

Еуразиялық агротехникалық журнал = Евразийский агротехнический журнал. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2026. -№ 1 (129). - P.-169-179. - ISSN 3135-243X, 3135-2448

doi.org/10.51452/eaj.2026.1(129).2131

ЭОЖ 630\*181.351

Зерттеу мақаласы

## Іле өзенінің бойындағы тоғай ормандарының жерасты суы деңгейін зерттеу

Досманбетов Д.А.<sup>1</sup>, Еркинбекова Г.К.<sup>2</sup>, Каспакбаев Е.М.<sup>1</sup>, Ахметов Р.С.<sup>1</sup>  
Майсупова И.К.<sup>2</sup>, Копабаева А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ө.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты, Алматы филиалы, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

**Корреспондент-автор:** Каспакбаев Е.М.: kaspakbaeverganat1971@yandex.ru

**Бірлескен авторлар:** (1: ДД) daniyar\_d.a.a@mail.ru; (2: ГЕ) gulimtare86@mail.ru  
(3: РА) ars\_28@mail.ru; (4: ИМ) Indi8484MIK@mail.ru; (5: АК) araika-05.10@mail.ru

**Қабылданған күні:** 28.01.2026 **Қабылданды:** 03.03.2026 **Жарияланды:** 30.03.2026

### Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Зерттеу жұмысы Іле өзенінің бойындағы тоғай ормандары аумағындағы жерасты суы деңгейінің өзгерісін, оның маусымдық динамикасын және экожүйеге әсерін анықтауға бағытталған. Орта Азиядағы тоғай экожүйелерінің деградациясы негізінен өзен ағысын антропогендік реттеу мен климаттың өзгеруіне байланысты. Су тасқыны режимінің өзгеруі, топырақ тұздануының күшеюі және ағаш-бұта қауымдастықтарының табиғи жаңару мүмкіндігінің төмендеуі тоғайлардың деградациясына әкеліп, олардың экологиялық тұрақтылығына кері әсер етеді.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу барысында өзен аңғары маңындағы және орталық террасалық бөліктерде бақылау ұңғымалары орналастырылып, көктем, жаз және күз мезгілдерінде жерасты суының деңгейі өлшенді. Нәтижелерге сәйкес, өзен аңғары террасасында көктемде жерасты суының деңгейі 1,8 м болса, күзде 2,1 м дейін төмендеген, ал орталық террасаларда көктемде 3,1 м күзде 3,7 м дейін төмендеген. Аталған айырмашылықтардың жер бедері ерекшеліктеріне және өзен арнасымен гидравликалық байланыстың деңгейіне тәуелді екені анықталды.

Нәтижелер. Зерттеу жерасты суы деңгейінің маусымдық ауытқуларын топырақтың физикалық-химиялық қасиеттерімен, жауын-шашын мөлшерімен, булану және транспирация арқылы өсімдік жамылғысының су тұтынуымен өзара байланыста қарастыруға мүмкіндік берді. Көктем мезгілінде қардың еруі мен көктемгі тасқындар сулы қабаттардың толығына ықпал етеді, ал жаз айларында булану мен атмосфералық ылғал тапшылығы су деңгейінің төмендеуіне себеп болады. Бұл мәліметтер тоғай ормандарын қалпына келтіруде және деградацияланған жерлерде екпелердің тиімділігін анықтауда практикалық маңызға ие.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері Іле өзені бойындағы тоғай экожүйелерінің гидрогеологиялық жағдайларын, топырақ тұздануы мен жерасты су деңгейін ескере отырып, экологиялық тұрақтылықты сақтау және деградацияланған учаскелерді қалпына келтіру стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді. Жерасты суларының режимін тиімді реттеу экожүйелердің табиғи динамикасын қалпына келтіруге, биоәртүрлілікті сақтауға және су ресурстарын ұтымды пайдалануға жағдай жасайды.

**Кілт сөздер:** гидрогеология; жерасты суы; маусымдық динамика; тоғай орманы; топырақтың тұздануы; Іле өзені.

## Кіріспе

Қазіргі уақытта Орталық Азиядағы ағын суды реттеу және гидротехникалық құрылысты кеңінен пайдалану нәтижесінде, тоғай ормандарының табиғи жаңаруы тоқтады. Қуаңшылық аймақтардағы су ресурстарының тапшылығын және ағыны реттелетін өзендер режимін өзгерту мүмкіндігінің жоқтығын ескере отырып [1], қоршаған ортаның өзгеріске ұшыраған жағдайында табиғи су режимін қалпына келтіру үшін негізгі сақталған тоғай массивтерін екпе түрінде қалпына келтіру және олардың өсуіне қолдау мүмкіндігіне жаңа тәсілдерді әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Жерасты суы мен су тасқыны режимінің өзгеруіне алып келетін өзен ағынын антропогендік реттеу Орта Азияның тоғай экожүйелерінің кең таралған деградациясының негізгі себебі болып табылады.

Климаттың жаһандық өзгеруі Орта Азияның тоғай экожүйелеріндегі кең таралған деградациясының негізгі себептерінің бірі. Зерттеу аймағында климаттың өзгеруінің бірыңғай тенденциясы: жылы кезеңде, жазда және күзде температураның жоғарылауы және жауын-шашынның азаюы, сондай-ақ суық кезеңде, негізінен күзде, қыс мезгілінде де, температураның көп жылдық деректермен салыстырғанда жылы болуы байқалады.

Тоғай экожүйелерінің деградациясының салдары өсімдіктер типінің түбегейлі өзгеруі болып табылады, топырақтың гидроморфтық режимінің автоморфтыға өзгеруі нәтижесінде, ол шалғынды гидроморфтыдан бастап, терең тұзданған әртүрлі тұзды сортаңдар пайда болады.

Деградацияға ұшыраған тоғай экожүйелері өсімдік түрлерінің аз болуымен, қауымдастықтар құрамының әлсіз өзгеруімен және сүрек өнімділігінің төмен болуымен сипатталады.

Қазіргі уақытта табиғаттың өзгермелі жағдайларында Орта Азияның тоғай экожүйелерін галофитті тоғай түрлерінен қайта жандандыру қажет. Деградацияға ұшыраған, тұзды автоморфты жерлерде тоғайларды галофиттік түрден құралған зерттеу нұсқаларымен қалыптастыру мүмкіндігі тәжірибе түрінде дәлелденген.

Ғылыми негізделген ұсынымдарды пайдалану және деградацияға ұшыраған сортаң жерлердегі экожүйелерді қалпына келтірудің эксперименттік тәжірибесін қолдану арқылы қазіргі уақыттағы қоршаған ортаның жылдам өзгеретін жағдайында тоғайлардың кең таралған деградациясы мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

Тоғай – шығу орталығы Орта Азия болып есептелетін және үштік дәуірдегі флораның ежелгі ерекшеліктерін сақтаған өсімдіктердің өзгеше реликті тип. Қазіргі тоғайлар – бұл Алдыңғы, Орта және Орталық Азия өзендерінің аңғарларында кең таралған ағаш-бұталы және шөпті қауымдастықтар, қазіргі кезде олардың жаппай деградациясы және таралу аймағының тұрақты азаюы байқалады.

Қазақстанның қазіргі тоғай ормандары оңтүстіктегі өзендердің – Сырдария, Шу, немесе т.б. жайылмаларында өсетін ағаш, бұта және шөпті қауымдастықтардан құралған. Олардың жалпы ауданы шамамен 400 мың га құрайды, оның шамамен 150 мың га орманмен қамтылған. Тоғай ормандарының топырақты қорғауда, суды реттеу мен қорғауда, өзен жағалауын нығайтуда маңызы зор [2]. Кейбір жағдайларда олар қорғаныш функциясын орындайды және сулы-батпақты алқаптарды биодренаждауды жүзеге асырады [3].

Тоғай ормандары – бірегей шоқталған өсімдіктер қауымдастығы болып саналады, олардың пайда болуы және тіршілік етуі белгілі бір өзен жүйелерімен тығыз байланысты [4, 5]. Тоғай ормандары желден қорғайтын құрал ретінде және құмды бекітуде, суды үнемдеуде және биоәртүрлілікті сақтауда маңызды рөл атқарады [6, 7].

Тоғай ормандары аумағының азаюы флора мен фаунаның көптеген құнды, сирек кездесетін және реликті түрлерінің жоғалуына, сонымен қатар тоғай ормандарының суды қорғау мен реттеу, жағалауды қорғау және мелиорациялық функцияларын бұзады, бұл адамзаттың тіршілік ету ортасының деградациясына және шаруашылық қызметінің кейбір түрлерінің төмендеуіне алып келеді [8].

Орта Азиядағы тоғайлардың антропогендік деградациясының негізгі себебі өзен ағынын реттеу болып табылады, бұл су тасқыны режимінің өзгеруіне (әдетте өзен аңғарларының сулануының төмендеуіне алып келеді), топырақ түзілуінің сипаты мен қарқындылығының өзгеруіне (тұздандудың жоғарылауы, топырақ құрамының өзгеруі, тығыздалуы, тақырға айналуы)

және ағаш-бұта мен шөп қауымдастықтарының табиғи жаңару мүмкіндігінің жоғалуына алып келеді.

Су ағынын антропогендік реттеумен қатар, климаттың өзгеруі де Орта Азиядағы реликті тоғай экожүйелерінің кең таралған деградациясының негізгі себебі болып табылады, өйткені климаттың өзгеруінің негізгі тенденциялары (жылы жартыжылдықта, жазда және күзде температураның жоғарылауы және жауын-шашынның азаюы, сондай-ақ жылы кезеңнің ұзаруы) вегетациялық кезеңде жайылма аймақтарының құрғауының жоғарылауына ықпал етеді.

Тоғай экожүйелерінің табиғи динамикасы тікелей (ағаш кесу, шөп шабу, өрт) және жанама (өзен ағынын реттеу) сипаттағы антропогендік әсер ету нәтижесінде бұзылады; динамикалық процестің жалпы бағыты күрт қозғалады – галофитизация және топырақтың құрғауы; барлық жерде тоғайда типтік (шартты түрде байырғы) ағаш-бұта қауымдастықтарының жоғалуы байқалады, тек қауымдастық топтары ғана емес, сонымен бірге тоғайдағы өсімдіктердің толығымен жеке формациялары; ағаш-бұталы тоғайлардың орнына бұрын кең таралмаған шөпті және галофитті қауымдастықтардың әр түрлерімен ауыстырылуда [9].

Қазіргі тоғайлардың негізгі бөлігі (ауданның 95%-на дейін) деградацияланған экожүйелерге жатады, олар қауымдастықтардың қарапайым құрылымымен, өсімдік түрлерінің аз болуымен, және өнімділігінің төмендеуімен сипатталады.

Тоғайларды қалпына келтіру үшін деградацияланған топырақтың тұздану дәрежесі мен сипатына және сулану мүмкіндіктеріне байланысты қауымдастықтарды қалпына келтірудің арнайы әдістерін (яғни, сапасы жағынан әртүрлі суды - өзен немесе коллекторлық-дренаждық суды пайдалану, сондай-ақ аумақтарды ылғалдандырудың әртүрлі режимін қолдану: судың жетіспеушілігі кезінде бастапқыда ең аз мөлшерде сирек суарудан бастап, жыл сайынғы жасанды су басуға дейін) қолдану қажет. Төмен және орташа тұздану дәрежесіндегі коллекторлық-дренаждық суды шектеулі пайдалану кезінде тек қана тоғайларда галофиттік өсімдіктерді өсіруге болады. Сонымен қатар, өзен суын жеткілікті мөлшерде пайдаланған кезде, тіпті өте және терең тұздалған (2,5 м дейін) топырақтарда да типтік тоғай экожүйелерін қалпына келтіруге болады.

### **Материалдар мен әдістер**

Жер қойнауындағы кез-келген су «жерасты суы» деп аталады. Ол тау жыныстарының минералды бөлшектері арасындағы бос жерлерді, жарықтар мен ұсақ бос қуыстарды толтырады. Сумен қаныққан жер қабаты сулы қабат немесе су қабаты деп аталады. Жерасты суы – жер қойнауындағы судың бір түрі. Ол жер бетіне жақын су өткізетін қабатта – бірінші су өткізбейтін қабатқа дейін орналасқан. Бұл өткізгіш қабат сумен толық қанықпайды. Сондықтан жерасты суының беті еркін, қысымсыз және ол суды бөгейтін қабатпен көмкерілмейді. Осыған байланысты жерасты суын құдықпен немесе ұңғымалармен ашқан кезде оның қабаты бастапқыда анықтаған тереңдік бойынша белгіленеді.

Жерасты суының режимін қалыптастыру үшін судың булануының мен транспирациясының маңызы зор. Бұл факторлардың әсері жерасты суының деңгейінің төмендеуіне алып келеді. Транспирация – өсімдіктердің суды тұтынуы, ол барлық жағдайларда оң құбылыс және биологиялық дренаждың мәні болып табылады. Булану кезінде жерасты суының деңгейі төмендейді, топырақтың жоғарғы қабаттарында зиянды тұздардың жиналуымен бірге жүреді. Жерасты суының қабаты жер бетінен 3 м төмен тереңдікте болған кезде, булану күрт төмендейді. Бақылау жүргізу арқылы әртүрлі өсімдіктердің транспирациялық қабілетінің әртүрлі екенін анықталған. Бұл әсіресе, ағаш өсімдіктерінде жоғары. Сондықтан каналдардағы судың булану шығынын азайту үшін суару каналдарының бойына ағаштар отырғызылады.

*С. Трешкин* [10] Амудария өзенінің жайылмасындағы тоғайларды зерттей отырып, алғаш рет экожүйелердің қалыптасуы мен динамикасына әсер ететін климаттың өзгеруінің негізгі тенденцияларын, негізінен Орта Азия тоғайларының өсу ареалы бойынша (көпжылдық климаттық сипаттамаларды талдау негізінде: ауаның орташа, минималды, максималды температурасы және жылдар мен маусымдар бойынша жауын-шашын мөлшері) анықтады. Олар тоғайлардың кең таралған деградациясы мәселесін шешудің тәсілдерін тапты, оның себептері табиғи ортаның

қазіргі қоршаған ортада жылдам өзгеретін жағдайларында анықталды. Тоғай экожүйелерін трансформациялау механизмі анықталды. Олардың өзгеруінің негізгі факторлары: жайылмадағы өзен ағыны мен жерасты суының табиғи немесе антропогендік өзгерістері екендігі дәлелдеген.

Деградацияға ұшыраған тоғай экожүйелерінде өсімдік түрлері аз болады, қауымдастықтар құрамы әлсіз өзгеріп, өнімділігінің төмен болады. Орман шаруашылығы қызметкерлерінің табиғи тоғай ормандарын қалпына келтіру әрекеттері қазіргі уақытта нәтиже бермей отыр. Бұл тоғайдағы негізгі орман құраушы түрлерінің: *Populus ariana*, *Populus pruinosa*, *Elaeagnus turcomanica*, *Salix songarica*, *Tamarix ramosissima*, *Tamarix meyeri*, *Tamarix laxa*, *Tamarix florida* және т.б. [11] биологиясы мен даму ерекшеліктеріне байланысты.

Олардың ішіндегі ең маңыздысы – тоғайдағы ағаш түрлері тұқымдарының тек ылғалды, тұздалмаған топырақта өсуге қабілетті болуы. Тоғай қауымдастықтарының тіршілік ету процесінде олардың астындағы топырақ біртіндеп тұзданады. Су тасқыны тоқтаған жағдайда шалғынды және тоғайлы топырақ сортаңға айналады.

Орталық Азиядағы (Батыс және Шығыс Түрікменстан, Өзбекстан, Тәжікстан, Қазақстан, Алашань Гобиі) тоғай қауымдастықтарының проблемаларын зерттеу жөніндегі зерттеушілердің көпжылдық деректері тек геоботаникалық индикация негізінде қалпына келтіру жұмыстарына қолайлы аумақтарды дұрыс таңдау мүмкін еместігін анықталды, өйткені көптеген шөптесін өсімдік түрінің тамыр жүйесі алғашқы 1-1.5 м шегінде, ал ағаш және бұта түрі –1 м топырақтың жоғарғы қабатынан 4-6 м дейін тереңдікте орналасқан [12].

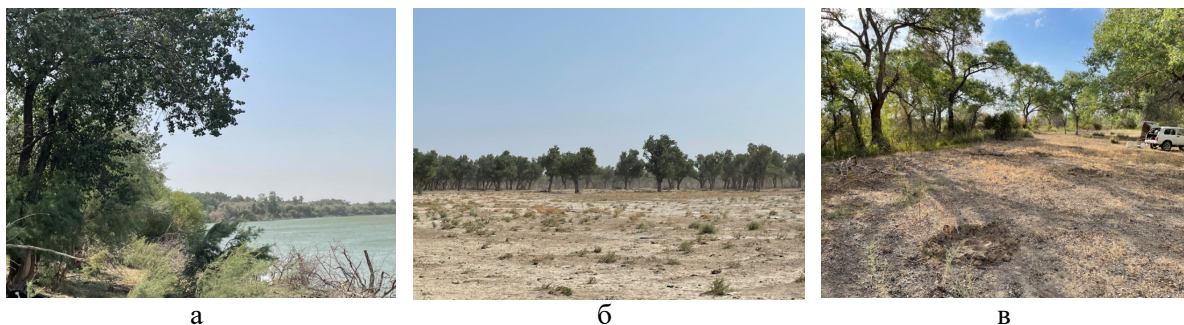
Тоғайдың ағаш-бұталы және шөпті экожүйелерін қалпына келтіру кезінде жерасты суының ұсынылған деңгейі, топырақ пен жерасты суының тұздану дәрежесі олардың әртүрлі динамикалық және жас кезеңдері үшін айтарлықтай өзгеретінін ескеру қажет. Көпжылдық далалық және стационарлық зерттеулер арқылы жерасты суының деңгейінің шегін, олардың тұздану дәрежесін, сондай-ақ әртүрлі тоғай қауымдастықтары үшін табиғи жаңару жағдайларын бағалауға мүмкіндік берді [12].

Жерасты суының деңгейі 0.5-1.5 м ақ тал (*Salix songarica*), айрауық (*Calamagrostis dubia*), кәдімгі қамыс (*Phragmites australis*) және қоға түрлері (*Typha angustifolia*, *T. minima*, *T. laxmannii*) қауымдастықтарының тіршілік етуі үшін қажет. *Salix songarica* және *Calamagrostis dubia* қауымдастықтары үшін топырақтың тұздануы және жерасты суының деңгейі алғашқы үш метрінде минималды болуы керек – 0,1-0,3% дейін топырақта және 1 мен 0,8-1,2 г/л жерасты суында.

Шығыс парсы терегі (*Populus ariana*), ақ тораңғы (*Populus pruinosa*), жиде (*Elaeagnus turcomanica*), бұталар: жыңғыл мен шеңгел (*Tamarix ramosissima*, *Halimodendron halodendron*) және шөптесін өсімдіктер: кендір мен мия (*Trachmithum scabrum*, *Glyzyrrhiza glabra*) үшін жерасты суының деңгейі 2-2,5 м болуы қажет. Жалпы Орта Азияның бүкіл аймағында қолайсыз жағдайды ескере отырып, барлық ағаш-бұталы тоғай қауымдастықтары үшін жерасты суының деңгейін 2,5-3,5 м дейін (өзен суының мол болуына, жыл мезгіліне және жер бедеріне байланысты) ұсынуға болады.

Бұл тоғай экожүйелерін сақтау үшін қажетті ең жоғары көрсеткіштер. Тоғай қауымдастықтарының осы тобының астындағы топырақтың тұздануы тек бірінші метрдегі тереңдікте өте жоғары болуы мүмкін – 0,8-1,5%, әрі қарай тереңдікте тұздану төмендеуі керек: екінші метрде 0,1-0,7% дейін және үшінші метрде – 0,05-0,6% дейін болуы қажет. 3 м астам тереңдікте топырақ тұзданған кезде, 0,9-1% артық болса, ағаш-бұта тоғайлары тіршілік ете алмайды және курап кетеді. Алайда, олар жоғарғы қабаттарда (1 м дейін) 6-16% дейін тұзданса да өсе алады.

Негізінен тоғай ормандары ерекше фауна мен флораға бай мекен (1-сурет). Іле өзені бойындағы тоғай ормандарының дендрофлорасы алуан түрлі. Нақтырақ айтатын болсақ, мұнда әртүрлі көп жылдық ағаштар, бұталар, шөптесін өсімдіктер және бір жылдық сан алуан өсімдіктер өседі.



1-сурет – Іле өзені бойындағы тоғай ормандары

Тоғай ормандарындағы жерасты суының деңгейін зерттеулердің бірі ол арнайы алдын ала жасалынып құрылған бақылау ұңғымалары арқылы тексеріледі [13, 14]. Осы әдісті негізге ала отырып аталған зерттеу жұмыстарын жүргіздік.

### Нәтижелер және талқылау

Негізгі ғылыми-зерттеу жұмыстары Алматы облысының табиғи ресурстар және табиғатты пайдалануды реттеу басқармасы мемлекеттік мекемесінің «Бақанас орман шаруашылығы» мекемесіне қарасты Іле өзенінің бойындағы тоғай ормандарының вегетациялық (көктем, жаз, күз) кезеңдегі су деңгейі зерттелді.

Жерасты суы гидросфераның атмосферамен, биосферамен және мезосферамен өзара әрекеттесуінің өте күрделі жүйесі. Бұл күрделі өзара әрекеттесу бір жағынан жерасты су деңгейінің барлық жерде және салыстырмалы тұрақтылығына, ал екінші жағынан жерасты суының деңгейінің жер бедерінің сәйкестігіне байланысты. Тұрақты тепе-тендік бұзылған жағдайда оны қалпына келтіруге бағытталған процестер пайда болады.

Жерасты суының динамикасы мен деңгейінің қалыптасуына әртүрлі химиялық және су-физикалық қасиеттерімен сипатталатын топырақ-жерасты су жағдайлары үлкен әсер етеді.

Ғылыми әдебиеттерде әртүрлі ағаштар мен бұталардың жоғары гидрологиялық рөлі туралы кең ақпарат бар.

Олардың барлығында орман екпелерінің жерасты суының көтерілуіне ықпал ететіндігі туралы мәліметтер келтірілген. Жерасты суының көтерілу мөлшері көптеген факторларға: жауын-шашын мөлшеріне, екпелердің түрі мен конструкциясына, олардың орналасуына, жасына, биіктігіне және тағы басқа көрсеткіштерге байланысты.

Зерттеу бағдарламасы бойынша біз Іле өзенінің жайылмасының екі бөлігіндегі жерасты суының деңгейіне: өзен аңғарына және орталық бөлігіне бақылау жүргіздік. Осы мақсатта барлап зерттеу жұмыстары жүргізіліп, осы террасаларға салынған ұңғымалар табылды. Үлгілерді алу кезеңі көктем, жаз және күз айларында жүргізілді. Ең алдымен өзенге жақын орналасқан жердегі бақылау ұңғымасының жерасты су деңгейі анықталды, ал екінші кезекте өзеннен алшақтау жерде орналасқан бақылау ұңғымасының жерасты су деңгейі анықталды (2-сурет).



2-сурет – Іле өзені бойындағы тоғай ормандарының жерасты су деңгейлерін зерттеу сәті

1-кестеде және 3-суретте 2025 жылдың вегетациялық кезеңінде жерасты суы деңгейінің ауытқуы туралы мәліметтер келтірілген.

1-кесте – Іле өзендері жайылмасының әртүрлі бөліктеріндегі жерасты суының деңгейі м

Атауы	Терраса	Үлгілердің алу кезеңі	Жерасты суының деңгейі, м
Іле өзені	Өзенге жақын орналасқан жерлер	Көктем	1,8
		Жаз	2,4
		Күз	2,1
	Өзеннен алшақтау орналасқан жерлер	Көктем	3,1
		Жаз	3,5
			3,7

1-кестеден және 3-суреттен көрініп тұрғандай, өзеннің жайылмасында немесе өзен аңғары террасасында көктемде жерасты суының деңгейі 1,8 м құрайды және күзге қарай 0,3 м төмендейді және 2,1 м құрайды. Көктемде орталық жайылмада жерасты суының деңгейі 3,1 м құрайды, сонымен қатар күзге қарай 3,7 м дейін төмендейді.



3-сурет – Іле өзені бойындағы тоғай ормандарының жерасты суының деңгейі

Зерттеу барысында алынған мәліметтер Іле өзені жайылмасы аумағындағы жерасты суы деңгейінің маусымдық динамикасы ірі өзендердің аридтік және субаридтік аймақтарындағы жайылмалық аумақтарға тән гидрогеологиялық режим туралы жалпы қабылданған ғылыми түсініктермен толық сәйкес келетінін көрсетті. Өзен аңғары және орталық террасалар арасындағы жерасты суының тереңдігіндегі айырмашылықтар, ең алдымен, олардың морфологиялық орналасу ерекшеліктерімен және өзен арнасымен гидравликалық байланыс дәрежесімен анықталады.

Бақылау нәтижелері бойынша өзен аңғары террасасы жыл бойы жерасты суының салыстырмалы түрде жоғары деңгейімен сипатталады. Мұндай заңдылық өзен аңғарларының гидрогеологиясына арналған ғылыми еңбектерде бірнеше рет атап өтілген, мұнда өзен аңғары аумақтарындағы су режимінің қалыптасуында өзен арнасынан бүйірлік фильтрациялық ағын мен мерзімді су басудың жетекші рөлі көрсетіледі. Ал орталық террасада жерасты суының жату тереңдігі анағұрлым жоғары болып, бұл су алмасу қарқындылығының төмендеуін және инфильтрациялық коректенудің басым екенін айғақтайды.

Жерасты суы деңгейінің маусымдық жүрісі көктемгі кезеңде айқын көтерілумен сипатталады, бұл қардың еруі мен көктемгі тасқынның жайылмалардың гидрогеологиялық режиміне шешуші әсер ететінін көрсететін зерттеулер деректерімен сәйкес келеді. Осы кезеңде жер үсті және өзен суының инфильтрациясы есебінен сулы қабаттардың белсенді түрде толығыуы байқалады. Екі террасада да тіркелген жазғы кезеңдегі жерасты суы деңгейінің төмендеуі құрғақ аймақтар гидрогеологиясына арналған еңбектерде сипатталған заңдылықтарға сәйкес келеді, мұнда деңгейдің

төмендеуінің негізгі факторлары ретінде буланудың жоғарылауы, атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің азаюы және өсімдік жамылғысының қарқынды су тұтынуы көрсетіледі.

Жерасты су деңгейінің күзгі динамикасындағы айырмашылықтар ерекше назар аудартады. Өзен аңғары террасасында су деңгейінің ішінара қалпына келуі дренаж процесінің баяулауымен және өзен арнасынан келетін қоректенудің сақталуымен байланысты болуы мүмкін. Ал орталық террасада жерасты суы деңгейінің одан әрі төмендеуі гидрогеологиялық процестердің неғұрлым инерциялық сипатын және жерасты су қорларының табиғи жолмен толықтырылу мүмкіндіктерінің шектеулілігін көрсетеді. Ұқсас қорытындылар Орталық Азия өзендерінің жайылмаларына арналған зерттеулерде де келтіріледі, онда жайылманың ішкі бөліктерінің климаттық ауытқуларға жоғары сезімталдығы атап өтіледі.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер Іле өзені жайылмасындағы жерасты су режимі маусымдық гидрологиялық факторлар мен жайылмалық ландшафттардың кеңістіктік дифференциациясының бірлескен әсері нәтижесінде қалыптасатынын растайды. Бұл жағдай климаттың өзгеруі мен антропогендік ықпалға байланысты гидрогеологиялық жағдайлардың өзгерісін болжау кезінде міндетті түрде ескерілуі тиіс.

### Қорытынды

Зерттеу нәтижелері Іле өзенінің бойындағы тоғай ормандарының гидрогеологиялық және экологиялық жағдайларын жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді. Алынған мәліметтерге сәйкес, тоғай экожүйелерінің деградациясының негізгі себептері – өзен ағынын антропогендік реттеу және климаттық өзгерістер болып табылады. Су тасқыны режимінің өзгеруі, өзен суының қолжетімділігінің төмендеуі, топырақтың тұздануының артуы және табиғи жаңару процесінің бұзылуы экожүйелердің құрылымдық және функционалдық тұрақтылығын айтарлықтай төмендетеді. Бұл өз кезегінде биоәртүрліліктің азаюына, сирек кездесетін және реликті өсімдіктер мен жануарлардың жоғалуына, сондай-ақ тоғай ормандарының қорғау, мелиорациялық және гидрологиялық қызметтерінің әлсіреуіне әкеледі.

Зерттеу барысында өзен аңғары және орталық террасалардағы жерасты суының деңгейі маусымдық динамикаға байланысты өзгертіндігі анықталды. Көктемде қардың еруі мен көктемгі тасқындардың әсерінен сулы қабаттар белсенді түрде толтырылады, ал жазда булану мен транспирацияның артуына, атмосфералық жауын-шашынның азаюына байланысты деңгей төмендейді. Қыркүйек-қазан айларында өзен аңғары террасасында жерасты суының ішінара қалпына келуі байқалса, орталық террасаларда төмендеу жалғасады, бұл гидрогеологиялық процестердің инерциялық сипатын және инфильтрациялық қоректенудің шектеулігін көрсетеді. Сонымен қатар, жерасты суының деңгейі мен топырақ тұздануы әртүрлі ағаш-бұта және шөпті қауымдастықтардың тіршілігі мен өсуіне тікелей әсер ететін негізгі фактор болып табылады.

Анықталған деректер бойынша Іле өзенінің бойындағы негізгі тоғай түрлері мен қауымдастықтары үшін ұсынылатын жерасты суының деңгейі мен топырақ тұздануының шектеулері нақты анықталды. Мысалы, *Salix songarica* және *Calamagrostis dubia* қауымдастықтары үшін жерасты суының деңгейі 0,8-1,2 м аралығында, топырақ тұздануы бірінші метрде 0,1-0,3% болуы қажет болса, ағаш-бұталы қауымдастықтар үшін бұл көрсеткіштер тереңдігі 2-3,5 м және тұздануы әр қабатта сәйкесінше төмендеуі керек. Бұл параметрлер деградацияға ұшыраған жерлерді қалпына келтіру және табиғи динамиканы қалпына келтіру жұмыстары үшін ғылыми негіз болып табылады.

Зерттеу практикалық мәні тоғай экожүйелерін сақтау мен қалпына келтіру, деградацияланған жерлерде экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету, өзендердің гидрологиялық режимін тиімді пайдалану және биоәртүрлілікті сақтау стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, алынған мәліметтер Орта Азияның аридтік және субаридтік аймақтарындағы өзен аңғарларының гидрогеологиялық режимін болжауға, климаттық өзгерістер мен антропогендік факторлардың экожүйелерге әсерін бағалауға, су ресурстарын тиімді басқаруға ғылыми негіз береді.

Қорытындылай келе, Іле өзенінің бойындағы тоғай ормандарының гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу көрсеткендей, экожүйелердің тұрақтылығы жерасты суының деңгейіне, топырақтың тұздануына және маусымдық гидрологиялық факторларға тікелей байланысты.

Бұл зерттеу деректері тоғай экожүйелерін ғылыми негізде басқару және қалпына келтіру жұмыстарының тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді, сондай-ақ Орталық Азияның реликті тоғайларын сақтау және олардың экологиялық қызметін қамтамасыз ету үшін маңызды болып табылады.

### Авторлардың қосқан үлесі

Бұл зерттеу жобасын ұйымдастыру, әдістемелік негізін құру және зерттеу бағдарламасын әзірлеу – ДД, ГЕ: жауапкершіліктерінде болды. Деректерді жинау, бақылау ұңғымаларын орналастыру және жерасты суларының деңгейін өлшеу жұмыстары – ЕК, РА, және ГЕ атқарды. Зерттеу нәтижелерін талдау, ғылыми қорытындылар жасау және мақала мәтінін дайындау – ИМ және АК бірігіп жүзеге асырды. Мақаладағы графикалық материалдар мен кестелерді құру – ГЕ жұмысына тиесілі. Барлық авторлар зерттеу нәтижелерін талқылауға қатысып, соңғы нұсқаны мақұлдады және жариялауға келісім берді.

### Алғыс

Авторлар бұл зерттеуді жүргізуде қолдау көрсеткен Алматы облысының табиғи ресурстар және табиғатты пайдалануды реттеу басқармасы мемлекеттік мекемесінің «Бақанас орман шаруашылығы» қызметкерлеріне алғысын білдіреді. Сондай-ақ, зерттеу барысында ғылыми кеңестер беріп, әдістемелік қолдау көрсеткен әріптестерімізге ризашылық білдіреміз. Бұл жұмысқа үлес қосқан барлық қатысушыларға және зерттеу материалдарын жинау мен өңдеуге көмектескен топтарға шын жүректен алғыс айтамыз.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Агелеуов, Е.А. (1987). *Флора поймы реки Урал*. Алма-Ата: Наука, 85.
- 2 Dukenov, Zh., Utebekova, A., Kopabayeva, A., Shynybekov, M., Akhmetov, R., Rakymbekov, Zh., Bekturganov, A., Dosmanbetov, D. (2023). Influence of climatic changes on the dendrochronological features of tugai forests along the Syrdarya and Ili rivers in the territory of Kazakhstan. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(4), 975-982. DOI:10.18280/ijdne.180425.
- 3 Thomas, F.M, Lang, P. (2021). Growth and water relations of riparian poplar forests under pressure in Central Asia's Tarim River Basin. *River Research and Applications*, 37(2), 233-240. DOI:10.1002/rra.3605.
- 4 Zeng, Y., Zhao, C.Y., Kundzewicz, Z.W., Lv, G.H. (2020). Distribution pattern of Tugai forests species diversity and their relationship to environmental factors in an arid area of China. *Plos One*, 15(5), e0232907. DOI: 10.1371/journal.pone.0232907.
- 5 Wang, J.L., He, X.M., Ma, W., Li, Z.K., Chen, Y.D., Lv, G.H. (2022). Spatial scale effects of soil respiration in arid desert Tugai forest: Responses to plant functional traits and soil abiotic factors. *Forests*, 13(7), 1001. DOI:10.3390/f13071001.
- 6 Schlüter, M., Rüger, N., Savitsky, A.G., Novikova, N.M., Matthies, M., Lieth, H. (2006). TUGAI: An integrated simulation tool for ecological assessment of alternative water management strategies in a degraded river delta. *Environmental Management*, 38, 638-653. DOI:10.1007/s00267-005-0108-3.
- 7 Gong, GLX. (2017). Species diversity and dominant species' niches of eremophyte communities of the Tugai forest in the Ebinur basin of Xinjiang, China. *Biodivers. Sci.*, 25, 29-35.
- 8 Zerbe, S., Halik, Ü., Kuchler, J. (2005). Urban greening in the oases of continental arid Southern Xinjiang (NW China) An interdisciplinary approach. *Erde*, 136, 245-266.
- 9 Дурдусов, С.Д., Зулаев, М.С., Кулик, К.Н., Петров, В.И., Хегай, В.Е. (2001). *Фитомелиоративная реконструкция и адаптивное освоение Черных земель*. под ред. академика В.И. Петрова. Волгоград: Элиста, 332.
- 10 Трешкин, С.Е., Бахиев, А.Б., Мамутов, Н., Бахиева, П. (2001). Современные проблемы сохранения флористического разнообразия Южного Приаралья. *Вестник ККО АН Руз*, 1-2, 15-17.

11 Бахиев, А.Б., Трешкин, С.Е. (1995). Динамика продуктивности тугайных сообществ в дельте Амударьи в условиях изменяющегося гидрологического режима территории. *Экология*, 2, 19-22.

12 Неструева, О.З. (1930). Краткий очерк растительности восточной части Чимбайского района Каракалпакской автономной области Каз.ССР. *Труды Почвенного института им. В.В.Докучаева*, Л.: 3-4, 64-68.

13 *Методические рекомендации по определению расчетного уровня грунтовых вод.* (1974). Минск: 7.

14 Исаева, С., Садыков, А., Хусеинов, Б., Нурыев, Р. (2025). *Методические рекомендации по восстановлению тогайных лесов на территории Туркменистана.* Ашхабат: 24.

## References

- 1 Ageleuov, E.A. (1987). *Flora pojmy reki Ural*. Alma-Ata: Nauka, 85. [in Russ].
- 2 Dukenov, Zh., Utebekova, A., Kopabayeva, A., Shynybekov, M., Akhmetov, R., Rakymbekov, Zh., Bekturganov, A., Dosmanbetov, D. (2023). Influence of climatic changes on the dendrochronological features of tugai forests along the Syrdarya and Ili rivers in the territory of Kazakhstan. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(4), 975-982. DOI:10.18280/ijdne.180425.
- 3 Thomas, F.M., Lang, P. (2021). Growth and water relations of riparian poplar forests under pressure in Central Asia's Tarim River Basin. *River Research and Applications*, 37(2), 233-240. DOI:10.1002/rra.3605.
- 4 Zeng, Y., Zhao, C.Y., Kundzewicz, Z.W., Lv, G.H. (2020). Distribution pattern of Tugai forests species diversity and their relationship to environmental factors in an arid area of China. *Plos One*, 15(5), e0232907. DOI: 10.1371/journal.pone.0232907.
- 5 Wang, J.L., He, X.M., Ma, W., Li, Z.K., Chen, Y.D., Lv, G.H. (2022). Spatial scale effects of soil respiration in arid desert Tugai forest: Responses to plant functional traits and soil abiotic factors. *Forests*, 13(7), 1001. DOI:10.3390/f13071001.
- 6 Schlüter, M., Rüger, N., Savitsky, A.G., Novikova, N.M., Matthies, M., Lieth, H. (2006). TUGAI: An integrated simulation tool for ecological assessment of alternative water management strategies in a degraded river delta. *Environmental Management*, 38, 638-653. DOI:10.1007/s00267-005-0108-3.
- 7 Gong, GLX. (2017). Species diversity and dominant species' niches of eremophyte communities of the Tugai forest in the Ebinur basin of Xinjiang, China. *Biodivers. Sci.*, 25, 29-35.
- 8 Zerbe, S., Halik, Ü., Kuchler, J. (2005). Urban greening in the oases of continental arid Southern Xinjiang (NW China) An interdisciplinary approach. *Erde*, 136, 245-266.
- 9 Durdusov, S.D., Zulaev, M.S., Kulik, K.N., Petrov, V., Hegaj, V.E. (2001). *Fitomeliorativnaya rekonstrukciya i adaptivnoe osvoenie Chernyh zemel. Volgograd: Elista*, 332. [in Russ].
- 10 Treshkin, S.E., Bahiev, A.B., Mamýtov, N., Bahieva, P. (2001). Sovremennye problemy sohraneniya floristicheskogo raznoobraziya Yuzhnogo Priaralya. *Vestnik KKO AN Rýz*, 1-2, 15-17. [in Russ].
- 11 Bahiev, A.B., Anishkin, S.E. (1995). Dinamika produktivnosti togajnyh soobshchestv v delte Amudari v usloviyah izmenyayushchegosya gidrologicheskogo rezhima territorii. *Ekologiya*, 2, 19-22. [in Russ].
- 12 Nestrýeva, O.Z. (1930). Kratkii ocherk rastitelnosti vostochnoi chasti Chimbaiskogo raiona Karakalpakskoi avtonomnoi oblasti Kaz.SSR. *Trudy Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*, L.: 3-4, 64-68. [in Russ].
- 13 *Metodicheskie rekomendacii po opredeleniyu raschetnogo urovnya gruntovyh vod.* (1974). Minsk: 7. [in Russ].
- 14 Isaeva, S., Sadyqov, A., Huseinov, B., Nuryev, R. (2025). *Metodicheskie rekomendacii po vosstanovleniyu-tugajnyh lesov na territorii Turkmenistana.* Ashhabat: 24. [in Russ].

## Исследование уровня грунтовых вод тугайных лесов вдоль реки Или

Досманбетов Д.А., Еркинбекова Г.К., Каспакбаев Е.М., Ахметов Р.С.,  
Майсупова И.К., Копабаева А.А.

### Аннотация

**Предпосылки и цель.** Исследовательская работа направлена на выявление изменения уровня подземных вод, их сезонной динамики и экосистемного влияния в лесных массивах по реке Или. Деградация лесных экосистем в Средней Азии происходит главным образом из-за антропогенного регулирования речного стока и изменения климата. Изменения режима паводков, увеличение засоления почвы и снижение естественного возобновления древесно-кустарниковых сообществ приводят к деградации лесных массивов.

**Материалы и методы.** В ходе исследования были размещены контрольные скважины вблизи поймы реки и на центральных террасах, и уровень подземных вод измерялся в весенний, летний и осенний периоды. Результаты показали, что на террасе поймы уровень подземных вод снижается с 1,8 м весной до 2,1 м осенью, тогда как на центральных террасах наблюдается снижение с 3,1 м весной до 3,7 м осенью. Эти различия зависят от морфологических особенностей рельефа и степени гидравлической связи с руслом реки.

**Результаты.** В исследовании рассматриваются сезонные колебания уровня грунтовых вод во взаимосвязи с физическими и химическими свойствами почвы, количеством осадков, потреблением воды растительностью путём испарения и транспирации. В весенний период снеготаяние и весенние паводки играют ключевую роль в восполнении водоносного слоя, тогда как летом снижение уровня обусловлено повышением испарения и дефицитом атмосферной влаги. Эти данные имеют практическое значение для восстановления лесных массивов и оценки эффективности посадок на деградированных территориях.

**Заключение.** Результаты исследования позволят разработать стратегии сохранения экологической устойчивости и восстановления деградированных участков с учётом гидрогеологических условий экосистем рощ вдоль реки Или, засоления почвы и уровня воды. Контроль и регулирование уровня подземных вод обеспечивает возможность восстановления естественной динамики экосистем, сохранения биоразнообразия и эффективного использования водных ресурсов.

**Ключевые слова:** гидрогеология; подземные воды; сезонная динамика; тугайный лес; солёность почв; река Или.

## Groundwater level study in tugai forests along the river Ili

Daniyar A. Dosmanbetov, Gulim K. Yerkinbekova, Yerganat M. Kaspakbayev  
Ruslan S. Akhmetov, Indira K. Maissupova, Arailym A. Kopabayeva

### Abstract

**Background and Aim.** This study aims to identify changes in groundwater levels, their seasonal dynamics, and their effects on forest ecosystems along the Ili River. The degradation of forest ecosystems in Central Asia is largely caused by anthropogenic regulation of river flow and climate change. Changes in the flood regime, increasing soil salinity, and reduced natural regeneration of tree and shrub communities lead to forest degradation.

**Materials and Methods.** The results showed that on the floodplain terrace, groundwater levels decreased from 1.8 m in spring to 2.1 m in autumn, whereas on the central terraces, levels decreased from 3.1 m in spring to 3.7 m in autumn. These variations were influenced by topographic features and the degree of hydraulic connectivity with the river channel.

**Results.** The study demonstrated seasonal fluctuations in groundwater level in relation to the physical and chemical properties of the soil, precipitation, and water consumption by vegetation through evaporation and transpiration. In spring, snowmelt and seasonal floods played a key role in

replenishing the aquifer, whereas in summer, the decline in groundwater level was associated with increased evaporation and a shortage of atmospheric moisture. These data are of practical importance for forest restoration and for evaluating the effectiveness of plantings in degraded areas.

**Conclusion.** The findings make it possible to develop strategies for preserving environmental sustainability and restoring degraded areas, taking into account the hydrogeological conditions of tugai ecosystems along the Ili River, soil salinity, and groundwater level. Monitoring and regulating groundwater levels provide an opportunity to restore the natural dynamics of ecosystems, preserve biodiversity, and ensure the efficient use of water resources.

**Keywords:** hydrogeology; groundwater; seasonal dynamics; floodplain forest; soil salinity; Ili River.