі гидроботаникалық танаптың суды өткізу үдерісі

Қамыс наурыз айында, яғни вегетация кезеңінің алдында егілді. 100 га жерге берілетін барлық су осы гидроботаникалық танап арқылы өткізіліп отырды. Маусым айында оның биіктігі 1,2 м – ге жетті. Вегетациялық кезеңде қамыс та екі рет орылып мал азықтық дақыл ретінде пайдаланылды (сурет 33).

Б. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарға су беретін Қамыстықақ арнасына Р – 3 – 4 арығы арқылы берілген судың химиялық құрамын анықтау Қызылорда гидрогеологиялық –мелиоративтік экспедициясының сертификатталған зертханалар жүргізеді (кесте 37).



Сурет 33 – Өндірістік – тәжірибелік егістік жүйедегі гидроботаникалық танаптғы қамыстың тығыз өскен үпелектеген, оруға дайын кезі

Кесте 37 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танапта орналасқан гидроботаникалық танаптың өзін – өзі тазарту қаблетін бағалау

№	Химиялық заттар	Гидроботаникалық танаптағы өзен суының химиялық құрамы (мг/л)			
		2021 жыл		2022 жыл	
		кірген су	шыққан су	кірген су	шыққан су
1	<i>pH</i>	7,2	6,8	7,2	6,7
2	Гидрокарбонаттар (HCO_2)	252,0	208,0	258,0	215,0
3	Хлоридтер (Cl)	220,0	169,0	223,0	171,0
4	Сульфаттар (SO_4)	902,0	806,0	903,0	811,0
5	Кальций (Ca)	231,0	141,0	216,0	136,0
6	Магний (Mg)	124,0	93,0	120,0	88,0
7	Натрий+Калий ($Na + K$)	331,0	235,0	281,0	214,0
8	Азот (N)	24,0	16,0	21,0	12,0
9	Фосфор (P_2O)	8,0	5,0	8,0	5,0
10	Мұнай өнімдері	0,603	0,201	0,598	0,292
11	ОБК ₅	28,0	20,0	29,0	21,0
	Жалпы тұздылығы	2060,0	1652,0	2001,0	1635,0

Сонымен, өндірістік – тәжірибелік егістік танапта орналасқан гидроботаникалық танаптың өзін – өзі тазарту қабілетін бағалау жұмыстары көрсеткендей, 2021 және 2022 жылдары өзеннен гидроботаникалық танапқа берілген су ағынының жалпы тұздылығы 2060,0 мг/л және 2001,0 мг/л болса, ал одан тазарып шыққан өзен су ағынының тұздылығы 1652,0 мг/л және 1635,0 мг/л, яғни су ағынының гидроботаникалық танаптағы, өсімдіктердің көмегімен, өзін –өзі тазарту қабілеті 19,80 % және 18,29 %құрайды.

ЫІ. Жахаев ауылшаруашылық жеріне орналасқан өндірістік – тәжірибелік егістік танапта қызмет атқаратын К – 3 коллекторлы – кәріз жүйесіндегі кәріз суының химиялық құрамы анықталды (38 – кесте). Кестеде көрініп тұрғандай 2021 – 2022 жылдары тәжірибе жұмыстарынан кейінгі коллектор – кәріз жүйелерінен шыққан судың химиялық құрамының біршама жақсарғандығы ІІ – нұсқада байқалады. Өзен суына қосылып жатқан коллекторлы – кәріз сулары 2 есе су құрамының тұздануына әкелетіндігі анықталды. Бұл міндетті түрде судың құрамындағы сульфаттардың, хлордың, гидрокорбанатты анион мен натрий катионның мөлшерінің артқандығын көрсетеді (38 –кесте).

Кесте 38 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танабынан шыққан коллектор – кәріз суларының химиялық құрамы, г/л

Нұсқалар	HCO_2	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	Тұздар жиыны
2021 жыл							
I – нұсқа	0,435	0,313	1,304	0,206	0,213	0,350	2,823
II – нұсқа	0,427	0,220	0,854	0,220	0,214	0,056	1,991
2022 жыл							
I – нұсқа	0,429	0,308	1,298	0,201	0,208	0,345	2,791
II – нұсқа	0,421	0,214	0,846	0,214	0,208	0,050	1,953

Екі нұсқада жоспарланған және нақты алынған судың мөлшері, қашыртқыға түскен су көлемі, ПӘК көрсеткіші 39 – кестеде көрсетілген.

Кесте 39 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарды суармалау кезеңдегі өзеннен алынған судың және егістікке берілген су мөлшері бойынша мәліметі, м³

Көрсеткіштер	I – нұсқа	II – нұсқа
1	2	3
2021 жыл		
Алынған су (нақты)	815 484	761 288
Алқапқа жіберілген су (нақты)	505 600	472 000
Қашыртқыға түскен су көлемі	131 456	122 720
ПӘК	0,62	0,62

39 – кестенің жалғасы

1	2	3
2022 жыл		
Алынған су (нақты)	779 356	727 740
Алқапқа жіберілген су (нақты)	483 200	451 200
Қашыртқыға түскен су көлемі	125 632	117 312
ПӘК	0,62	0,62

Жалпы, өндірістік–тәжірибелік егістік танаптарға жұмыста қарастырылған нұсқа бойынша, яғни әрбір 50 гектар егістік танапқа Сырдария өзенінен тікелей алып беру және өзеннің су ағынын гидроботаникалық танаптар арқылы беру жағдайындағы, егілген ауылшаруашылық дақылдарының су және тұзды тасмалдау қабілетін қарастырылды (кесте 40 – 41).

Кесте 40 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарда өсірілген ауылшаруашылық дақылдарға суару суын тікелей өзен арнасынан алып берген кездегі су және тұзды тасмалдау қабілеті бағалау

Дақыл – дар	Суар – малау мөл – шері, м ³ /га	Егістіке берілген су мөлшері, м ³	Беріл – ген судың тұзды – лығы, г/л	Топыр – аққа түскен тұз саны, тонна	Кәріз – бен шыққан судың мөлшері, м ³	Кәріз суы – ның тұзды – лығы, г/л	Кәріз – бен шық – қан тұздың саны, тонна
2021 жыл (Жоңышқа 41 га, Жүгері 9 га)							
Жоңышқа	6600	270600	2,06	55,743	24456	2,96	7,239
Жүгері	6150	55350	2,06	11,402	10853	2,96	3,212
Барлығы		325950	2,09	67,145	35309	2,96	10,451
2022 жыл (Жоңышқа 41 га, Жүгері 9 га)							
Жоңышқа	6460	264860	2,00	52,972	22874	2,96	6,771
Жүгері	6110	54990	2,00	10,998	10709	2,96	3,169
Барлығы		319850	2,00	63,970	33583	2,96	9,940

Ы. Жахаев ауылшаруашылық жеріне ораналасқан өндірістік–тәжірибелік егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдарды суару кезіндегі су және тұздың тамсалдау қабілеті, егістікке берілетін судың жалпы көлеміне және өзеннің суының тұздылығы мен гидроботаникалық танаптар арқылы берілетін судың тұздылығына тікелей байланысты.

Кесте 41 – Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарда өсірілген ауылшаруашылық дақылдарға өзен арнасынан алынған суару суын гидроботаникалық танаптар арқылы беру кездегі су және тұзды тасмалдау қабілеті бағалау

Дақыл – дар	Суар – малау мөл – шері, м ³ /га	Егістіке берілген су мөлшері, м ³	Беріл – ген судың тұзды – лығы, г/л	Топыр – аққа түскен тұз саны, тонна	Кәріз – бен шыққан судың мөлшері, м ³	Кәріз суы – ның тұзды – лығы, г/л	Кәріз – бен шық – қан тұздың саны, тонна
1	2	3	4	5	6	7	8
2021 жыл (Жоңышқа 41 га, Жүгері 9 га)							
Жоңышқа	5200	213200	1,65	35,178	21632	1,99	4,304
Жүгері	4350	39150	1,65	6,460	9048	1,99	1,801
Барлығы		252350	1,65	41,638	30680	1,99	6,105
2022 жыл (Жоңышқа 41 га, Жүгері 9 га)							
Жоңышқа	5000	205000	1,63	33,415	20800	1,95	4,056
Жүгері	4100	36900	1,63	6,015	8528	1,95	1,663
Барлығы		241900	1,63	39,430	29328	1,95	5,716

Жалпы, өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарда өсірілген ауылшаруашылық дақылдарды суару кезіндегі су және тұздың тасмалдауына айтарлықтай гидроботаникалық тазарту әдісінің айтарлықтай әсері бар.

4.2.6 Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптардың су – тұз режимін бағалау

Сырдария өзенінің төменгі сағасының суармалау алқабындағы орналасқан Қызылорда облысының Шиелі ауданына қарасты Ы. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 100 га егістік жеріне ораласқан өндірістік – тәжірибелік танаптардың 2020 – 2022 жылдардағы аралығындағы су – тұз теңгермесін зерттеу кезінде екі нұсқа арнайы сынақтан өтті.

Бірінші нұсқада өндірістік – тәжірибелік танаптарды суаруға өзен арнасына алынатын суды тікелей пайдалану қарастырылса, екінші нұсқада өзеннен алынған су арнайы құрылған гидроботаникалық танаптар арқылы тазалаудан өткен соң, өндірістік – тәжірибелік танаптардығы ауылшаруашылық дақылдарын суаруға пайдалану қарастырылған. Қарастырылып отырылған өндірістік – тәжірибелік танаптардың екі нұсқасындағы ауылшаруашылық дақылдардың суару режимі бірдей болуына қарамастан, суаруға берілетін судың сапасына байланысты, олардың тұз теңгермесінің құрамдық бөлшектеріндегі тұздың тасмалдануының салмақтық мөлшерінде айтарлықтай айырмашылық болады.

ЫІ. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 50 га егістік жеріне ораласқан өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын тікелей өзен арнасынан алынған сумен суару кезіндегі 2022 жылғы су және тұз теңгермесін құрамдық бөлшектері 42 және 43 кестеде көрсетілген.

Кесте 42 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын тікелей өзен арнасынан алынған сумен суару кезіндегі су теңгермесі

№	Су тепе – теңдігінің элементтері	2022 жыл
Кіріс бөлігі		
1	Берілген су	0,90
2	Атмосфералық ылғал	0,18
3	Бас арықтағы сіңірілген су	0,162
4	Барлығы	1,242
Шығыс бөлігі		
1	Булану қосындысы	0,62
2	Кәріз – қашыртқы суы	0,18
3	Вертикалды сіңірілу	0,10
4	Барлығы	0,90
	Тепе – теңдігі	0,342

Өндірістік – тәжірибелік егістік танаптарға өзен арнасынан алынған су ағынымен суармалау кезіндегі 2022 жылғы су тепе – теңдігінің кіріс бөлігі 1,242 млн.м³ болса, ал шыққан су 0,90 млн.м³ болды, ал олардың айырмасы 0,342 млн м³ су жоғалып отыр. Ал тұз тепе – теңдігі дәл осы жылы кіріс бөлігі бойынша 1,650 мың тонна, ал шығыс бөлігі бойынша 0,818 мың тонна болды. Айырмасы 0,832 мың тонна тұз топырақта қалып отыр.

Кесте 43 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын тікелей өзен арнасынан алынған сумен суару кезіндегі тұз теңгермесі

№	Тұз тепе – теңдігінің элементтері	2022 жыл
Кіріс бөлігі		
1	Берілген сумен келген тұз саны	1,269
2	Сіңірілген судан келіп түскен	0,228
3	Атмосфералық ылғал арқылы	0,153
4	Барлығы	1,650
Шығыс бөлігі		
1	Қашыртқы суы арқылы кеткен	0,698
2	Дақыл өнімі арқылы кеткен	0,120
3	Барлығы	0,818
	Тепе – теңдігі	0,832

ЫІ. Жахаев ауылшаруашылық жерінің 50 га егістік жеріне ораласқан өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын өзен арнасынан алынған суды гидроботаникалық танаптар арқылы суару кезіндегі 2022 жылғы су және тұз теңгермесін құрамдық бөлшектері 44 және 45 кестеде көрсетілген.

Кесте 44 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын өзен арнасынан алынған суды гидроботаникалық танаптар арқылы суару кезіндегі су теңгермесі

№	Су тепе – теңдігінің элементтері	2022 жыл
Кіріс бөлігі		
1	Берілген су	0,88
2	Атмосфералық ылғал	0,17
3	МК сіңірілген су	0,158
4	Барлығы	1,208
Шығыс бөлігі		
1	Булану қосындысы	0,65
2	Кәріз– қашыртқы суы	0,18
3	Вертикалды сіңірілу	0,12
4	Барлығы	0,95
	Тепе – теңдігі	0,258

Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын өзен арнасынан алынған суды гидроботаникалық танаптар арқылы суару кезіндегі 2022 жылы берілген су 1,208 млн.м³, ал шыққан су 0,95 млн.м³. Айырмасы 0,258 млн м³ су жоғалды, яғни су тепе – теңдігінің I – нұсқаға қарағанда біршама жақсарғаны байқалады.

Кесте 45 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын өзен арнасынан алынған суды гидроботаникалық танаптар арқылы суару кезіндегі тұз теңгермесі

№	Тұз тепе – теңдігінің элементтері	2022 жыл
Кіріс бөлігі		
1	Берілген сумен келген тұз саны	0,783
2	Сіңірілген судан келіп түскен	0,140
3	Атмосфералық ылғал арқылы	0,144
4	Барлығы	1,067
Шығыс бөлігі		
1	Қашыртқы суы арқылы кеткен	0,698
2	Дақыл өнімі арқылы кеткен	0,120
3	Барлығы	0,818
	Тепе – теңдігі	0,235

Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын суару кезіндегі топырақ қабатына түскен келген тұз мөлшері 1,067 мың тонна, ал одан шыққан тұз 0,818 мың тонна болғанда, айырмасы 0,235 мың тонна тұз топырақта қалып отыр. Жүргізілген өндірістік – тәжірибелік зертеудің нәтижесі бойынша, егістік танаптардағы ауылшаруашылық дақылдарын өзен суын гидроботаникалық танаптар арқылы тұздан тазартып суару, болашақта өзеннің су жинау алабының су – тұз теңгермесінің қалыптасуына айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

4.2.7 Суармалы алқабтың су – тұз теңгермесінің малазықтық дақылдардың өсімі мен өніміне әсері

Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын суару кезіндегі өзеннің суының сапасын жақсартуға арналып жүргізілген іс – шаралар (қалыпты суару және гидроботаникалық танаптар арқылы суару) сүрлемдік жүгерінің өсіп – өнуіне және өніміне едеуір әсер етті.

Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, вегетациялық кезеңде жүгері дақылының өсіп – өнуі мен дамуы өзен арнасынан тікелей су ағынын алып суарғанға қарағанда, өзен суын гидроботаникалық танаптар арқылы тазарту суару кезде қарқынды жүрді.

Бір суарғанда жүгері дақылының жапырағының ауданы 7600 см² жетті (46 – кесте). Бұл жерде атап көрсететініміз, жүгері дақылының жапырағының ауданының өсіп дамуы суармалы суды гидроботаникалық танаптар арқылы арқылы жібергенде, өзен арнасынан тікелей алған сумен суарғанға қарағанда 2900 см² жоғары болды [102]. Жүгері дақылының жапырағының өсуінің ең жоғарғы көрсеткіші (7600 см²) екінші жылы (2022 ж) тіркелді, яғни өсімдік бойы жинау кезінде 220 см – ге жетті.

Кесте 46 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы жүгері дақылының өсімі

Нұсқалар	Көрсеткіштер	15.06	01.07	15.07	01.08	25.08
2021 жыл						
I – нұсқа	Биіктігі, см	38,0	104,0	135,0	152,0	160,0
	Ауданы, см ²	92,0	1109,0	2600,0	4100,0	4300,0
II – нұсқа	Биіктігі, см	52,0	128,0	155,0	175,0	210,0
	Ауданы, см ²	106,0	2001,0	3020,0	5800,0	7200,0
2022 жыл						
I – нұсқа	Биіктігі, см	41,0	110,0	138,0	158,0	162,0
	Ауданы, см ²	102,0	1200,0	2630,0	4300,0	4401,0
II – нұсқа	Биіктігі, см	56,0	135,0	162,0	181,0	220,0
	Ауданы, см ²	123,0	2200,0	3140,0	6310,0	7600,0

Өндірістік – тәжірибелік танаптағы жүгері дақылының жапырақ ауданының орта тәуліктік өсімі 47 – кестеде көрсетілген.

Кесте 47 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы жүгері жапырағының ауданының орта тәуліктік өсімі

Нұсқалар	Жылдар	Қарастырылған аралық			
		15.06 – 30.06	01.07 – 15.07	16.07 – 31.07	01.08 – жинауға дейін
I – нұсқа	2021	67,8	99,4	100,0	10,0
	2022	73,2	95,33	111,33	5,05
II – нұсқа	2021	126,33	67,93	185,33	70,0
	2022	138,47	62,67	210,67	65,0

Жапырақтың ең жоғарғы өнімі шілде айының екінші жартысында байқалды. Бұл кезде жүгері дақылының шашақтанып гүлдену фазасы кезеңі жүреді.

Жүгері дақылын жинау кезінде әр нұсқада өнім үлгісін алып отырдық (48 – кесте).

Кесте 48 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы жүгері егісін жинау есебі, ц/га.

Нұсқалар	1 – ші қайталау	2 – ші қайталау	3 – ші қайталау	Орташа өнім	Өзгеріс, I – нұсқамен салыстырғанда
2021 жыл					
I – нұсқа	348	380	352	360	
II – нұсқа	390	410	400	400	+ 40
2022 жыл					
I – нұсқа	363	366	375	368	
II – нұсқа	442	460	451	451	+ 83
НСР05 – 27 ц/га, Р,% – 3%					

Өндірістік – тәжірибелік танаптағы ауылшаруашылық дақылдарын өзен арнасынан алынған суды гидроботаникалық танаптар арқылы суару кезіндегі жүгері өнімі, тікелей өзен арнасынан алынған сумен суару қарағанда 43 ц/га көп болып отыр.

Тәжірибе басталған жылы жоңышқа дақылы екінші жылдық болды. Жоңышқа дақылы 7 реттен суарылып әр гектарына 5700 м³/га су берілді. Жоңышқа дақылы үш рет орылды. Бірінші орымда I – нұсқа бойынша 116, 171, 131 (418 ц/га), ал II – нұсқада осы ретпен 131, 183, 171 (485 ц/га) болды. Жоңышқадан түскен өнім 49 – кестеде көрсетілген (34 – сурет).

Кесте 49 – Өндірістік – тәжірибелік танаптағы жоңышқа егісін жинау есебі, ц/га.

Нұсқалар	1 – ші қайталау	2 – ші қайталау	3 – ші қайталау	Орташа өнім	Өзгеріс, I – нұсқамен салыстырғанда
2021 жыл					
I – нұсқа	412	424	418	418	
II – нұсқа	475	490	490	485	+ 67
2022 жыл					
I – нұсқа	410	414	412	412	
II – нұсқа	470	482	476	476	+ 64
НСР05 – 27 ц/га, Р,% – 3%					



а) жоңышқаның екінші орымы

б) – жоңышқаның үшінші орымы

а – жоңышқаның екінші орымы; б – жоңышқаның үшінші орымы.

Сурет 34 – Өндірістік – тәжірибелік алқаптағы жоңышқа егісі

Кестеде көрсетілгендей 2021 жылы I – нұсқаға қарағанда II – нұсқада қосымша 67 ц/га өнім алынса, ал 2022 жылы үшінші орымында осы ретпен II – нұсқада қосымша 64 ц/га өнім алынды.

Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының Шиелі ауданының аймағындағы Ы. Жахаев ауылшаруашылық егістік жерілерінде жүргізілген өндірістік – тәжірибелік зерттеудің нәтижелері, өзеннің тұзданған суларын гириботаникалық әдісті пайдаланып 20 % дейін жақсартуға болатындағын көрсетті.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының аумағында өзеннің алабының және суармалау алқаптарының су – тұз теңгермесінің құрамдық бөлігіне жүргізілген талдау, олардың су – тұз теңгермесі, біріншіден өзеннің арнасының бетінен және суармалы егістік жерлерден, булануға кететін қайтарымсыз шығынның және өзен арнасына түсетін төгінді сулардың қатынастық шамасына және тұздылығына, екіншіден өзенінің су ағынының өзгеру қарқынына және атрау бөлігіндегі тұздылығына тікелей байланысты және негізіне суармалау алқаптарының даму қарқынына байланысты болғандықтан көрсеткендіктен, кеңістік және уақыт өлшеміндегі суармалы алқаптардың су – тұз теңгермесін теңдеуін, аймақтың су қорларының сапасының өзгеруін бағалауға қолдануға болатын ғылыми тұрғыда негізделген әдістеме ретінде қарастыруға болады.

2. Қазақстан Республикасының Су ресурстары және ирригация министрлігіне қарасты Су ресурстар комитетінің «Арал – Сырдария алабының су ресурстарын пайдалануды реттеу және қорғау инспекциясының» және «Қазгидромет» Республикалық Мемлекеттік Кәсіпорынның 2000 – 2020 жылдар аралығындағы ақпараттық – талдау деректерінің негізінде, құрылған Сырдария өзенінің төменгі сағасының орналасқан Қызылорда облысының әкімшілік аудандарының және сармалау алқаптарының деңгейде зерттеу қорында, кеңістік және уақыт өлшеміне статистикалық талдауға, бағалауға және болжауға қажетті негізгі сараптамалық көрсеткіштер жинақталған.

3. Өзендердің су жинау алабының су теңгермесінің математикалық моделдерін құруға арналған ірге тасты жұмыстардың және заттың сақталу заңының негізінде, Сырдария өзенінің төменгі саласының және суармалау алқаптарының су – тұз теңгермесін есептеу, бағалауға және болжауға арналған математикалық теңдеулері құрылған, ал онда өзеннің арнасының су бетінен және егістік алқаптан буланудың және атмосфералық жауын – шашынның ең тәуелсіз және стохастикалық өзгергіш екендігін ескере отырып, су – тұз теңгермесінің басқа құрамдық бөліктерінің детерминирленген жағдайда қалыптасатына байланысты, олардың өзгеру қарқынын және бағытын бағалау үшін, сызықтық тренд әдісі қолданылған.

4. Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының аумағында өзеннің алабының және суармалау алқаптарының экологиялық жағдайын кеңістік және уақыт өлшемінде бағалау үшін, В. Х. Хачатурьян мен И.П. Айдаровтың өзен алабының экологиялық жағдайын бағалауға арналған әдістемесінің негізінде, сынақтық көрсеткіштерін есептеудің жолдарына арналған желісін құру арқылы, 2000 – 2020 жылдар аралығындағы әкімшілік деңгейде анықталған экологиялық көрсеткіштер, Жаңақорған ауданынан басқа барлық аудандардың «өте нашар» аймаққа жататындығын көрсетті және 1990 – 2015 жылдар аралығында Арал теңізінің алабын және Сырдария өзенінің су жинау алабын экологиялық тұрғыда

бағалауға арналып жүргізілген зерттеу жұмыстарының тұжырымдамаларына сәйкес келеді және жаңа мәліметтермен толықтырады.

5. Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының аумағындағы суармалау алқаптарының, 2000 – 2022 жылдар аралығындағы су – тұз теңгермесін талдау және бағалау, әрбір суармалау алқабының табиғи – шаруашылық жағдайын, өзеннің суын пайдалану дәрежесін, булануға кететін қайтарымсыз шығынын, өзен арнасына түсетін төгінді сулардың және суармалы алқаптың топырақ қабатынан сүзілген сулардың қатынастық шамасын және олардың тұздылығын ескере отырып анықталған су және тұз теңгермесінің экологиялық тасмалдауының интегралдық көрсеткіші көрсеткендей, Түгіскен суармалы алқабынан басқа, қарастырылып отырылған барлық аймақ суландыру және тұздану тұрғысынан «өте жаман» аймаққа жатады.

6. Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының суармалау аймағының шекарасынан түсетін өзен ағынының тұздылығының, ауылшаруашылық егістік жерлерде суармалы суларды пайдаланудың шектік – мүмкіншілік шамасынан жоғары екендігін ескере отырып, өзен алабының және суармалы егістік алқаптарына берілетін судың сапасын жақсарту мақсатында, Шиелі ауданының Б. Жахаев ауылшаруашылық егістік жерлеріне берілетін өзен суының сапасын жақсарту үшін қамыс өсімдігін өсіруге негізделген гидроботаникалық әдіс пайдаланылды және жүргізілген зерттеулің нәтижесі көрсеткендей, 20% дейін жақсартуға болатындықтан, аймақтың су–топырақ жүйесінің тұздануына және тұз теңгермесін тиімді реттеуге әсер ете алатындығы айқындалды.

7. Тұтастай алғанда, Сырдария өзенінің төменгі сағасында орналасқан Қызылорда облысының аумағындағы өзеннің алабының және суармалау алқаптарының су – тұз теңгерімінің әзірленген теңдеулері және олардың экологиялық жағдайының сынақтық көрсеткіштерін есептеудің жолдарының желісін және өзеннің суларын тазалауға пайдаланылған гидроботаникалық танаптарды сынақтан өткізу кезіндегі қол жетімді нәтежелердің негізінде құрылған зерттеудің нәтижелік қорлары, аймақтың экологиялық және сушаруашылық жағдайын жақсартуға арналған іс – шараларды бір мезгілде жүзеге асырудың ғылыми негізі бола алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Обзор потенциальных источников загрязнения и определение рисков аварийного загрязнения в бассейне реки Сырдарья - Европейская экономическая комиссия организации объединенных наций, Международный центр оценки вод. – 2023. - 87 с.
- 2 Стратегическая экологическая оценка плана развития Кызылординской области на 2021 – 2025 годы (Определение сферы охвата. расширенный отчет: Версия для обсуждения с акиматом Кызылординской области и Министерством экологии, геологии и природных ресурсов РК. -2023.
- 3 Оценка водных ресурсов и русового баланса р. Сырдарья в пределах Республики Казахстан. - Ташкент-Алматы, 2011.- 53 с.
- 4 Уточнение схемы комплексного использования и охрана водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи (корректирующая записка). – Ташкент, 1983.- 119 с.
- 5 Качества воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья (Аналитический отчет). - Ташкент, 2011.- 81 с.
- 6 Булавко А.Г. Водный баланс речных водосборов. - Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 304 с.
- 7 Бабкин В.И. Водный баланс речных бассейнов (теория, методы и практика расчетов): дисс. ... докт. географ. наук. – Ленинград, 1982.- 416 с.
- 8 Коронкевич Н.И., И.С. Зайцева. Полиструктурный анализ водного баланса и водных ресурсов в бассейне Волги // Украинский географический журнал. – 2005. – № 2. – С. 17-22.
- 9 Исмаилов Г.Х., Федоров В.М. Межгодовая изменчивость и взаимосвязь элементов водного баланса бассейна р. Волги // Водные ресурсы. 2008. - Т. 35, № 3. -С. 259–276.
- 10 Исмаилов Г.Х., Болгов М.В., Федров В.М. Модель управления водными ресурсами речного бассейна с учетом качества воды // Природообустройство, 2008.- №1. - С. 88-94.
- 11 Каюкова Е. П. Использование гидрохимических данных для оценки элементов водного баланса (на примере бассейна р. Бордак, Юго-западный Крым) // Вестник СПбГУ. - 2016. - Вып. 4.- С. 25-36.
- 12 Григорьев В. Ю. Водный баланс речных бассейнов европейской части России: Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – М., 2018.- 141 с.
- 13 Дурдыев С. А. Исследование Туркменского озера Золотого века на водно-солевой баланс // Молодой ученый. - 2020. - № 40 (330). - С. 51-56.
- 14 Иванова О. И. Анализ составляющих водного баланса речных бассейнов в период формирования дождевых паводков рек Селенга, Онон //Известия УГГУ. - 2021. - Вып. 2 (62). - С. 140–153. DOI 10.21440/2307-2091-2021-2-140-153.

- 15 Исмайылов Г.Х, Сенцова Н.Н. Моделирование формирования водно-солевого режима территории (на примере бассейна Аральского моря) //Вод ресурсы. 1996. – Т. 23.- № 5. - С.616-627.
- 16 Садати Нежад Сейед Джавад Имитационная модель водно-солевого баланса речного бассейна с использованием аэрокосмической информации: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2003.- 28 с.
- 17 Поздеев А.Г., Кузнецова Ю.А., Ржепкин А.Ю. Информационно-технологическая модель водного баланса речного бассейна // Фундаментальные исследования. 2014. - № 11-6. -С. 1253-1256.
- 18 Ершова Н.В., Биленко В.А., Арынова Н.А. Моделирование водного баланса в нижней зоне бассейна реки Сокулук // Вестник КРСУ, 2016. -Т.16, № 9. – С. 104-106.
- 19 Иофин З. К. Развитие методологии оценки водного баланса речных бассейнов: дисс. ... докт. техн. наук. – М., 2016.- 291 с.
- 20 Исмайылова И.Г., Раткович Л.Д. Имитационная модель для анализа и оценки многолетнего и сезонного колебания элементов водного баланса бассейна реки Волги // Природообустройство. - 2023. - № 5. - С. 103-110. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-103-110>.
- 21 Мустафаев Ж., Адильбектеги Г., Мустафаев К., Абдешев К., Саспугаева Г., Турсынбаев Н. Моделирование элементов водного баланса бассейна реки Сарысу на основе данных гидрологических и климатических наблюдений // Вестник ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология, 2025. - №150(1). – С. 129-151.
- 22 Исмаилов Г. Х., Муращенкова Н. В. Моделирование водно-солевого баланса речного бассейна с орошаемым земледелием // Экология. Экономика. Информатика. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем / Федеральный исследовательский центр, Южный научный центр Российской академии наук, Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2020. - Вып. 5. - С. 65-69.
- 23 Шодиев.С.Р., Чембарисов.Э.И, Жумаева М.Б. Анализ некоторых характеристик водно - солевых балансов, орошаемых массивов бассейна р.Зарафшан //Экономика и социум, 2022. - №10(101)-1.- С. 760-766.
- 24 Мустафаев Ж.С., Мустафаева М. Б. Современный гидрохимический режим территории водосбора в низовьях реки Сырдарья // Мелиорация земель в решении геоэкологических проблем Евразии: Материалы международной научно-практической конференции «Костяковские чтения». - М.: ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2024. –С. 309-315.
- 25 Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. -М.: Высшая школа, 1981. -400 с.
- 26 Коротыный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. - Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2001. - 163 с.

27 Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях флювиальной сети освоенных равнин умеренного пояса: автореф. дис. ... д-р. геогр. наук: 25.00.25. - М., 2003. - 383 с.

28 Ясинский С. В. Формирование гидрологического режима водосборов малых равнинных рек: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. – М., 2009.- 55 с.

29 Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Долгов С.В., Ясинский С.В. Современные антропогенные воздействия на водные ресурсы // Известия Российской академии наук. Серия географическая. - 1998. - № 5. - С. 55-68.

30 Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство, 1990.- №12.- С.5-12.

31 Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство, 1991.- №1.- С.2-9.

32 Козыкеева А.Т. Экологические принципы управления природными процессами бассейна Аральского моря: автореф. докт. техн. наук. - Тараз, 2010.- 50 с.

33 Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. - Тараз, ТОО «BIG NEO SERVICE» 2012.- 318 с.

34 Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарьи: автореф. ... канд.техн. наук. - Тараз, 1998.- 22 с.

35 Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка природных систем в зонах бассейна Аральского моря (Аналитический обзор). – Тараз: Жамбылский ЦНТИ, 1997.- 80 с.

36 Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Пути улучшения природно-экологической ситуации в бассейне Аральского моря (Аналитический обзор). - Тараз, Жамбылский ЦНТИ, 1997.- 70 с.

37 Мустафаева Л.Ж., Сейдуалиев М.А. Эколого-экономическая эффективность использования водных и земельных ресурсов рек (на примере реки Сырдарья). (Аналитический обзор) – Тараз, Жамбылский ЦНТИ, 2003.- 82 с.

38 Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсынов А.А. Арало- Сырдарьинский бассейн: Геоэкологические проблемы, вопросы водodelения. - Алматы: Дәуір, 2001.- 180 с.

39 Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д. К проблеме эколого-экономического возрождения в низовьях реки Сырдарьи // Водное хозяйство Казахстана, 2005.- №1(5). - С. 15-19.

40. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. - Алматы: Ғылым, 1997.- 358 с.

41 Ескермесов Ж. Е. Қызылорда облысындағы техногендік бұзылысқа ұшырған агроландшафттардың экологиялық-мелиоративтік жағдайын бақылау: дисс. ... PhD. - Тараз: М.Х. Дулати атындағы ТарГУ, 2018. - 124 б.

42 Хачатурьян В. Х. Методология исследований деятельностно-природных объектов в сфере сельскохозяйственных мелиораций: автореферат дис. ... докт. техн. наук: 06.01.02 / Московский гидромелиоративный институт. – М., 1991. - 37 с.

43 Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдывалиева К.С. Оценка трансформации экологической ситуации в низовьях реки Сырдарьи в условиях антропогенной деятельности человека // Гидрометеорология и экология, 2016.- №3. – С. 97-111.

44 Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Маймаков З.К., Абдывалиева К.С. Оценка экологической ситуации в низовьях реки Сырдарьи в условиях антропогенной деятельности человека // Международный научный журнал. - 2016. - №5.- С. 48-55.

45 Мустафаев Ж.С., Иванова Н.И., Абдывалиева К.С. Оценки экологической ситуации гидроагроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи в условиях мелиорации // Вестник КРСУ, 2017.- Т. 17, №12. - С. 96-012.

46 Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Оценка экологической ситуации агроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарьи (на примере Токускенского массива орошения) // Природообустройство, 2018.- №2. - С. 94-100.

47 Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Известия АН СССР. Серия «География и геофизика». -1941. - № 3. - С. 15-32.

48 Harington J. The Desirability Function. Industrial Quality Control. - 1965. Vol. 21, №10. - P. 494–498.

49 Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. - М.: Сельхозгиз, 1967. - 624 с.

50 Аверьянов С.А. Борьба с засолением орошаемых земель. - М.: Колос, 1978. –288с.

51 Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. Изд. 25-ое. М.: Колос, 1978. – 320 с.

52 Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985.- 304 с.

53. Кирейчева Л.В. Дренажные системы на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее. -М., 1999. – 202 с.

54. Кирейчева Л.В. Биосферно-экологическое обоснование комплексных мелиораций // Природообустройство. - 2023. - № 2. - С. 15-22. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-15-22.

55 Антропов В.Н., Каражанов К.Д. Бонитировка и экономическая оценка земель. - Алма-Ата: Наука, 1987. -126 с.

56 Әбдібай Ә.М., Ануарбеков К.К., Абикенова С.М. Қызылорда облысының суғармалы массивтерінің қазіргі шаруашылық жағдайы. Л.Е.Тәжібаевтың туғанына 105 жылтолуына орай ұйымдастырылған «Жаһандану жағдайындағы су ресурстарын басқару» атты Халықаралық ғылыми – практикалық конференция ЖИНАҒЫ. - Алматы 11 – 12 март. 2021. С.10 – 15.

57 Әбдібай Ә.М., Ануарбеков К.К., Нұржақып Г., Капар Ш. Төгінді және коллекторлық-дренаж суларды (КДС) қашыртудың Сырдария өзенінің гидрологиялық және гидрохимиялық режимдеріне әсерін экологиялық бағалау // Исследования, результаты, научный журнал. - Алматы, 2020. - №4 (88). - С.89 – 95.

58 Ануарбеков К.К., Әбдібай Ә.М., Алдиярова А.Е., Мендибаева Г.Ж. Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суармалы жерлердің су – тұз режимін реттеу // Хабаршы. География сериясы. ҚазҰУ. - 2021.- №4 (63).- С.72 – 82.

59 Ануарбеков К.К., Әбдібай Ә.М., Мендибаева Г.Ж. Сырдария өзенінің төменгі ағысының төгінді және қашыртқы – кәріз суларының әсерінен ластануының әлеуметтік – экологиялық зардабын бағалау // Хабаршы. География сериясы. ҚазҰУ, 2022. - №2(65). - С.95 – 102.

60 Әбдібай Ә.М., Ануарбеков К.К., Мухамадиев Н.С., Мендибаева Г.Ж. Improvement of water – salt regime irrigation water in the lower stations of the Syrdarya river // Annals of Forest Research (Журнал Q2, процентиль 61). – 2022. - Vol 65, № 1. – P. 7724 – 7736. <https://www.e-afr.org/article/view/7724.html>. қолданған мерзім 01.09.23.

61 Әбдібай Ә.М., Ануарбеков К.К., Чорманский Я., Алдиярова А.Е., Кайпбаев Е.Т. Regulation of the water – salt regime of irrigated lands in the lower reaches of the Syrdarya river // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2023. – Vol. 1, №457(2023). - P.6 – 19.

62 Кирейчева Л.В. Биосферно-экологическое обоснование комплексных мелиораций // Природообустройство. - 2023. - №2. - С. 15-22. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-15-22.

63 Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – Ленинград: Наука, 1981. - 248 с.

64 Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. -СПб.: Наука, 2000. - 147 с.

65 Суцения Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. – Минск: Наука и техника, 1975. - 208 с.

66 Остроумов С.А. Введение в биохимическую экологию. - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 176 с.

67 Остроумов С.А. Водная экосистема: крупноразмерный диверсифицированный биореактор с функцией самоочищения воды. Доклады академии наук. - 2000. - №374 (3). – P. 427-429.

68 Остроумов С.А. Концепция водной биоты как лабильного и уязвимого звена системы самоочищения воды. Доклады академии наук. - 2000. - №372 (2). – P.279-282.

69 Остроумов С.А. О биотическом самоочищении водных экосистем. Элементы теории. Доклады Академии Наук, 2004. - №396 (1). – P. 136-141.

70 Остроумов С.А. Гидробионты в самоочищении вод. – М., МАКС-Пресс, 2008. - 200 с.

- 71 Ostroumov S.A. Biological effects of surfactants. Boca Raton. – London: CRC Press, 2005. - 279 p.
- 72 Ostroumov S. A. Towards the general theory of ecosystem-dependent control of water quality // *Ecologica*, 2009. - №54. - P. 25-32.
- 73 Hadlington S. An interest in reed // *Chem. Brit.* - 1991. - Vol.27, №4. – 229 p.
- 74 Dunbabin J.S., Bowne K.H. Potential use of constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters containing metals // *Sci. Total. Environ.* - 1992. Vol.111, №2/3. - P.56-60.
- 75 Калайда М.Л., Загустина С.Д. Водные растения: учеб. пособие.- Казань: Изд-во Казан. гос. энерг. ун-та. - 2008. - С.114-116.
- 76 Хабибуллина Л.Р. Исследование физико-химических характеристик водных растений в Авачинской губе Камчатки. Материалы докладов VII Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения», Казань, 25-27 апр. 2012 г. – Казань: Изд-во Казан. гос. энерг. ун-та, 2012. - С.153-154.
- 77 Metcalf Eddy Inc. Wastewater engineering: treatment and resource recovery // McGraw-Hill Education. 5 ed. - 2017. - P. 551–673.
- 78 Luigi M. Depurazione delle acque. Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto // Edagricole-New Business Media. - 2012. - P. 276–334.
- 79 Bresciani R., Masi F. Manuale pratico di fitodepurazione // Terra Nuova Edizioni. - 2012. - P. 60– 150.
- 80 Rizzo A., Bresciani R., Martinuzzi N., Masi F. French reed bed as a solution to minimize the operational and maintenance costs of wastewater treatment from a small settlement: an Italian example // *Water*. 2018. - Vol. 10, Iss. 2. – 156 p. DOI: 10.3390/w10020156.
- 81 Брешиани Р. Фитоочистка как инновационный метод водоочистки // Вестник МГСУ. - 2019. - Т. 14, Вып. 7. - С. 885–900.
- 82 Wang M., Zhang D., Dong J., Tan S.K. Application of constructed wetlands for treating agricultural runoff and agro-industrial wastewater: a review // *Hydrobiologia*. - 2017. - Vol. 805, Iss.1. - P. 1–31.
- 83 Wang M., Zhang D.Q., Dong J.W., Tan S.K. Constructed wetlands for wastewater treatment in cold climate — A review // *Journal of Environmental Sciences*. - 2017. - Vol. 57. - P. 293–311.
- 84 Конте Д. Фитоочистка: Инновационная техника очистки загрязненной воды // Справочник Эколога. - 2019. - № 5 (77). - С. 97-105.
- 85 Кадникова О.Ю., Торетаев М.О., Шалдыкова Б.А. Инновационная технология очистки сточных вод в текстильной промышленности // Вестник Алматинского технологического университета. - 2020. - № (1). - С. 23-31.
- 86 Morvannou A., Forquet N., Michel S., Troesch S., Molle P. Treatment performances of French constructed wetlands: Results from a database collected over the last 30 years // *Water Science and Technology*. - 2015. - Vol. 71, Iss. 9.- P. 1333–1339. DOI: 10.2166/ wst.2015.089

87 Paing J., Guilbert A., Gagnon V., Chazarenc F. Effect of climate, wastewater composition, loading rates, system age and design on performances of French vertical flow constructed wetlands: A survey based on 169 full scale systems // *Ecological Engineering*. - 2015. - Vol. 80. - P. 46–52.

88 Molle P. French vertical flow constructed wetlands: A need of a better understanding of the role of the deposit layer // *Water Science and Technology*. - 2014. - Vol. 69, Iss. 1. - P. 106–112. DOI: 10.2166/wst.2013.561

89 Millot Y., Troesch S., Esser D., Molle P., Morvannou A., Gourdon R. et al. Effects of design and operational parameters on ammonium removal by singlestage French vertical flow filters treating raw domestic wastewater // *Ecological Engineering*. - 2016. - Vol. 97. - P. 516–523. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.10.002.

90 Rizzo A., Bresciani R., Martinuzzi N., Masi F. French reed bed as a solution to minimize the operational and maintenance costs of wastewater treatment from a small settlement: an italian example // *Water*. - 2018. - Vol. 10, Iss. 2. – 156 p. DOI: 10.3390/w100201562.

91 Мырзабаев Е.Т., Әбдібай Ә.М., Ануарбеков К.К. О возможности загрязнения почв микроэлементами при поливе сточными водами // *Вестник Науки. Сборник статей по материалам Международной научно – практической конференции*. - Уфа, 2020. - С.87 – 94.

92 Ануарбеков К.К., Әбдібай Ә.М. Экологическая норма нагрузки полей орошения сточными водами. Материалы международной научно – практической конференции посвященные 60 - летию ассоциированного профессора Р. К. Махамбетова // *Сборник «Безопасность воды: проблемы и решения»*. - Актау. - 29 апреля, 2022. - С.24 - 29.

93 Әбдібай Ә.М., Ануарбеков К.К., Мухамадиев Н.С., Мендибаева Г.Ж. Assessment of water – salt regime of irrigation system // *Caspian Journal of Environmental Sciences, Special Issue: Environmental Studies in the Caspian Littoral States*, 2024. – [Vol. 22, Iss. 5](#). - P. 1173 – 1181.

94 Ануарбеков К.К., Әбдібай Ә.М., Куватова Г.М. Тұзданған топырақтарда малазықтық дақылдарының бейімделу әлеуетін бағалау // *Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы, «Ауыл шаруашылығы ғылымдары» сериясы*, 2023. - №1 (64). - С.177 – 189.

95 Әбдібай Ә.М., Куватова Г.М., Ануарбеков К.К. Улучшение водно – солевого режима орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи и оценка его влияния на продуктивность кормовых культур. «Актуальные научно – технические и экологические проблемы мелиорации земель» // *Материалы Международной заочной научно – практической конференции, посвященной памяти М. Г. Голченко. Горки, Беларусь, 20 – 21 апреля 2023.* - С.11 – 19

96 Зубаиров О.З., Ануарбеков К.К., Әбдібай Ә.М., Калиева Ш.К. Расчет режима орошения при проектировании ЗПО // *XXIII Международной научно – практической конференций молодых ученых и студентов «Научная молодежь в аграрной науке: достижения и перспективы» в рамках проведения Года Молодежи РК.* - Алматы. - 2019. - Т. 4.- С.151 – 157.

97 Ауыз суды және тазартылған сарқынды суларды зарарсыздандыру бойынша нұсқаулық. – Астана: Қазақстан Республикасы Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері агенттігі, 2011. - 102 б.

98 Шеин Е. В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

Данильченко Н.В. Биоклиматическое обоснование суммарного водопотребления и оросительных норм // Мелиорация и водное хозяйство, 1999.- №4. – С. 25-29.

100 Ибатуллин С.Р., Кван Р.А., Парамонов А.И., Балгабаев Н.Н. Нормирование орошения в водохозяйственных бассейнах Казахстана.-Тараз, 2008.-122 с.

101 Мустафаев Ж.С., Рязбцев А.Д. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане. – Тараз: BIG NEO Service, 2012. – 528 с.