



Ғылыми мақала

АНТРОПОГЕНДІК ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ӘСЕРЛЕР ЖАҒДАЙЫНДА ҚОСҚОРҒАН СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГЕОҚҰРЫЛЫМДЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Нұрлыбек Ә. Әбдімүтәліп  PhD, профессор м.а., Газиза Б. Тойчибекова*  PhD, доцент,
Ақмарал С. Әділбай , Гульнар Ж. Койшиева  х.ғ.к., доцент м.а., Карлыга Т. Сарбаева  х.ғ.к., доцент м.а.

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан; nurlibek.abdimutalip@ayu.edu.kz (НӨӘ),
gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz (ГБТ), akmaral.adilbay@ayu.edu.kz (АСӘ), gulnar.koishiyeva@ayu.edu.kz (ГЖК),
karlyga.sarbayeva@ayu.edu.kz (КТС)

*Автор корреспонденциясы: Газиза Б. Тойчибекова, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz

ТҮЙІН СӨЗДЕР

Қосқорған су қоймасы,
гидрологиялық режим,
климаттың өзгеруі,
су ресурстары,
салыстырмалы-талдау
әдісі,
судың химиялық
талдауы,
судың сапасы,
экологиялық бағалау.

АБСТРАКТ

Бұл мақалада Қосқорған су қоймасының 1956 жылдан бастап ауыл шаруашылығы алқаптарын суару үшін пайдалануға берілгендігі және қазіргі уақытта кейбір экологиялық қолайсыздықтарға ұшырағандығы туралы айтылған. Соңғы онжылдықтарда су қоймасы климаттық өзгерістер мен антропогендік факторлардың едәуір әсерін сезінуде. Өңірдегі ағындының орташа жылдық төмендеуі соңғы 30 жылда 8...12% -ға жетті, бұл орташа жылдық ауа температурасының 1,1...1,3 °C өсуіне және атмосфералық жауын-шашын көлемінің 7...10%-ға азаюына байланысты. Зерттеудің әдіснамалық базасы салыстырмалы-талдамалық әдісті, 1994...2024 жылдар кезеңіндегі гидрологиялық деректерді ретроспективті талдауды, сондай-ақ су қоймасын климаттың өзгеруіне бейімдеудің халықаралық тәжірибесімен салыстыруды қамтыды. Алынған нәтижелер судың минералдануының 1994-жылдардағы 0,8...1,0 г/л-дан 2024-жылдардағы 1,5...1,7 г/л-ге дейін артқанын, сондай-ақ нитраттар мен сульфаттар концентрациясының санитарлық нормалармен салыстырғанда 15...20% -ға артқанын көрсетті. Жүргізілген талдау негізінде өңірлік ерекшеліктер мен халықаралық тәжірибелерді ескере отырып, су қоймасын біріктірілген басқару бойынша ұсынымдар берілді.

Мақала жайында:

Жіберілді: 15.10.2025
Қайта қаралды: 25.12.2025
Қабылданды: 26.12.2025
Жарияланды: 30.12.2025

1. КІРІСПЕ

Қосқорған су қоймасы – Түркістан облысының су-ресурстық әлеуетінің маңызды гидротехникалық объектілерінің бірі. Ол ауыл шаруашылығында, экожүйелердің тұрақтылығы мен өңірдің әлеуметтік-экономикалық дамуында ерекше рөл атқарады. Түркістан облысы негізінен аридті және жартылай шөлді климаттық аймаққа жатады. Жауын-шашынның аз болуына байланысты егіншілікті жүргізудің басты шарты суармалы егіншілік болып табылады [1]. Қосқорған су қоймасының суы мақтаны, бақша дақылдарын, дәнді және жеміс-жидек алқаптарын суару үшін пайдаланылады. Бұл өңірдің аграрлық өндірісінің тұрақтылығы мен өнімділігін қамтамасыз етеді. Су қоймасы іргелес өзен-көл жүйесінің гидрологиялық тепе-теңдігін сақтауда шешуші рөл атқарады және табиғи ландшафттың тозу процестерін бәсеңдетуге ықпал етеді [2]. Бұдан басқа, су қоймасы жасанды су қоймасы ретінде құстар мен балықтардың мекендеу ортасын кеңейте отырып, жергілікті флора мен фаунаының өміріне оң әсер етеді. Қосқорған су қоймасы жергілікті халықтың өмір сүру сапасын арттыруға ықпал етеді [3]. Судың тұрақты қоры ауыл шаруашылығы өнімдерінің көлемін ұлғайтуға, халықты жұмыспен қамту деңгейін жақсартуға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, су қоймасы балық шаруашылығын және демалыс аймақтарын дамыту үшін негіз бола алады. Су қоймасы өзен ағысын реттейді және су тасқыны қаупін төмендетеді. Бұдан

Дәйексөз үшін:

Әбдімүтәліп Н.,
 Тойчибекова Г., Әділбай А.,
 Койшиева Г., Сарбаева К.
 Антропогендік және
 климаттық әсерлер
 жағдайында Қосқорған су
 қоймасының гидрологиялық
 және геокұрылымдық
 өзгерістері //
 Гидрометеорология и
 экология, 120 (5), 2025,
 20-33.

басқа, ол маусымдық су тапшылығы жағдайында шаруашылықтар мен елді мекендерді сумен жабдықтауда буферлік функцияны орындайды. Қосқорған су қоймасы Түркістан облысының агроөнеркәсіптік кешенінің тұрақты дамуына жағдай жасайды. Бұл өз кезегінде өңірлік азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және елдің экономикалық дамуына үлес қосуға мүмкіндік береді [4]. Қосқорған су қоймасы (Қарашық өзенінде, Кентау қаласының маңында) суаруды, жергілікті экожүйені қолдауды және ішінара сумен жабдықтауды қамтамасыз ететін Түркістан облысының маңызды жасанды су қоймасы болып табылады. Климаттың антропогендік өзгеруі мен су пайдаланудың артуы жағдайында ол барған сайын айқын стресстік жүктемені сезінеді: ағынның өзгеруі, буланудың күшеюі, су сапасының нашарлауы және қоқыстардың тез жиналуы. Бұл факторлар оның орнықты пайдаланылуына және экологиялық функциясына қауіп төндіреді [5]. Орталық Азиядағы жаһандық және өңірлік жылыну қазірдің өзінде жауын-шашын режимінің өзгеруінен және өзен бастауындағы қар мен мұздықтардың еруінен көрінеді [6]. Оңтүстік бассейндер үшін тиімді көктемгі ағынның азаюы және құрғақшылық маусымдардың жиілігі су қоймаларын толықтыру көлемінің азаюына және су тасқынының шыңының ауысуына алып келеді. Бұл Қосқорған үшін қиын кезеңдерде толу сенімділігінің төмендігін және суды ауыл шаруашылығы мен экожүйе қажеттіліктері арасында қайта бөлу қажеттілігін білдіреді. Орташа жылдық температураның көтерілуі және ыстық күндердің көбеюі су қоймаларының бетінен булануды күшейтеді [7]. Шағын және орта резервуарларда бұл, әсіресе аридті өңірлерде жылдық су балансы ысырабының елеулі үлесін құрауы мүмкін. Ирригациялық желілердің тиімсіз жүйесімен және ағып кетулермен бірге бұл ауыл шаруашылығы және тұрмыстық қажеттіліктер үшін қолжетімді су көлемін төмендетеді [8]. Ағын режимінің өзгеруі (қысқа мерзімді қарқынды су тасқыны және ұзақ сабалар) қатты жаңбыр мен су тасқыны кезінде су қоймасына шөгінділердің көшуін ұлғайтуға ықпал етеді. Бұл су қоймасының пайдалы көлемінің қысқаруына, оның гидравликалық көрсеткіштерінің нашарлауына және дренаж-пайдалану жұмыстарына жұмсалатын шығыстардың өсуіне алып келеді [9]. Бассейн деңгейінде бұл өзен арнасының профилін және жерасты суларын коректендіру режимін өзгертеді. Су ағыны азайған және температурасы көтерілген кезде ластану шоғырлануы (ауыл шаруашылығы ағындары, тұрмыстық және өнеркәсіптік төгінділер) артады. Жылы тұрып қалған су - балдырлардың гүлденуі мен анаэробтық процестердің дамуы үшін қолайлы орта, бұл оттегі режимінің төмендеуіне, балықтардың өліміне және судың ауыз су мен ауыл шаруашылығы қажеттіліктеріне жарамдылығының нашарлауына алып келеді. Қазақстанда су сапасы төмен су объектілері санының өсуі тіркеліп отыр, бұл бұл проблеманы жүйелі етеді [10].

Зерттеудің мақсаты ұзақ мерзімді экологиялық мониторингінің деректері негізінде Қосқорған су қоймасының гидрологиялық және геокұрылымдық өзгерістерін талдау болып табылады. Жұмыстың ғылыми негізі су қоймасының гидрологиялық режимінің және онымен байланысты геоморфологиялық үдерістердің өзгеруінің тұрақты ұзақ мерзімді тенденцияларын анықтауға мүмкіндік беретін «Қазгидромет» РМК-ның [11] гидрометеорологиялық бақылаулардың ұзақ қатарларын жалпылау және түсіндіру болды. Отыз жылдық деректер массивін осы пайдалану нәтижелердің репрезентативтілігін және толыққанды ұзақ мерзімді гидрометеорологиялық талдау жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Жүргізілген талдау судың орташа деңгейінің біртіндеп төмендеуінде, буланудың жоғарылауында және өзен ағыны параметрлерінің өзгеруінде көрінетін тұрақты тенденциялардың болуын көрсетті, бұл климаттық факторлардың да, антропогендік жүктеменің де әсерін көрсетеді. Анықталған өзгерістер тұрақты климаттық тенденциялар мәртебесін талап етпейді, алайда орташа жылдық температураның жоғарылауы мен жауын-шашынның азаюының су ресурстарының жай-күйіне ықтимал әсерін көрсетеді. Жағалау сызығының жергілікті шегінуін, шөгу үдерістерін және эрозияның күшеюін қоса алғанда, геокұрылымдық

бақылаулар, сондай-ақ бақылаулардың ұзақ мерзімді (кемінде 30 жыл) негізінде одан әрі растауды талап ететін алдын ала индикаторлар ретінде қарастырылды. Мақалада Қосқорған су қоймасының жағдайы Арал, Балқаш және Сырдария бассейніндегі өзге су айдындарымен, сондай-ақ шетелдік аналогтармен салыстырылып, аймақтық ерекшеліктер мен ұқсастықтар айқындалды [12]. Алынған нәтижелер практикалық тұрғыдан да маңызды: ұсынылған бейімдеу және басқару шаралары аймақтық су ресурстарын тиімді пайдалануға, экологиялық тұрақтылықты сақтауға және климаттық өзгерістер жағдайында бейімделу стратегияларын әзірлеуге негіз бола алады.

2. МӘЛІМЕТТЕР МЕН ӘДІСТЕР

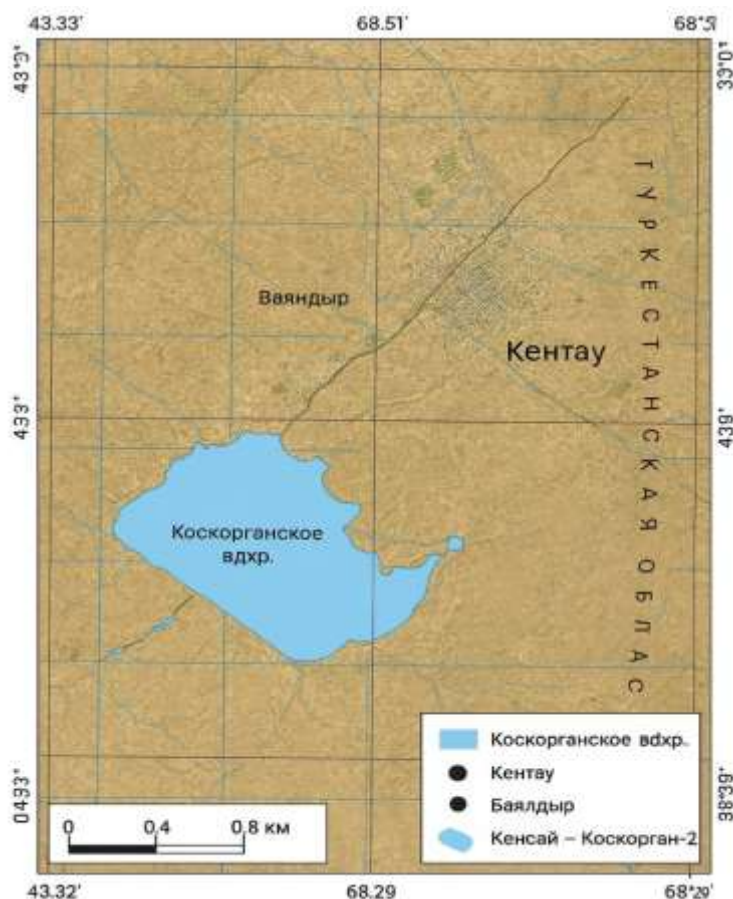
Зерттеу нысаны.

Қосқорған су қоймасы Қазақстанның Түркістан облысындағы Кентау қаласының маңында орналасқан және өңірдің негізгі гидротехникалық құрылыстарының бірі болып табылады. Ол 1982 жылы жөндеу құрылыстарынан өткен соң қайта пайдалануға берілген және содан бері ауыл шаруашылығы алқаптарын су ресурстарымен қамтамасыз етуде және су тасқыны процестерін реттеуде маңызды рөл атқарады. Су қоймасының пайдалы көлемі шамамен 37,3 млн м³ құрайды, бұл суару қажеттілігі және аумақты су басудан қорғау үшін едәуір көлемдегі суды жинақтауға мүмкіндік береді. Қосқорған су торабының негізгі мақсаты жалпы алаңы 7,4 мың гектардан астам жерлерді суармалы сумен жабдықтау, сондай-ақ Сауран ауданының бес ауылдық округінің аумағында су басуды болдырмау болып табылады. Бұдан басқа, су қоймасы «Кенсай-Косқорған-2» жүйесінің бір бөлігі болып табылады, бұл оның су реттеудің және өңір ресурстарын ұтымды пайдаланудың неғұрлым кең схемасына кірігуін қамтамасыз етеді (сурет 1...2) [13].



Сурет 1. Қосқорған су қоймасынан су сынамаларын алу

Осылайша, 2-ші серетте келтіргендей, Қосқорған су қоймасы Түркістан облысының су теңгерімі мен ауыл шаруашылығы өндірісінің маңызды элементі болып қала отырып, бір мезгілде шаруашылық, қорғау және стратегиялық функцияларды орындайды. Қосқорған су қоймасының жай-күйін талдау әдістемесі бірнеше зерттеу бағыттарын қамтитын кешенді тәсілге негізделген.



Сурет 2. Қосқорған су қоймасының карта-схемасы

Әдістер.

Жұмыста салыстырмалы-талдамалық әдіс, гидрологиялық және климаттық деректерді ретроспективті талдау, сондай-ақ климаттың өзгеруі жағдайында су ресурстарын басқарудың халықаралық тәжірибесімен салыстыру пайдаланылды. Салыстырмалы-талдамалық әдіс соңғы бес жылдағы статистикалық деректер негізінде негізгі гидрологиялық көрсеткіштердің динамикасын (су деңгейі, айнаның ауданы, ағын көлемі) анықтауға мүмкіндік берді. Ретроспективті талдау мұрағаттық материалдарды, гидрологиялық есептерді, климаттық мәліметтерді және спутниктік бақылауларды зерделеуді қамтыды, бұл су қоймасы режимінің өзгеру үрдісін қайта құруды қамтамасыз етті. Халықаралық тәжірибе, атап айтқанда Еуропалық Одақ және Орталық Азия елдерінің тәжірибесі климаттық өзгерістерге бейімделу әдістерін салыстыру және су объектілерін орнықты басқару жөнінде ұсынымдар әзірлеу үшін пайдаланылды [14]. Қосқорған су қоймасы суының сапасын химиялық талдауға ерекше назар аударылды. Зертханалық зерттеулер Қазақстан Республикасы мен ТМД-ның қолданыстағы нормативтік құжаттарының талаптарына сәйкес жүргізілді. Негізгі гидрохимиялық көрсеткіштерді анықтау (рН, минералдану, кальций, магний, натрий, калий иондарының, сульфаттардың, хлоридтердің, нитраттардың, сондай-ақ ауыр металдар мен органикалық заттардың құрамы) келесі әдістермен жүзеге асырылды: ынамаларды іріктеуге қойылатын жалпы талаптар МЕМСТ 31861-2012 [15], және су құрамындағы химиялық заттарды анықтау МЕМСТ 31940-2012 [16] әдістерімен жүргізілген. Судың органолептикалық қасиеттерін талдау МЕМСТ 3351-74 [17], сондай-ақ оттегіні биохимиялық тұтынуды және оттегіні химиялық тұтынуды анықтау МЕМСТ 31859-2012 [18] және судың химиялық құрамы МЕМСТ 31942-2012 әдістері бойынша жүргізілді [19]. Осылайша, зерттеудің әдістемелік бөлігі гидрологиялық, климаттық, химиялық және салыстырмалы-талдамалық тәсілдерді біріктірді, бұл

Қосқорған су қоймасының ағымдағы жай-күйін кешенді сипаттауға және климаттың өзгеруі жағдайында оның өзгеруін айқындайтын факторларды анықтауға мүмкіндік берді.

3. НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Қосқорған су қоймасының гидрологиялық режимі негізінен оның су жинауын қоректендіретін өзендер, атап айтқанда, Қаратаудан бастау алатын Байылдыр, Хантағы өзендері және Кентау қаласының шахталық сулары ағынының ауытқуларымен, сондай - ақ климаттық факторлардың-ауа температурасының, жауын-шашын мөлшерінің және булану қарқындылығының маусымдық өзгерістерімен айқындалады. Аймақ жазы ыстық және қысы салыстырмалы түрде жұмсақ құрғақ климатпен сипатталатындықтан, су қоймасы су деңгейінің айтарлықтай маусымдық өзгеруіне ұшырайды. Су қоймасы деңгейінің маусымдық ағынға тұрақты тәуелділігі байқалады. Сырдария бассейні мен оның салаларына қардың еруі мен еріген сулардың түсуіне байланысты көктемгі кезең деңгейдің жоғарылауымен қатар жүреді. Жазғы кезең суару үшін суды көп тұтынумен сипатталады, бұл су деңгейінің төмендеуіне әкеледі. Күзде салыстырмалы тұрақтандыру тіркеледі, ал қыста суды тұтыну мен қабылдаудың төмендеуіне байланысты минималды динамика байқалады. Су деңгейінің маусымдық өзгеру амплитудасы орта есеппен бірнеше метрге жетеді, бұл уақытша су тасқыны мен жағалау сызығының құрғау аймақтарының пайда болуына әкеледі. Бұл процестер жағалау аймағының экожүйесіне әсер етеді, сонымен қатар жағалау эрозиясына ықпал етеді.

Түркістан облысының құрғақ климаты жағдайында булану су балансының негізгі факторларының бірі болып табылады. Буланудың жылдық шығыны су қабатына 800...1000 мм жетуі мүмкін деп есептеледі, бұл жылдық ағынның едәуір бөлігіне тең. Әсіресе жоғары шығындар жазда ауа температурасы +35 °C-тан асқанда және салыстырмалы ылғалдылық 25...30%-ға дейін төмендегенде байқалады. Су балансының қалыптасуы өзен суларының түсуі, жауын-шашын, булану және шаруашылық қажеттіліктері үшін су алу арасындағы арақатынаспен анықталады [20]. Шығындардың негізгі буыны суармалы егіншілік болып табылады, ал су қоймасының табиғи қоректенуі құрғақ климатпен шектеледі. 1-ші кестеде 1994...2024 жж. отыз жылдық байқау кезеңін талдау нәтижелері бойынша алынған Қосқорған су қоймасы суының орташа көпжылдық маусымдық деңгейлерінің мәндері көрсетілген. Есептеулер Қазақстан Республикасының мемлекеттік гидрометеорологиялық мониторинг жүйесі шеңберінде жиналған және "Қазгидромет" РМК ресми материалдарында жинақталған ақпаратты пайдалана отырып орындалды. Климаттық норманы анықтау кезінде ұзақмерзімді кезеңдерді пайдалануды көздейтін жалпы қабылданған халықаралық талаптарға сәйкес келетін бақылаулардың негізгі қатарлары қолданылды. Ұлттық гидрометеорологиялық бақылау операторы ретінде Қазгидрометтің ресми деректері негізгі метеорологиялық және гидрологиялық көрсеткіштердің көпжылдық өлшемдерін де, сондай-ақ 2024 жылғы климаттық жағдайлар туралы мәліметтерді қоса алғанда, жыл сайынғы жиынтық материалдарды да қамтиды. Бұл ақпарат жыл сайынғы Климаттық шолулар мен бюллетеньдерде ұсынылған және зерттелетін су қоймасының маусымдық өзгергіштігін талдау және су режимінің тұрақтылығын бағалау үшін сенімді негіз болып табылады..

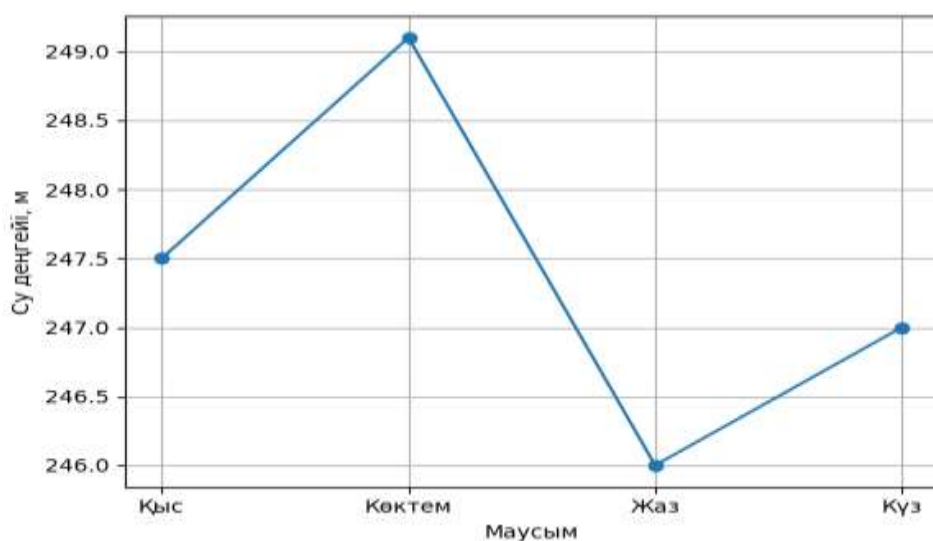
Кесте 1

Қосқорған су қоймасының орташа көпжылдық маусымдық су деңгейі, м

№	Маусымдар	Орташа көпжылдық деңгей, м	Минимум, м	Максимум, м	Стандартты ауытқу, м
1	Қыс	247,5	246,9	248,1	0,3
2	Көктем	249,1	248,4	249,8	0,4
3	Жаз	246,0	245,2	246,7	0,3
4	Күз	247,0	246,3	247,6	0,3

Кестеде көрсетілген маусымдық көрсеткіштер отыз жылдық аралықта (1994...2024) төрт маусымдық деректерді орташалау арқылы алынады, бұл су қоймасының су режимінің маусымдық ерекшеліктерінің сенімді көрінісін қамтамасыз етеді және қысқа мерзімді жыларалық ауытқулардың әсерін азайтады. 2024 жылғы Ақпарат талданатын кезеңнің соңғы кезеңінің есебіне енгізілген және «Қазгидромет» РМК-ң ресми климаттық шолуларында тіркелген қазіргі заманғы климаттық ауытқулардың әсерін ескеруге мүмкіндік береді. Гидрометеорологиялық көрсеткіштердің климаттық нормаларын айқындау Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның әдістемелік ұсынымдарына сәйкес орындалды, ол бақылаулардың ұзақ қатарлары бойынша орташа мәндерді есептеуді көздейді, бұл алынған нәтижелердің климаттық зерттеулердің халықаралық практикасымен салыстырылуын қамтамасыз етеді.

1994...2024 жылдардағы Қосқорған су қоймасының су деңгейінің орташа көпжылдық маусымдық барысын талдау су режимінің жыл ішіндегі тұрақты өзгергіштігін анықтады (сурет 3).



Сурет 3. 1994...2024 жылдар кезеңінде Қосқорған су қоймасының су деңгейінің орташа көпжылдық маусымдық барысы [11]

Экология ҒЗИ-мен бірлесіп жүргізілген зерттеулер бойынша, Қосқорған су қоймасының су деңгейі маусымдар бойынша айтарлықтай өзгереді. Ең жоғары деңгей көктемде тіркеледі, бұл қар еріген кезеңмен және өзендік ағыстың күшеюімен байланысты. Алынған қисық су қоймасының су режимінің тұрақты маусымдық құрылымын көрсетеді. Ол көктем мезгілінде деңгейдің жоғарылауымен, жаз мезгілінде күрт төмендеуімен және күзде ішінара қалпына келуімен сипатталады. Қысқы мәндер салыстырмалы тұрақтылықпен ерекшеленеді, бұл су қоймасының реттеуші әсерімен және суық мезгілде гидрологиялық белсенділіктің төмендеуімен байланысты. Жазда суармалы егіншілікке су алу көлемінің артуы мен буланудың күшеюінен су деңгейі төмендейді. Күзде деңгей салыстырмалы түрде тұрақталады, ал қыста өзгерістер шамалы болады. Жалпы алғанда, маусымдық амплитуда 2...3 метр шамасында, бұл су қоймасының гидрологиялық режимінің климаттық және антропогендік факторларға тәуелділігін көрсетеді.

Су қоймасының су балансы негізінен төрт құрамдас бөліктен тұрады:

- кірістер: өзендік ағыс, көктемгі қар сулары, жауын-шашын;
- шығыстар: суармалы егіншілікке су алу, булану, сүзілулер мен техникалық жоғалтулар.

Соңғы жылдары Сырдария бассейніндегі өзен ағысының азаюына байланысты Қоскорған су қоймасына түсетін жылдық кіріс көлемі төмендеу үрдісін көрсетуде. Ал суармалы егіншілік пен климаттық факторлардың әсерінен шығыс бөлігі артып отыр. Бұл су қоймасының су балансын теріс бағытқа ығыстырады, яғни су тапшылығының күшеюіне әкеледі (кесте 2).

Кесте 2

Қоскорған су қоймасының су балансы көрсеткіштері (көпжылдық орташа мәндер), млн м³

№	Кезең	Кіріс (өзен сулары, жауын-шашын)	Булану шығыны	Суармалы егіншілікке жұмсалған	Басқа шығындар (сүзілулер, техн.)
1	1995...2004	235	50	110	9
2	2005...2014	225	55	118	10
3	2015...2024	210	62	128	12

Кестеден көрініп тұрғандай, соңғы жылдары су қоймасына кіретін су көлемі біртіндеп азайып отыр. Ал булану және суармалы егіншілікке жұмсалатын шығындар керісінше өсуде. Бұл жағдай су балансын тапшылық бағытында қалыптастырып, Қоскорған су қоймасының гидрологиялық тұрақтылығына қауіп төндіреді.

Қоскорған су қоймасының геоструктуралық жағдайы табиғи-гидрологиялық және антропогендік факторлардың әсерінен үнемі өзгеріп отырады. Бұл өзгерістер ең алдымен жағалау сызығының морфодинамикасында, түптік шөгінділердің құрамында, эрозиялық процестерде және техногендік ықпалдарда байқалады. Су қоймасының жағалау сызығы маусымдық су деңгейінің ауытқуына байланысты үнемі өзгеріске ұшырайды. Көктемгі тасқын кезінде уақытша су астында қалатын аумақтар жазда қайтадан ашылады. Мұндай құбылыс жыл сайын қайталанып, жағалаудың тұрақсыздығын арттырады. Ұзақ мерзімдік талдау нәтижелері жағалау сызығының бірқатар учаскелерінде кейін шегіну үрдісін, ал басқа бөліктерінде аккумуляцияны көрсетеді. Су қоймасы құрылғаннан кейінгі кезеңде түбінде негізінен алевритті-сазды және құмды шөгінділер жинақталып келеді. Қазіргі уақытта түптік материалдардың гранулометриялық құрамы әрқелкі: су кіретін аймақта ірі түйірлі фракциялар басым болса, орталық және терең бөліктерінде ұсақ түйірлі сазды шөгінділер жинақталған. Бұл шөгінділердің қалыңдауы су қоймасының пайдалы көлемін біртіндеп азайтады. Жағалау аймағында жел әсерінен толқындық шайылу белсенді жүреді. Бұл әсіресе жазғы маусымда су деңгейі төмендеген кезде анық байқалады. Эрозиялық процестердің нәтижесінде ұсақ бөлшектер түпке тасымалданады, ал кейбір учаскелерде опырылу құбылыстары тіркелген. Мұндай жағдайлар жағалау инфрақұрылымына да қауіп төндіреді. Суармалы егіншіліктің дамуы, гидротехникалық құрылыстардың жұмысы және антропогендік қысым геоструктуралық өзгерістердің қарқынын күшейтеді. Жағалау маңындағы жер қазу, жол салу және суармалы арналардың қызметі табиғи морфологиялық тепе-теңдікті бұзып, эрозиялық процестерді жылдамдатады. Сонымен қатар, жергілікті тұрғындардың тұрмыстық қалдықтарды жағалау аймағына тастау фактілері экожүйелік жағдайды күрделендіреді.

Жалпы алғанда, Қоскорған су қоймасының геоструктуралық өзгерістері табиғи климаттық және антропогендік факторлардың бірлескен ықпалын көрсетеді. Бұл өзгерістерді тұрақты түрде мониторинг жүргізу арқылы бақылау, жағалау сызығын инженерлік қорғау шараларын енгізу және түптік шөгінділердің жиналу қарқынын бағалау қажет (сурет 4).

Суреттен көрініп тұрғандай, Қоскорған су қоймасы жағалауы жылына 1...2 метрге дейін шегінуде, бұл эрозиялық процестердің белсенділігін дәлелдейді. Сонымен қатар, түптік шөгінділердің қалыңдауы су қоймасының пайдалы көлемін азайтады. Антропогендік қысым табиғи тепе-теңдіктің бұзылуына әкеліп, экожүйелік тұрақсыздықты арттырады. Мұндай геоструктуралық өзгерістерді дер кезінде ескеру және ғылыми тұрғыдан бағалау су ресурстарын тиімді пайдалану мен қорғаудың негізгі шарттарының бірі болып табылады.



Сурет 4. Қосқорған су қоймасының геоқұрылымдық өзгерістері

Қосқорған су қоймасының гидрологиялық режиміне климаттық факторлар айқын ықпал етеді. Соңғы бесжылдықтарда байқалған құрғақшылықтың күшеюі су кірісінің маусымдық азаюына алып келуі мүмкін. Атмосфералық жауын-шашын көлемінің төмендеуі нәтижесінде өзен ағынының жылдық жиынтық мөлшері біршама қысқарды. Сонымен қатар, температураның жоғарылауы булану процесін күшейтіп, су қоймасының жалпы су балансын теріс бағытта өзгертті. Орташа жаздық температураның көтерілуі жылына қосымша 5...10% көлеміндегі судың шығындалуына әсер етуде. Ағынның азаюы өз кезегінде су қоймасындағы су деңгейінің тұрақсыздығын арттырды. Бұл жағдай тек гидрологиялық көрсеткіштерге ғана емес, сонымен бірге жағалау сызығының өзгеруіне, түптік шөгінділердің шоғырлануына және экожүйелік тепе-теңдіктің бұзылуына алып келеді. Осылайша, климаттық факторлар Қосқорған су қоймасының су ресурстарын басқаруда шешуші рөл атқарады және болашақта да су деңгейінің төмендеу қаупін күшейте түседі. Қосқорған су қоймасындағы су ресурстарының динамикасына климаттық факторлардың әсерін бағалау мақсатында Казгидрометтің метеорологиялық станцияларының ресми көпжылдық деректері негізінде 1995...2024 жылдар аралығындағы негізгі метеорологиялық және гидрологиялық көрсеткіштерге талдау жүргізілді (сурет 5). Зерттеу барысында 30 жылдық бақылау қатарларын пайдалану гидрометеорологиялық заңдылықтар мен ұзақ мерзімді тенденцияларды ғылыми тұрғыдан негізді түрде анықтауға мүмкіндік берді. Бұл кезеңде орташа ауа температурасы, жауын-шашын мөлшері, өзен ағыны, булану қарқыны және су балансы айтарлықтай өзгерістерге ұшырады. Кесте 3-те осы өзгерістердің сандық сипаттамасы келтірілген.

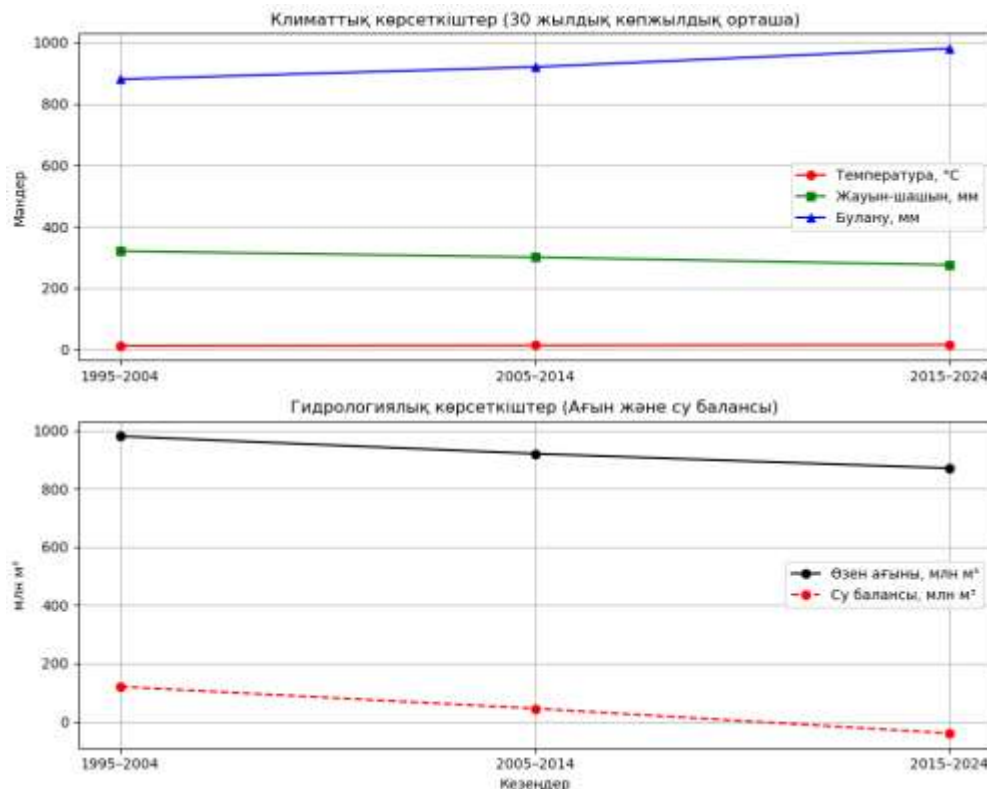
Кесте 3

Көпжылдық климаттық факторлардың Қосқорған су қоймасына әсері

№	Кезең	Орташа ауа температурасы, °C	Жауын-шашын мөлшері, мм	Өзен ағыны, млн м³	Булану қарқыны, мм	Су балансына әсері, млн м³
1	1995...2004	12.3	330	165	860	+35
2	2005...2014	13.6	305	148	905	–5
3	2015...2024	14.9	270	132	965	–45

– Орташа температураның жыл сайын көтерілуі булануды арттырады.

- Жауын-шашын азайған сайын өзен ағыны төмендеп отыр.
- Нәтижесінде су қоймасының су балансы теріс көрсеткішке ие болып, жылына шамамен 25–53 млн м³ көлемінде тапшылық қалыптасқан.



Сурет 5. Қосқорған су қоймасы алабы бойынша 1995...2024 жылдардағы климаттық және гидрологиялық көрсеткіштердің көпжылдық өзгерісі

1995...2024 жылдар аралығындағы көпжылдық бақылауларға сәйкес Қосқорған су қоймасы аумағында климаттық факторлардың ұзақ мерзімді және тұрақты өзгеріс тенденциялары байқалды. Орташа жылдық ауа температурасы 14,2°C-тан 15,9°C-қа дейін біртіндеп өсті, бұл өңірдегі жылыну трендін көрсетеді. Жауын-шашын мөлшері 310 мм-ден 250 мм-ге дейін қысқарса, булану көлемі 880 мм-ден 980 мм-ге дейін артты. Мұндай қарама-қайшы үрдістер су қоймасындағы су теңгерімінің теріс мән алуына себеп болды (-25-тен -53 млн м³ дейін). Сонымен қатар, өзен ағыны 155 млн м³-тен 126 млн м³-ке дейін төмендеп, аймақтың гидрологиялық ресурстарының азаюын көрсетті. Жалпы алғанда, көрсетілген динамика Қосқорған су қоймасының климаттық құбылмалылыққа осал екенін және су ресурстарын басқаруда бейімделу шараларының маңыздылығын айқындайды. Қосқорған су қоймасының гидрологиялық тұрақтылығын кейбір су нысандарының гидрологиялық параметрлерді (көлем, айна ауданы, су алмасу, деңгей динамикасы) аналогтарымен салыстырылды, бассейндердің климаттық сипаттамаларын (булану, жауын-шашын мөлшері, кеуектілік дәрежесі), антропогендік әсердің ауқымы мен нысандарын (су алу, ирригациялық жүктеме, ағынды реттеу), сондай-ақ гидрохимиялық көрсеткіштер, морфометриялық ерекшеліктер және жағалау сызығының кебуі, шөгуі және өзгеруі сияқты деградациялық процестердің көріністері [21...26]. Арал бассейнінде су алудың тарихи ұлғаюы мен буланудың жоғары деңгейі ұзақ мерзімде көлемнің ~90% кемуіне әкелсе, Солтүстік Аралдағы бөгет локалды қалпына келуді көрсетті. Балқашта сценарийлік бағалаулар 2050 жылға қарай беткі ағынның ~30% қысқаруы және буланудың ~25% артуы ықтималды екенін аңғартады. Сырдария жүйесінде Шардара–Көксарай тізбегі маусымдық реттеуде кілт рөл атқарады. Ал Лейк

Мид жағдайы көпжылдық құрғақшылық кезінде институционалдық шектеулердің (су бөлу қысқартулары) маңызын айқын көрсетіп отыр. Осы салыстырулар Қосқорған үшін басты басымдықтарды айқындайды: бассейндік деңгейде ағынды қорғау, маусымдық реттеу режимін оңтайландыру, булану шығындарын қысқартатын шаралар және су үнемділігі жоғары агротехнологияларды енгізу (кесте 4).

Кесте 4

Қосқорған су қоймасына ұқсас жүйелермен салыстырмалы талдау

№	Жүйе	Негізгі драйверлер	Соңғы үрдістер мен фактілер	Қосқорған үшін сабақ
1	Арал теңізі (Солт./Оңт.)	Ірі су бұру, ирригация, ағынның күрт кемуі, булану	50 жылда су көлемінің ~90% жоғалуы; Солт. Аралды бөлуге арналған Көк-Арал бөгеті Солт. бөлікте балық шаруашылығының қайта жандануына ықпал етті.	Ағын тапшылығы жағдайында кіші көлемді су айдындарын «сақтау» үшін гидрореттеудің нысаналы, локалды шаралары тиімді болуы мүмкін.
2	Балқаш көлі	Іле ағынына тәуелділік, климат жылынуы, булану↑	Батыс-шығыс бөліктер арасындағы айқын тұздылық градиенті; 2050 ж. дейін модельдер: беткі ағын ~30% азаюы, булану ~25% артуы мүмкін.	Ұзақ мерзімді тепе-теңдік үшін кіріс-ағынды қорғау (Іле-түрлес) мен булануды азайтуға бағытталған басқару шешімдері қажет; кіші су қоймаларында да осындай тәуекелдер бар.
3	Сырдария жүйесі (Шардара, Көксарай және т.б.) Шетелдік аналог: Лейк Мид (АҚШ, Колорадо өз. жүйесі)	Маусымдық-трансшек аралық реттеу, ирригация, климаттық құбылмалылық	Сырдария ағыны Шардара, Көксарай қарсыреттегіші және өзге гидрожүйелер арқылы реттеледі; маусымдық тасқын мен вегетациялық кезең сұранысын теңгеру – негізгі міндет	Қосқорған үшін маусымдық су пайдалану кестесін (егін суару шыңы) өңірлік реттеу режимімен ұштастыру маңызды.
4	Мид (АҚШ, Колорадо өз. жүйесі)	Көпжылдық құрғақшылық, жылыну, артық алу	Тарихи төмен деңгейлер; 2026 ж. бастап төмен су сценарийлеріне орай су бөлу қысқартулары жалғасады; ұлттық органдар деңгейінде шектеулер енгізілуде.	

Негізгі салыстырмалы тұжырымдар: Қосқорған су қоймасы климаттық аридизация мен антропогендік суды пайдаланудың артуынан туындаған су тапшылығының артып келе жатқанын көрсетеді. Жақында вегетациялық кезеңде ағынның төмендеуі және буланудың жоғарылауы байқалды, бұл судың түсуі мен жоғалуы арасындағы теңгерімсіздікті күшейтеді. Бөгеттерді нығайту, су жіберу режимдерін түзету және тарату арналарының тиімділігін арттыру сияқты жергілікті инженерлік шаралар су қоймасының пайдалану тұрақтылығына оң әсер етеді, бірақ олар бассейн деңгейіндегі жалпы су тапшылығын өтей алмайды. Жағдай ұзақ мерзімді жұмыстарды ескеруді талап етеді: Қазақстанның оңтүстік өңірлері үшін болжамдар шағын өзендер ағынының одан әрі қысқаруын және ғасырдың ортасына қарай буланудың өсуін көрсетеді, бұл су беруді бейімдеп жоспарлауды, күзгі-қысқы кезеңде толтыруды оңтайландыруды және ең төменгі экологиялық ағын нормативтерін сақтауды қажет етеді. Бұл ретте суды бөлудің институционалдық тетіктері шешуші рөл атқарады: су қоймасының жұмыс істеу тиімділігі су пайдаланушылардың келісімділігіне, маусымаралық регламенттердің қатаң сақталуына және су беру-алу кестесінің уақтылы сақталуына, әсіресе ең жоғары суару кезеңдерінде байланысты болады. Бұл тәсіл өсіп келе жатқан климаттық және экономикалық қысым жағдайында Қосқорған су қоймасының ресурстарын тұрақты басқаруды қамтамасыз етеді..

4. ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеулердің гидрологиялық және климаттық деректері Қосқорған су қоймасының жұмыс істеу режиміндегі бірқатар елеулі өзгерістерді көрсетеді. Маусымдық ағын динамикасымен де, ауа температурасының жоғарылауымен де байланысты су деңгейінің орташа ауытқуы байқалады, бұл біршама қарқынды булануға ықпал етеді. Бірқатар учаскелерде жағалау сызығының біртіндеп өзгеруі және түбіндегі шөгінділердің жергілікті жинақталуы тіркеледі-бұл құрғақ аймақтардағы су нысандарының табиғи дамуына тән үрдістер. Жауын-шашынның азаюы және құрғақ кезеңдердің ұлғаюы су

балансына әсер етеді, алайда ағымдағы табиғи өзгерістер Қазақстанның оңтүстігіне тән шектерде қалады. Мемлекеттік бағдарламалар мен суды басқарудың өңірлік шараларының арқасында гидрологиялық жағдайды тұрақтандыру бойынша қадамдар жасалып жатқанын атап өту маңызды. Суару инфрақұрылымын жақсарту, су тарату арналарын жаңғырту және су қоймасын маусымдық толтыру режимдерін оңтайландыру бойынша жобалар іске асырылуда. Алдын алу жұмыстары климаттық факторлардың әсерін азайтуға және экожүйенің тұрақтылығын сақтауға мүмкіндік береді. Ұзақ мерзімді перспективада су шаруашылығы тәжірибелерін одан әрі жетілдіру суды пайдалану кестелерінің тиімділігін арттыру, булануды азайту және жағалау аймағын нығайту жөніндегі іс-шараларды енгізу, биоресурстарды сақтау үшін ең төменгі экологиялық ағындарды қолдау, сондай-ақ пайдалану режимдерін жалпы бассейндік регламенттермен келісу сияқты бағыттарды қамтиды. Бұл шараларды кешенді жүргізу Қосқорған су қоймасының бейімделу мүмкіндіктерін нығайтуға және оның өзгермелі климат жағдайында тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

ДЕРЕКТЕРДІҢ ҚОЛ ЖЕТІМДІЛІГІ

Бұл мақалада берілген зерттеу материалдары авторлық ұжыммен ашық дереккөздерден алынды.

АВТОРЛАРДЫҢ ҚОСҚАН ҮЛЕСІ

Тұжырымдамалау - НӨӘ.; деректерді басқару – ГБТ; Ресми талдау – ГЖК; Әдістеме – АСӘ; Бағдарламалық қамтамасыз ету – ГБТ; Қадағалау - НӨӘ; Визуализация - АСӘ; Бастапқы жобаны жазу - ГБТ; Шолу жазу және редакциялау – КТС.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алиев К.Ш., Смаилов Т.С., Токтамысов Ж.К. Гидрологические ресурсы Южного Казахстана и их рациональное использование // Вестник КазНУ. Серия географии и экологии. – 2021. – №3 (72). – С. 55–64.
2. Сейдахметов Ж.С., Абдрахманова А.Б. Влияние климатических изменений на водные ресурсы Сырдарьинского бассейна // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2022. – №2 (452). – С. 112–121.
3. United Nations. (2023). World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water. UNESCO, Paris. 214 p.
4. Достай Ж.Д., Сапаров К.Т. Водные ресурсы Казахстана в условиях изменения климата. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 256 с.
5. World Health Organization (WHO). (2017). Guidelines for Drinking-water Quality. 4th edition. Geneva: WHO Press. 631 p.
6. European Environment Agency (EEA). (2020). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 120 p.
7. FAO. (2021). The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) Managing Systems at Risk. Rome: FAO. 280 p.
8. Аманжолов, М.К., Садыков, Е.К. Гидрология и водные ресурсы Южного Казахстана. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 312 с.
9. Досмухамбетов, К.М., Ергешов, А.С. Геоэкологическая оценка антропогенных изменений в бассейне р. Арысь. // Вестник НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2021. – №6. – С. 45–53.
10. FAO. (2022). AQUASTAT database: Kazakhstan water resources and use. – Rome: Food and Agriculture Organization.
11. Kazhydromet Meteorological Database [Электрондық ресурс] URL: https://meteo.kazhydromet.kz/database_meteo/ (жүгінген күні: 02.07.2025).
12. Singh, V.P. (2019). Hydrology and Hydraulics. New Delhi: Springer. 524 p.
13. Государственная геологическая карта Республики Казахстан масштаба 1:200 000. Южно-Казахстанская серия. – Алматы: Комитет геологии и недропользования РК, 2002. – 124 с.
14. Trifonova, T., Stoyanova, V. (2020). Remote sensing and GIS methods in hydrogeological and environmental research. Journal of Environmental Management. Vol. 260, 110–124.
15. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
16. ГОСТ 31940-2012. Вода. Методы измерения содержания химических веществ. – М.: Стандартинформ, 2014. – 18 с.
17. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения органолептических показателей. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 8 с.
18. ГОСТ 31859-2012. Вода. Методы определения биохимического потребления кислорода. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
19. ГОСТ 31942-2012. Вода. Методы определения химического состава. – М.: Стандартинформ, 2013. – 28 с.
20. Абдрахманов, Т.Ж. Геология и гидрогеологические условия Туркестанского региона. – Шымкент: ЮКГУ, 2018. – 215 с.
21. Alimkulov S., Makhmudova L., Talipova E. (2025). Long-term forecasts of the water level of Lake Balkhash... Water, 17(13):2021. DOI:10.3390/w17132021
22. Sun Y., Zhang W., Peng H., Zhou F., Jiang A., Chen X., Wang H. (2023). The Impacts of Climate Change on the Hydrological Process and Water Quality in the Three Gorges Reservoir Area, China. Water. Vol. 15, No. 8. P. 1542. DOI: 10.3390/w15081542.

23. Raulino J. B. S., Silveira C. S., Lima Neto I. E. (2021). Assessment of Climate Change Impacts on Hydrology and Water Quality of Large Semi-Arid Reservoirs in Brazil. *Hydrological Sciences Journal*. Vol. 66, No. 8. P. 1321–1336. DOI: 10.1080/02626667.2021.1933491.
24. Araújo V. F. de, Rodrigues F. M., Silva L. C. da, et al. (2022). Eutrophication Risk Assessment of a Large Reservoir in the Brazilian Semiarid Region under Climate Change Scenarios // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Vol. 94, No. 4. DOI: 10.1590/0001-376520220201689
25. Hamilton D. P., Mitchell S. F., Arhonditsis G. B., et al. (2016) A Synthesis of Climate Change Impacts on Water Quality and Ecology of Freshwater Lakes and Reservoirs. *Hydrobiologia*. Vol. 1. P. 1–23.
26. Vollenweider R. A. (1968). Advances in Defining Critical Loading Levels for Phosphorus in Lake Eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* Vol. 25. P. 53–83.

REFERENCES

- 1 Aliev K.Sh., Smailov T.S., Toktamysov Zh.K. (2021). *Gidrologicheskie resursy Yuzhnogo Kazakhstana i ikh ratsional'noe ispol'zovanie* [Hydrological resources of Southern Kazakhstan and their rational use]. *Vestnik KazNU. Seriya geografii i ekologii*. №3 (72). P. 55–64 [in Russian].
- 2 Seidakhmetov Zh.S., Abdrakhmanova A.B. (2022). Vliyanie klimaticheskikh izmenenii na vodnye resursy Syrdar'inskogo basseina [The impact of climate change on the water resources of the Syrdarya basin]// *Izvestiya NAN RK. Seriya geologii i tekhnicheskikh nauk*. №2 (452). P. 112–121 [in Russian].
- 3 United Nations. (2023). *World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water*. UNESCO, Paris. 214 p.
- 4 Dostai Zh.D., Saparov K.T. (2018). *Vodnye resursy Kazakhstana v usloviyakh izmeneniya klimata* [Kazakhstan's water resources in the context of climate change]. *Almaty: Kazak universiteti*. 256 p. [in Russian].
- 5 World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th edition. Geneva: WHO Press. 631 p.
- 6 European Environment Agency (EEA). (2020). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2020*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 120 p.
- 7 FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) Managing Systems at Risk*. Rome: FAO. 280 p.
- 8 Amanzholov, M.K., Sadykov, E.K. (2016). *Gidrologiya i vodnye resursy Yuzhnogo Kazakhstana* [Hydrology and water resources of South Kazakhstan]. *Almaty: Kazak universiteti*. 312 p. [in Russian].
- 9 Dosmukhambetov, K.M., Ergeshov, A.S. (2021). *Geoekologicheskaya otsenka antropogennykh izmenenii v basseine r. Arys'* [Geocological assessment of anthropogenic changes in the Arys River basin]. *Vestnik NAN RK. Seriya geologii i tekhnicheskikh nauk*. №6. P. 45–53. [in Russian]
- 10 FAO. (2022). *AQUASTAT database: Kazakhstan water resources and use*. – Rome: Food and Agriculture Organization.
- 11 Kazhydromet Meteorological Database [Electronic resources] URL: https://meteo.kazhydromet.kz/database_meteo/ (date of access: 02.07.2025).
- 12 Singh V.P. (2019). *Hydrology and Hydraulics*. New Delhi: Springer. 524 p.
- 13 Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Respubliki Kazakhstan masshtaba 1:200 000. [1:200,000 scale State Geological Map of the Republic of Kazakhstan] *Yuzhno-Kazakhstanskaya seriya*. *Almaty: Komitet geologii i nedropol'zovaniya RK*, 2002. 124 p. [in Russian].
- 14 Trifonova, T., Stoyanova, V. (2020). Remote sensing and GIS methods in hydrogeological and environmental research. *Journal of Environmental Management*. Vol. 260, 110–124.
- 15 GOST 31861-2012. *Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [Water. General sampling requirements]. M.: Standartinform, 2013. 12 p. [in Russian].
- 16 GOST 31940-2012. *Voda. Metody izmereniya sodержaniya khimicheskikh veshchestv* [Water. Methods for measuring the content of chemicals]. M.: Standartinform, 2014. 18 p. [in Russian].
- 17 GOST 3351-74. *Voda pit'evaya. Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazatelei* [Drinking water. Methods for determining organoleptic parameters]. M.: Izd-vo standartov, 1974. 8 p. [in Russian].
- 18 GOST 31859-2012. *Voda. Metody opredeleniya biokhimicheskogo potrebleniya kisloroda* [Water. Methods for determining biochemical oxygen consumption]. M.: Standartinform, 2013. 16 p. [in Russian].
- 19 GOST 31942-2012. *Voda. Metody opredeleniya khimicheskogo sostava* [Water. Methods for determining the chemical composition]. M.: Standartinform, 2013. 28 p. [in Russian].
- 20 Abdrakhmanov, T.Zh. *Geologiya i gidrogeologicheskie usloviya Turkestanskogo regiona* [Geology and hydrogeological conditions of the Turkestan region]. *Shymkent: YuKGU*, 2018. 215 p.
- 21 Alimkulov S., Makhmudova L., Talipova E. (2025). Long-term forecasts of the water level of Lake Balkhash. *Water*, 17(13):2021. DOI:10.3390/w17132021.
- 22 Sun Y., Zhang W., Peng H., Zhou F., Jiang A., Chen X., Wang H. (2023). The Impacts of Climate Change on the Hydrological Process and Water Quality in the Three Gorges Reservoir Area, China. *Water*. Vol. 15, No. 8. P. 1542. DOI: 10.3390/w15081542.
- 23 Raulino J. B. S., Silveira C. S., Lima Neto I. E. (2021). Assessment of Climate Change Impacts on Hydrology and Water Quality of Large Semi-Arid Reservoirs in Brazil. *Hydrological Sciences Journal*. Vol. 66, No. 8. P. 1321–1336. DOI: 10.1080/02626667.2021.1933491.
- 24 Araújo V. F. de, Rodrigues F. M., Silva L. C. da, et al. (2022). Eutrophication Risk Assessment of a Large Reservoir in the Brazilian Semiarid Region under Climate Change Scenarios. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Vol. 94, No. 4. DOI: 10.1590/0001-376520220201689.
- 25 Hamilton D. P., Mitchell S. F., Arhonditsis G. B., et al. (2016) A Synthesis of Climate Change Impacts on Water Quality and Ecology of Freshwater Lakes and Reservoirs. *Hydrobiologia*. Vol. 1. P. 1–23.
- 26 Vollenweider R. A. (1968). Advances in Defining Critical Loading Levels for Phosphorus in Lake Eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* Vol. 25. P. 53–83.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСКОРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И КЛИМАТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Нурлыбек А. Абдимуталип PhD, и.о.профессора, Газиза Б. Тойчибекова* PhD, доцент, Акмарал С. Адилбай, Гульнар Ж. Койшиева к.х.н., и.о.доцента, Карлыга Т. Сарбаева к.х.н., и.о.доцента

Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан; nurlibek.abdimutalip@ayu.edu.kz, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz, akmaral.adilbay@ayu.edu.kz, gulnar.koishiyeva@ayu.edu.kz, karlyga.sarbayeva@ayu.edu.kz

* Автор корреспонденции: Газиза Б. Тойчибекова, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Коскорганское водохранилище, гидрологический режим, изменение климата, водные ресурсы, сравнительно-аналитический метод, химический анализ воды, качество воды, экологическая оценка.

По статье:

Получено: 15.10.2025
Пересмотрено: 25.12.2025
Принято: 26.12.2025
Опубликовано: 30.12.2025

АБСТРАКТ

Данная статья посвящена Коскорганскому водохранилищу, которое было введено в эксплуатацию для орошения сельскохозяйственных угодий с 1956 года и в настоящее время подвергается некоторым экологическим неблагоприятным воздействиям. В последние десятилетия водохранилище испытывает значительное влияние климатических изменений и антропогенных факторов. Среднегодовое снижение притока в регионе за последние 30 лет достигло 8...12%, что связано с повышением среднегодовой температуры воздуха на 1,1...1,3 °C и уменьшением объема атмосферных осадков на 7...10%. Методологическая база исследования включала сравнительно-аналитический метод, ретроспективный анализ гидрологических данных за период 1994...2024 годы, а также сравнение водоемов с международным опытом адаптации к изменению климата. Полученные результаты показали увеличение минерализации воды с 0,8...1,0 г/л в 1994-х до 1,5...1,7 г/л в 2024-х годах, а также увеличение концентрации нитратов и сульфатов по сравнению с санитарными нормами на 15...20%. На основе проведенного анализа даны рекомендации по интегрированному управлению водохранилищем с учетом региональных особенностей и международного опыта.

HYDROLOGICAL AND GEOSTRUCTURAL CHANGES IN THE KOSKORGAN RESERVOIR UNDER CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC IMPACT AND CLIMATIC FLUCTUATIONS

Nurlybek Abdimutalip PhD, acting professor, Gaziza Toychibekova* PhD, associate professor, Akmaral Adilbai, Gulnar Koishiyeva Candidate of chemical sciences, Karlyga Sarbayeva Candidate of chemical sciences

Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan; nurlibek.abdimutalip@ayu.edu.kz, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz, akmaral.adilbay@ayu.edu.kz, gulnar.koishiyeva@ayu.edu.kz, karlyga.sarbayeva@ayu.edu.kz

* Corresponding author: Gaziza Toychibekova, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz

KEY WORDS

Koskorgan reservoir, hydrological regime, climate change, water resources, comparative analytical method, chemical analysis of water, water quality, environmental assessment.

ABSTRACT

This article is devoted to the Koskorgan reservoir, which has been put into operation for irrigation of agricultural land since 1956 and is currently undergoing some environmental adverse effects. In recent decades, the reservoir has been significantly influenced by climatic changes and anthropogenic factors. The average annual decrease in inflow in the region over the past 30 years has reached 8...12%, which is associated with an increase in the average annual air temperature by 1,1...1,3 °C and a decrease in precipitation by 7...10%. The methodological base of the study included a comparative analytical method, a retrospective analysis of hydrological data for the period 1994...2024, as well as a comparison of reservoirs with international

About article:

Received: 15.10.2025

Revised: 25.12.2025

Accepted: 26.12.2025

Published: 30.12.2025

experience in adapting to climate change. The results showed an increase in water mineralization from 0,8...1,0 g/l in the 1994s to 1,5...1,7 g/l in the 2024s, as well as an increase in the concentration of nitrates and sulfates compared with sanitary standards by 15...20%. Based on the analysis, recommendations on integrated reservoir management are given, taking into account regional specifics and international experience.

Баспагердің ескертпесі: барлық жарияланымдардағы мәлімдемелер, пікірлер мен деректер «Гидрометеорология и экология» журналына және/немесе редакторға(ларға) емес, тек авторға(ларға) тиесілі.