

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТ

ӘӨЖ 597.2/.5:639.3

Қолжазба құқығында

ИБРАЕВА ГУЛЬМИРА САЙФУЛЛАЕВНА

Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендердің
ихтиофаунасының қазіргі жағдайын бағалау

8D08401 – Балық шаруашылығы және өнеркәсіптік балық аулау

Философия докторы (PhD) дәрежесін іздену үшін диссертация

Отандық ғылыми кеңесші

Мамилов Н.Ш. – әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық
университетінің қауымдастырылған профессоры, б.ғ.к.

Шетелдік ғылыми кеңесші

Лёвин Б.А. - РҒА, И.Д. Папанин атындағы ішкі сулар
биологиясы институтының жетекші ғылыми
қызметкері, б.ғ.к. (Борок, Ресей Федерациясы)

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2025

МАЗМҰНЫ

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	4
КІРІСПЕ	6
1 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ	10
1.1 Аборигенді балықтар фаунасын сақтау мәселелері.....	10
1.2 Табиғи-географиялық және тарихи факторлар	11
1.3 Балықтар фаунасын анықтайтын антропогенді факторлар.....	12
1.4 Балықтар қауымдастығының құрылымына әсер ететін абиотикалық және биотикалық факторлар.....	14
1.5 Сырдария бассейніндегі балықтардың алуантүрлілігі мен балық аулауды зерттеу тарихы	17
1.6 Балық түрлерін анықтау үшін молекулалық-генетикалық талдауды қолдану.....	19
1.7 Сырдария бассейнінің қысқаша физика-географиялық сипаты және гидрологиялық режимі	20
2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ	23
2.1 Зерттеу материалдары	23
2.2 Зерттеу әдістері	25
2.2.1 Су қоймаларды физика-химиялық талдау әдістемесі.....	25
2.2.2 Ихтиофаунаны зерттеу әдістері	25
2.2.3 Балықтардың қауымдастықтарының алуантүрлілігін талдау және салыстыру әдістері	28
2.2.4 Балықтар жағдайларын бағалау әдістері.....	30
2.2.5 Балықтардың генетикалық алуантүрлілігін зерттеу әдістері (ДНҚ бөліп алу әдістері, ПТР талдау және алынған мәліметтер).	31
2.3 Алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу	35
3 НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛДАУ	37
3.1 Зерттелетін су қоймаларының физика-химиялық сипаттамасы...	37
3.2 Уақыт аспектісінде Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймалар ихтиофаунасының алуантүрлілігі.....	41
3.2.1 Сырдария өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	42
3.2.2 Бөген өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	44
3.2.3 Шаян өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	47
3.2.4 Арыстанды өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	49
3.2.5 Боралдай өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	51
3.2.6 Сарыбас өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	52
3.2.7 Қарашық өзенінің балықтар қауымдастықтары.....	54

3.2.8	Иқансу, Ойық және Ащысай өзендерінің балықтар қауымдастықтары	58
3.2.9	Кіші су қоймалардың балықтар қауымдастықтары.....	60
3.3	Аборигенді және бөгде балықтардың биологиялық өзгергіштіктері.....	63
3.3.1	Аборигенді балықтар.....	63
3.3.2	Бөгде балықтар.....	73
3.4	Балықтардың жеке түрлерінің морфобиологиялық өзгергіштіктері мен молекулалық-генетикалық сипаттамасы.....	80
3.4.1	Зеравшан тарақ балығы <i>Leuciscus lehmanni</i>	80
3.4.2	Ташкент үкішабақтектес балығы <i>Alburnoides oblongus</i>	89
3.4.3	Түркістан теңге балығы <i>Gobio lepidolaemus</i>	90
3.4.4	Арал шырма балығы <i>Sabanejewia aralensis</i>	92
3.4.5	Кәдімгі қарабалық <i>Schizothorax intermedius</i>	93
3.4.6	<i>Nemacheilidae</i> тұқымдасының морфобиологиялық және молекулалы-генетикалық өзгергіштіктері.....	103
3.5	Антропогендік жүктеменің арту жағдайында ихтиофаунаны жалпы бағалау және оны сақтау перспективасы.....	125
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	133
	ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	135
	А қосымшасы.....	169
	Б қосымшасы.....	176
	В қосымшасы.....	193

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ҚР	Қазақстан Республикасы
РҒА	Ресей Ғылым Академиясы
РФ	Ресей Федерациясы
ҚХР	Қытай Халық Республикасы
ӨзР	Өзбекстан Республикасы
сқ.	суқойма
қ.	қала
к.	кент
n	зерттелген дарақ саны
L	балықтың толық ұзындығы, мм
l st	стандартты ұзындық, немесе балық денесінің ұзындығы, мм
Q	балықтың толық салмағы, г
q	балықтың ішкі мүшелерінсіз салмағы, г
AK	ассиметрия коэффициенті
ҚЖИ	қолайсыз жағдай индексі
Fulton	Фультон бойынша қондылық коэффициенті
Clark	Кларк бойынша қондылық коэффициенті
min	көрсеткіштің ең аз мәні
max	көрсеткіштің ең көп мәні
M	көрсеткіштің орташа мәні
±m	орташа қателік
±sd	стандартты ауытқу
CV	вариация коэффициенті
S	қауымдастықтағы жалпы түрлер саны (түр байлығы)
D	Симпсонның алуантүрлілік индексі
E	Симпсон бойынша біркелкі таралуы
H	Шеннонның алуантүрлілік индексі
J	Шеннон бойынша біркелкі таралуы
ШРК	шекті рұқсат етілген концентрация
мБС	теңіз деңгейінен биіктігі, Балтық жүйесінің метрлері
t	температура, °C
pH	сутектік көрсеткіші
ppt	жалпы минералдану, мг/л
ms	электрөткізгіштік, мг/л
FTU	формазин бойынша лайлылық көрсеткіш, мг/л
NH ₄ ⁺	аммоний иондарының концентрациясы, мг/л
NO ₃ ⁻	нитрат-иондарының концентрациясы, мг/л
мтДНҚ	митохондриялық ДНҚ
ПТР	полимеразалы тізбекті реакция
COI	мтДНҚ цитохром-с-оксидаза фрагменті
PCA	негізгі компоненттерді талдау (principal component analysis)
CCA	канондық сәйкестікті талдау (canonical correspondence analysis)
ЕҚТА	ерекше қорғалатын табиғи аймақтар
Ars	Арыстанды өзені

Asy	Ащысай өзені
Bkg	Бабайқорған өзені
Bor	Боралдай өзені
Bgt	Бөген өзені, тау бөктері учаскесі
Bgl	Бөген өзені, жазық учаскесі
Ikl	Иқансу өзені, тау бөктері учаскесі
Ikt	Иқансу өзені, тау учаскесі
Krt	Қарашық өзені Түркістан қ., тау бөктері учаскесі
Krk	Қарашық өзені Кентау қ., тау учаскесі
Oyk	Ойық өзені
Sbs	Сарыбас өзені
Sha	Шаян өзені, тау бөктері учаскесі
Shl	Шаян өзені, жазық учаскесі
SD	Сырдария өзені
Ser	Серт суқоймасы
Ugl	Үлгілі суқоймасы

КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыста Сырдария өзенінің бассейніне кіретін Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы балықтар қауымдастықтары және олардың популяцияларының жағдайы, ихтиофаунаның динамикасы, аборигенді және бөгде балықтар түрлерінің генетикалық алуантүрлілігі мен морфологиялық ерекшеліктері зерттелген. Ғылыми-зерттеу жұмысы ҚР Жоғары білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті бекіткен ЖТН АР26100721 «Алатау ихтиофаунасының таксономиялық және функционалдық алуантүрлілігін зерттеу» жобасы бойынша жүзеге асырылды.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. XX-ғасырда суды ұтымсыз пайдалану Арал теңізі бассейнінде экологиялық апатқа әкеліп соқтырды. Кіші Арал мен Сырдария өзені бассейнінің жағдайына соңғы екі онжылдықта көп көңіл бөлінді, дегенмен бассейнінің кіші су қоймаларының жағдайы аз зерттелген күйінде қалып отыр. Балық ресурстарын тиімді басқару және су қоймаларының экожүйелік қызметтерін тұрақтандыру үшін гидробионттардың экологиялық ерекшеліктерін тыңғылықты зерттемеу мүмкін емес. Су экожүйелеріне антропогендік жүктеменің арту жағдайында су объектілерінде тіршілік ететін ағзалардың жағдайы туралы нақты ақпарат болуы керек. Бұл өзгеріс тенденцияларын анықтауға, қоршаған ортаға зиян келтірмеу үшін уақтылы шараларды қабылдауға және тұрақты балық аулауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Аталмыш мәселе, әсіресе Арал бассейні бойынша өткір сұрақ болып табылады, себебі адамның су ресурстарын ұтымсыз пайдалану әрекетінің нәтижесінде экологиялық дағдарыс орын алды. Сондықтан балықтардың экологиясын зерттеу және олардың түрлік құрамы мен санындағы өзгерістердің себептерін анықтау өзекті міндеттер болып табылады. Осыған байланысты Сырдария өзенінің бассейніндегі Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы балық қауымдастықтарын кешенді зерттеу ерекше маңызға ие болып отыр.

Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы балықтар қауымдастықтарының құрамы мен таралуын зерттеудің ғылыми және практикалық маңызы зор.

Зерттеу нысаны: Сырдария өзенінің салалары мен Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларының балықтары.

Зерттеу пәні: су қоймаларының физика-химиялық көрсеткіштері, балықтардың таралуы, таксономиялық құрамы, саны, балықтардың биологиялық және морфологиялық көрсеткіштері, балықтардың кейбір түрлерінің мтДНҚ молекулалық-генетикалық ерекшеліктері.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста судың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу, балықтарды биологиялық және морфометриялық зерттеудің классикалық әдістері және оларды статистикалық өңдеу, мтДНҚ СОІ генін зерттеудің молекулалық-генетикалық әдістері, жүйелік экологиялық талдау және математикалық талдаудың көпөлшемді әдістері қолданылды.

Зерттеудің мақсаты: Сырдария бассейніне кіретін Қаратау жотасының

оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы балықтар қауымдастықтарының алуантүрлілігін зерттеу және олардың популяцияларының жағдайларына баға беру.

Зерттеудің міндеттері: Жұмыстың мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды:

1. Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші өзендер суының физика-химиялық қасиеттерін анықтау;

2. Уақыт аспектісінде Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші өзендері мен салалардағы ихтиофаунаның алуантүрлілігінің таралуы мен өзгерістер динамикасын айқындау;

3. Кіші су қоймаларында тіршілік ететін балықтардың жеке түрлерінің морфологиялық - биологиялық өзгергіштігін талдау және балықтар популяциясының жағдайын айқындау;

4. Сырдария бассейніне кіретін кіші өзендердің кейбір аборигенді және бөгде балық түрлерінің генетикалық алуантүрлілігін анықтау;

5. Антропогендік жүктеменің арту жағдайында аборигенді балық түрлерін сақтау перспективаларын бағалау.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы.

Алғаш рет Сырдария бассейніне кіретін Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларының негізгі абиотикалық көрсеткіштеріне байланысты ихтиофаунаның алуантүрлілік динамикасы және балық популяциясының тығыздығы айқындалды.

Алғаш рет Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы зеравшан тарақ балығы *Leuciscus lehmanni*, түркістан теңге балығы *Gobio lepidolaemus*, ташкент үкішабақтекес *Alburnoides oblongus*, арал шырма балығы *Sabanejewia aralensis*, терс талма балығы *Triplophysa coniptera*, Кушакевич талма балығы *Iskandaria kuschakewitschi* және теңбіл талма балықтарының *Triplophysa trauchii* морфобиологиялық өзгергіштіктері мен генетикалық ерекшеліктері зерттелді.

Алғаш рет Сырдария бассейніндегі популяциялардың (зеравшан тарақ балығы, кәдімгі қарабалық, түркістан теңге балығы, ташкент үкішабақтекес, арал шырма балығы, терс талма балығы, Кушакевич талма балығы және теңбіл талма балығы) генетикалық құрылымына балықтардың бөлінуінің (фрагменттелуінің) әсері анықталды.

Алғаш рет көпөлшемді статистикалық әдістерді пайдалана отырып, Сырдария бассейніне кіретін Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларында тіршілік ететін алуантүрлі балық популяцияларының салыстырмалы морфологиялық және биологиялық сипаттамалары зерттелді.

Алғаш рет COI мтДНК генін зерттеу негізінде аборигенді (*Leuciscus lehmanni*, *Schizothorax intermedius*, *Alburnoides oblongus*, *Sabanejewia aralensis*, *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi*, *Gobio lepidolaemus*) және бір бөгде балықтың (*Triplophysa trauchii*) туыстық қатынастары анықталды.

Алғаш рет Сырдария өзені салаларының ихтиофаунасының жағдайына Арал-Сырдария бассейніндегі экологиялық дағдарыстың әсері анықталды және

болашақтағы өзгерістердің болжамы беріліп, неғұрлым осал түрлері айқындалды.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы: Зерттеу барысында 7 аборигенді және 1 бөгде (*Triplophysa strauchii*) балық түрлерінің популяцияларындағы микроэволюциялық үрдістерге морфологиялық және генетикалық талдаулар жүргізілді. Нәтижелер оқшауланған популяциялардың жоғары морфологиялық өзгергіштігі негізінен генетикалық айырмашылықтарға емес, қоршаған орта жағдайларына байланысты екенін көрсетті.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы. Сырдария бассейніндегі Қаратау жотасының оңтүстік-батыс кіші су қоймаларындағы балықтардың таксономиялық құрамы мен систематикасын зерттеу аборигенді түрлер популяцияларының алуантүрлілігі мен қазіргі жағдайын анықтауға мүмкіндік берді. Алынған деректер бірегей түрлердің жоғалуын болдырмауға және уақытша түрлерді сақтаудағы экономикалық шығындарды азайтуға ықпал етеді. Балықтардың тіршілік ету ортасындағы сыртқы функционалдық сипаттамаларын талдау су экожүйелеріндегі өзгерістерді ерте диагностикалауға мүмкіндік береді. Су экожүйелерінің және олардағы балық популяцияларының жағдайын кешенді бағалау жергілікті су қоймаларда тіршілік ететін балықтардың биоалуантүрлілігін сақтау және ұтымды пайдалану жөніндегі неғұрлым тиімді әлеуметтік-экономикалық шараларды әзірлеу үшін, сондай-ақ Сырдария өзені бассейнінде экологиялық тұрақтылықты жоғалтумен байланысты елеулі экономикалық шығындардың алдын-алу үшін оларды сақтау мәселелерін саралауға мүмкіндік береді.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:

1. Антропогендік әсердің және климаттық өзгерістердің өсуі нәтижесінде Сырдария бассейніне кіретін Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларының көпшілігінде су ортасының абиотикалық сипаты - су деңгейі, лайлану, температура және минералдануда айтарлықтай өзгерістер байқалды.

2. Қазіргі уақытта Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларында аборигенді балықтардың 21 түрі және басқа өңірлерден енген бөгде балықтардың 8 түрі тіршілік етеді. Сырдария бассейнін жасанды реттеу кезінде балықтардың алуантүрлілігінің азаюы салаларға қарағанда негізгі ағынға көбірек әсер етті. Сырдария ихтиогеографиялық провинциясының эндемиктік балық түрлері сақталатын соңғы маңызды орын ол Сырдария өзенінің салалары болып табылды.

3. Балықтардың жергілікті түрлер ареалының бөлшектенуі мен ихтиофауна құрамының біртектілігі жүріп жатыр. Тіршілік ету ортасының өзгеруіне және Сырдария өзенінен келетін салалармен байланыстың бұзылуы нәтижесінде Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендерде сұр талма балық *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872), гольян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), оңтүстік тоғызтікпенекті шаншар балығы *Pugitius platygaster* (Kessler 1859), шатқал тасталағышы *Cottus jaxartensis* Berg, 1916, білеу балық *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky 1855), қылышбалық *Pelecus cultratus*, (Linnaeus, 1758) жоғалып кетті.

4. Арал теңізі экологиясының алдындағы кезеңмен салыстырғанда, аборигенді және бөгде балықтардың басым көпшілігінің максималды өлшемдері

төмендеді. Дегенмен, көптеген балықтардың морфометриялық көрсеткіштерінің өзгергіштігін зерттеу нәтижесінде әдебиет көздеріндегі көрсетілген белгілі мәндер шегінде болды.

5. Сырдария бассейніндегі *Leuciscus lehmanni*, *Schizothorax intermedius*, *Alburnoides oblongus*, *Gobio lepidolaemus*, *Sabanejewia aralensis*, *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi* және *Triplophysa strauchii* популяцияларының жекелеген өзендерінде оқшаулануы генетикалық ерекшеліктердің пайда болуына әкеліп соқтырды.

Автордың жеке үлесі. Зерттеу барысында автор әдеби деректерді жинау және талдау, далалық және зертханалық зерттеулерді жүргізіп, деректерді жинауға тікелей қатысты. Балықтарға биологиялық, морфометриялық және молекулалық-генетикалық талдаулар жасап, унивариантты және көп өлшемді статистика әдістерімен статистикалық өңдеуден өткізді. Сонымен қатар, автор биоақпараттық талдау жүргізіп, карталар жасады. Алынған нәтижелерді талдау, жалпылау және түсіндіру негізінде автор тиісті қорытындыларды тұжырымдады. Диссертацияның құрылымы ғылыми жетекшілермен келісіп бекітілген жоспарға сәйкес келеді. Автордың бірлескен басылымдарға қосқан жеке үлесі - материалдарды жинау, оларды бастапқы өңдеу, тұжырымдаманы жасау, қолжазбаларды дайындау және жобалау.

Жұмысты апробациялау. Зерттеу нәтижелері мен диссертацияның негізгі ережелері әртүрлі халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалды және ұсынылды: 11th International conference: achievements & challenges in biology devoted to 120th anniversary of professor mirali akhundov 13-14 october. 2022 (Baku state university Baku. Azerbaijan abstract book Baku–2022). «XXI ғасырдағы Қазақстандағы зоологиялық зерттеулер: Қорытындылар, мәселелер мен перспективалар». ҚР ҒЖБМ ҒК "Зоология институты» РМК 90 жылдығына арналған 13-16.04.2023 ж. (Алматы, 2023). "Биомедицина мен экологиядағы заманауи жетістіктер", б.ғ.д., профессор Т.М. Шалахметованың 70 жылдығына арналған халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары 20.04.2023ж. (Алматы, 2023).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 8 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде ҚР БСҒК тізіміне кіретін мамандық бейіні бойынша ғылыми журналдарда 3 мақала, Халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар жинақтарында 3 жарияланым, Web of Sciences (Q2) және Scopus деректер базасына кіретін BIO Web of Conferences журналында амур шабағы 1 мақала мен «Ecologica Montenegrina» журналында (Q2) 1 мақала.

Диссертацияның құрылымы. Диссертациялық жұмыс Белгілеулер мен қысқартулар, Кіріспе, 3 Негізгі тараудан, Қорытындыдан тұрады. Жұмыс көлемі 134 бетті құрайды, 56 кесте, 53 сурет, 436 әдебиет көздерінің тізімін және 3 қосымшаны қамтиды.

Алғыс. Автор өзінің ғылыми жетекшілеріне: отандық кеңесші, б.ғ.к., қауымдастырылған профессор Надир Шамилевич Мамиловқа; шетелдік кеңесші, жетекші ғылыми қызметкер, б.ғ.к. Борис Александрович Левинге мұқият және сындарлы жетекшілік, құнды ақыл-кеңестер бергені үшін шексіз алғысын білдіреді.

1 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

1.1 Аборигенді балықтар фаунасын сақтау мәселелері

Биологиялық алуантүрлілікті сақтау – экожүйелердің тұрақты дамуы мен адамзат өркениетінің әл-ауқатын қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Бұл мәселені шешудің бірінші кезеңі ағзалардың алуантүрлілігінің қазіргі жағдайын бағалау мен кейінгі өзгерістердің қолданыстағы және мүмкін болатын бағыттарын анықтау болып табылады [1].

Табиғи экожүйелердің жағдайын бағалау және оларды сақтау, бұзылған экожүйелерді қалпына келтіру бойынша қажетті іс-шараларды анықтау үшін экономикалық шешімдер қабылдауға, қоршаған ортаны басқарудың тиімді стратегиясын әзірлеуге, адамдардың жеке мінез-құлқын қалыптастыруға, сондай ақ өндірістің экологиялық қауіпсіз технологияларын енгізу мен дамытуға негіз болады [2]. Ең күрделі практикалық мәселелердің бірі - экологиялық шекті анықтау - бұл экожүйені қауіпсіз күйге қайтару мүмкін болмайтын соңғы нүкте [3].

Қазіргі уақытта адамның денсаулығы мен экономиканың тұрақты дамуы үшін биологиялық алуантүрлілік пен оларға ұсынылатын экожүйелік қызметтер қажет екені белгілі болды. Осы табиғи капиталды бағалау, қорғау және мұқият сақтау қажет. Биологиялық алуантүрлілікті жоғалту өте қымбат, сондықтан тірі ағзалардың табиғи әртүрлілігіне және олардың тіршілік ету ортасына апатты әсер етуден аулақ болу керек. Сондықтан табиғи биологиялық алуантүрлілікті сақтау адамзаттың өзекті мәселесіне айналды [4].

Ішкі сулар биосфераның ең осал құрамдас бөлігі болып табылады, өйткені тұщы су қоры өте шектеулі, бірақ оның болуы жердегі ағзалардың көпшілігі үшін өте маңызды. Адамдар тұщы суды көп мөлшерде пайдаланып қана қоймай, сонымен қатар табиғи су объектілеріне әсер етеді, жер бедерін, топырақ эрозиясын, гидрологиялық режимді өзгертеді және оларды әртүрлі заттармен ластайды [5, 6, 7]. Әсер етудің ең күшті және күрделі әсер етудің бірі ол бөгде балықтардың енгізілуі (интродукциясы) [6, 8, 9].

Балықтар - жер бетіндегі омыртқалы жануарлардың ең таксономиялық алуантүрлі тобы, олардың 32 400-ден астам анықталған түрлері бар [10, 11], оның ~40%-ы (~15000) тіршіліктік циклінің кем дегенде бір кезеңінде тұщы суда өмір сүреді [12,13,14,15].

Балықтар зерттеушілердің ерекше назарын аударады, өйткені жануарлардың басқа түрлерімен салыстырғанда олардың сыртқы түрі белгілі бір тіршілік ету ортасының әсерінен өзгеруі көп байқалады. Бұл адам денсаулығына қауіп төндіретін деңгейге жеткенге дейін табиғи сулардың ластануын ерте диагностикалау жүйесін дамытуға үлкен қызығушылық тудырады [16,17,18,19]. Әр түрлі су қоймалардағы балықтардың өзгергіштігінің ерекшеліктерін терең зерттеу жаңа түрлерді анықтауға, жұмыс істеу заңдылықтарын толық зерттеуге және табиғи экожүйелердің жағдайын бақылауға мүмкіндік береді [20,21]. Ластанудан тазарту және инвазиялық түрлерді енгізу әрекеттеріне тұщы су балықтары қауымдастықтарының қалай жауап беретінін түсіну аборигенді балық түрлерін сақтаудағы негізгі мақсат болып табылады [22].

XX ғасырдың ортасында су экожүйелеріне антропогендік әсер күрт өсті: суармалы жерлердің көлемі бірнеше есе жоғарылап, су қоймалары мен каналдар салына бастады, бөгде балық түрлері акклиматизацияланды. Қоршаған орта жағдайында ХХІ ғасырдың басында көптеген бассейндердегі су ресурстарын ысырапсыз пайдалану су ағзалары үшін өте қолайсыз етті [23,24].

Сүйекті балықтар омыртқалы жануарлардың арасында ең алуантүрлі және мол тобы, сонымен қатар адамдар үшін маңызды азық-түлік нысаны болып табылады. Балықтардың сыртқы түрі ғалымдардың үлкен назарын аударады, өйткені сыртқы факторлардың әсерінен ол таңғажайып икемділікті көрсете алады. Балықтардың бұл қасиеттері оларды су экожүйелерінің жағдайын биологиялық индикациялау жүйесін өңдеу үшін маңызды және ыңғайлы нысандарға айналдырады [18,25]. Жаһандық климаттың өзгеруі мұхиттағы тауарлық балықтардың алуантүрлілігі мен көлемінің айтарлықтай өзгеруіне әкелді [26,27], дегенмен тұщы сулар қауымдастықтарындағы болып жатқан өзгерістер аздап түсініксіз болуда.

Түр деңгейіндегі түрдің түзілуі және таксономия гипотезаларын тексеру биологияның негізгі және ең көп талқыланатын міндеттерінің бірі болып табылады [28, 29, 30], өйткені таксономиялық жіктеудегі қателік көбінесе іргелі зерттеулерге және биоалуантүрлілікті сақтаудың жүзеге асырылатын саясатына (стратегиясына) елеулі әсер етеді [31,32].

Арал теңізі - Орталық Азияның орталығында орналасқан ірі көл. Өткен ғасырдың аяғында суды ойластырылмаған басқару нәтижесінде бұл көл біртұтас су қоймасы ретінде тіршілік етуін тоқтатқандықтан, бүкіл аймақта экологиялық апатқа әкеліп соқтырды [33,34,35].

Үлкен халықаралық қолдаудың арқасында ҚР Үкіметі экологиялық жағдайды тұрақтандыруға және біршама жеңілдетуге бағытталған бірқатар шараларды іске асыра алды [36,37]. Қазір гидрологиялық режимнің өзгеруі мен биотикалық факторлар мамандардың бақылауында, бірақ флора мен фаунаның алуантүрлілігіне аз көңіл бөлінеді.

1.2 Табиғи-географиялық және тарихи факторлар

Сырдария - Арал теңізін тұщы сумен қамтамасыз ететін негізгі өзендердің бірі. Ауыл шаруашылығы өндірісін ұлғайту әрекетіне сәйкес Сырдария мен Амудария өзендерінен, оның ішінде олардың салаларынан су алу үнемі өсіп отырды, бұл өткен ғасырдың екінші жартысында балықтардың тіршілік ету ортасы мен су экожүйелерінің жағдайын күрт нашарлатты [38].

Аймақтық және жаһандық деңгейлерде өсіп келе жатқан теріс антропогендік әсер ету жағдайында адамдар қолданыстағы білім деңгейінде экологиялық жағдайдың одан әрі өзгеруіне болжам жасай алмайды [39,40,41]. Сонымен қатар, алдағы бірнеше онжылдықтардағы болжамды климаттық өзгерістер жерді пайдаланудағы өзгерістермен жергілікті түрде күшейтілуі мүмкін [42], және қысқа уақыт ішінде ағзалардан жоғары температураға бейімделуді талап етуі мүмкін [43]. Болжамды қысқа мерзімде (бірнеше онжылдықта) су температурасының көтерілуіне су ағзаларының қалай жауап беретіні туралы

түсінік жоқ. Сонымен, тұщы су объектілерін бақылау қажеттілігі барған сайын маңызды бола түсуде [44].

Тұщы су ағындарын реттеу адамның табиғи экологиялық үрдістерге араласуының ең көп таралған түрлерінің бірі болып табылады [6,45,46]. Өзендерді бөгеттермен бітеу олардың экожүйелерінде айтарлықтай абиотикалық өзгерістерді, яғни температура режимінің өзгеруі, су деңгейінің ерікті ауытқуы, эрозияның жоғарылауы, суда еріген заттың құрамы мен мөлшерінің өзгеруін тудырады [47,48]. Өзендерді реттеудің абиотикалық әсерлері жақсы зерттелгенімен, олардың биотаға әсер етуі жан-жақты және әлі де аз зерттелген аспект болып табылады. Гидрошынжүктемесі деп аталатын ағынды қысқа мерзімді реттеу биологиялық жүйелерге айтарлықтай әсер етеді [49,50].

Гидрологиялық режимді жасанды реттеу гидробионт қауымдастықтарының құрамы мен құрылымының өзгеруіне әкеледі, әсіресе жергілікті балық түрлері арасында биоалуантүрліліктің төмендеуіне ықпал етеді. Қалпына келтіру режимі құрғақшылық кезеңінде және одан кейін де балық популяцияларына әсер ететін физикалық көрсеткіштер арқылы қоршаған ортаның тұрақтылығын анықтайды. Осындай жағдайларға балықтардың бейімделу механизмдері айтарлықтай энергия шығындарын талап етеді, бірақ олардың тіршілігіне әсер ететін теріс салдардың алдын-ала алмайды [51, 52, 53].

Өзендерді реттеудің абиотикалық әсерлері жақсы зерттелгенімен, олардың биотаға әсер етуі күрделірек болғандықтан ол аз зерттелген. Балықтар қауымдастығы жергілікті және аймақтық әсерлерге ұшырайды. Аймақтық үрдістер балық популяциясының жалпы құрамын анықтаса, ал гидрологиялық режим сияқты жергілікті үрдістер алуантүрлілікті төмендетеді [54,55,56]. Өткізу режимі қоршаған ортаның тұрақтылығына, соның ішінде тереңдікке, ағын жылдамдығына және түбінің сипатына әсер етеді, бұл балық популяциясының құрылымы үшін маңызды. Шағын су қоймаларындағы балықтың кездейсоқ өлімі балықтардың құрылымына әжептәуір әсер етеді [57].

1.3 Балықтар фаунасын анықтайтын антропогенді факторлар

Экономикалық және әлеуметтік факторлар - биосфераның, әсіресе континенттік су қоймаларының экожүйелеріндегі жағымсыз жаһандық өзгерістерге ықпал ететін негізгі қозғаушы күштер ретінде қарастырылады [58,59,60]. Өзен макрожүйелері - бұл жаһандық және аймақтық факторлармен, сондай-ақ әлеуметтік жүйелермен басқарылатын су жиналатын бассейндер желісі. Кеңістіктік біркелкілік пен асинхрондылық олардың экологиялық динамикасын реттейді. Адамның іс-әрекеті су жиналатын бассейндердің тіршілік ету ортасы мен байланысының өзгеруіне айтарлықтай әсер етеді. Өзен макрожүйелері - қоршаған ортаның өзгерісіне жауап беретін кері байланысы бар әлеуметтік-экологиялық жүйелер [61].

Су ағынының төмендеуі, гидрологиялық режимнің өзгеруі, температураның өсуі, табиғи гидрологиялық байланыстардың бұзылуы, ластану және биологиялық ресурстарды шамадан тыс пайдалануға байланысты өзендердің биологиялық алуантүрлілігі айтарлықтай өзгерістерге ұшырады [62].

Адамның іс-әрекеті биоалуантүрлілікке, судың сапасына және экологиялық үрдістерге теріс әсер етіп, өзендердің ағу режимін өзгертті. Өзен экожүйелері биогеохимиялық айналымдарды қамтамасыз ете отырып, құнды қызметтерді ұсынады, бірақ адамдар өзендердің ағынын өзгерту арқылы оларды бұзуды жалғастыруда [50].

Әр түрлі факторлар көбінесе балықтардың қауымдастықтары мен популяцияларына шашыраңқы емес кешенді түрде әсер етіп, тіршілік ету ортасының өзара әрекеттесу көрсеткіштерінің өзгеруіне әкеліп соқтырады [63]. Түрлердің алуантүрлілігінің жоғалуы, биотоптардың өзгеруі мен жойылуы жердегі немесе мұхиттық жүйелерге қарағанда континентті сулар үшін маңыздырақ [64,65]. Нәтижесінде өзендердің балық популяциясының таксономиялық құрамы да, құрылымы да өзгереді [54,66].

Жаһандық климаттың өзгеруі құрғақшылықтың жиілігі мен қарқындылығының артуына әкеліп соқтырды. Бұл тіршілік ету ортасының саны мен сапасына теріс әсер етіп, өзен қауымдастықтарының тұрақтылығы мен қалыптасуын төмендетеді [60,67]. Көркейту (урбанизация) мен экстенсивті ауыл шаруашылығының өсуі өзен экожүйелеріндегі жағымсыз өзгерістердің күшеюіне ықпал етеді [68,69]. Құрғақшылықтың балық популяцияларына әсер етуін және олардың тез қалпына келуін дәлелдейтін зерттеулердің болуына қарамастан, ұзақ мерзімді әсерлерді қарастыратын зерттеулер әлі де сирек кездеседі [53,70].

Құрғақшылықтың қарқындылығы қоршаған ортадағы өзгерістердің ауқымын, яғни жергілікті биотаға әсер етуін анықтайтын маңызды фактор болып табылады [71,72].

Өзен ағынның азаюы ылғалдандыру аймағының ені мен тереңдігін қысқартып, өз кезегінде тіршілік ету ортасының қолжетімділігін төмендетеді [73]. Сонымен қатар, су ағысының жылдамдығы, ресурстардың қол жетімділігі мен еріген оттегі деңгейінің төмендеуі, жауын-шашынның көбеюі, қоректік заттар концентрациясының өзгеруі, немесе су температурасының жоғарылауы нәтижесінде де тіршілік ету ортасының жарамдылығын өзгеруі мүмкін [74,75]. Құрғақшылық жағалау аймақтарына әсер ету арқылы ағындарға жанама әсер етуі мүмкін [72,73]. Қатты құрғақшылық құрғақшылыққа бейімделе алмайтын жергілікті таксондардың жойылуына әкелуі мүмкін [76, 77], әсіресе су ағыны толығымен тоқтап, ағын арнасы құрғаған жағдайда да орын алуы мүмкін.

Қазіргі болжамдарға сәйкес климаттың өзгеруі құрғақшылықтың қарқындылығы мен жиілігі артуы мүмкін, бұл Еуропаның көптеген су объектілерінде өзен ағынының төмендеуіне әкеледі [78,79].

Өзен экожүйелері әртүрлі факторлардан зардап шегеді, бұл олардың экожүйелік қызметтерін бұзады. Бұл реакцияларды түсіну адамзаттың амандығы үшін маңызды, өйткені өзендер азықпен қамтамасыз етеді, биогеохимиялық тепе-теңдікті сақтайды және мәдени тәжірибені байытады. Көптеген өзара әрекеттесетін факторларға байланысты олардың реакциясын болжау қиын. Зерттеудегі негізгі тақырыптар мен айнымалыларды анықтау үшін жаһандық өзгерістердің жеңілдетілген үлгісін пайдаланды. Халықтың өсуі мен жаһандық өзгерістер жергілікті жағдайларға байланысты өзендерге әр түрлі әсер етеді.

Негізгі факторлар мен айнымалыларды анықтау мақсатында жаһандық өзгерулердің жеңілдетілген моделін зерттеулерде қолданды. Халық санының өсуі және жаһандық өзгерістер жергілікті жағдайларға байланысты өзендерге әртүрлі әсер етеді [62].

Макроомыртқасыздар фаунасына құрғақшылықтың әсер етуі оңтайлы ретінде де, жалпы олжаның қолжетімділігі ретінде де төмендетуі мүмкін, бұл балықтардың рационын құндылығы төмен олжаға ауыстырады [80,81].

Балық популяцияларына құрғақшылықтың әсер етуін және олардың тез қалпына келуін дәлелдейтін зерттеулердің болуына қарамастан, азық қолжетімділігінің өзгеруінен туындайтын ұзақ мерзімді әсерлерді қарастыратын зерттеулер әлі де сирек кездеседі [6,70,82] Мерзімді және тұрақты құрғақшылық бассейн мөлшері, өзен ағыны, өнімділік және өзара байланыс сияқты бірқатар факторлармен ерекшеленеді [83,84,85,86] оларды салыстыру қауымдастықтың жалпы құрылымы мен жұмысына табиғи немесе жасанды құрғақшылықтың қалай әсер ететіні туралы ауқымды, шынайы ақпарат береді.

Ғалымдар құрғақшылықтың күшті кумулятивті әсерлері үздіксіз ағындағы макроомыртқасыздар қауымдастығын өзгертеді және осылайша балықтардың трофикалық экологиясының өзгеруіне, сондай-ақ балықтардың саны мен жеке жағдайының төмендеуіне әкеледі деп болжады [63].

Жергілікті балық популяцияларына су деңгейінің өзгеруі қатты әсер етеді [87,88,89]. Гидрологиялық режимді жасанды реттеу балық қауымдастықтарының құрамы мен құрылымының өзгеруіне әкелуі мүмкін [90,91,92]. Әр түрлі балық түрлері, әсіресе аборигенді балық түрлері әсер етудің осындай түріне әр түрлі бейімделеді, алуантүрліліктің азаюы байқалады [93,94,95].

1.4 Балықтар қауымдастығының құрылымына әсер ететін абиотикалық және биотикалық факторлар

Балықтар тұщы су қоймаларындағы тіршілік ету жағдайларына, соның ішінде өзен арнасының геоморфологиясына, климаттық жағдайларға, гидрологиялық режимге және биологиялық қауымдастықтардың құрылымына ерекше талаптар қояды [96]. Климаттың өзгеруі мен биологиялық инвазиялар биоалуантүрлілікке теріс әсер ететін негізгі қауіп болып саналады [97,98,99]. Климаттың жылынуы кейбір түрлер, соның ішінде кәсіптік теңіз балықтары мен инвазиялық түрлер (термофильді күн балықтары) ареалы солтүстікке қарай ығысуына әкеледі [100,101]. Ал суық сүйгіш балықтар климаттың өзгеруінің болашақ көріністеріне сәйкес қазіргі ауқымын қысқартып, олардың таралуын солтүстікке қарай жылжытады [102,103].

Климаттың өзгеруі – бүкіл әлем бойынша көл экожүйелеріне ең үлкен қауіптердің бірі. Соңғы онжылдықтарда байқалғандай, мұз жамылғысы, беткейлік температура, булану және су деңгейі сияқты көл бетіндегі жағдайлар сияқты қауіптерге жылдам жауап береді [104]. Тұщы су экожүйелері тіршілік ететін ортасы мен түрлердің алуантүрлілігімен сипатталады [105]. Дегенмен, құрлық пен теңіз биоалуантүрлілігіне қарағанда тұщы су биоалуантүрлілігіне көбірек қауіп төніп тұр [6].

Көлдердегі қысқы мұз жамылғысының қысқаруы мен су температурасының жоғарылауы судың араласу режимін өзгертіп, булануды тездетеді. Егер булану жауын-шашынның түсуімен немесе сыртқы су көздерден судың келуімен өтелмесе, онда көлдегі су деңгейі төмендеп кетеді. Бұл судың мөлшері мен сапасы сияқты гидрологиялық сипаттардың өзгеруіне әкелетін экожүйелерге, өз кезегінде азық-түлік, рекреациялық қызмет және тасымалдау үшін су ресурстарының қолжетімділігіне айтарлықтай әсер етеді [104].

Климаттың ауытқуына жауап ретінде жаһандық ауа температурасы көтеріле беретіндіктен, тұщы су балықтарының көптеген түрлерінің тіршілік ету ортасы өзгеріске ұшырайды. Ауа температурасының жоғарылауы көлдердегі температураны жоғарылатады да, нәтижесінде қолайлы жылы тіршілік ету орындарының пайда болуы мүмкін [105].

Бөгде түрлер адамдардың ықпалымен пайда болған жаһандық экологиялық өзгерістердің кең таралған және ықпалды компонентіне айналды. Балықтардың бөгде түрлері Антарктиданы қоспағанда барлық континенттердің тұщы су қоймаларының экожүйелеріне айтарлықтай әсер етеді [106,107,108]. Бөгде түрлердің енуінің экологиялық салдарын бағалау бірқатар қиындықтарды тудырады, олар әсіресе әлемдегі жергілікті фаунасы нашар зерттелген аймақтарда байқалады [109,64].

Бүкіл әлемде интродукцияланған бөгде балықтардың саны өсуде [111,112]. Өз кезегінде осы инвазиялардың қозғаушы күштері де [113,114], бұл болашақта әсер етуді күшейтуі мүмкін. Атап айтқанда, әсіресе экономикасы дамып келе жатқан елдерде антропогендік белсенділіктің өсуі инвазивті бөгде балық түрлерінің көбеюіне әкеледі деп күтілуде. Бұл түрлердің таралуы туристік қызмет, халықаралық сауда (мысалы, аквакультура және аквариум саудасы) және инфрақұрылымды дамыту (соның ішінде су жолдары мен каналдардың құрылысы) арқылы жүзеге асырылады [115,116].

Инвазивті бөгде балықтарға экологиялық әсер етудің салдары [117,118] аборигенді түрлердің ығысуы мен жойылуы [119,120], трофикалық өзара әрекеттесулердің өзгеруі [121,122,123] және экожүйелердің жұмысының бұзылуын қамтиды [124].

Инвазивті бөгде балықтар жаңа қоздырғыштарды да тасымалдай алады [125,126,127,128] және будандасу арқылы жергілікті түрлердің генетикалық әртүрлілігіне қауіп төндіреді [129,130]. Бұл балықтардың енуіне жол бермеу және олардың теріс әсерін азайту үшін тиімдірек және белсенді басқару стратегияларын әзірлеудің шұғыл қажеттілігін айқындайды [131].

Жаңа жерлерде кейбір балық түрлерінің пайда болуы басқа балықтардың мақсатты бағытталған және қосарлануымен, сондай-ақ тәуелсіз қоныстанумен тығыз байланысты. Бөгде түрлердің инвазиялық көздері негізінен антропогендік факторлармен байланысты: су қоймаларының құрылысы, ормандардың жойылуы, тау-кен өнеркәсібінің дамуы, су қоймаларының ластануы және т.б. Бөгде балық түрлері өз ареалын кеңейту үрдісінде қауымдастықтардың алуантүрлілігі мен қызметтенуіне әсер етеді [132,133].

Бөгде балықтардың көп болуы мен алуантүрлілігі тұщы су экожүйелеріндегі бұзылулардың нәтижесі де, олардың себебі де болуы мүмкін екені белгілі

[23,134]. Әдетте, биологиялық инвазиялар жергілікті ихтиофауна үшін қолайсыз фактор ретінде қарастырылады [135,136]. Дегенмен, әрбір бөгде балық түрінің әсер етуін жекелей бағалау керек [137].

Тұщы су жүйелерінде жаһандық ауа температурасы жоғарылаған сайын көлдердегі судың температурасы да көтеріледі деп күтілуде [138,139]. Су температурасының өзгеруі балықтардың ландшафттарға таралуына әсер етіп, олардың қолжетімді жылу кеңістігін өзгерте алады [140,141], Сонымен қатар бұл көлдердің жылу сүйгіш инвазивті түрлерімен қоныстануына жол бермейтін географиялық кедергілерді жоюға ықпал етуі мүмкін [98,142]. Климаттың өзгеруі мен жылу сүйгіш балықтардың енуінің қосарланып әсер етуі тұқы балықтарының [143] және солтүстік көлдердегі алабұғалар санын айтарлықтай азайтты [144,145].

Биоалуантүрліліктің жоғары деңгейі бар ішкі су қоймалары үшін жаһандық жылыну мен бөгде балық түрлерінің инвазиялануының өзара әрекеттесуі маңызды қауіпті фактор болып табылады. Су температурасы мен оның минералдануы жоғарылап, мұз қабатының ауданы азайып, гидродинамикалық сипаттар өзгереді деп болжануда [146].

Жаһандану мен демографияның өсу салдарынан биологиялық инвазиялар артып, экожүйелерді бұзады да, биоалуантүрлілікке қауіп төндіреді. Олардың салдары көптеген ареалдарда байқалады. Ғылыми деректер инвазиялармен күресудің стратегияларын жасауға мүмкіндік береді, бірақ оларды жүзеге асыру жеткіліксіз [147]. Енгізіген балық түрлері температураның, гидрологиялық жағдайлардың және тұздылықтың айтарлықтай ауытқуларына төзе алатын қабілеті бар. Олардың көпшілігі негізінен Ұлы жазық экологиялық аудан ағындарынан шыққан. Бұл экстремалды табиғи жағдайлар популяциялардың бейімделуіне және тіршілік етуіне ықпал ететін селективті сүзгі ретінде әрекет ететінін немесе басқа экожүйелерден таралуына қарағанда қысқа қашықтыққа көшуі жиі кездесетінін көрсетуі мүмкін [148].

Енгізілген түрлер бәсекелестік арқылы аборигенді түрлерді ығыстыру арқылы жергілікті биоалуантүрлілікке қауіп төндіреді. Теория түрлердің қатар тіршілік етуі бәсекелестік пен коллонизациялау арасындағы өзара тепе-теңдікке негізделген деп болжайды. Қазіргі инвазиялық түрлер тезірек көбейіп, қолайсыз жағдайларға төзімділікті көрсетеді, бұл олардың бәсекеге қабілеттілігін арттырады. Метақауымдастық модельдері интродукция, әсіресе қоршаған ортаның антропогендік өзгерістерінде түрлердің қатар тіршілік ету тепе-теңдігін бұзатынын көрсетеді [149].

Инвазивті түрлер аборигенді балықтармен тұраралық бәсекелестікті күшейтеді, бірақ олардың трофикалық әсер етуі әртүрлі. Түрлер әсіресе қорек талғамайтын балықтар өздерінің трофикалық аймақтарын азайтуы немесе кеңейтуі мүмкін [150].

Биогенді заттармен ластану - тіршілік ету ортасы деградациясының ең көп таралған түрлерінің бірі болып саналады [151]. Антропогендік белсенділік тыңайтқыштарды қолдану, тұрмыстық ағынды сулар мен өндірістік ағынды суларды төгу, сондай-ақ аквакультура үрдісіндегі азоттың шығуына байланысты қоршаған ортадағы нитрат концентрациясының айтарлықтай өсуіне әкеліп

соқтырды [152]. Өлім тудыру концентрациясын бағалау қазір практикалық тұрғыдан маңызды емес, өйткені бұзылған экожүйелердегі ағзалардың өліміне әкелетін негізгі фактор олардың репродуктивті және өнімділік қабілеттерінің төмендеуі тікелей себеп болуы мүмкін [153]. Оның орнына күрделі физиологиялық сипаттарды, соның ішінде аэробты жүктемелердің көлемін (яғни оттегінің максималды рұқсат етілген мөлшерін тұтынуы) және физикалық өнімділікті өлшеу уытты әсерлердің сенімді көрсеткіштері болуы мүмкін [154].

Тұщы су балықтары қауымдастықтарының климаттық жағдайлардың өзгеруіне сезімталдығы олардың оқшаулануымен және жер үсті ландшафттарындағы бөлшектенуімен ерекшеленеді, бұл әдетте өзен бассейндерінің биогеографиялық аралдар ретінде әрекет етуіне әкеледі [135,155, 156]. Олардың жылу режимдері мен гидрологиясының климаттық модельдерге тәуелділігі ауа температурасы мен жауын-шашынның өзгеруінің нәтижесі болып табылатын өзгерістерге әсіресе сезімтал болатыны осы ғасырда болады деп болжанған [157,158].

Негативті антропогендік белсенділіктің ұлғаюы әртүрлі түрлердің навигациялық үрдістеріне теріс әсер ететін жаңа және қолданыстағы экологиялық мәселелердің шиеленісуіне әкелді. Нәтижесінде тұщы су ағзалары тіршілік ету ортасының деградациясы, ластануы және климаттың өзгеруі сияқты күрделі экологиялық қауіптерге тап болады [23,159]. Түрлердің көптеген экологиялық мәселелердің бір уақытта әсер етуіне қалай жауап беретіні туралы деректердің жеткіліксіздігі өткір мәселе болып табылады [6]. Стресс факторларының өзара әрекеттесуі жиі болатыны анық [160], жеке стресс факторлары бойынша зерттеулердің болжамдылығы қоршаған ортаның өзгеруіне түрлердің реакциясын қайта бағалауға немесе бағаламауға әкелуі мүмкін дегенді білдіреді. Көптеген экологиялық қауіптерге түрлердің реакциясын сенімді эксперименттік бағалау - физиологиялық шектеулерді түсіну үшін қажет, олардың асып кетуі өнімділік пен тіршілік етуіне қауіп төндіреді [161].

1.5 Сырдария бассейніндегі балықтардың алуантүрлілігі мен балық аулауды зерттеу тарихы

Сырдария өзенінің балық ресурстары туралы алғашқы мәліметтер әр алуан. 1697 жылы Ф. Скибин және оның жолдастары "балықтар аз" деп мәлімдесе, 1696 жылы Тәуке Хан ставкасында дипломатиялық миссияның құрамында болған В. Кобяков: "Сыр өзеніндегі балықтар өте көп" деп хабарлады [162]. 1856 жылы А.И. Макшеев Сырдарияның ихтиофаунасы өте алуантүрлі, "Сырдария балыққа бай, онда бекіре, пілмай, жайын, сазан (тұқылар), ақмарқа, көксерке, шортан, қаракөз, табан және т.б. балықтар бар",- деп жазды [163,164]. 1874 жылы Г.С. Загряжский өзеннің дельта көлдерінде "шортан, жайын, алабұға, көксерке, мөңке, қаяз және табандардың көптігін" атап өтті [164,165]. Н.В. Остроумовтың 1891 жылғы еңбегінде Амудария мен Сырдарияда пілмай, жайын, сазан, көксерке, тыран, шортан және шегірбалық сияқты балық түрлерінің бар екендігі көрсетілген [166]. Кеңес заманында да КСРО-ның басқа өзендерімен салыстырғанда Сырдарияның ихтиофаунасы өзіндік бірегейлігімен

ерекшеленетіні белгілі. Сондай-ақ, географ Э.М. Мурзаев өзенде 41 балық түрінің бар екендігін жазды [167].

XX ғасырға дейін Сырдарияда балық аулау өте нашар дамыған. Мысалы, Ф. Скибин және оның жолдастары "өзенде балық ауламайды" деп мәлімдеді В. Кобяков та: "олар балықты жемейді және ауламайды" деп жазған [162]. Дегенмен, 1880 жылы Л.Ф. Костенко Сырдариядағы балықтардың көптігі туралы айта отырып, "бекіре, одан уылдырық алынады" деп жазды. Ол, "ұсақ балықтар вершалармен, ал үлкендерін шанышқылармен аулайды" және оларды тек көшпенділер-қырғыздар, яғни қазақтар жасайды деп жазған [168,169].

Өткен ғасырдың бірінші жартысында Арал-Сырдария бассейні ҚР үшін ғана емес, бұрынғы КСРО үшін де маңызды балық шаруашылықтық өңірлерінің бірі болды [170,171]. Сырдария өзені - Орталық Азияның басты өзендерінің бірі. Сырдария өзенінің ихтиофаунасы бойынша алғашқы іргелі жұмыстарды XIX ғасырдың аяғында К.Ф. Кесслер [172,173] жазып, содан кейін Л.С. Берг [174] және Г.В. Никольский толықтырған [175].

Сырдария өзені бассейнінің ихтиофаунасын және бөгде балық түрлерінің қоныстануы жайлы зерттеу тарихын өткен ғасырдың соңына дейін Г.М. Дукравец пен В.П. Митрофанов сипаттаған [176]. XX ғасырдың соңғы ширегінде суды ұтымсыз пайдалану нәтижесінде жедел экологиялық дағдарыс болды [38,177,178,179]. Сондықтан Сырдария өзені бассейнінің ихтиофаунасының әртүрлілігінің нақты қазіргі жағдайы үлкен ғылыми және практикалық қызығушылыққа ие [180].

Каспий бассейнінен алғашқы балық интродукциялары 1930 жылдары жүзеге асырылды және ол сәтсіз болды. Амур өзенінің бассейнінен 1960 жылдары ақ амур, қара амур, дөңмаңдай, теңбіл дөңмаңдайларды екінші рет интродукциялау жүзеге асырылды және басқа да балық түрлерінің байқаусызда енгізілуімен қатар жүрді.

Г.М. Дукравец пен В.П. Митрофанов Сырдария өзенінің тұрақты гидрологиялық режимі кезеңінде және дағдарысқа дейінгі балықтардың ену тарихын тыңғылықты сипаттады [181].

Өсімдік шаруашылығы XX ғасырдың екінші жартысында аймақ үшін басым бағытқа айналды. Сырдария мен Амудария өзендерінің суларын ұтымсыз пайдалану ағынды сулардың және Арал теңізі көлемінің азаюына, аймақтың экожүйелеріндегі күрт өзгерістеріне алып келді, бұл экологиялық апат немесе экологиялық дағдарыс деп аталды [34,38,182,183]. XXI ғасырдың бірінші онжылдығында ҚР Үкіметі осы мәселені шешуге бағытталған бірқатар іс-шаралар кешенін іске асырды, нәтижесінде Сырдария өзенінің ағысы қазіргі уақытта булану деңгейінен асып түседі. Өзеннің Қазақстандық секторында жайылымдық экожүйелерді қалпына келтіру және жергілікті биоалуантүрлілікті сақтау үшін бірнеше қорғалатын табиғи аумақтар құрылды [34,184].

Соңғы онжылдықтарда Сырдария өзені су ресурстарын ұтымсыз пайдалану салдарынан экологиялық дағдарысқа тап болды. Қарғалы қорығындағы зерттеу (2015-2017) 14 аборигенді және ақ амур, дөңмаңдай және қытай медакасы сияқты 11 инвазивті балық түрлерін анықтады. Инвазиялық түрлер әсіресе су тасқыны

режимі тұрақсыз болған кезде сәтті көбейіп, аборигенді түрлермен бәсекелесетіндігін айқындаған [171].

Сонымен, Сырдария өзеніндегі бөгде балық түрлерінің қазіргі алуантүрлілігін зерттеу ғылыми қызығушылық тудырады және балық ресурстарын тиімді басқару және аборигенді ихтиофаунаны қорғау үшін маңызды.

Өткен ғасырдың екінші жартысында Арал теңізі бассейніндегі су ресурстарын ұтымсыз пайдалану нәтижесінде үлкен экологиялық апат орын алып, теңіз аумағы бірнеше есе қысқарды [185,186,187,188].

Қазіргі уақытта Сырдария өзені мен бұрынғы теңіздің солтүстік бөлігі – Кіші Аралдың су экожүйесін ішінара қайта қалпына келтіру жүріп жатыр [187,189]. Кіші Аралдың және Сырдария өзенінің балық ресурстарының қазіргі жағдайына бірнеше шолулар арналған, онда мамандар Сырдариядағы балық қорының айтарлықтай төмендегенін атап өткен [187,189,190,191]. Кіші өзендер үлкен бассейндердің жағдайын анықтайтын негізгі буын екені белгілі. Алайда, ҚР аумағында Сырдария бассейнінің кіші өзендерінің ихтиофаунасының жағдайы әлі күнге дейін аз зерттелген.

1.6 Балық түрлерін анықтау үшін молекулалық-генетикалық талдауды қолдану

Түрлерді мұқият таксономиялық зерттеу биоалуантүрлілікті сақтаудың кілті болып табылады. Экологиялық және табиғатты қорғау шешімдері үлгілерді түр деңгейінде толық сәйкестендіру жоғары дәлдікпен анықтауды талап етеді [192]. Морфологиялық белгілерге негізделген таксономиялық жүйенің шектеулері, сондай-ақ таксономиялық мамандар санының азаюы балық түрлерін анықтау үшін молекулалық әдістерді қолдануды қажет етеді [193,194].

Қазіргі таңда түрлерді анықтау үшін молекулалық маркерлерді қолдануға негізделген молекулалық сәйкестендіру белсенді қолданылуда. Молекулалық сәйкестендірудің әртүрлі әдістерінің ішінде мтДНҚ талдауына негізделген ДНҚ штрихкодтау ерекше, ол өзін түрді ажыратудың тиімді құралы ретінде көрсетті [195].

Филогенетикалық қайта құру салыстырмалы биологиялық зерттеулерде шешуші рөл атқарады, өйткені филогенетиктердің тұжырымдары салыстырмалы биологтардың гипотезаларына негіз болады. Сенімді филогенетикалық гипотезаларды құру және олардың дәлдігіне әсер ететін факторларды түсіну эволюциялық гипотезаларды тексеру үшін өте маңызды [196,197].

Анадан берілген митохондриялық геном ұзақ уақыт бойы молекулалық ағаштар үшін негізгі деректер көзі болды. Дегенмен, жалғыз көшірмесі бар ядролық гендердің дамуы көптеген топтар, соның ішінде балықтар үшін бұл шектеуді еңсерді [198,199], бұл зерттеушілерге жеке митохондриялық гендер немесе ген ағашының филогенетикалық талдаудан асып, зерттеу мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік берді [200].

мтДНҚ негізіндегі молекулалық зерттеу морфологиялық әдістерге қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Біріншіден, түрлерді анықтау үшін

толық үлгі қажет емес. Бұлшықет, тері, желбезек қанаты немесе тіс сияқты ұлпалардың кішкене бөлігін пайдалану жеткілікті [201,202,203].

Екіншіден, ДНҚ деградацияға және морфологиялық белгілермен салыстырғанда тұрақтылығы жоғары. Оны суда, топырақта болған немесе өңделген үлгілерден алуға болады [204,205,206,207].

Үшіншіден, молекулалық әдістер морфологиялық сипаттамаларға ұқсас, белгісіз немесе туыс түрлерді дәл ажыратуға мүмкіндік береді [208,209,210]. Бұл әсіресе морфологиялық сипаттамалары бір-біріне сәйкес келетін таксондар үшін өте маңызды [211,212].

Төртіншіден, тіршіліктік айналым барысында өзгеруі мүмкін және қате сәйкестендіруге әкелетін морфологиялық сипаттардан айырмашылығы, ағзаның дамуының барлық кезеңдерінде ДНҚ молекуласы өзгеріссіз қалады [213].

Бесіншіден, балықтардың уылдырықтарын, итбалықтарын, шабақтарын және ересектерін анықтау үшін молекулалық әдістерді қолдану аясында таксономиялық талдау мүмкіндіктерін кеңейтеді [214,215]. Дәстүрлі таксономия осыған керісінше, мамандарды даярлау үшін айтарлықтай уақыт пен ресурстарды қажет етеді [216,217].

Заманауи технологиялар тізбекті жылдам салыстыру үшін арнайы бағдарламалық құралды пайдалана отырып, ДНҚ-ны тиімді талдауға мүмкіндік береді. Бұл морфологиялық әдістермен салыстырғанда молекулалық сәйкестендіруді айтарлықтай жылдамдатады. Ол түрді жіктеуде, заңсыз саудаға қарсы күресте, бұрмалануларды анықтауда, биологиялық инвазияларды зерттеуде және биоалуантүрлілікті бақылауда қолданылады [218,219,220,221].

Hebert және т.б. авторлар [195] генетикалық маркер омыртқасыздарды да, омыртқалы жануарларды да биологиялық анықтау үшін ДНҚ штрих-коды ретінде қызмет ете алатынын көрсете отырып, түрлерді молекулалық сәйкестендіру үшін алғаш рет I цитохром-с-оксидаза (COI) суббірлігін қолданды [201,211,222,223]. "Балықтың тіршіліктік штрих-коды" жобасы (FISH-BOL) барлық белгілі балық түрлері үшін стандартталған ДНҚ штрих-код дерекқорын әзірлеуге бағытталған халықаралық зерттеу ынтымақтастығы болып табылады [224,225]. Жоба ДНҚ тізбегін Life Data Systems штрихкодтау жүйесіндегі эталоонды үлгілер дерекқорына сәйкестендіру арқылы балық түрлерін анықтау әдісін әзірлеуге бағытталған. Қазіргі уақытта балықтардың ДНҚ-ын штрих-кодтау бойынша айтарлықтай әсіресе BOL (Barcode of Life) тобына жататын зерттеулер жүргізілді [201,226,227,228,229]. Әлемнің басқа аймақтарымен салыстырғанда Орталық Азияда балықтарды штрихкодтауға арналған зерттеулер іс жүзінде жоқ [230].

1.7 Сырдария бассейнінің қысқаша физика-географиялық сипаты және гидрологиялық режимі

Қаратау тау жотасы - Батыс Тянь-Шаньның жалғасы, солтүстігінде Қазақстан даласына дейін созылып, Сырдария алқабы мен Мойынқұм шөлі арасындағы шекараны құрайды. Бұл тау жотасында жауын-шашынның көп болуына байланысты оңтүстік-батыс беткейінде мол сумен қамтамасыз етілген

жақсы дамыған өзен желісі бар. Тау аңғарлары көркем, бірақ жазда кіші өзендер жиі кеуіп қалады. Ірі өзендер жыл бойы су ағынын қамтамасыз етеді, бұл маңызды өсімдік экожүйелері мен биологиялық алуантүрлілікті сақтауға көмектеседі [231]. Қаратау жотасының оңтүстік беткейінде Бөген (212 км), Шаян (115 км) және Арыстанды (92 км) өзендерін қоса алғанда, жалпы ұзындығы 2178 км 68 өзен ағып өтеді. Су ресурстарының байлығы бірегей флора мен фаунаның дамуына, сондай-ақ рекреация мен туризм үшін ландшафттардың қалыптасуына ықпал етеді. Гидрологиялық жағдайлар шетелдік туристер үшін қала маңындағы демалыс аймақтарын құруға, сондай-ақ жастар лагерлері мен санаторий-курорттық мекемелерді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Тарихи-мәдени мұра объектілерінің, сондай-ақ балық аулау және аңшылық ресурстарының, сондай-ақ Сырдария өзендері мен Қаратау тауларының бірегей флорасы мен фаунасының болуы халықаралық және Республикалық маңызы бар Түркістан-Кентау туристік-рекреациялық аймағының дамуына ықпал етеді [232].

Қаратау жотасының орталық аймағында 2004 жылы Қаратау мемлекеттік табиғи қорығы ұйымдастырылды. Аңғарларда көптеген өзендер ағып жатыр, бірақ олардың барлығы Сырдарияға да, тіпті таулардың етегіне де жетпей су ағындарын жоғалтады. Аймақтың ірі өзендері: Баялдыр, Біресік, Хантағы, Талдыбұлақ. Қорғау аймағының ауданы - 17 490 га.

Сырдария өзенінің бассейні Орталық Азиядағы басты өзен, ауданы мен ұзындығы бойынша ең ірісі болып табылады. Су ағыны Тянь-Шань сілемдерінде қалыптасып, дала мен Қызылқұм шөлі арқылы Кіші Арал теңізіне жалғасады. Тянь-Шаньның биік таулары Амудария бассейніне қарағанда кішігірім масштабта болса да, мәңгілік қар мен мұзданып тұрады [233]. Өзен ағынын реттеу су қоймаларының каскадының көмегімен жүзеге асырылады, Қазақстан аумағында бұл жүйенің негізгі элементтері — Шардара су қоймасымен және Көксарай бақылау реттегіштері болып табылады [234].

Халықтың жоғары тығыздығы және ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының едәуір саны Оңтүстік Қазақстанның су объектілеріне әсер ететін антропогендік жүктемені айқындайды [235,236,237,238]. Су көздеріндегі судың сапасына әсер ететін қосымша фактор - бұл аймақтағы тау-кен өндірісі [239].

Сырдария өзенінің бассейнінде оның трансшекаралық жағдайы мен аймақтың құрғақшылығына байланысты су-экологиялық ахуал қалыптасты [240].

Су ресурстарын пайдалануды қоса алғанда, су жинаудағы ұтымсыз шаруашылық қызмет Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы бассейн - өзен жүйесінің экологиялық жағдайына да үлкен әсер етеді [241,242,243].

XX ғасырдың басында В.В. Бартольд көптеген өзендер Сырдарияға құяды, олардың үшеуі ғана оған жетеді: Шыршық, Келес және Арыс. К.А. Пищулина өзінің "Қазақ хандығы тарихының очерктері" (2016) атты еңбегінде Сырдарияға Арыс және оның Боралдай мен Бадам салалары сияқты Қаратау баурайынан ағатын ірі өзендердің сулары ғана жеткенін, ал кішігірім өзендердің сулары толығымен суаруға жұмсалатынын көрсеткен [244].

Бөген өзені Түркістан облысының Бәйдібек және Отырар аудандарында орналасқан. Оның ұзындығы 164 км, ал су жинау бассейнінің ауданы 4680 км².

1967 жылы Сырдария бассейні Арыс-Түркістан каналымен бірге ауданы 65 км² Бөген суқоймасы құрылды. Суы суару үшін қолданылады [245,246,247,248].

Шаян өзені - Түркістан облысындағы Қаратау оңтүстік-батыс еңісіндегі өзен, Байжансай ауылының солтүстік-батысындағы жотаның баурайынан басталып, Спатаев ауылының жанындағы Арыс-Түркістан каналына құяды. Өзенде Қапшағай суқоймасы құрылып, Мыңбұлақ, Шаян, Шыбыт, Жамбыл, Жиенқұм ауылдарының жанынан өтеді. Өзеннің ұзындығы 138 км, су жинау бассейнінің ауданы 1500 км², орташа су шығыны 1,93 м³/с. Өзенде 90-нан астам салалар бар, ірі өзен алабы - Майбұлақ және Ақбет. Жайылманың ені 300-500 м, сумен суару үшін қолданылатындықтан [249], сағаға жетпейді

Арыстанды өзені - Қазақстандағы Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінде орналасқан, жотаның солтүстік-батыс бөлігінен басталып, Арыс-Түркістан каналына құяды. Өзеннің ұзындығы 92 км, су жинау алаңы 847 км², орташа су шығыны 0,64 м³ / с. Өзеннің суға толуы қар, жауын-шашын және жер асты сулары есебінен жүзеге асырылады. Өзеннің суы наурыздың басында еріп, ал желтоқсанның соңында қатады. Суару үшін қолданылады [250].

Боралдай өзені - Қазақстанның Түркістан облысының Бәйдібек және Ордабасы аудандары арқылы өтетін Арыстың оң саласы. Бастауы Боралдайтау жотасының баурайында, Шұбар ауылының жанындағы Арысқа құяды. Ұзындығы 130 км, бассейнінің ауданы 1760 км² [251].

Қарашық өзені - Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінен басталатын Сырдария саласы. Кентау және Түркістан қалалары арқылы ағып, су көп жылдарда Сырдарияға құяды. Өзеннің ұзындығы 102 км — ді құрайды. Бессаз тауынан басталып, Текекөл көліне құяды. Алқап жоғарғы бөлігінде тарылып, төменгі бөлігінде кеңейеді. 1982 жылы Ауыл шаруашылығы дақылдары мен бақтарды суару үшін Қосқорған салынды. Қарашық өзенінің ихтиофаунасы бірнеше ғылыми басылымдарда жарияланған [252,253,254].

Сарыбас өзені Хантағы-Түркістан облысы Кентау қалалық әкімдігінің ауылы, Хантағы ауылдық әкімдігінің орталығы. Кентау қаласынан солтүстік-шығысқа қарай 6 км жерде, Қаратаудың оңтүстік беткейінде, Біресік өзенінің сағасында орналасқан. Ағын - бұл құрлық арнасындағы төменгі деңгейге түсетін ағынды су қоймасы [255].

Иқансу өзені – Түркістан облысының Кентау қаласы мен Ащысай арасында ағып, Түркістан суландыру каналына құяды [256].

Ойық өзені – Түркістан облысының Сауран ауданындағы Жаңа Иқан ауылдық округында орналасқан [257].

2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

2.1 Зерттеу материалдары

Диссертациялық жұмыс 2022-2023 жж. жазғы кезеңдерде далалық экспедициялық зерттеулер барысында жиналған өз материалдарына және кәсіпшілік аулау деректеріне, сондай-ақ әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, биология және биотехнология факультеті, биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының зоология зертханасының 2007-2020 жж. қор материалдарына және РҒА И.Д.Папанин атындағы ішкі сулар биологиясы институтында (Ярославль облысы, Борок к., РФ) жүргізілген меншіктік жұмыстарына негізделген.

17 жергілікті кіші су қоймалары, оның 2-і суқоймасы және 15 шағын өзендер зерттелді (1-сурет). Зерттелген жергілікті жерлер бойынша атрибуттық ақпарат А қосымшасында ұсынылған, А1-кесте. Барлығы 5349 дана балық ауланды және есепке алынды.



Сурет 1 - Зерттеу аймағын көрсететін карта: шеңберлерде жинақтау станциялары көрсетілген, сары сызық бүкіл маршрутты көрсетеді.

Биоморфологиялық талдау үшін балықтар формальдегидтің 4% ерітіндісіне салынды. Молекулалық-генетикалық талдау үшін көкірек қанаттары немесе ұсақ (ұзындығы 5 см-ге дейін) тұтас балықтар 96% этил спиртіне салынды. Зерттелген балықтардың жалпы тізімі мен саны 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Зерттелген балықтардың саны жайлы жалпы мәліметтер (дана)

Су қоймалары	Жылдар										Барлығы
	2007	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2020	2022	2023	
Сырдария өзені (Түркістан)	0	0	221	8	0	0	0	0	3	45	277
Бөген өзені (тау бөктері)	176	138	53	52	193	154	84	0	98	57	1073
Бөген өзені (жазықтық)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	
Шаян өзені (тау бөктері)	0	0	46	51	71	110	67	60	177	91	712
Шаян өзені	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	
Арыстанды өзені	0	133	406	233	165	0	0	0	90	118	1145
Боралдай өзені	0	0	0	0	0	0	0	0	89	29	118
Сарыбас өзені	0	19	25	0	27	0	18	0	9+68	12	178
Қарашық өзені Кентау	256	0	0	0	182	72	90	0	0	0	600
Қарашық өзені Түркістан	0	93	102	51	67	282	69	0	72	81	817
Иқансу өзені (тау бөктері)	0	0	0	0	0	0	0	0	53	33	86
Иқансу өзені (таулы)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56
Ойық өзені	0	0	15	18	0	0	0	0	0	29	62
Ащысай өзені	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	23
Бабайқорған өзені	0	0	0	0	0	0	0	0	41	35	76
Серт сқ.	0	0	0	0	0	41	0	0	0	42	83
Үлгілі сқ.	0	0	0	0	0	0	29	0	0	14	43
Барлығы	432	383	868	413	705	659	357	60	702	770	5349

Түрлердің бастапқы анықталуы балық аулау орнында индикаторлық белгі бойынша көзбен көру арқылы жүргізілді, содан кейін зертханалық жағдайда балықтардың түрлері нақтыланды, содан кейін бекітілген материал одан әрі өңделді. Жұмыс кезінде балықтарды биологиялық және морфологиялық талдаудың жалпы қабылданған әдістері қолданылды [258].

Балықтардың даулы немесе морфологиялық жағынан ұқсас түрлерін анықтау үшін әртүрлі анықтағыштар мен анықтамалықтар қолданылды [259,260,261,262,263,264]. Балық түрлерінің ғылыми атаулары жиі жаңартылатын электронды деректер FishBase базасында [265] және Эшмейер каталогымен нақтыланды [266].

Интерактивті таксондық визуализация life map веб-сайтының көмегімен жасалды [267].

2.2 Зерттеу әдістері

2.2.1 Су қоймаларды физика-химиялық талдау әдістемесі

Гидрохимиялық талдау үшін су сынамаларын алу стандартты әдістеме бойынша жүргізілді [268]. Судың түсі көзбен, иісі органолептикалық түрде анықталды. Судың температурасы, рН және судың жалпы минералдануы Combo PH&EC құралының көмегімен жергілікті жерде өлшенді. Судың лайлылығы Microprocessor Turbidity meter HI 93703 көмегімен, ал мөлдірлік - Секки дискісін пайдалану арқылы жүргізілді. Зертханалық талдаулар үшін алу көлемі 0,5 л тереңдігі 30-40 см болатын пластикалық ыдысқа су сынамалары құйылып, ондағы нитраттардың концентрациясы (NO_3^-) HI 96728, ал аммонийдің (NH_4^+) – HI 96700 ("Hanna Instruments" фирмасы) құралының көмегімен өлшенді. Гидрохимия бойынша анықтамалық материалдарды пайдаланды [269]. Климат туралы мәліметтер http://www.pogodaiklimat.ru/history/38198_2.htm сайтынан алынды.

2.2.2 Ихтиофаунаны зерттеу әдістері

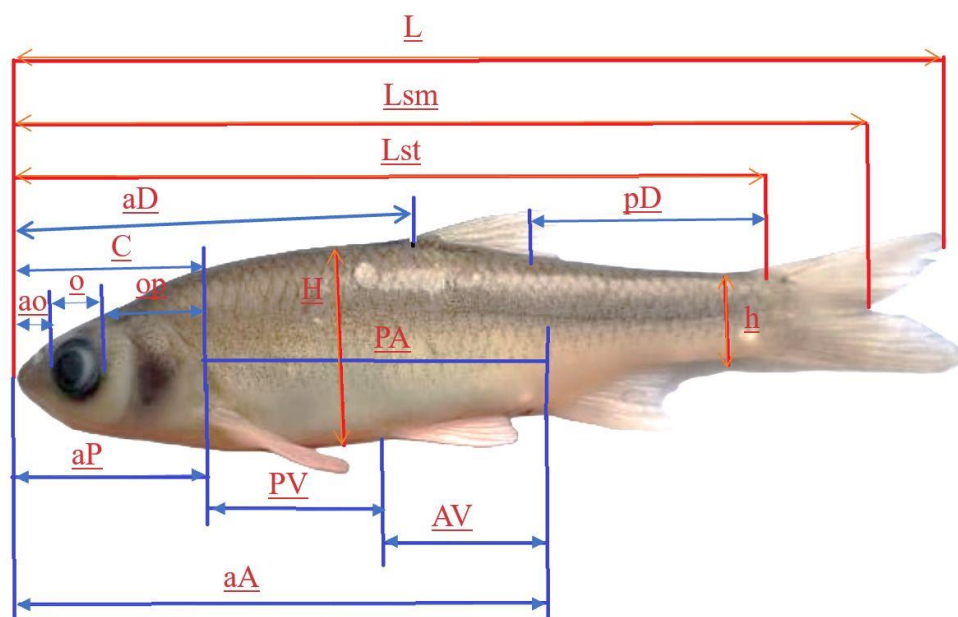
Өзендерде балық аулау үшін ұсақ торлы сүзекі қолданылды, Сырдария өзенінің шығанақтары мен суқоймаларында әрқайсысының ұзындығы 25 мм-ден 20-дан 60 мм-ге дейін болатын желбезек торларының стандартты жиынтығы, 3-5 мм ұяшықтары бар әр түрлі дизайндағы балық аулау торлары және ілмек торлары қолданылды. Балықтардың бір бөлігі балық аулаудан және әуесқой балықшылардан алынды. Ірі балықтарға талдау жергілікті жерде жүргізілді, ұсақ балықтар формалинде тіркеліп, және одан әрі өңдеу зертханада жүргізілді. Балықтардың алуан түрлілігіне өзгерістер енгізу үшін XIX-XX ғасырлардағы жинақтар зоологиялық мұражайының коллекцияларында зерттелді. М.В. Ломносов атындағы Москва мемлекеттік университеті (Мәскеу, РФ) және РҒА зоологиялық институты (Санкт-Петербург, РФ).

Балықты бекіту және сақтау. Бұрын көрсетілген [270], балықтардың биологиялық және морфометриялық көрсеткіштері балық аулау құралдарына түскеннен кейін қысқа уақыт ішінде өзгереді. Сондықтан морфометриялық көрсеткіштердің өзгергіштігін зерттеуге арналған балық 1-2 сағат ішінде формалиннің 2% ерітіндісіне тірідей салынып, содан кейін формалиннің 4% ерітіндісінде тұрақты бекіту жүргізілді.

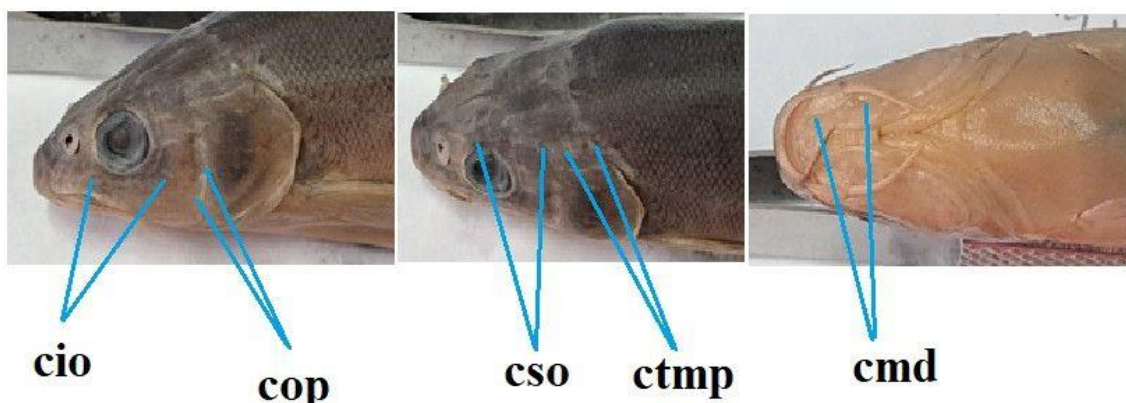
Балықты формалин мен спиртке бекіткен кезде дененің пропорциясы өзгереді [270]. Осы фактіні ескере отырып, коллекциялық және қор материалдарымен салыстыру үшін формалинде кемінде 3 ай сақталған жеке материалдар ғана пайдаланылды.

Балықтардың биологиялық және морфологиялық талдауы ихтиологияда жалпы қабылданған схемалар бойынша жүргізілді [271,272,273] (сурет 2-3). Морфометриялық көрсеткіштерді анықтау үшін ихтиологиялық жұмыстарда кең таралған белгілер қолданылды: L - балықтың денесінің толық ұзындығы, SL - балықтың денесінің құйрық жүзбеқанатынсыз ұзындығына дейінгі аралық, Q - денесінің жалпы салмағы, q - ішкі мүшелерінсіз денесінің салмағы, aD - аузынан бастап арқа қанатына дейінгі аралық немесе антедорсальды арақашықтығы, pD - арқа жүзбеқанаты біткен жерден құйрық жүзбеқанаты басталған жеріне дейінгі

аралық немесе постдорсальды арақашықтығы, аА - антеанальды арақашықтығы, аV - аузынан кеуде жүзбеқанатына дейінгі аралық немесе антевентральды арақашықтық, аР - балықтың аузынан кеуде жүзбеқанатына дейінгі аралық немесе антепектральды арақашықтығы, Р-V – кеуде және құрсақ жүзбеқанаты аралығы немесе пектовентральды арақашықтығы, V-A – құрсақ және анальді жүзбеқанаты арасы немесе вентроанальды арақашықтығы, l ca - балықтың аналь жүзбеқанатының соңынан құйрық жүзбеқанатының басталған жеріне дейінгі арақашықтығы, Н - денесінің ең биік жері, h - денесінің ең қысқа жері, с - бастың ұзындығы, ao - тұмсығының ұзындығы, o - көзінің диаметрі oh -горизонтальді, o/v – вертикальді, op - бастың көзден кейінгі арақашықтығы, l md - төменгі жақтың ұзындығы, l mx - жоғарғы жақтың ұзындығы, h mx - жоғарғы жақтың ені, h c/o - бастың көз бөліміндегі биіктігі, h c - басының биіктігі, io - екі көздің арақашықтығы, lD - арқа жүзбеқанатының ұзындығы, hD - арқа жүзбеқанатының биіктігі, lA - аналь жүзбеқанатының ұзындығы, hA - аналь жүзбеқанатының биіктігі, lP - кеуде жүзбеқанатының ұзындығы, lV - құрсақ жүзбеқанатының ұзындығы, lCs - үстіңгі құйрық жүзбеқанатының ұзындығы, lCm - құйрық жүзбеқанаты ортасының ұзындығы, lCi - астыңғы құйрық жүзбеқанатының ұзындығы, ll – балықтың бүйір сызығындағы қабыршақтар саны, ll ca - құйрық сабағындағы қабыршақ саны, ll sub - бүйір сызығының үстіңгі қабыршақтар саны және ll int - бүйір сызығының астыңғы қабыршақтар саны; Dr - арқа жүзбеқанатының тарамдалмаған сәулелер саны, Ds - арқа жүзбеқанатының тарамдалған сәулелер саны, Ar – аналь жүзбеқанатының тарамдалмаған сәулелер саны; As – аналь жүзбеқанатының тарамдалмаған сәулелер саны; Pr – кеуде жүзбеқанатының тарамдалмаған сәулелер саны; Ps – кеуде жүзбеқанатының тарамдалған сәулелер саны; Vr – құрсақ жүзбеқанатының тарамдалмаған сәулелер саны; Vs – құрсақ жүзбеқанатының тарамдалған сәулелер саны; Sp.br – желбезектің бірінші желбезек доғасының өсіндерінің саны; Vert_{corp} – кеуде омыртқасының саны; Vert_{inter} – кеуде және құйрық омыртқаларының арасындағы омыртқалар саны; Vert_{ca} – құйрық омыртқаларының саны; Vert – жалпы омыртқасының саны; Айырқұрсақты тұқылар (кәдімгі қарабалық) өкілдерінде: cl - жарықшақтағы қабыршақты қалталардың саны. Сонымен қатар, балиторлық балықтар келесі белгілер зерттелді: wc – бастың ені, wm – ауыздың ішкі жағының ені, wi – ауыздың сыртқы ені, НТТ – дененің ең үлкен ені, htca – дененің ең кішкентай ені, hor – желбезек қақпағының биіктігі, hсор – желбезек қақпақалдының биіктігі, С самай – самайдағы тесіктер саны, ctmp – шүйде бөлігіндегі тесіктер саны, Cmd – төменгі жақтағы тесіктер саны, Cop – желбезек қақпақалдындағы тесіктер саны, Cio – көзасты тесіктер саны, Cso – көзүсті тесіктер саны, barbel 1, barbel 2, barbel 3 – ауыз бөліміндегі бірінші, екінші және үшінші мұрттардың ұзындығы; front – бас сүйегінің ұзындығы, hfront – маңдай сүйегінің ені, temp – шүйде сүйегінің ұзындығы, leth, heth – этмоидтың ұзындығы мен ені; htc – желке бас сүйегінің ені, lk – pylorus-тан anus-қа дейінгі ішектің ұзындығы. Fulton - Фультон бойынша қондылық коэффициенті, Clark - Кларк бойынша қондылық коэффициенті. Қуыс майының мөлшері мен ішектің толу дәрежесі 0-ден 5-ке дейінгі шкала бойынша көзбен бағаланды, мұнда 0 ішекте май мен жынның болмауына сәйкес келеді [274].



Сурет 2 – Балықты өлшеу схемасы



Сурет 3 – Балық басындағы сейсмосенсорлы каналдардың белгіленуі

Мұртты талма балықтар, амур шабағы мен т.б. балықтардың таксономиясы үнемі қайта қаралады, сондықтан көптеген балықтардың номенклатуралық атаулары [266] сәйкестендіріліп, мәліметтері Fish Base ақпараттық-ізденіс жүйесінде қарастырылды [265].

Балықтардың жасы Н.И.Чугунова [275] бойынша қабыршақтар мен омыртқаларды тіркеуші құрылым ретінде қолдана отырып анықталды. Зерттелген балықтардың жалпы саны А2 қосымшасында келтірілген.

Антропогендік жүктеме түрлерінің әртүрлілігі, олардың әртүрлі қарқындылығы мен ұзақтығы, су объектілерінің әртүрлі физикалық-географиялық жағдайлары ғалымдарды балықтардың морфологиялық, патологиялық-анатомиялық және экологиялық көрсеткіштеріне негізделген қауымдастықтардың жағдайын бағалаудың сараптамалық әдістерін іздеуге итермелейді [16,17,276]. Балық популяциясының жағдайын бағалау үшін балықтардың мөлшері, салмағы және қондылығы, сондай-ақ жынысы маңызды көрсеткіштер болып табылады [276,277].

Билатералды белгілердің флуктуациялы асимметриясын зерттеу (АК – асимметрия коэффициенті) ағзалардың жеке дамуының гомеостазының тұрақтылығын бағалауға және тіршілік ету ортасының жағдайына интегралды сараптамалық баға беруге мүмкіндік береді [278,279].

АК әрбір жеке дарақта асимметриялық белгілердің орташа арифметикалық саны бойынша есептелді. Бұл жағдайда тараптар арасындағы айырмашылықтың шамасы ескерілмейді, тек асимметрия фактісі, дененің әртүрлі жақтарындағы белгі мәндерінің ұқсастығы есепке алынды. Осының арқасында жеке, қатты ерекшеленетін нұсқалардың ықтимал әсері жойылады. Баллдық шкаланы қолдану (2-кесте) фондық мониторинг үшін де, антропогендік әсердің әртүрлі түрлерінің салдарын бағалау үшін де мүмкін болады. Тірі ағзаның жағдайының, денсаулығының өзгеруі әртүрлі әсерлерге ерекше емес реакция болып табылатындығын және даму тұрақтылығының көрсеткіші осы әсерлердің нәтижелері туралы ақпарат беретінін есте ұстаған жөн.

Кесте 2 - Балықтар үшін даму тұрақтылығының интегралды көрсеткішінің шамасы бойынша дене жағдайының шартты нормадан ауытқуын бағалаудың бес баллдық шкаласы [278].

Балл	Даму тұрақтылығы көрсеткішінің шамасы (АК)	Ортаның жағдайы
I	<0,30	Жақсы
II	0,30 – 0,34	Қанағаттанарлық
III	0,35 – 0,39	Орташа ауытқулар
IV	0,40 – 0,44	Күшті ауытқулар
V	>0,44	Өте нашар

Шкаланың бірінші балы шартты норма ретінде қабылданады, екіншісі қолайсыз факторлардың әлсіз әсеріне сәйкес келеді, үшінші және төртінші балл қатты ластанған су қоймаларындағы балықтарда, бесінші балл – балық популяциясы үшін антропогендік жүктемені бастан кешіретін техногендік су қоймаларындағы балықтарда байқалды.

2.2.3 Балықтар қауымдастықтарының алуантүрлілігін талдау және салыстыру әдістері

Зерттелген су қоймаларындағы балықтардың алуантүрлілігін сипаттау үшін жалпы индекстер қолданылды: S - қауымдастықтағы балық түрлерінің жалпы саны (түрлердің байлығы), D-Симпсонның алуантүрлілік индексі, E- Симпсон бойынша біркелкі таралуы, H-Шеннонның алуантүрлілік индексі, J- Шеннон бойынша біркелкі таралуы [280,281].

Симпсон индексі іріктемедегі басым түрлерге жоғары сезімталдықты көрсетеді, бұл жалпы түрлердің алуантүрлілігіне салыстырмалы түрде аз әсер етеді. Сонымен қатар, Шеннон индексі түрлердің санына көбірек мән береді, әсіресе түрлердің алуантүрлілігі төмен, бұл оны сирек кездесетін түрлерге ең сезімтал етеді [282]. Шеннонның көрсеткіштерін есептеу кезінде 2 негізі бар логарифм қолданылды.

Бұл жұмыста S - түр байлығы (түрлер саны), $S_{аб}$ - аборигенді түрлер; S_6 - бөгде балықтар, n_i – аумақтағы белгілі бір таксонның (түрдің) дарақтарының саны. Алуантүрлілікті бағалау Шеннон индексі (H) қолдану арқылы төмендегі формула (1) бойынша есептелді:

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} , \quad (1)$$

Мұндағы: N – территориядағы дарақтардың жалпы саны, n_i – әрбір жеке түрдің саны.

Шеннонның біркелкілік таралу индексі - бұл қауымдастықтағы түрлердің таралуының біркелкілігін өлшеу әдісі. "Біркелкілік" термині қауымдастықтағы әртүрлі түрлердің саны жағынан қаншалықты ұқсас екенін білдіреді.

E_H ретінде белгіленеді, бұл индекс (2) келесідей есептеледі

$$E_H = \frac{H}{\ln(S)} \quad (2)$$

Мұндағы: H – Шеннонның алуантүрлілік индексі; S – жеке түрлердің жалпы саны.

Үстемдік шарасын бағалау үшін Бергер-Паркер D индексі де қолданылды, бұл қауымдастықтағы ең көп түрдің салыстырмалы маңыздылығын көрсетеді. Есептеу (3) формула бойынша жүргізілді:

$$D = \frac{n_{max}}{N} , \quad (3)$$

Мұндағы: n_{max} – дарақтың көп кездескен түр саны.

Бергер-Паркер индексінің мәнінің өсуі, Симпсон индексі сияқты, алуантүрліліктің төмендеуін және бір түрдің үстемдік дәрежесінің жоғарылауын білдіретіндіктен, индекстің кері формасы ($1/d$) қолданылды.

Балықтар қауымдастығының біркелкі таралу дәрежесі Пиелу (J) бойынша (4) есептелді:

$$J = \frac{H}{\ln N} . \quad (4)$$

Пиелу біркелкі таралу өлшемінің мәндер диапазоны 0 – ден 1-ге дейін өзгереді, мұнда нөлге жақын мәндер бір немесе бірнеше түрдің үстемдігінің жоғары дәрежесін, ал 1-ге жақын мәндер барлық түрлердің тең салыстырмалы көптігін білдіреді.

Біркелкіліктің тағы бір өлшемі - Симпсон индексі формуласы бойынша есептелген оның мүмкін болатын максималды мәніне (Симпсонның біркелкі таралуы) қатынасы (5) формула бойынша есептелді:

$$E = \frac{1}{SC} . \quad (5)$$

Территорияларды жұппен салыстыру Сёренсеннің ұқсастық индексі [283] қолдана отырып, формула (6) бойынша есептелді:

$$K_S = \frac{2c}{a + b} \quad (6)$$

Мұндағы: c – салыстырмалы екі учаскелердің бірдей түрлердің жалпы саны, a және b – учаскедегі жеке түр саны.

Сонымен қатар, Брей-Кертис ұқсастық индексі (BC_{ij}) де қолданылды, (7) формула бойынша есептелді:

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{N_i + N_j}, \quad (7)$$

Мұндағы: C_{ij} – әрбір участоктағы түрлердің аз мәнінің сомасы, N_i және N_j – i және j учаскедегі дарақтардың жалпы саны.

Екі индекстің де мәндері 0-ден 1 – ге дейін өзгереді, алайда Жаккар индексі үшін 1 максималды сәйкестікті білдіреді, ал Брей-Кертис индексі үшін керісінше максималды айырмашылықты көрсетеді. Бұл индекстер кластерлік талдауда PAST 4.12 [284] бағдарламасында зерттелетін аумақтардың дендрограммаларын (10000 репликациядағы бутстреп-қолдау) құру кезінде пайдаланылды. Сонымен қатар, бұл жағдайда Брей-Кертис индексінің [285] өзгертілген формуласы қолданылды, онда шегерім жасалмады, соның арқасында дендрограммалардың суреттеріндегі шкала таныс формадағы ұқсастық деңгейін көрсетті. Балықтар қауымдастықтарының алуантүрлілік индексін есептеу және кластерлік талдауды құру PAST 4.07 статистикалық бағдарламасы арқылы жүзеге асырылды [284]. Дендрограмманы құру үшін өлшенбеген жұптық топтық әдіс (UPGMA) қолданылды.

2.2.4 Балықтар жағдайларын бағалау әдістері

Балықтардың жағдайларын көзбен көру арқылы бағаланды [16,17, 286,287]. Балықтарды морфопатологиялық талдау үшін Ю.С. Решетников және басқалар ұсынған [17] қолайсыз жағдай индексі (ҚЖИ) негізінде балдық бағалау және есептеу әдістемесі қолданылды. ҚЖИ барлық көрсеткіштер бойынша жиынтық сома ретінде есептелді (3-кесте).

Патологияның болмауы нөлдік балл ретінде бағаланды. ҚЖИ нормаланбаған және 0-ден 38-ге дейін өзгеруі мүмкін. Алынған ҚЖИ мәніне байланысты су экожүйелерінің 3 күйі ажыратылады:

I – салыстырмалы экологиялық қолайлылық аймағы (бейбіт балық түрлері үшін ҚЖИ 4-тен аспайды);

II – экологиялық апат аймағы (5-тен 8-ге дейінгі бейбіт балық түрлеріне арналған ҚЖИ);

III – экологиялық дағдарыс аймағы (бейбіт балық түрлері үшін ҚЖИ 8-ден асады).

Кесте 3 - Ақсаха (*Coregonus lavaretus*) популяциясы мысалындағы балдық бағалау жүйесі [17].

Мүшелер жүйесі, паразиттердің болуы, май басу	Белгілер	Баллмен бағалау*
Тері жамылғысы	Қара пигменттің болмауы (депигментация)	1
	Көк немесе жасыл түстің пайда болуы	2
	Қабыршақтың "қалыпсыздығы"	3
	Денедегі жаралардың пайда болуы	4

3-кестенің жалғасы		
Мүшелер жүйесі, паразиттердің болуы, май басу	Белгілер	Баллмен бағалау*
Жақтар	Екеуінің де немесе біреуінің шамалы қысқаруы Дамымаған, ауыз қуысы	2 3
Желбезектер	Бозғылт, көп шырыш Желбезектегі анемиялық сақинасы әлсіз Желбезектегі анемиялық сақина өте айқын	1 2 3
Бұлшықеттер	Тургоры әлсіз дене салбырап тұр. Саусақтармен басылады Миосептерге бөлінеді қуыстар бар.	1 2 3
Омыртқалар	Аномалиясыз омыртқалар, омыртқа сәл қисық Омыртқа қатты қисық (сколиоз) Омыртқалардың бірігуі және бұзылуы (лордоз)	1 2 3
Бауыр	Әдеттегіден бозғылт, көбінесе ақшыл, пішіні мен өлшемі бойынша қалыпты Өте бозғылт, мозаикалық, аздап қысқарған Сарғыш-қызыл, қатты мозаикалық, құрылымы бойынша түйіршікті, 2 есе аз редукцияланған	1 2 3
Паразиттер	2 ден астам мүшелерде бар 3-тен астам мүшелерде көп Өте көп, барлық мүшелерде бар	1 2 3
Май басу	Қуыс майы түсінің өзгеруі Жеке мүшелерді май басқан.	1 2
* Ескерту - ҚЖИ барлық көрсеткіштер бойынша сома ретінде есептеледі. Патологияның болмауы нөлдік балл ретінде бағаланады.		

2.2.5 Балықтардың генетикалық алуантүрлілігін зерттеу әдістері (ДНҚ бөліп алу әдістері, ПТР талдау және алынған мәліметтер)

Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі 8 өзеннен барлығы 9 балық түрінің (48) генетикалық әртүрлілігі анықталды, оның 1 түрі (6) бөгде балық, ал қалған 8 (42) аборигенді балық. Ойық өзені 2 (4), Сырдария өзені 1 (1), Шаян өзені 6 (15), Иқансу өзені 1 (5), Сарыбас өзені 5 (8), Боралдай өзені 3 (4), Арыстанды өзені 2 (5), Бөген өзені 3 (4).

Кесте 5 – Зерттелген дарақтар мтДНҚ COI тізбегінің меншікті және салыстырламы материалдардың тізімі мен саны

Балық түрі	NCBI BLACT	ДНҚ сынамасының немесе генбанк нөмірі	Жергілікті жер	Үлгі- лер саны
<i>Alburnus oblongus</i>	<i>Alburnus oblongus</i>	IG63	Боралдай өзені	1
<i>Alburnus oblongus</i>	<i>Alburnus oblongus</i>	IG65	Бөген өзені	1
	<i>Alburnus oblongus</i> SWU607	MW649512.1	Өзбекстан	1
	<i>Alburnus chalcoides</i> SWU473	MW649504.1	Өзбекстан	1
<i>Gobio lipedolaemus</i>	<i>Gobio lepidolaemus</i>	IG14, IG15	Ойық өзені	2
<i>Gobio lipedolaemus</i>	<i>Gobio lipedolaemus</i>	IG54, IG 55	Сарыбас өзені	2
	<i>Gobio lepidolaemus</i> SWU197	MW649426.1	Өзбекстан	1
	<i>Gobio_sibiricus</i> _FSU603	MW649436.1	Өзбекстан	1

5-кестенің жалғасы				
Балық түрі	NCBI BLAST	ДНҚ сынамасының немесе генбанк нөмірі	Жергілікті жер	Үлгі- лер саны
<i>Sabanejewia aralensis</i>	<i>Sabanejewia aralensis</i>	IG56, IG57	Шаян өзені	2
<i>Sabanejewia aralensis</i>	<i>Sabanejewia aralensis</i>	MW649213.1	Өзбекстан	1
	<i>Sabanejewia aurata</i> SWU611	MW649213.1	Өзбекстан	1
	<i>Sabanejewia aurata</i> Ex24G4	MW564539.1	Өзбекстан	1
<i>Leuciscus lehmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	IG5	Шаян өзені	1
<i>Leuciscus lehmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	IG33, IG34	Арыстанды өзені	2
<i>Leuciscus lehmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	IG37	Арыстанды өзені	1
<i>Leuciscus lehmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	IG52, IG53	Шаян өзені	2
<i>Leuciscus lehmani</i>	<i>Leuciscus lehmani</i>	IG64	Боралдай өзені	1
<i>Leuciscus lehmani</i>	<i>Leuciscus lehmani</i>	IG66	Бөген өзені	1
<i>Leuciscus lehmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	IG67	Сарыбас өзені	1
<i>Leuciscus lechmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	GK23, GK24	Шаян өзені	2
<i>Leuciscus lechmanni</i>	<i>Leuciscus lehmanni</i>	IG76, IG77	Шаян өзені	2
	<i>Leuciscus lehmanni</i> SWU29072019476	MN872397.1	Өзбекстан	1
	<i>Petroleuciscus squaliusculus</i> SWU20082019641	MN872407.1	Өзбекстан	1
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	IG12	Иқансу өзені (тау бөктері)	1
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	IG13	Иқансу өзені (таулы)	1
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	IG29, IG30	Боралдай өзені	2
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	IG38, IG39	Иқансу өзені (тау бөктері)	2
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	IG49, IG50	Сарыбас өзені	2
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	IG68	Иқансу өзені (таулы)	1
<i>Schizothorax intermedius</i>	<i>Schizothorax intermedius</i>	GK72	Иқансу өзені (тау бөктері)	1
	<i>Schizothorax euryostomus</i> SWU644	MW649349.1	Өзбекстан	1
	<i>Schizothorax argentatus</i> SWU566	KP712075.1	ҚХР	1
<i>Triplophysa coniptera</i>	<i>Triplophysa coniptera</i>	IG1, IG2	Ойык өзені	2
<i>Triplophysa coniptera</i>	<i>Triplophysa coniptera</i>	IG25, IG26	Сарыбас өзені	2
<i>Triplophysa coniptera</i>	<i>Triplophysa coniptera</i>	IG51	Шаян өзені	1
<i>Triplophysa coniptera</i>	<i>Triplophysa coniptera</i>	IG59, IG60	Бөген өзені	2
<i>Triplophysa coniptera</i>	<i>Triplophysa coniptera</i>	IG58	Шаян өзені	1
*** <i>Triplophysa strauchii</i>	<i>Triplophysa strauchii</i>	IG3, IG4	Шаян өзені	2
*** <i>Triplophysa strauchii</i>	<i>Triplophysa strauchii</i>	IG35, IG36	Арыстанды өзені	2
*** <i>Triplophysa strauchii</i>	<i>Triplophysa strauchii</i>	IG61, IG62	Шаян өзені	2
<i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	<i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	IG28	Сарыбас өзені	1
<i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	<i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	IG31, IG32	Шаян өзені	2
	<i>Dzhunia sp.</i>	MW649567.1	Өзбекстан	1

5-кестенің жалғасы				
	<i>Triplophysa dorslis</i> HB3	KU557973.1	ҚХР	1
	<i>Triplophysa stolicikai</i> SS-SS1	KU55810.1	ҚХР	1
	<i>Triplophysa elegans</i> SWU633	MW649602.1	Өзбекстан	1
	<i>Triplophysa strauchii</i> SWU642	MW649602.1	Өзбекстан	1
	<i>Triplophysa ferganaensis</i> SWU646	MW854334.1	Өзбекстан	1
	<i>Triplophysa daryoae</i> SWU540	OK377300.1	Өзбекстан	1

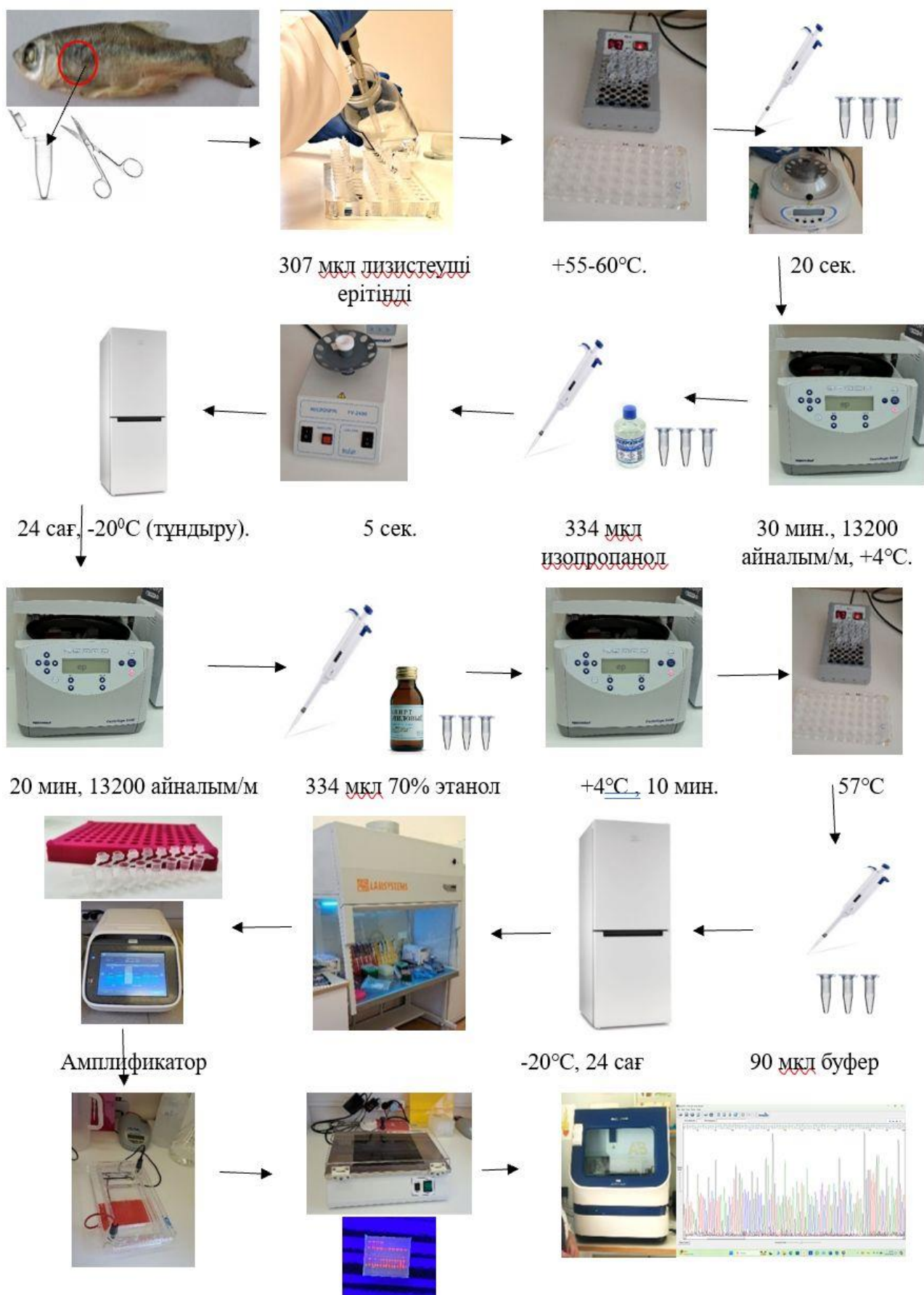
ДНҚ оқшаулау және секвенирлеу жұмыстары РҒА И.Д. Папанин атындағы Ішкі сулар биологиясы институтының балықтар экологиясы зертханасында (Ресей) жүргізілді. Балықтардың ДНҚ-сын оқшаулау үшін 96% этанолға салынған көкірек, іштік немесе құйрық жүзбеқанаттарының үлгілері қолданылды. ДНҚ оқшаулау тұзды әдіспен жүзеге асырылды [288]. Зерттеудің барлық кезеңдері, соның ішінде ДНҚ оқшаулау және секвенирлеу, РҒА И.Д. Папанин атындағы ішкі сулар биологиясы институтының балықтар экологиясы зертханасында әзірленген әдістемелік ұсыныстарға қатаң түрде сәйкес орындалып жүргізілді:

Талдау үшін әмбебап маркер ретінде цитохром-с-оксидаза (COI) генінің баркодтық фрагменті пайдаланылды. Иванова және басқалар, (2007) [289] ұсынылған әдістеме бойынша қос тізбекті ДНҚ келесі fishf2_t1 4 праймерін қамтитын балыққа тән M13 терминалды праймерлерді-COCTFR қолдану арқылы амплификацияланды (5' -TGT AAA ACG ACG GCC AGT CGA CTA ATC ATA AAG ATA TCG GCA C-3'), FishR2_t1 (5' - CAG GAA ACA GCT ATG ACA CTT CAG GGT GAC CGA AGA ATC AGA A-3'), VF2_t1 (5' -TGT AAA ACG ACG GCC AGT CAA CCA ACC ACA AAG ACA TTG GCA C-3'), FR1d_t1 (5' -CAG GAA ACA GCT ATG ACA CCT CAG GGT GTC CGA ARA AYC ARA A-3').

Полимеразды тізбекті реакция (ПТР) әр стрип үшін 16,25 мкл реакция қоспасында жүргізілді. Қоспаға 1 мкл матрицалық ДНҚ, 1,5 мкл Turbo тақ буфері, 0,6 мкл дезоксинуклеотидтрифосфаттар (dNTP), 0,1 мкл тікелей және кері COCTFR праймерлері, 0,25 мкл HS Тақ полимеразасы және 12,5 мкл ионсыздандырылған су құйылды.

ПТР термиялық шарттары 4 минут ішінде 95°C температурада бастапқы кезеңді қамтыды, содан кейін параметрлері: 95°C (35 сек.), 55°C (1 мин. 30 сек.), 72°C (1 мин. 30 сек.) бар 10 цикл және параметрлері: 95°C (35 сек.), 52°C (1 мин. 30 сек.), 72°C (1 мин. 30 сек.) бар 25 цикл, соңғы элонгация 10 минут ішінде 72°C температурада жүргізілді.

ДНҚ-ны тұзды әдіспен оқшаулау хаттамасы 4-суретте көрсетілген.



Сурет 4 – ДНҚ бөліп алу, ПТР талдау және алынған деректер схемасы

ПТР өнімдері 1,5% агарозды гельді пайдаланып электрофорез әдісімен бейнеленген, содан кейін этанол мен аммоний ацетаты қоспасымен тазартылған. Амплификация нәтижесінде ұзындығы 630-680 жұп нуклеотидтерден тұратын COI генінің фрагменті алынды. Нуклеотидтер тізбегі тікелей және кері праймерлерді қолдана отырып, Applied Biosystems 3500 құралында автоматты секвенирлеу арқылы анықталды.

Секвенаторда (ABI format chromatogram file) алынған нуклеотидтер тізбегінің гомологтық бөліктері FinchTV 1.4.0 бағдарламасының көмегімен талданды [290]. Әрі қарай, MEGA 7 бағдарламасы арқылы реттілікті туралау жүргізілді [291].

Балықтардың түрішілік және тұраралық генетикалық өзара әрекеттесуін талдау үшін FASTA форматындағы NCBI халықаралық дерекқорынан бір-бірімен тығыз байланысты түрлердің нуклеотидтер тізбегі қосылды [292]. Филогенетикалық талдау maximum-Likelihood (ML) әдісін қолдана отырып, Neighbor Joining (NJ) [293] және тураланған деректер жиынтығына негізделген [294].

Нуклеотидтік және гаплотиптік алуантүрлілікті талдау, сондай-ақ нуклеотидтік айырмашылықтардың орташа санын анықтау үшін DnaSPv.6 бағдарламасы пайдаланылды [295]. Median Joining [296] алгоритмі негізінде PopART v.1.7 [297] гаплотиптік желілер құрылды.

2.3 Алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу

Бастапқы статистикалық өңдеу [298,299] бойынша жүргізілді. Көпөлшемді вариациялық талдау үшін NTSYS-2pt бағдарламасын қолдана отырып, негізгі компоненттерді талдау (PCA) қолданылды [300].

Алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу Excel компьютерлік бағдарламасын пайдалана отырып, Г.Ф. Лакиннің нұсқауларына сәйкес жүргізілді [301]. Іріктемелерді салыстыру үшін T_{st} көрсеткіштері қолданылды [301].

Балық өлшемдерінің өзгергіштігінің талдау нәтижелеріне әсерін азайту үшін барлық морфометриялық белгілер формула (8) бойынша корреляцияланды [302]:

$$M_s = M_o \times \left(\frac{L_s}{L_o}\right)^b \quad (8)$$

Мұндағы: M_s – белгілердің стандартталған шамасы; M_o – белгілердің өлшенген шамасы, мм; L_s – талдаудағы барлық іріктемелердегі барлық балықтардың орташа шамасы; L_o – дарактардың ұзындығы; b - $\lg M_o$ от $\lg L_o$ әрбір белгі үшін барлық үлгілердегі барлық дарактар үшін glo -дан lgk регрессия коэффициенті ретінде бөлек бағаланады, бірақ тұрақты (Intercept) іріктемелер арасында ерекшеленуге мүмкіндік береді.

Іріктемелерді жұптық салыстыру үшін ANOVA процедурасына негізделген P айырмашылықтардың сенімділік көрсеткіштер қолданылды. Популяцияның алуантүрлілігі [303,304,305] нұсқаулықтарға сәйкес көпөлшемді статистикалық

талдау әдістері (негізгі компоненттер әдісі, канондық талдау) компьютерлік бағдарламалық пакеттерін пайдалану отырып, "NTSYSPS" 2.02 нұсқасы, "Statistica" 6.0 нұсқасы және "SPSS" 18.0 нұсқасы арқылы бағаланды.

Популяцияның алуантүрлілігін бағалау көпөлшемді статистикалық талдау әдістерін, PCA (principal component analysis - негізгі компоненттерді талдау) PAST 4.07 және RStudio [284,306] қолдану арқылы жүзеге асырылды. Дендрограмманы құру алгоритмі өлшенбеген жұптық топ әдісімен (UPGMA) жүргізілді.

Балық қауымдастықтары мен қоршаған орта факторлары арасындағы қатынастарды талдау үшін CCA (canonical correspondence analysis - канондық сәйкестікті талдау әдісі) қолданылды [307].

Талдау статистикалық бағдарламалық жасақтаманы қолдану арқылы жүргізілді [308]. Деректерді егжей-тегжейлі талдау және графиктерді құру үшін Origin PRO-2018 бағдарламасы қолданылды [309].

3 НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛДАУ

3.1 Зерттелетін су қоймаларының физика-химиялық сипаттамасы

Зерттелген Сырдария өзені учаскесі және Сарыбас, Икансу және Боралдай өзендерінің таулы учаскелері мемлекеттік ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың (ЕҚТА) шегінде орналасқан, сондықтан жағалаудағы ағаш-бұта және шөптесін өсімдіктер табиғи немесе табиғи жағдайына жақын орналасқан. ЕҚТА-дан тыс жерлерде жағалаудағы өсімдіктер мал жаю нәтижесінде қатты деградацияға ұшыраған, қоқыс үйінділері (негізінен тұрмыстық) және мал шаруашылығы қалдықтары бар.

Зерттелген барлық су қоймаларындағы су деңгейі жыл мезгілдеріне, сондай-ақ әртүрлі жылдарға байланысты айтарлықтай өзгерді. 2024 жылы қысқы жауын-шашынның көп болуына байланысты барлық су қоймаларында ең көп толу байқалды. Зерттелген су қоймаларындағы судың физика-химиялық көрсеткіштері 6-кестеде және жекелеген су қоймаларының фотосуреттері А қосымшасында келтірілген.

Кесте 6 - Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларының физика-химиялық көрсеткіштері

Су қоймалар	Түсі	Күні	t°C	pH	ppt	ms	FTU	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
				ШРК					
				6.5–8.5	100-500 мг/л	1000-1500 мг/л	10.0 мг/л	0.5 мг/л	9 мг/л
2022 ж.									
Сырдария өзені (жазық)	мөлдір, түссіз	29.09.2022	19.7	7.97	0.84	1.68	0.91	0	7.53
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	08.03.2022	17	6.83	0.64	1.33	2.15	0	8.86
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	09.05.2022	24.3	7.93	0.24	0.48	2.21	0	12.40
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	мөлдір, жасылдау	12.06.2022	25.9	7.4	6.61	13.22	1.11	0	17.72
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	ашық жасыл	29.09.2022	15.9	7.17	0.675	1.35	0.4	0	12.85
Қарашық өзені Кентау (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	08.03.2022	17.2	7.43	0.67	1.34	1.77	0	8.86
Қарашық өзені Кентау (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	09.05.2022	23.8	7.95	0.27	0.34	1.8	0	12.40
Бөген өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	01.10.2022	14.5	7.45	0.3	0.6	0.52	0	18.61
Шаян өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	01.10.2022	13.8	7.97	0.48	0.96	0.31	0	4.43

6-кестенің жалғасы									
Су қоймалар	Түсі	Күні	t°C	pH	ppt	ms	FTU	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
				ШРК					
				6.5–8.5	100–500 мг/л	1000–1500 мг/л	10.0 мг/л	0.5 мг/л	9 мг/л
Шаян ск. (жазық)	түссіз	01.10.2022	12.9	8.41	0.27	0.54	3.11	0	1.33
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір, түссіз	08.03.2022	15.6	7.24	0.29	0.56	0.72	0	6.65
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір, түссіз	09.05.2022	23.8	7.9	0.17	0.32	0.7	0	11.08
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір, түссіз	02.06.2022	22.9	7.9	1.51	3.02	0.84	0	25.25
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір, түссіз	30.09.2022	12.9	7.86	0.18	0.36	0.67	0	2.22
Ащысай өзені (тау)	мөлдір, түссіз	30.09.2022	17.4	8	0.17	0.34	0.28	0	3.10
Боралдай өзені (тау бөктері)	ашық сары-жасыл	01.10.2022	15.9	8.16	0.23	0.46	1.14	0	1.77
Арыстанды өзені (тау бөктері)	ашық жасыл	30.09.2022	14.6	8.13	0.51	1.02	1.74	0	6.65
Иқансу өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	30.09.2022	20.4	7.88	0.21	0.42	0.54	0	7.98
Бабайқорған өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	29.09.2022	22.4	7.53	0.36	0.72	1.06	0	1.33
2023 ж.									
Сырдария өзені (жазық)	мөлдір, түссіз	25.03.2023	17.2	8.09	0.526	1.052	72	0	8.86
Сырдария өзені (жазық)	сұр жасыл	21.06.2023	27.3	7.69	0.66	1.32	13.8	0	0
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	25.03.2023	18.3	8.16	0.591	1.182	13.05	0	9.75
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	жасыл көк	21.06.2023	21.5	7.4	0.69	1.38	7.76	0	4.87
Скважина Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	22.06.2023	30.3	7.06	0.54	1.08	0.33	0	0
Қарашық өзені Кентау (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	25.03.2023	17.8	8.22	0.223	0.446	2.37	0	6.20
Қарашық өзені Кентау (тау бөктері)	мөлдір, ашық жасыл	22.06.2023	23.7	7.84	0.21	0.223	1.3	0	0
Шаян өзені (тау бөктері)	мөлдір, ашық жасыл	25.03.2023	18.7	8.22	0.247	0.494	12.1	0	5.32
Шаян өзені (тау бөктері)	ашық жасыл, ашық сары	23.06.2023	27.1	8.07	0.64	1.28	1.39	0	5.13
Шаян өзені (жазық)	сұр жасыл, мөлдірлігі 50 см	21.06.2023	25.5	7.58	0.24	0.48	26.8	0	3.10
Бөген өзені (тау бөктері)	сұр жасыл	21.06.2023	23.5	7.11	0.33	0.66	2.76	0	0.89

6-кестенің жалғасы									
Су қоймалар	Түсі	Күні	t°C	pH	ppt	ms	FTU	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
				ШРК					
				6.5–8.5	100-500 мг/л	1000-1500 мг/л	10.0 мг/л	0.5 мг/л	9 мг/л
Бөген өзені (тау бөктері)	мөлдір, мөлдір, ашық жасыл	25.03.2023	18.4	7.94	0.221	0.442	3.17	0	3.10
Бөген өзені (жазық)	мөлдір, түссіз, ашық жасыл	23.06.2023	23.7	7.62	0.24	0.48	2.76	0	0.89
Бөген ск. (жазық)	сұр жасыл	21.06.2023	25.3	7.65	0.23	0.46	3.02	0	5.32
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір түссіз, көкшіл	25.03.2023	17.2	7.59	0.152	0.304	4.23	0	3.10
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір, түссіз, көкшіл	22.06.2023	20.9	8	0.16	0.32	0.87	0	1.77
Ащысай өзені (тау)	мөлдір, түссіз	25.03.2023	16.8	8.31	0.184	0.368	3.09	0	9.30
Ащысай өзені (тау)	мөлдір, түссіз	23.06.2023	22.2	7.95	0.26	0.52	1.69	0	4.43
Арыстанды өзені (тау бөктері)	мөлдір, ашық жасыл.	23.06.2023	31.6	8	0.48	0.96	4.85	0	6.65
Боралдай өзені (тау бөктері)	ашық, мөлдір.	23.06.2023	25.9	8.06	0.21	0.42	2.56	0	3.54
Иқансу өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	25.03.2023	16.7	8.13	0.169	0.338	1.31	0	2.69
Иқансу өзені (тау бөктері)	мөлдір, ашық жасыл	23.06.2023	22.6	7.6	0.22	0.44	0.65	0	11.52
Иқансу өзені (тау)	мөлдір, түссіз	22.06.2023	22.9	7.57	0.17	0.34	2.24	0	3.10
Ойық өзені (тау)	мөлдір, ашықсары-жасыл	23.06.2023	23.2	7.88	0.18	0.36	0.47	0	2.57
Бабайқорған өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	25.03.2023	16.2	7.6	0.28	0.56	26.69	0	0
Бабайқорған өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз, әлсіз күкірт иісті	22.06.2023	17.9	7.3	0.35	0.7	1.47	0	6.20
Үлгілі ск. (тау бөктері)	ашық жасыл	22.06.2023	24.1	8.65	0.11	0.22	21.65	0	4.87
Серт ск. (тау бөктері)	сұр жасыл	22.06.2023	23.6	8.96	0.23	0.46	22.07	0	0
2024 ж.									
Сырдария өзені (жазық)	сары жасыл, лайлы	29.06.2024	27.5	7.58	0.58	1.16	22.48	0	0.89
Қарашық өзені Түркістан (тау бөктері)	көк жасыл, лайлы	29.06.2024	21.3	7.48	0.8	1.6	5.93	0	1.33
Қарашық өзені Кентау (тау бөктері)	мөлдір, ашық жасыл	29.06.2024	23.7	7.5	0.2	0.41	2.91	0	2.66
Сарыбас өзені (тау)	мөлдір, түссіз	29.06.2024	21.1	7.69	0.18	0.36	4.39	0	1.33
Иқансу өзені (тау бөктері)	мөлдір, түссіз	29.06.2024	22.7	7.24	0.21	0.42	0.95	0	12.85

6-кестенің жалғасы									
Су қоймалар	Түсі	Күні	t°C	pH	ppt	ms	FTU	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
				ШРК					
				6.5–8.5	100–500 мг/л	1000–1500 мг/л	10.0 мг/л	0.5 мг/л	9 мг/л
Ойық өзені (тау)	мөлдір, түссіз	29.06.2024	23.6	7.63	0.18	0.36	0.49	0	2.17
Ащысай өзені (тау)	мөлдір, түссіз	29.06.2024	22.4	6.77	0.26	0.52	1.58	0	1.77
Ескертпе: «0» - құрылығының белгілі мәннен төмен ($8 \cdot 10^{-3}$ мг/л), t – температура, pH – сутектік көрсеткіші, ppt – жалпы минералдану (мг/л), ms – электрөткізгіштік (мг/л), FTU – лайлылық (мг/л), NH ₄ ⁺ - аммоний иондарының концентрациясы (мг/л), NO ₃ ⁻ - нитрат-иондарының концентрациясы (мг/л).									

2022-2024 жылдары көктем, жаз және күз мезгілдерінде алынған барлық су сынамаларында сутектік көрсеткіш қалыпты шектерде болды, аммоний иондары табылмады.

Тау бөктері учаскелеріндегі зерттелген барлық өзендердің түбі негізінен құммен аралас тасты-қиыршық тасты, төменгі ағысында тастардың үлесі азайып, құм мен лайдың үлесі артты, жазық учаскелеріндегі өзендердің түбі сазды-құмды, кейде тек сазды болды. Сырдария өзені зерттелген учаскесінде суда қалқымалы заттары (суспензиялары) көп мөлшерде болғандықтан лайлы болды.

Қарашық өзенінде судың минералдануы 2022 ж. жазында айтарлықтай өсіп, бірақ 2023 ж. бір деңгейде болды. Өзен ағыны айтарлықтай төмендемесе де, судың минералдануының едәуір артуы су объектісіне тұздардың түсетін қандай да бір сыртқы көзінің болуын көрсетеді. Барлық сынамаларда нитраттар мөлшерінің жоғары болуы байқалды, бұл табиғи су қоймаларына тән емес. Нитраттар қоршаған ортаға әртүрлі көздерден, соның ішінде ірі қара және ұсақ малдар сияқты ірі омыртқалы жануарлардың жоғары тығыздығынан, сондай-ақ ауылшаруашылық жерлерді тыңайту, жағалау аймақтарының топырақ эрозиясы, ірі елді мекендерден ағынды суларды тікелей ағызу және ластаушы заттардың атмосферамен тасымалдануы нәтижесінде түсуі мүмкін [310,311,312]. Сонымен, қазіргі уақытта өзен айтарлықтай антропогендік әсерге ұшыраған.

Жазда және күзде су толығымен суаруға жұмсалғандықтан, өзендердің ешқайсысы Сырдария өзеніне жеткен жоқ. Көктемде және күзде Қарашық өзеніндегі судың сутектік көрсеткіші бейтарап ортаға жақын, қалған барлық сынамаларда су сәл сілтілі болды. Жазда Сарыбас және Қарашық өзендеріндегі судың минералдануы едәуір өсті. Бұл өзендерге тұздардың қандай да бір сыртқы көзден түсетіндігін көрсетеді.

Көктем мезгілінде барлық өзендердегі су деңгейі жеткілікті толық болды, тау бөктеріндегі өзендердің сулары түссіз-мөлдір, pH - бейтарап, қала маңындағы өзендердің сулары аздап қышқыл ортаға жақын және лайлану деңгейі жоғары болды.

Барлық су қоймаларында аммоний иондары болған жоқ. Ерте көктемде нитраттардың концентрациясы мен лайлану деңгейі жоғары, минералдануы төмен болды. Бұл таулардағы қардың еруіне байланысты. Көктеммен салыстырғанда жылдар өткен сайын жазда минералдану мен лайлану жоғарылап,

нитрат концентрациясы біртіндеп төмендеді. Бұл ауыл шаруашылығында суды пайдаланумен байланысты болған сияқты [313].

Сонымен, салыстырмалы түрде таза және тұрақты су қоймалары Ойық, Боралдай және Арыстанды өзендері болып табылды. Қарашық, Сырдария, Бөген, Сарыбас, Ащысай, Иқансу, Бабайқорған өзендері және шағын ирригациялық Үлгілі және Серт сқ. антропогендік әсерге қатты ұшырағандығы анықталды.

3.2 Уақыт аспектісінде Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймалар ихтиофаунасының алуантүрлілігі

Біздің 2007, 2012-2017, 2020 және 2022-2023 жылдардағы зерттеулеріміз кезінде Сырдария бассейніне кіретін Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларында түрлердің саны 1-ден 12-ге дейін ауытқып, барлық түрлер бір мезгілде кездескен жоқ, әр жылдары балықтардың алуантүрлілігі бойынша ерекшеленді. Зерттелген су қоймаларының барлығында да балықтар тіршілік етеді. Барлығы 29 балық түрі (21-і аборигенді және 8-і бөгде түрлер) анықталды, олар 6 отрядқа жатады:

1. Тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes*: тұқылар тұқымдасы *Cyprinidae*, тарақ балықтар тұқымдасы *Leuciscidae*, ксеноципридтер тұқымдасы *Xenocyprididae*, гобионидтер тұқымдасы *Gobionidae*, кекірелер тұқымдасы *Acheilognathidae*, талма балықтар тұқымдасы *Nemacheilidae* және шырма балықтар тұқымдасы *Cobitidae*;
2. Алабұғатәрізділер отряды *Perciformes*: алабұғалар тұқымдасы *Percidae*, одонтобуттар тұқымдасы *Odontobutidae*;
3. Бұзаубастәрізділер отряды *Gobiiformes*: бұзаубастектес тұқымдасы *Gobiidae*;
4. Саргантәрізділер отряды *Beloniformes*: адрианихтар тұқымдасы *Adrianichthyidae*;
5. Жайынтәрізділер отряды *Siluriformes*: жайындар тұқымдасы *Siluridae*;
6. Шортантәрізділер отряды *Esociformes*: шортандар тұқымдасы *Esocidae* (А қосымшасы, 2-кесте).

Бөгде балықтар – тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes*: гобионидтер тұқымдасы – амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846), абботтина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855), кекірелер тұқымдасы – теңбіл кекіре *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866); талма балықтар тұқымдасы – теңбіл талма балығы *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874); алабұғатәрізділер отряды *Perciformes*: одонтобуттар тұқымдасы – элеотрис *Hypseleotris cinctus* (Dabry de Thiersant 1872); бұзаубастәрізділер отряды *Gobiiformes* – бұзаубастектес тұқымдасы амур немесе қытай бұзаубасбалығы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931); саргантәрізділер отряды *Beloniformes*: адрианихтар тұқымдасы – қытай медакасы *Oryzias sinensis* Chen, Uwa & Chu, 1989.

Сырдария өзені бассейніне балықтарды жерсіндіру іс-шараларын жүргізгенге дейін ихтиофаунада аборигенді балықтардың 11 түрі болған. Бұрынғы әдебиет көздерінде 16 тұқымдасқа жататын балықтың 60 түрін анықталған. Дегенмен, жоспарлы жерсіндірілген балықтардың кейбірі бейімделе алмады, кейбірі сирек кездесті. Сұр талма балық *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872),

гольян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), оңтүстік тоғызтікенекті шаншар балығы *Pugitius platygaster* (Kessler 1859), шатқал тасталағышы *Cottus jaxartensis* Berg, 1916, арал қаязы *Barbus brachycephalus* Kessler, 1872, білеубалық *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky 1855), қылышбалық *Pelecus cultratus*, (Linnaeus, 1758) табылмады.

3.2.1 Сырдария өзенінің балықтар қауымдастықтары

2013-2014 және 2022-2023 жж. зерттеу кезеңінде Сырдария өзені балықтың тек 16 түрі анықталды, оның ішінде 4 бөгде және 12 аборигенді балықтар 4 отрядқа: тұқытәрізділер *Cypriniformes*, алабұғатәрізділер *Perciformes*, бұзаубасбалықтәрізділер *Gobiiformes* және шортантәрізділерге *Esociformes* кіретін балықтар жатады.

Өткен ғасырмен салыстырғанда аборигенді ихтофауна бұрынғы белгілі болған құрамынан айтарлықтай азайған [170,174,259,314]. Әртүрлі әдебиет көздерінде Сырдария өзені бассейнінде тарақ балықтардың 5 түрі тіршілік етуі мүмкін [172,259,315,316]: аққайран *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758), ақмарқа *L. aspius* (Linnaeus, 1758), талас тарақ балығы *L. lindbergi* Zanin et Ereemeew, 1934, сырдария тарақ балығы *L. squaliusqulus* (Kessler, 1872) және зеравшан тарақ балығы *L. lehmanni* Brandt, 1852. Молекулалық-генетикалық деректер негізінде қазіргі таңда сырдария тарақ балығы *Petroleuciscus* түріне *P. squaliusqulus* (Kessler, 1872) жатқызылған, дегенмен бұл түрдің морфологиялық диагностикасы қиындау [316]. Біздің зерттеулерімізде келтірілген балықтардың түрінен тек зеравшан тарақ балығы мен ақмарқа кездесті [317].

Әр жылдары өзеннің осы учаскесінде балықтардың кездесуі туралы мәліметтер 7-кестеде келтірілген.

Кесте 7 – Сырдария өзені кездесетін әр түрлі балықтардың түрлері

Балықтар түрі	Жылдар			
	2013	2014	2022	2023
бозша мөңке - <i>Carassius gibelio</i>	0	+	0	0
сазан - <i>Cyprinus carpio</i>	+	0	0	+
арал тортасы - <i>Rutilus lacustris</i>	0	+	0	+
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	0	0	0	+
ақмарқа - <i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	+	0	0	+
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	0	0	0	+
шөмей - <i>Alburnus chalcoides</i>	0	0	+	0
тыран - <i>Abramis brama</i>	+	0	0	0
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	0	0	0	+
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	0	0	0	+
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	0	0	0
***теңбіл кекіре - <i>Rhodeus ocellatus</i>	+	0	0	0
кәдімгі көксерке - <i>Sander lucioperca</i>	+	0	0	0
өзен алабұғасы - <i>Perca fluviatilis</i>	+	0	0	0
***қытай бұзаубасбалығы - <i>Rhinogobius cheni</i>	+	+	0	+
кәдімгі шортан - <i>Esox lucius</i>	+	0	0	0
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.				

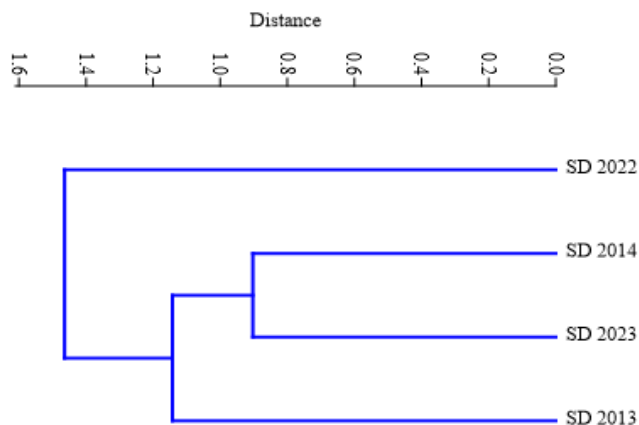
Қауымдастықтардың алуантүрлілік көрсеткіштері әр жылдары айтарлықтай өзгерді (кесте 8).

Кесте 8 – Сырдария өзені ихтиофаунасының алуантүрлілігі

Жылдар	Көрсеткіштер							
	N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
2013	221	9	6	3	3.27	0.36	2.18	0.69
2014	8	3	2	1	2.46	0.82	1.41	0.89
2022	3	1	1	0	1	1	0	-
2023	45	8	6	2	4.57	0.57	2.4	0.8

Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S_{аб} – аборигенді балықтар түрі; S_б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.

Түрлік құрамның ұқсастығы бойынша әр түрлі жылдардағы іріктемелер 2 үлкен топқа айқын бөлінді (5-сурет).



Сурет 5 – Сырдария өзені зерттелген учаскесінің ихтиофаунасының әр жылдардағы ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша).

2022 ж. бірінші топта балықтың тек бір түрі болды, бұл оны екінші топтан айтарлықтай айрықша етті. Екінші топта бөгде түрдің — қытай бұзаубасбалығының болуы оларды бір-бірінен өте ерекшелендірді. 2014 жылы түрлердің алуантүрлілігі төмен болды, ал 2013 жылы қауымдастық жоғары алуантүрлілікпен және кекіре теңбіл мен амур шабағы сияқты инвазивті түрлердің болуымен сипатталды. 2023 жылы бөгде балық түрі — абботина байқалды.

Сырдария өзені алуантүрлілігі бойынша басқа жылдармен салыстырғанда 2013 жылы 9 түрі болды, оның ішінде 6 аборигендік: ақмарқа, кәдімгі қарабалық, тыран, бозша мөңке, сазан, кәдімгі көксерке, өзен алабұғасы және бөтен балықтардың 3 түрі: амур шабағы, теңбіл кекіре және қытай бұзаубасбалығы. Қытай бұзаубасбалығы 48,87% басым болды. Шортан мен кәдімгі алабұғаның арақатынасы ең төмен - 0,45% және олар осы жылдан кейін табылған жоқ. Сырдария өзені ихтиофаунасының құрамы бөгде балықтардың алуантүрлілігіне

байланысты басқа жылдардан 2013 жылы ерекшеленді, екінші топ 2022 ж. бөгде балықтар кездеспеді, сыртқы топта 2014 және 2023 жж. алуантүрлілік бойынша ұқсас болды.

2014 ж. тек 3 балық түрі табылды, олардың ішінде аборигенділер: арал тортасы, бозша мөңке және бөгде балық - қытай бұзаубасбалығы. Ихтиофаунаның құрамында арал тортасы басым - 50,0%, қытай бұзаубасбалығы субдоминант болды, оның аулаудағы үлесі 37,5% құрады. Балық аулаудағы бозша мөңкенің үлесі 12,5%. 2022 ж. Сырдария өзені тек аборигенді балық - шемей табылды. 2023 ж. балықтың 8 түрі: аборигенді - арал тортасы, зеравшан тарақ балығы, ақмарқа, түркістан теңге балығы, кәдімгі қарабалық, сазан, ал бөгделерден - абботтина және қытай бұзаубасбалығы. Кездесу жиілігі бойынша аулауда ақмарқа 28,89% үлеспен басым болды, ал субдоминанттар тобын арал тортасы, зеравшан тарақ балығы және түркістан теңге балығы құрады, олардың үлесі сәйкесінше 24.44%, 15,56% және 22,2% болды. Үлестері шамалы болды. Аулауда сазан, кәдімгі қарабалық, абботтина және қытай бұзаубасбалығы жалғыз даналап кездесті.

3.2.2 Бөген өзенінің балықтар қауымдастықтары

Біздің зерттеу кезеңінде 2007, 2012-2017, 2022-2023 жылдары Бөген өзенінде 19 түр тіркелді, оның 14-і 3 отряд, 6 тұқымдастан тұратын 14 аборигенді және 6 бөгде балықтар. Барлық түрлер бір уақытта кездескен жоқ, әр түрлі жылдардағы аулау кезінде түрлер 4-тен 10-ға дейін ауытқыды. *Cypriniformes* отряды *Cyprinidae*, талма балықтар *Nemacheilidae*, ксеноципридтері *Xenocyprididae* және шырма балықтар *Cobitidae* тұқымдасымен, алабұға тәрізділер отряды *Perciformes* алабұға тұқымдасы *Percidae*, жайынтәрізділер отряды *Siluriformes* жайындар тұқымдасымен *Siluridae* ұсынылған.

Бөген өзені балықтар қауымдастықтары негізінен аборигенді түрлерден тұрды. Бұл өзендегі балықтардың әртүрлі жылдардағы пайда болуы туралы ақпарат 9-кестеде келтірілген.

Кесте 9 – Бөген өзені балықтардың түрі мен кездесуі

Балық түрі	Тау бөктері учаскесі		Жазық учаскесі
	2007-2017	2022-2023	2023
бозша мөңке - <i>Carassius gibelio</i>	+	0	+
арал тортасы - <i>Rutilus lacustris</i>	+	0	+
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	+	+	+
сырдария тарақ балығы - <i>Petroleuciscus squaliusculus</i>	+	0	0
ақмарқа - <i>Leuciscus aspilus</i>	+	0	+
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	+	+	0
ташкент үкішабақтекес - <i>Alburnoides oblongus</i>	+	+	0
***ақ амур - <i>Ctenopharyngodon idella</i>	+	0	0
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+	+
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	0	+
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+
***теңбіл кекіре - <i>Rhodeus ocellatus</i>	0	0	+
тибет талма балығы - <i>Triplophysa stolickai</i>	+	+	0

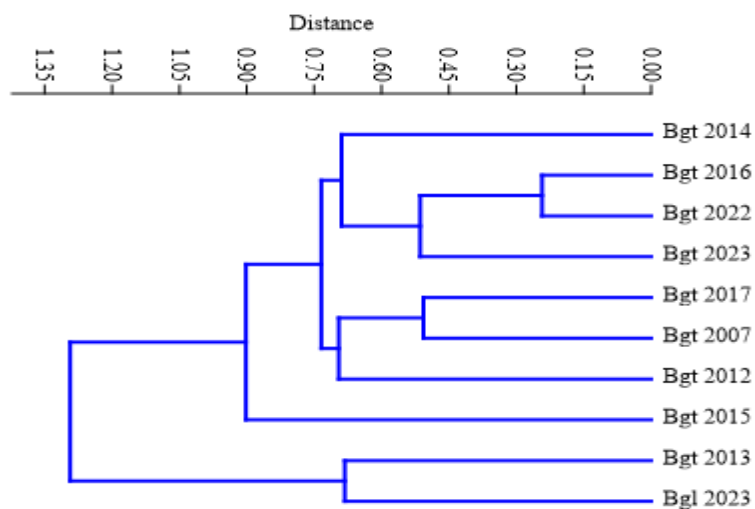
9-кестенің жалғасы			
Балық түрі	Тау бөктері учаскесі		Жазық учаскесі
	2007-2017	2022-2023	2023
терс талма балығы - <i>Triplophysa coniptera</i>	+	+	0
***теңбіл талма балығы - <i>Triplophysa strauchii</i>	+	0	0
Кушакевич талма балығы - <i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	+	+	0
арал шырма балығы - <i>Sabanejewia aralensis</i>	+	+	0
***қытай бұзаубалығы - <i>Rhinogobius cheni</i>	0	0	+
кәдімгі жайын - <i>Siluris glanis</i>	0	0	+
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.			

Түрлердің ең үлкен алуантүрлілігі Бөген өзенінде 2016 және 2017 жылдары байқалды (10-кесте)

Кесте 10 – Бөген өзені ихтиофаунасының алуантүрлілігі

Су қоймалары	Жылдары	Көрсеткіштер							
		N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
Бөген өзені (тау бөктері)	2007	176	7	5	2	3.21	0.46	2.06	0.73
	2012	138	5	5	0	3.26	0.65	1.89	0.81
	2013	53	4	3	1	2.44	0.61	1.5	0.75
	2014	52	6	5	1	2.93	0.49	1.9	0.73
	2015	193	7	7	0	3.29	0.47	2.01	0.72
	2016	154	10	8	2	5.02	0.5	2.6	0.78
	2017	84	10	8	2	3.96	0.4	2.5	0.75
	2022	98	8	7	1	4.72	0.59	2.51	0.84
	2023	57	7	6	1	5.59	0.8	2.59	0.92
Бөген өзені (жазық)	2023	68	10	7	3	5.2	0.52	2.64	0.79
Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S _{аб} – аборигенді балықтар түрі; S _б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.									

Түрлердің ұқсастығын талдау бойынша (Сёренсен коэффициенті) бірнеше топтарға бөлінгендігін көрсетті. Дендрограмманың ұқсастығы бойынша Бөген өзенінде әр түрлі жылдары ихтиофаунаның түрлік құрамы 2 негізгі топқа бөлінді (6-сурет).



Сурет 6 – Бөген өзені ихтиофаунасының әр жылдардағы ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша).

Бірінші топ өзінің құрамы бойынша тағы 2 кіші топқа бөлінді. Мұнда 2015 ж. ихтиофаунаның құрамы кейінгі кезеңдегіден айтарлықтай ерекшеленетінін көруге болады. Бұл 1997-2007 жж. аралығында байқалған кейбір аборигенді балық түрлерінің жоғалуымен байланысты. 2016 және 2022 жж. балықтардың түрлік құрамы ұқсас болды, ал Сёренсен индексі (0,889) 1-ге жақын. Сондай -ақ, 2007 және 2017 жж. да ұқсас, Сёренсен индексі 0.706 тең болды.

Екінші топ басқалармен салыстырғанда айтарлықтай айрықша екендігін көрсетті. 2013 жылы ол түрлердің алуантүрлілігімен ерекшеленді. 2023 жылға қарай жазық учаскеде аборигенді балық түрлерінің де, инвазивті түрлерінің де (қытай бұзаубасбалығы мен теңбіл кекіре) болуы тіркелді. Бұл олардың екінші топқа орналасуына әсер етті.

Ең бай алуантүрлілік жазық учаскеде 2016-2017 және 2023 жылдары 10 түрі байқалды. 2012 ж. және 2015 ж. бөгде балықтар кездеспеді. 2013 ж. алуантүрлілікке кедей жыл болды, балықтың 4 түрі, оның ішінде бөгде балықтардан 1 түрі – амур шабағы ғана табылды. Бөген өзенінде аборигенді балықтардан – түркістан теңге балығы тұрақты өкілі болды. 2023 ж. Бөген өзені (жазық учаске) алуантүрлілігімен ерекшеленді, онда балықтың 10 түрі табылды, оның құрамында жалғыз жайын және бөгде балықтардан қытай бұзаубасбалығы, тау бөктерінлегі учаске 2017 ж. бөгде балықтарға бай, қытай бұзаубасбалығы және ақ амур табылды. Кәдімгі жайын мен ақ амур басқа өзендерде кездеспеді. Бөген өзенінде бөгде балықтардың ішінен абботтина (2007ж., 2017ж.) және амур шабағы (2007 ж., 2013 ж., 2016 ж., 2017 ж. және 2022 ж.) мезгіл-мезгіл пайда болды.

Бозша мөңке 2017 ж. тау бөктеріндегі учаскеде және 2023 ж. жазық учаскеде жалғыз дарақтан кездесті. Сырдария тарақ балығы 2016 ж. ғана табылды, кәдімгі қарабалық пен ташкент үкішабақтектес балық 2013 ж. тау бөктерінде және 2023 ж. жазық жерде кездескен жоқ. Ақмарқа тек 2013 ж. тау бөктерінде ғана ауланып, кейінгі жылдары ол табылмады. Талма балықтар мезгіл-мезгіл байқалды.

2012-2014 жж. саны мен алуантүрлілігі бойынша ең азы, аборигендердің 3-4 түрі және 1 бөгде балық табылды (2013 ж. амур шабағы, 2014 ж. теңбіл талма балығы). 2012 және 2015 жылдары бөгде балықтар табылған жоқ. 2015 ж. алуантүрліліктің аборигенді балықтардың ең бай жылы болды, аулау негізінен тарақ балықтар тұқымдасынан (зеравшан тарақ балығы, түркістан теңге балығы, кәдімгі қарабалық, ташкент үкішабақтекес балық) және талма балықтардан (тибет талма балығы, терс талма балығы және Кушакевич талма балығы) тұрды. 2016-2017 және 2022 жж. алуантүрліліктің ең бай жылдары, аулауда негізінен *Leuciscidae* мен *Nemacheilidae* тұқымдастары құрады.

3.2.3 Шаян өзенінің балықтар қауымдастықтары

Бақылау кезеңінде Шаян өзенінде балықтың 19 түрі анықталды, оның 15 – і аборигендік, ал 4 түрі бөгде балықтар. Балықтардың алуантүрлілігі 2 отрядқа жататын 6 тұқымдасының өкілдерінен тұрды. Тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes* тұқылар *Cyprinidae*, тарақ балықтар *Leuciscidae*, гобионидтер *Gobionidae*, талма балықтар *Nemacheilidae* және шырма балықтар *Cobitidae* тұқымдастары. Бұзаубастәрізділер отряды *Gobiiformes* бұзаубастекес *Gobiidae* тұқымдасы. Балықтар популяцияларының құрамы әр жылдары айтарлықтай өзгерістерге ұшырады (11-кесте).

Кесте 11 – Шаян өзеніндегі балық түрлері мен кездесу жиіліктері

Балық түрі	Тау бөктері учаскесі		Жазық учаскесі
	2013-2017, 2020	2022-2023	2022-2023
бозша мөңке – <i>Carassius gibelio</i>	+	0	+
сазан – <i>Cyprinus carpio</i>	+	0	0
арал тортасы – <i>Rutilus lacustris</i>	0	+	+
сібір тарақ балығы – <i>Leuciscus baicalensis</i>	+	+	+
зеравшан тарақ балығы – <i>Leuciscus lehmanni</i>	+	+	0
сырдария тарақ балығы – <i>Petroleuciscus squaliusculus</i>	+	0	0
түркістан аққайраны – <i>Leuciscus oxianus</i>	0	+	0
кәдімгі қарабалық – <i>Schizothorax intermedius</i>	+	+	+
ташкент үкішабақтекес – <i>Alburnoides oblongus</i>	+	+	0
тыран – <i>Abramis brama</i>	0	0	+
түркістан теңге балығы – <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+	0
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	+	+
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+
тибет талма балығы - <i>Triplophysa stolickai</i>	+	+	0
терс талма балығы - <i>Triplophysa coniptera</i> ,	+	+	0
***теңбіл талма балығы - <i>Triplophysa strauchii</i>	+	+	0
Кушакевич талма балығы - <i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	+	+	0
арал шырма балығы - <i>Sabanejewia aralensis</i>	+	+	0
***қытай бұзаубасбалығы - <i>Rhinogobius cheni</i>	0	0	+
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.			

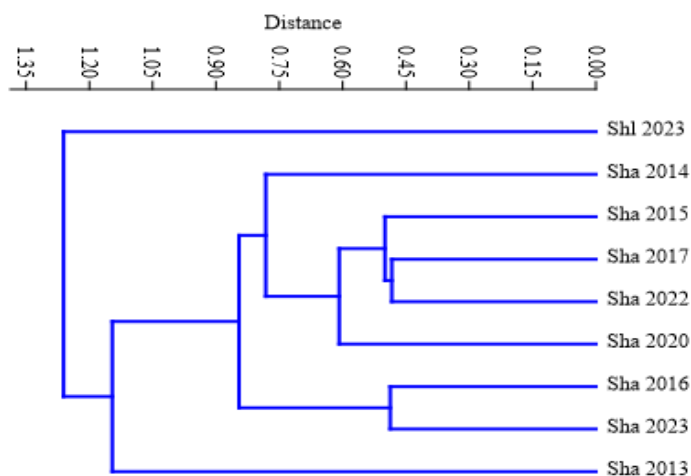
Шаян өзенінде 2022 ж. түрлердің алуантүрлілігі индексінің жоғары мәні және таралу біркелкілігінің жоғары көрсеткіштері 2015 ж. анықталды (12-кесте).

Кесте 12 – Шаян өзені ихтиофаунасының алуантүрлілігі

	Жылдары	Көрсеткіштер							
		N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
Шаян өзені (тау бөктері)	2013	46	5	4	1	2.85	0.57	1.76	0.76
	2014	51	6	4	2	4.72	0.79	2.38	0.92
	2015	71	7	5	2	6.04	0.86	2.64	0.94
	2016	110	8	7	1	0.69	0.09	2.15	0.72
	2017	67	8	6	2	4.41	0.55	2.46	0.82
	2020	60	7	4	3	3.95	0.56	2.26	0.8
	2022	177	12	9	3	7.39	0.62	3.15	0.88
	2023	91	9	8	1	5.5	0.61	2.7	0.85
Шаян өзені	2023	39	8	5	3	2.25	0.28	1.79	0.6

Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S_{аб} – аборигенді балықтар түрі; S_б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.

2013-2017 жж., 2020 ж., сондай-ақ 2022-2023 жж. Шаян өзенінің ихтиофаунасын зерттеу нәтижелері бойынша балық қауымдастықтарының төрт тобын анықтауға мүмкіндік берді (7-сурет).



Сурет 7 – Шаян өзені ихтиофаунасының әр жылдардағы ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша)

2023 ж. Шаян өзенінің жазық бөлігінде балықтардың алуантүрлілігі және бөгде балық түрлерінің үстемдігі төмен болды, бұл олардың жеке топқа бөлінуіне әкелді. Екінші топ жоғары алуантүрлілік пен бөгде балық түрлерінің айтарлықтай көп болуына байланысты құрылды. 2016 және 2023 жылдары қауымдастықтардың алуантүрлілігінің ұқсас деңгейімен сипатталды, бұл оны жеке топ үшінші топ ретінде бөлуге мүмкіндік берді. Төртінші топ, 2013 жылы Шаян өзені тау бөктеріндегі бөлігінде балық қауымдастықтарының аздығымен ерекшеленді және ол басқа топтардан бөлектенді.

Балықтардың ең көп алуантүрлілік 2022 ж. -12 түрі, ең азы 2013 жылы – 5 түрі тіркелді. Өзеннің тау бөктеріндегі ихтиофаунаның тұрақты өкілдері -

аборигенді балықтардан: кәдімгі қарабалық, ташкент үкішабақтекес балық, түркістан теңге балығы, зеравшан тарақ балығы, сібір тарақ балығы, тибет талма балығы, терс талма балығы, Кушакевич талма балығы және арал шырма балығы, сондай-ақ бөгде балықтар - абботтина, амур шабағы және теңбіл талма балық. 2013-2017 жж. іріктемелерінде бозша мөңке мен сазан үнемі кездесіп тұрды, бірақ кейінірек жоғалып кетті. Сырдария тарақ балығы 2013 ж. табылды. 2022-2023 жылдары өзеннің осы бөлігінде алғаш рет аборигенді арал тортасы мен түркістан аққайраны ауланды. Өзеннің жазық бөлігінде 2023 ж. тыран мен қытай бұзаубасбалығы да табылды. Өзеннің барлық бөлігінде кәдімгі қарабалық, сібір тарақ балығы және бөгде балықтардан амур шабағы мен абботтина үнемі кездесіп отырды.

Үстемдік сипаты да тұрақты болған жоқ. Әр жылдары зеравшан тарақ балығы (2013 ж.), ташкент үкішабақтекес балық және бозша мөңке (2014 ж.), теңбіл талма балық (2015 ж., 2017 ж.), Кушакевич талма балығы (2016 ж.), сырдария тарақ балығы (2020 ж.), сібір тарақ балығы (2022 ж.), түркістан теңге балығы (2023 ж.), арал тортасы (2023 ж., жазық учаске) үстемдік етті.

3.2.4 Арыстанды өзенінің балықтар қауымдастықтары

Біздің зерттеуіміздің міндеті Сырдария бассейні шегіндегі Арыстанды өзені ихтиофаунасының алуантүрлілігін зерттеу болды. 2012-2015 және 2022-2023 жылдардағы зерттеуімізде балықтардың 16 түрі табылды: олардың 12-сі аборигенді және 4-і бөгде балықтар. Балықтардың алуантүрлілігі тек тұқытәрізділер *Cypriniformes* отрядына кіретін 6 тұқымдастың өкілдерінен тұрды: тұқылар *Cyprinidae*, тарақ балықтар *Leuciscidae*, гобионидтер *Gobionidae*, кекірелер *Acheilognathidae*, талма балықтар *Nemacheilidae* және шырма балықтар *Cobitidae*.

Жекелеген түрлердің пайда болуы жылдар бойынша өзгеріп отырды (13-кесте).

Кесте 13 – Арыстанды өзеніндегі балықтардың түрлері мен кездесу жиілігі

Балық түрлері	2012-2015	2022-2023
бозша мөңке - <i>Carassius gibelio</i>	+	+
сазан - <i>Cyprinus carpio</i>	+	0
арал тортасы - <i>Rutilus rutilus</i>	+	+
сібір тарақ балығы - <i>Leuciscus baicalensis</i>	+	+
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	0	+
сырдария тарақ балығы - <i>Petroleuciscus squaliusculus</i>	+	0
ақмарқа - <i>Leuciscus aspilus</i>	+	0
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	+	+
ташкент үкішабақтекес балығы - <i>Alburnoides oblongus</i>	+	+
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	+
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+
***теңбіл кекіре - <i>Rhodeus ocellatus</i>	+	0
терс талма балығы - <i>Triplophysa coniptera</i>	0	+
***теңбіл талма балығы - <i>Triplophysa strauchii</i>	+	+
арал шырма балығы - <i>Sabanejewia aralensis</i>	+	+
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.		

Қауымдастықтардың алуантүрлілік көрсеткіштері 14-кестеде келтірілген.

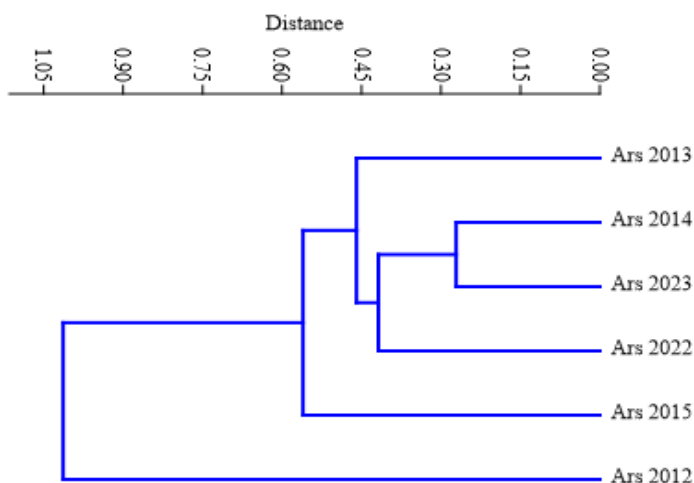
Арыстанды өзенінде түрлердің алуантүрлілігінің ең жоғары индексі 2022 ж., ал таралу біркелкілігі бойынша жоғары көрсеткіштер 2012 ж. анықталды (14-кесте).

Кесте 14 – Арыстанды өзені ихтиофаунасының алуантүрлілік көрсеткіштері

Жылдары	Көрсеткіштер							
	N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
2012	133	3	3	0	2.31	0.77	1.38	0.87
2013	406	11	7	4	4.96	0.45	2.7	0.78
2014	233	8	6	2	4.44	0.55	2.47	0.82
2015	165	9	5	4	4.14	0.46	2.4	0.76
2022	90	10	7	3	5.83	0.58	2.77	0.83
2023	118	9	7	2	3.39	0.38	2.24	0.71

Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S_{аб} – аборигенді балықтар түрі; S_б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.

2012-2015 және 2022-2023 жылдардағы меншікті деректеріміздің кластерлік талдау негізінде Арыстанды өзенінің ихтиофаунасы екі негізгі топқа бөлінді (8-сурет).



Сурет 8 – Арыстанды өзені ихтиофаунасының әр жылдардағы ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша)

Бірінші топ, 2014 ж. және 2023 ж. (Сёренсен коэффициенті=0.824) және 2022 ж. (Сёренсен коэффициенті=0.778) айтарлықтай алуантүрлілігімен және бөгде түрлердің үстемдігімен ерекшеленді, бұл оны жеке топқа бөлуге мүмкіндік берді. Біздің зерттеу нәтижелерімізге негізделген бұл топтардың әрқайсысы қосымша топтарға бөлінді. 2013 ж. және 2015 ж. басқа кезеңдермен салыстырғанда бөгде балық түрлерінің үлестерінің айтарлықтай өсуі байқалды. 2012 ж. мәліметтермен ұсынылған екінші топ - бөгде балық түрлерінің болмауымен сипатталды.

Балықтардың ең көп алуан түрлілігі 2013 ж. (11) және 2022 ж. (10) байқалды. ал кедей алуантүрлілік 2012 ж. (3) болды. Бөгде балық түрлерінің саны (4) бойынша ең көп таралған жылдар 2013 ж. және 2015 ж. анықталды. Бөгде

балықтардан үнемі кездескендері - абботтина, амур шабағы және теңбіл талма балығы, ал аборигенді балықтардан - арал тортасы, түркістан теңге балығы, кәдімгі қарабалық, ташкент үкішабақтекес және арал шырма балығы. Сазан тек 2013 ж. ғана табылды, содан кейінгі жылдары кездеспеді. Сырдария тарақ балығы 2015 ж., зеравшан тарақ балығы және терс талма балығы 2022 ж. ауланды.

Үстемдік сипаты жылдар бойы өзгеріске ұшырады және тұрақты болмады. Әр жылдары сібір тарақ балығы (2013 ж., 2022 ж.), кәдімгі қарабалық (2012 ж.), ташкент үкішабақтекес (2014 ж.), сырдария тарақ балығы (2015 ж.), амур шабағы (2022 ж.) басым болды.

Біз алған нәтижелер Сырдария бассейнінің аборигендік ихтиофаунасының алуантүрлілігін сақтаудағы Арыстанды өзенінің маңыздылығын және ихтиофаунаның гидрологиялық режимге тәуелділігін көрсетті [319].

3.2.5 Боралдай өзенінің балықтар қауымдастықтары

Біздің зерттеу кезінде 2022-2023 жж. тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes*, 6 тұқымдасқа жататын (тарақ балығы *Leuciscidae*, гобионидтер *Gobionidae*, талма балықтар *Nemacheilidae* және шырма балықтар *Cobitidae*) 9 балық түрі (7 аборигенді және 2 бөгде) табылды.

Әр жылдары өзеннің осы учаскесінде балықтардың кездесуі туралы мәліметтер 15-кестеде көрсетілген.

Кесте 15 - Боралдай өзеніндегі балықтардың түрлік құрамы мен таралуы

Балық түрі	2022	2023
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	0	+
ташкент үкішабақтекес балық - <i>Alburnoides oblongus</i>	+	+
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	0
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	0
тибет талма балығы - <i>Triplophysa stolickai</i>	+	0
терс талма балығы - <i>Triplophysa coniptera</i>	+	+
Кушакевич талма балығы - <i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	+	+
арал шырма балығы - <i>Sabanejewia aralensis</i>	+	0
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.		

Қауымдастықтардың алуантүрлілік көрсеткіштері әр жылдары айтарлықтай өзгерді (16-кесте).

Кесте 16 – Боралдай өзеніндегі балықтар қауымдастықтарының көрсеткіштері

Жылдар	Көрсеткіштер							
	N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
2022	89	8	6	2	5.13	0.64	2.55	0.85
2023	29	5	5	0	2.51	0.5	1.72	0.74
Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S _{аб} – аборигенді балықтар түрі; S _б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.								

Боралдай өзенінде 2022 ж. түрлердің алуантүрлілігі мен таралу біркелкілігінің индексі 2023 жылмен салыстырғанда жоғары екендігі анықталды. Бұл балықтың алуантүрлілігінің артуына, соның ішінде бөгде балық түрлерінің болуына байланысты.

2022 ж. балықтың 6 аборигенді түрі: арал шырма балығы, түркістан теңге балығы, терс талма балығы, тибет талма балығы, Кушакевич талма балығы, ташкент үкішабақтектес балығы және бөгде балықтардан гобионидтер тұқымдасының 2 түрі - абботтина және амур шабағы ауланды. Осы қауымдастықта Кушакевич талма балығы басым болды.

Боралдай өзенінде 2023 жылмен салыстырғанда 2022 ж. балық алуантүрлілігі бай болғандығы анықталды. Өзеннің тұрақты мекендеушілері - түркістан теңге балығы, ташкент үкішабақтектес балық, терс талма балығы және Кушакевич талма балығы болды. 2023 ж. қауымдастықта бөгде балықтар табылмады.

2023 ж. балықтардың тек аборигенді түрлері ғана (кәдімгі қарабалық, түркістан теңге балығы, ташкент үкішабақтектес балығы, терс талма балығы, Кушакевич талма балығы) ауланды, осы қауымдастыта ташкент үкішабақтектес балығы үстемдік етті.

3.2.6. Сарыбас өзенінің балықтар қауымдастықтары

Сарыбас өзені зерттеулер 2012-2017, 2022-2023 жылдары тамыз айында жүргізілді. Барлығы 8 түр ауланды, олардың 7-і аборигенді және 1-і бөгде балықтар. Тұқы тәрізді отрядтың *Cypriniformes* 3 тұқымдасына: тарақ балықтар *Leuciscidae* (сібір тарақ балығы, зеравшан тарақ балығы, кәдімгі қарабалық), гобионидтер *Gobionidae* (түркістан теңге балығы, абботтина), талма балықтар *Nemacheilidae* (терс талма балығы, тибет талма балығы, Кушакевич талма балығы) (17-кесте), барлық түрлері бір уақытта кездескен жоқ. Балық түрлерінің саны 1-ден 6-ға дейін ауытқыды.

Кесте 17 – Сарыбас өзеніндегі балықтардың түрлік құрамы мен таралуы

Балық түрі	2012-2017	2022-2023
сібір тарақ балығы - <i>Leuciscus baicalensis</i>	0	+
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	0	+
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	+	+
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	0
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	+
тибет талма балығы - <i>Triplophysa stolickai</i>	+	+
терс талма балығы - <i>Triplophysa coniptera</i>	0	+
Кушакевич талма балығы - <i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	+	+
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.		

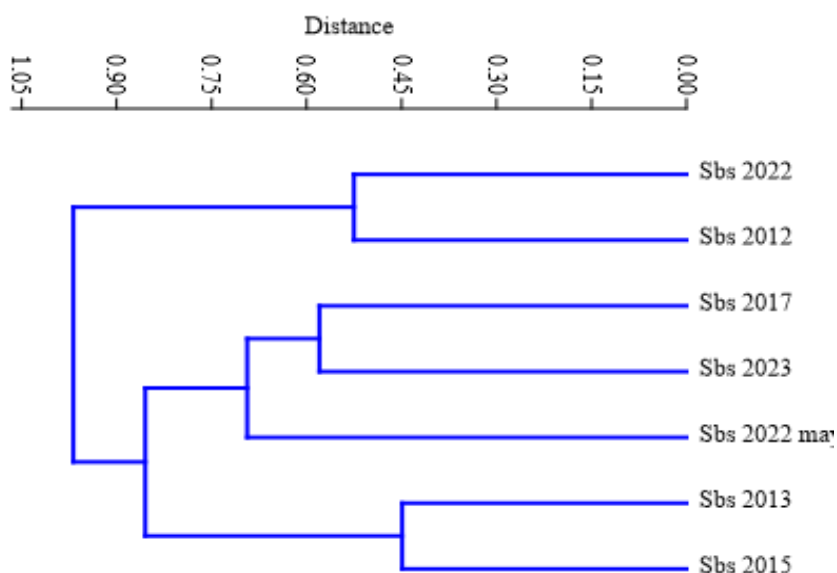
Сарыбас өзеніндегі түрлердің алуантүрлілігі индексінің ең жоғары мәндері 2012 ж. және 2022 ж., ал таралу біркелкілігі бойынша жоғары көрсеткіштер 2023 ж. анықталды (18 - кесте).

Кесте 18 – Сарыбас өзені ихтиофаунасының алуантүрлілігі

Жылдар	Көрсеткіштер							
	N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
2012	19	5	4	1	4.15	0.83	2.19	0.94
2013	25	2	2	0	1.68	0.84	0.86	0.86
2015	27	3	3	0	2.71	0.9	1.51	0.95
2017	18	1	1	0	1	1	0	-
2022 май	9	2	2	0	1.53	0.76	0.76	0.76
2022 сент	68	6	6	0	3.02	0.50	1.85	0.72
2023	12	2	1	0	1.95	0.97	0.98	0.98

Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S_{аб} – аборигенді балықтар түрі; S_б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.

Кластерлік талдау Сарыбас өзені ихтиофаунасының үш негізгі тобының болатындығын көрсетті (9-сурет).



Сурет 9 – Сарыбас өзені ихтиофаунасының әр жылдардағы ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша)

Бірінші топқа 2012 ж. және 2022 ж. балықтардың алуантүрлілігі ұқсас (Сёренсен коэффициенті=0.727) және жоғары деңгеймен, сондай-ақ бөгде түрлердің болуымен сипатталды, бұл оны бөлек кластерге бөлуге мүмкіндік берді. Біздің зерттеулерімізден анықталған екінші топ түрлердің алуантүрлілігінің төмен деңгейіне байланысты қосымша топтарға бөлінді. 2013 және 2015 жылдардағы мәліметтер негізінде құрылған үшінші топ (Сёренсен коэффициенті=0.800) сонымен қатар түрлердің алуантүрлілігінің жоғары болғандығын көрсетті.

Балық аулау негізінен тарақ балықтар мен талма балықтар тұқымдасымен ұсынылған. Бұл өзенде жиі кездесетін балық түрі кәдімгі қарабалық болды. Сібір тарақ балығы, зеравшан тарақ балығы және терс талма балығы 2022 ж. ұсталды. 2013 және 2017 жылдары алуантүрлілігі бойынша ең кедей, тек кәдімгі

қарабалық қана ауланды. 2022 ж. жазында зерттеу нәтижесінде қауымдастықта балық биоалуантүрлілігінің жоғарғы шегі байқалды. 2023 ж. балықтың екі түрі - кәдімгі қарабалық пен Кушакевич талма балығы табылды. Ең бай алуантүрлілік 2022 ж. байқалды. Бөгде балықтардан тек абботтина 2012 ж. ауланды. Өзеннің тұрақты мекендеушісі – кәдімгі қарабалық, ол 2013-2017 жылдары үстемдік етті. 2022 ж. қауымдастықта түркістан теңге балығы, ал 2023 ж. Кушакевич талма балығы басым болды.

Сонымен, жауын-шашынның көбеюі нәтижесінде Сарыбас өзені аборигенді балықтардың биоалуантүрлілігі мен түрлік алуантүрлілігінің жалпы деңгейінің төмендеуі байқалды. Қазіргі уақытта өзеннің ихтиофаунасында басымдылыққа аборигенді түрлер ие болды, бұл су қоймасының экожүйесіне оң әсерін көрсететіндігін дәлелдейді.

3.2.7 Қарашық өзенінің балықтар қауымдастықтары

Ихтиофаунаның алуантүрлілігін бақылау әсіресе Арал-Сырдария бассейнінің су қоймаларына қатысты өзекті болып табылады, өйткені өткен ғасырдың соңғы ширегінде мұнда су ресурстарын ұтымсыз пайдалану нәтижесінде үлкен экологиялық апат болды. ҚР Үкіметі қабылдаған осы апаттың салдарын жеңілдету жөніндегі іс-шаралар жағдайдың біршама жақсаруына әкелді. Нәтижесінде өңірде халық санының өсуі қайта жанданды. Түркістан қ. Сырдария бассейнінің ең көне қалаларының бірі болып табылады, оның жанында Кентау қ. орналасқан. Қарашық өзені Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісінің етегінен бастау алады және осы екі қала арқылы өтеді. Кентау қ. төмен өзенді Қапшағай су қоймасын құрайтын күрделі бөгет қоршап тұр. Біз жүргізген зерттеудің мақсаты соңғы онжылдықта болған Қарашық өзенінің ихтиофаунасының өзгерістерін зерттеу болды.

2018 жылы Түркістан қ. облыс орталығы мәртебесі берілді, бұл қала аумағының жедел ұлғаюына және оның урбанизациясына әкелді. Соңғы 12 жылда Түркістан қ. халқы 146 мың адамнан 200 мың адамға дейін 1,25 есе өсті [320]. Осы кезеңде Кентау қ.-да халқы 1,34 есеге өсіп, 68,5 мың адамға жетті [321]. Түркістан қ. 2017 ж. салыстырғанда 2022 ж. орташа температура көтеріліп, жауын-шашын мөлшері 15,9-20,5 мм. артты [322]. Кентау қ. 2017 ж. салыстырғанда 2022 ж. орташа температура қалыпты болды, бірақ жауын-шашын мөлшері 46,6-52,3 мм-ге өсті [323]. Сондықтан жеделдетілген урбанизация Қарашық өзенінің балық қауымдастығындағы жағымсыз өзгерістердің жетекші факторы болып саналуы мүмкін.

Қарашық өзені басқа өзендермен салыстырғанда алуантүрлілікке ең бай өзен болып табылды. Барлығы балықтардың 20 түрі тіркелді, оның ішінде 4 отрядқа жататын 6 тұқымдастан тұратын 14 аборигенді және 6 бөгде балықтар. Тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes*: тұқылар *Cyprinidae*, тарақ балықтар *Leuciscidae*, гобионидтер *Gobionidae*, кекірелер *Acheilognathidae*, талма балықтар *Nemacheilidae* және шырма балықтар тұқымдасы *Cobitidae*; алабұғатәрізділер отряды *Perciformes* одонтобуттар тұқымдасы *Odontobutidae*, бұзаубастәрізділер отряды *Gobiiformes* бұзаубастектес тұқымдасы *Gobiidae* және саргантәрізділер отряды *Beloniformes* адрианихттар тұқымдасы *Adrianichthyidae*.

Әр жылдары өзеннің осы учаскесінде балықтардың кездесуі жайлы мәліметтер 19-кестеде келтірілген.

Кесте 19 – Қарашық өзеніндегі балықтардың түрлік құрамы мен таралуы

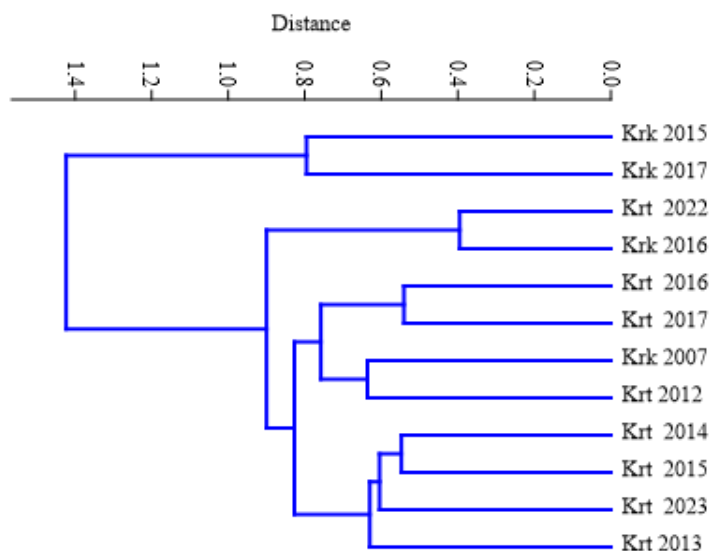
Балық түрі	Түркістан қ.		Кентау қ.
	2012-2017	2022-2023	2007-2017
бозша мөңке - <i>Carassius gibelio</i>	+	+	+
сазан - <i>Cyprinus carpio</i>	+	0	0
арал тортасы - <i>Rutilus lacustris</i>	+	+	+
сібір тарақ балығы - <i>Leuciscus baicalensis</i>	+	0	+
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	+	+	+
сырдария тарақ балығы - <i>Petroleuciscus squaliusculus</i>	0	0	+
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	+	0	+
шөмей - <i>Alburnus chalcoides</i>	0	0	+
тыран - <i>Abramis brama</i>	0	0	+
ташкент үкішабақтөкес балық - <i>Alburnoides oblongus</i>	+	0	0
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+	+
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	+	+
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+
***теңбіл кекіре <i>Rhodeus ocellatus</i>	+	+	0
терс талма балығы - <i>Triplophysa coniptera</i> ,	0	0	+
Қушакевич талма балығы - <i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	0	0	+
арал шырша балығы <i>Sabanejewia aralensis</i>	+	+	+
***элеотрис <i>Hypseleotris cinctus</i>	+	+	+
***қытай бұзаубас талығы <i>Rhinogobius cheni</i>	+	+	+
***қытай медакасы <i>Oryzias sinensis</i>	+	0	0
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.			

Қауымдастықтардың алуантүрлілік көрсеткіштері әр жылдары айтарлықтай өзгерді (20-кесте).

Кесте 20 – Қарашық өзені балықтар қауымдастықтарының көрсеткіштері

Өзен	Жылдар	Көрсеткіштер							
		N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
Кентау	2007	256	11	8	3	4.38	0.40	2.50	0.72
	2015	182	4	3	1	2.57	0.64	1.56	0.78
	2016	72	7	3	4	3.78	0.54	2.27	0.81
	2017	90	4	4	0	2.74	0.69	1.70	0.85
Түркістан	2012	93	5	3	2	2.43	0.49	1.64	0.70
	2013	102	8	6	2	3.89	0.49	2.33	0.78
	2014	51	5	4	1	3.29	0.66	1.85	0.80
	2015	67	5	3	2	4.38	0.88	2.20	0.95
	2016	282	12	6	6	4.76	0.40	2.62	0.73
	2017	69	7	4	3	2.09	0.30	1.62	0.58
	2022	72	7	3	4	3.78	0.54	2.27	0.81
	2023	81	9	5	4	4.50	0.50	2.52	0.80
Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S _{аб} – аборигенді балықтар түрі; S _б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.									

Кластерлік талдау Қарашық өзенінің ихтиофаунасының төрт негізгі тобын анықтауға мүмкіндік берді (10-сурет).



Сурет 10 – Қарашық өзені ихтиофаунасының әр жылдардағы ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша)

Бірінші топ Кентау аймағында жиналған 2015 және 2017 жылдардағы деректерді қамтиды, түрдің алуантүрлілігі төмендігімен және бөгде түрлердің болмауымен сипатталды, бұл оны жеке кластер ретінде жіктеуге мүмкіндік берді. 2016 ж. (Кентау) және 2022 ж. (Түркістан) деректеріне негізделген екінші топ түрлердің алуантүрлілігі ұқсас екендігін көрсетті (Сёренсен коэффициенті=0.857), бұл оны бөлек кластерге бөлуге мүмкіндік берді. Алайда үшінші топ бөгде балық түрлерінің көптігіне байланысты қосымша кіші топтарға бөлінді. Төртінші топ (Түркістан, 2013 ж.) түрдің алуантүрлілігі мен бөгде түрлердің минималды болуына байланысты басқалардан ерекшеленді.

Түрлердің саны бойынша басым бөлігін – тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes* құрады. Ең бай алуантүрлілік Кентауда 16 түр байқалды, оның 12 - сі аборигенді және 4-і бөгде балықтар, ал Түркістанда барлығы балықтардың 15 түрі, 9 аборигенді және бөгде балық түрлеріне ең бай өзен – 6 түрі анықталды. 2007-2017 жж. біздің зерттеу кезеңінде Кентауда балық түрлерінің саны 4-11-ге дейін, ал Түркістанда 5-тен 12-ге дейін ауытқыды, барлық түрлер бір мезгілде бірдей кездескен жоқ.

Зерттеу барысында 2016 ж. Түркістанның Қарашық өзені басқа өзендермен салыстығанда алуантүрлілік бойынша (12) және бөгде түрлерге (6) бай өзен болды. Қарашық өзеніндегі бөгде балықтар 4 отрядтың құрамына кіреді. Бөгде балықтар - элеотрис *Hypseleotris cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872) *Odontobutidae* тұқымдасынан (алабұғатәрізділер отряды *Perciformes*) және қытай бұзаубасбалығы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931) бұзаубастектес тұқымдасынан *Gobiidae* (бұзаубастәрізділер отряды *Gobiiformes*) тек Қарашық өзені табылды. Басым бөлігі тұқытәрізділер отрядынан *Cypriniformes*: абботтина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855); теңбіл кекіре *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866); амур шабағы немесе псевдорасбора *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846).

Қытай медакасы *Oryzias sinensis* Chen, Uwa & Chu, 1989 саргантәрізділер отряды *Beloniformes*, адрианихттар тұқымдасына *Adrianichthyidae* жатады. Қазақстан су қоймаларына және шекаралас елдеріне интродукцияланған осы түрдің популяциясының шығу тегі мен түріне байланысты жақында молекулалық-генетикалық зерттеу барысында қытай медакасы [324] *Oryzias sinensis* Chen, Uwa & Chu, 1989 түріне жататындығын көрсетті. Аталған түрлердің ішінен тек амур шабағы мен абботтина Қарашық өзенінде үнемі кездесті.

2017 ж. Кентау аймағында бөгде балықтар кездескен жоқ. 2015 ж. Қарашық өзені ең аз, бөгде балықтарға кедей (1), 2007 ж. 3 түрі және 2016 ж. бөгде балықтарға бай - 4 балық түрі кездесті. Ал Түркістан аймағы бөгде балықтарға бай 2016 ж. 6 түрі, 2022-2023 жж. 4 түрі, 2017 ж. 3 түрі, 2012-2013 жж., 2015 ж. 2 түрі, ал 2014 ж. бөгде балықтар ең аз (1) кездесті.

Балықтардың алуантүрлілігі бойынша ең бай жылдар Түркістанда 2016 ж. 12 түр және Кентауда 2007 ж. 11 түр тіркелді, оның басым бөлігін аборигенді балықтар құрады. Аборигенді балықтарға кедей 2012 ж., 2015 ж. Түркістанда, 2015-2016 ж. Кентауда 3 түрден болды. Қарашық өзеніндегі аборигенді балықтардың тұрақты өкілі - түркістан теңге балығы және арал шырма балығы. Тек 2016 ж., 2023 ж. теңбіл кекіре және қытай медакасы 2016-2017 жж. табылды. 2016 ж. сазан Түркістанда, Кентауда 2015 ж. Кушакевич талма балығы, 2023 ж. терс талма балығы. шемей, Сырдария тарақ балығы және тыран тек 2007 ж. ауланды. Бұл балық түрлері Сырдария өзенінде көптеп кездеседі. Олардың Қарашық өзенінде кездесуі Қарашық өзені ағынының Сырдария өзенімен байланысының болуы мен оның ұзақтығымен байланысты болуы мүмкін. Кейінгі жылдары Қарашық өзені Сырдария өзеніне мүлдем жетпеді немесе ағын үлкен өзеннен балықтардың енуіне жеткіліксіз болды.

Аборигенді балық түрлерінен түркістан теңге балығы, кәдімгі қарабалық, сібір тарақ балығы, сырдария тарақ балығы, зеравшан тарақ балығы, шемей, тыран, арал тортасы, ташкент үкішабақтектес балық, бозша мөңке, арал шырма балығы болды.

Зерттеудің бүкіл кезеңінде өзенде балықтың тек 3 түрі ғана тұрақты түрде кездесті: аборигенді түркістан теңге балығы, арал шырма балығы және бөгде балық - амур шабағы.

Арал тортасы, сібір тарақ балығы, бозша мөңке, сазан, абботтина, теңбіл кекіре, элеотрис және қытай медакасы тек кейбір жылдары ғана кездесті. Кәдімгі қарабалық өзенде 2014 ж. бастап Түркістан аймағында кездесуін тоқтатты, бірақ Кентау аймағында тек 2016 ж. ғана табылмады.

Үстемдік сипаты бойынша Қарашық өзені өзгеріске ұшырады және тұрақты болмады. Әр жылдары жазық учаскеде түркістан теңге балығы (2012-2013 жж.), арал тортасы (2014-2015 жж., 2023 ж.), сібір тарақ балығы (2016-2017 жж.), қытай бұзаубасбалығы (2022 ж.) басым болды. Тау бөктерінде шемей (2007 ж.), кәдімгі қарабалық (2015 ж.), зеравшан тарақ балығы (2017 ж.) бөгде балықтардан амур бұзаубасбалығы және амур шабағы (2022 ж.) басым болды, олардың аулау үлесі 79,18%.

Сонымен, Қарашық өзенінде балық популяциясының алуантүрлілігі тұрақты емес. Соңғы жылдары аборигенді балық түрлерінің алуантүрлілігі

төмендеді. 2022 ж. ихтиофаунаның басым бөлігін қысқа циклді бөгде балық түрлері құрады: өзен абботтинасы, амур шабағы, элеотрис және амур бұзаубасбалығы.

Зерттеу нәтижесінде Қарашық өзенінің экожүйесіне антропогендік әсер ету анықталды. Нәтижесінде әр түрлі қысқа циклдік балық түрлері осы өзеннің тұрақты мекендеушісіне айналды. Өзенде бөгде балық кешенінің 6 өкілінің болуы анықталды. Олар 3 отрядқа жатады: өзен абботтинасы, амур шабағы, теңбіл кекіре, қытай медакасы, элеотрис және қытай бұзаубасбалығы. Аталған түрлердің ішінен тек амур шабағы өзенде үнемі кездесіп отырды. Тіршілік ету шарттары бұл түрлердің сәтті көбеюіне мүмкіндік береді. Бірақ олар ұзақ тіршілік етуге және максималды мөлшерге жетуге ықпал етпейді. Қарашық өзенінде бөгде түрлердің үнемі болуы ортаның қолайсыз әсер етудің көрсеткіші болып табылады [325].

Сонымен, жауын-шашынның көбеюіне қарамастан, Қарашық өзені жалпы алуантүрлілігі және аборигенді балық түрлерінің алуантүрлілігі төмендеді. Қазіргі уақытта бұл өзеннің ихтиофауналарында бөгде қысқа циклдік түрлер басым, бұл өзеннің экожүйесіне қатты теріс әсер етуін көрсетеді.

3.2.8 Иқансу, Ойық және Ащысай өзендерінің балықтар қауымдастықтары

Біздің зерттеуіміздің барысында кіші өзендер қауымдастықтарында барлығы тұқытәрізділер *Cypriniformes* отрядының 3 тұқымдасына жататын 6 түр тіркелді, олардың 4-і аборигенді және 2 бөгде балықтар. Тарақ балықтар *Leuciscidae* (зеравшан тарақ балығы, кәдімгі қарабалық), гобионидтер *Gobionidae* (түркістан теңге балығы, абботтина) және талма балықтар *Gobionidae* (теңбіл талма балығы, Кушакевич талма балығы).

Әр жылдары өзенде кездесетін балықтардың мәліметтері 21-кестеде келтірілген.

Кесте 21 – Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы балық құрамының түрлері мен таралуы

Су қоймалары	Иқансу өзені (тау бөктері)		Иқансу өзені (тау)	Ойық өзені			Ащысай өзені	
	2022	2023		2013	2014	2023	2022	2023
Балық түрі Жылдар								
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	0	0	0	0	0	+	0	0
Кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
түркістан теңге балығы - <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+	+	0	+	+	+	0
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	0	+	0	0	0	+	0	0
***теңбіл талма балығы - <i>Triplophysa strauchii</i>	+	+	+	0	0	0	0	0
Кушакевич талма балығы - <i>Iskandaria kuschakewitschi</i>	0	0	0	0	0	+	0	0
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.								

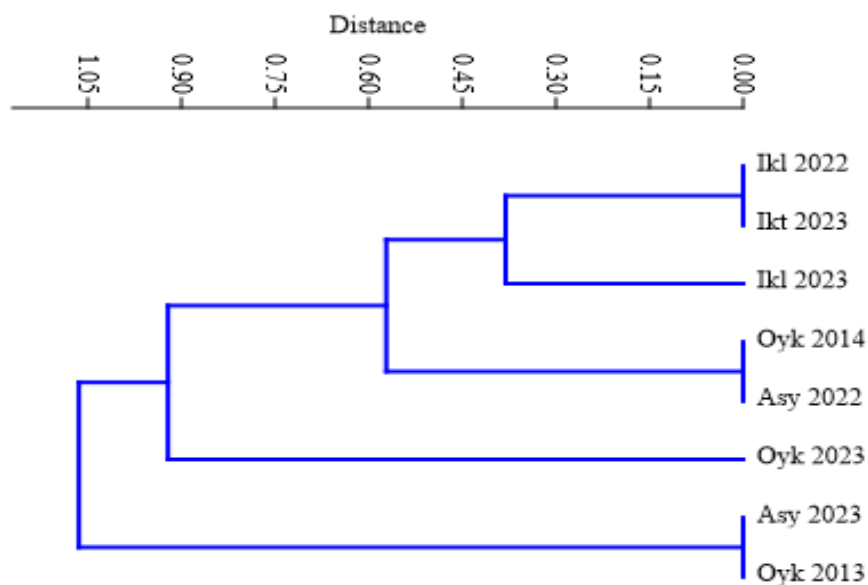
Қауымдастықтардың алуантүрлілік индекстері уақыт кезеңдері мен географиялық орындарға байланысты айтарлықтай өзгерді (22-кесте).

Кесте 22 – Кіші су қоймалар ихтиофаунасының алуантүрлілігі

Су қоймалар	Жылдар	Көрсеткіштер							
		N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
Иқансу өзені (тау бөктері)	2022	53	3	2	1	2.03	0.68	1.1	0.69
	2023	33	4	2	2	2.53	0.63	1.55	0.78
Иқансу өзені (тау)	2023	56	3	2	1	1.56	0.52	0.96	0.61
Ойық өзені	2013	15	1	1	0	1	1	0	-
	2014	18	2	2	0	1.58	0.76	0.76	0.76
	2023	29	5	4	1	3.4	0.68	2.01	0.87
Ащысай өзені	2022	2	2	2	0	2	1	1	1
	2023	21	1	1	0	1	1	0	-

Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S_{аб} – аборигенді балықтар түрі; S_б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.

Кластерлік талдау Иқансу, Ойық және Ащысай өзендерінің ихтиофаунасын 3 топқа жіктеді (11-сурет).



Сурет 11 – Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы ихтиофаунаының ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша)

Бірінші топқа Иқансу өзені қамтитын кіші топ кіреді, ол түрлердің алуантүрлілігімен және инвазивті балық түрлерінің болуымен сипатталды (Сёренсен коэффициенті 0.857 және 1 тең). Ойық (2014 ж.) және Ащысай (2022 ж.) өзендерін біріктіретін кіші топ сонымен қатар түрлердің айтарлықтай алуантүрлілігімен ерекшеленді (Сёренсен коэффициенті=1), бұл оны жеке кластерге бөлуге мүмкіндік берді. Екінші топ аборигенді балық түрлерінің алуан-

түрлілігімен жекеленеді. Ойық (2013 ж.) және Ащысай (2023 ж.) өзендерінен тұратын үшінші топ балық қауымдастықтарының ұқсас болуын көрсетті (Сёренсен коэффициенті=1).

Кіші өзендерді зерттеу нәтижелері олардың зерттелген басқа су қоймаларымен салыстырғанда балықтардың ең аз түрлерімен сипатталатынын айқындады. Барлық үш су қоймада кездесетін ортақ балықтар - кәдімгі қарабалық пен түркістан теңге балығы болды.

2022-2023 жж. зерттеу кезеңінде Икансу өзенінде балықтың тек 4 түрі анықталды, оның ішінде 2 бөгде және 2 аборигенді балықтар, барлығы да тұқытәрізділер *Cypriniformes* отрядына жатады. Тұрақты мекен етуші аборигенді балықтар - түркістан теңге балығы және кәдімгі қарабалық, бөгде балықтардан – теңбіл талма балығы. Өзеннің тау бөктерінде 2023 ж. абботтина пайда болды. 2023 ж. Иқансу өзені таулы учаскесінде 3 балық түрі, кәдімгі қарабалық (үстемдік етті) және түркістан теңге балығы, бөгде балық – теңбіл талма балығы аз мөлшерде (21-кесте) табылды.

2013-2014 жж., 2023 ж. балықтардың алуантүрлілігі бойынша ең аз Ойық өзені болды, балықтардың 5 түрі, олардың 4-і аборигенді және 1-і бөгде – абботтина тек 2023 ж. пайда болды. Түркістан теңге балығы мен кәдімгі қарабалық үнемі кездесіп тұрды. Зеравшан тарақ балығы мен Кушакевич талма балығы тек 2023 ж. ауланды. Ойық өзенінде тек кәдімгі қарабалық 2013 ж. ауға түсті. 2023 ж. балықтар қауымдастықтарына Кушакевич талма балығы мен абботтина қосылып, балықтардың алуантүрлілігі мен санын байытты (21-кесте). Үстемдік бойынша 2013-2014 жж. кәдімгі қарабалық, ал 2023 ж. түркістан теңге балығы басым болды.

2022-2023 жж. аралығында Ашысай өзеніне жүргізілген экспедиция нәтижелеріне сәйкес, бұл өзен зерттелген барлық су қоймаларындары арасында балықтардың ең аз түрлерімен сипатталды. Өзеннің ихтиофаунасында гобионидтер мен тарақ балықтар тұқымдасына жататын түркістан теңге балығы және кәдімгі қарабалық қана болды. 2022 ж. олардың үлесі Ашысай өзенінде тұқытәрізді балықтардың аборигенді балықтар тең пропорцияда болды. 2023 ж. тек бір түрі — кәдімгі қарабалық қана тіркелді. Бөгде балықтар кездескен жоқ (21-кесте).

3.2.9 Кіші суқоймалардың балықтар қауымдастықтары

Біздің 2016-2017, 2022-2023 жылдардағы зерттеу барысында Бабайқорған, Серт, Үлгілі кенттерінің кіші суқоймаларында 13 балық түрі тіркелді, олардың 9 аборигенді және 4 бөгде балықтар. Балықтардың басым көпшілігі *Cypriniformes* отрядының тұқылар *Cyprinidae*, тарақ балықтар *Leuciscidae*, гобионидтер *Gobionidae*, талма балықтар *Nemacheilidae* тұқымдасынан және тағы бір отряд - алабұғатәрізділер *Perciformes* отряды, одонтобуттар *Odontobutidae* тұқымдасынан тұрды.

Әр жылдары кіші өзендерде балықтардың кездесу мәліметтері 24-кестеде келтірілген.

Кесте - 24. Кіші суқоймалардағы балықтардың түрлері мен кездесу жиіліктері

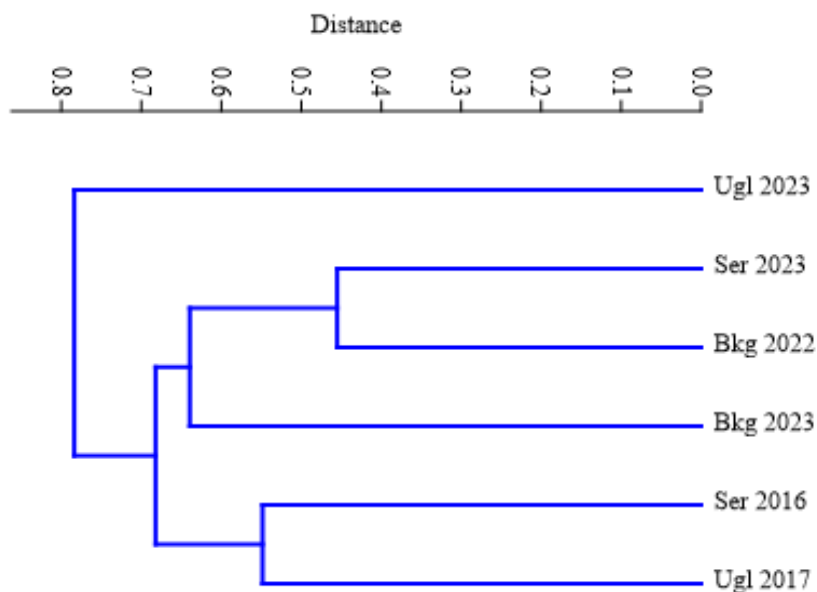
Балық түрі	Бабайқорған өзені		Серт сқ.		Үлгілі сқ.	
	Жылдар					
	2022	2023	2016	2023	2017	2023
бозша мөңке - <i>Carassius gibelio</i>	+	+	+	+	+	0
арал тортасы - <i>Rutilus lacustris</i>	0	0	0	+	0	0
сібір тарақ балығы - <i>Leuciscus baicalensis</i>	0	0	0	0	+	0
зеравшан тарақ балығы - <i>Leuciscus lehmanni</i>	+	+	+	+	0	+
түркістан аққайраны - <i>Leuciscus oxianus</i>	0	+	0	0	0	0
ақмарқа - <i>Leuciscus aspius</i>	0	+	0	0	0	0
кәдімгі қарабалық - <i>Schizothorax intermedius</i>	0	+	0	0	0	0
ташкент үкішабақтекес - <i>Alburnoides oblongus</i>	0	+	0	0	0	0
түркістан теңге балығы- <i>Gobio lepidolaemus</i>	+	+	0	+	0	0
***абботтина - <i>Abbottina rivularis</i>	+	+	0	0	+	+
***амур шабағы - <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+	+	+	+
***теңбіл талма балығы - <i>Triplophysa strauchii</i>	0	+	+	0	+	0
***элеотрис - <i>Hypseleotris cinctus</i>	+	0	0	0	0	0
Ескертпе: «+» - түр табылды, «0» – түр табылмады, *** - бөгде балықтар.						

Қауымдастықтардың алуантүрлілік индекстері жыл мен географиялық орналасуына байланысты айтарлықтай өзгерді (25-кесте).

Кесте 25 -Кіші су қоймалар ихтиофаунасының алуантүрлілігі

Су қоймалар	Жылдар	Көрсеткіштер							
		N	S	S _{аб}	S _б	D	E	H (log2)	J (log2)
Бабайқорған өзені	2022	41	6	3	3	2.34	0.39	2.71	1.05
	2023	35	10	7	3	2.54	0.25	2.91	0.88
Серт сқ.	2016	41	4	2	2	1.69	0.42	1.18	0.59
	2023	42	5	4	1	2.78	0.56	1.7	0.73
Үлгілі сқ.	2017	29	5	2	3	3.58	0.72	2.01	0.87
	2023	14	4	2	2	2.51	0.84	1.43	0.9
Ескертпе: N – ауланған балықтар саны; S – балықтардың түрі; S _{аб} – аборигенді балықтар түрі; S _б – бөгде балықтар; D – Симпсонның алуантүрлілік индексі; E – Симпсон бойынша біркелкі таралуы; H, log2 – Шеннонның алуантүрлілік индексі; J, log2 – Шеннон бойынша біркелкі таралуы.									

2016-2017 және 2022-2023 жылдар кезеңіндегі кластерлік талдау бойынша өз жұмысымыздың нәтижелері кіші су қоймалардағы ихтиофаунаның құрамын 3 топқа бөлді (12-сурет).



Сурет 12 – Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші суқоймаларындағы ихтиофаунаның ұқсастық дендрограммасы (Сёренсен индексі бойынша)

Бірінші топ, Үлгілі сқ. (2023 ж.), түрлердің алуантүрлілігімен ерекшеленді. Бабайқорған өзені (2022 ж, 2023 ж.) және Серт сқ. (2023 ж.), (Сёренсен коэффициенті=0.727) біріккен екінші топ, сонымен қатар түрлердің айтарлықтай алуантүрлілігімен сипатталды, бұл оны бөлек кластерге бөлуге мүмкіндік берді. Үшінші топ, Серт сқ. (2016 ж.) және Үлгілі сқ. (2017 ж.) балық қауымдастықтарының ұқсас болатындығын көрсетті. Соңғы жылдардағы нәтижелер барлық су қоймаларына ортақ бөгде балық және осы су қоймалардың тұрақты мекендеушісі амур шабағы болды.

Барлық үш су қоймаларында кездесетін ортақ аборигенді балықтар - кәдімгі қарабалық, зеравшан тарақ балығы, амур шабағы, бозша мөңке және теңбіл талма балық болды, түрлердің саны 4-5-ке дейін өзгерді, барлық түрлер бір уақытта бірдей кездеспеді. Элеотрис тек Бабайқорған өзенінде 2022 ж. кездесті.

Зерттеу барысында 2022-2023 жж Бабайқорған өзенінде балықтың 11 түрі тіркелді, оның 7-і аборигенді және 4-і бөгде балықтар. 2022 ж. Бабайқорған өзенінде балықтың 6 түрі табылды, аборигенді балықтарға қатысты балықтардың алуантүрлілігі мен саны бойынша бөгде балықтар басым болды. Аборигенді балықтар түркістан үкішабақтектес балық, зеравшан тарақ балығы және бозша мөңке. Бөгде балықтар тұқытәрізділер отрядынан амур шабағы, абботтина және алабұғатәрізділер отрядынан элеотрис басым болды. 2023 ж. балық түрлерінің алуантүрлілігі 2022 ж. салыстырғанда айтарлықтай өсті. Барлық анықталған балықтардың 10 түрі де тұқытәрізділер қатарына жатады. Үстемдік бойынша балықтар популяциясында 2022 ж. бөгде балық - амур шабағы, ал 2023 ж. аборигенді балық - зеравшан тарақ балығы басым болды.

2016 және 2023 жылдары Серт сқ. балықтардың тек 6 түрі, оның 4 аборигенді (бозша мөңке, арал тортасы, зеравшан тарақ балығы, түркістан теңге балығы) және 2 инвазивті (амур шабағы мен теңбіл талма балық). Барлығы да

тұқытәрізділер *Cypriniformes* отрядынан. Үнемі кездесетін балықтар аборигенді – бозша мөңке және зеравшан тарақ балығы, бөгде балықтардан - амур шабағы болды. 2016 жылмен салыстырғанда 2023 ж. алуантүрлілікке бай болды. Бұл қоймада да үстемдік еткен 2016 ж. бөгде балық – амур шабағы, ал 2023 ж. аборигенді – арал тортасы болды.

2017 ж. және 2023 ж. Үлгілі сқ. барлығы 6 балық түрі тіркелді, алуантүрлілік бойынша аборигенді және бөгде балықтар тең қатынаста болды. Бұл суқойманың да балықтары тұқытәрізділер *Cypriniformes* отрядынан. Суқойманың тұрақты мекендеушісі бөгде балықтар – абботина мен амур шабағы болатындығы айқындалды. 2023 жылмен салыстырғанда 2017 ж. балықтар алуантүрлілігі және бөгде балықтар бойынша бай. Балықтар қауымдастықтарында 2017 ж. теңбіл талма балығы, ал 2023 ж. абботина үстемдік етті.

3.2 бөлімі бойынша түйіндеме. Сонымен, Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендерде 6 отрядқа жататын 29 балық түрі табылды, тұқытәрізділер *Cypriniformes*, алабұғатәрізділер *Perciformes*, саргантәрізділер *Beloniformes*, шортантәрізділер *Esociformes*, бұзаубастәрізділер *Gobiiformes* және жайынтәрізділер *Siluriformes*. Оның ішінде тұқытәрізділердің 5, алабұғатәрізділер 1, саргантәрізділер 1 және бұзаубастәрізділерден 1 түрі - бөгде балықтар. Балықтардың ең көп түрі Шаян, Арыстанды, Бабайқорған, Бөген, Қарашық (Түркістан) және (Кентау) өзендерінде байқалды. Түрлердің алуантүрлілігі аз Ащысай, Икансу, Ойық, Сарыбас өзендері, Серт және Үлгілі сқ. кірді.

Қарашық, Арыстанды, Бабайқорған, Бөген, Сырдария, Шаян өзендерінде және Үлгілі сқ. көп мөлшерде бөгде балық түрлерінің енгізілуі байқалды. Ащысай өзенінде бөгде балықтар тіркелмеді. Ақ амур *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) тек қана Бөген өзені 2017 ж. анықталды. Қытай медакасы *Oryzias sinensis* Chen, Uwa & Chu, 1989 Қарашық өзені Түркістанда, ал элеотрис *Hypseleotris cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872) Қарашық өзені мен Бабайқорған өзені байқалды. Қытай бұзаубасбалығы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931) Қарашық, Бөген, Сырдария және Шаян өзендерінен табылды. Теңбіл кекіре *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866) Арыстанды, Бөген, Қарашық (Түркістан қ.) және Сырдария өзендерінен ауланды. Арыстанды, Бабайқорған, Бөген, Икансу, Шаян, Сарыбас өзендерінен, Серт және Үлгілі сқ. теңбіл талма балық *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874) анықталды. Сонымен қатар, абботина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) зерттелген су қоймаларының (Ащысай өзені және Серт сқ. қоспағанда) басым көпшілігінде кездесті. Ащысай, Икансу, Ойық және Сарыбас өзендерін қоспағанда, барлық су қоймаларынан амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) табылды.

3.3 Аборигенді және бөгде балықтардың биологиялық өзгергіштіктері

3.3.1 Аборигенді балықтар

Арал тортасы *Rutilus lacustris* (Pallas, 1814) - зерттелген өзендердің тау бөктері мен жазық жерлерінде ең көп таралған және көптеген түрлердің бірі. Зерттелген арал тортасы іріктемелерінің биологиялық көрсеткіштері 26-кестеде, қосымша Б1-кестеде келтірілген. 2015 ж. тау бөктерінде (Арыстанды өзені) бір

ғана арал тортасы табылды, оның абсолютті ұзындығы 98.0 мм; құйрықсыз ұзындығы 76,0 мм; дене салмағы 13,17 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы жоғары – 3,0.

Кесте 26 – Арал тортасының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалар					
		1	2	3	4	5	6
SL, мм	min	40	36	27	28	15	34
	max	64	92	91	94	114	59
Q, г	min	1.2	0.8	0.3	0.4	0.1	0.8
	max	5.3	3.1	1.5	14.8	26.1	2.7
Fulton	min	1.8	1.6	1.4	1.4	1.2	1.1
	max	2.2	2.1	2.7	2.5	2.7	2.0

Ескертпе: 1–Сырдария өзені, 2–Бөген өзені, 3–Шаян өзені, 4–Арыстанды өзені, 5–Қарашық өзені, 6–Серт ск.

Зерттелген су қоймаларындағы арал тортасының негізгі биологиялық көрсеткіштердің шамасы алдыңғы әдебиет көздерінде келтірілген белгілі шектерден кішірек болды [326], дегенмен шабақтардың айтарлықтай көп мөлшері байқалды, бұл репродуктивті әлеуеттің болуын көрсетеді. Балық мөлшерінің максималды белгілі мәндерге сәйкес келмеуі тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Алғаш рет Сырдария бассейні үшін сібір тарақ балығының *Leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874) биологиялық сипаттамаларына зерттеулер жүргізіліп, нәтижесінде осы балықтардың мөлшері туралы жаңа мәліметтер алынды. 2023 ж. Шаян өзенінің тау бөктерінде тек бір балық ауланды, оның абсолютті ұзындығы 100,1 мм; құйрықсыз ұзындығы 85,6 мм; дене салмағы 13,44 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы жоғары – 2,14 болды. Зерттелген жылдар іріктемесіндегі *Leuciscus baicalensis* балықтардың биологиялық көрсеткіштері 27-кестеде келтірілген.

Кесте 27 – Сібір тарақ балығының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалар	Жылы	n	min	max	M	±s	CV
SL, мм	Шаян өзені (тау бөктері)	2014	4	64	83	74.25	8.46	11.39
	Шаян өзені (тау бөктері)	2015	13	52	114	72.38	15.23	21.05
	Шаян өзені (тау бөктері)	2017	3	53	62	56.33	4.93	8.76
	Шаян өзені (тау бөктері)	2022	35	60	97	69.25	7.52	10.86
	Арыстанды өзені	2012	22	51	78	61.53	7.70	12.51
	Арыстанды өзені	2013	142	34	125	60.81	14.12	23.22
	Арыстанды өзені	2014	32	27	144	62.84	27.62	43.96
Q, г	Шаян өзені (тау бөктері)	2014	4	5.58	10.98	7.84	2.394	30.54
	Шаян өзені (тау бөктері)	2015	13	2.71	27.6	7.74	6.519	84.25
	Шаян өзені (тау бөктері)	2017	3	2.8	4.35	3.34	0.873	26.10
	Шаян өзені (тау бөктері)	2022	35	3.75	17.3	6.05	2.714	44.86
	Арыстанды өзені	2012	22	2.62	8.73	4.48	1.623	36.21
	Арыстанды өзені	2013	142	0.69	34.91	5.24	5.107	97.37
	Арыстанды өзені	2014	32	0.4	51.05	7.91	10.194	128.91
Fullton	Шаян өзені (тау бөктері)	2014	4	1.70	2.13	1.89	0.186	9.86
	Шаян өзені (тау бөктері)	2015	13	1.55	2.55	1.77	0.257	14.55
	Шаян өзені (тау бөктері)	2017	3	1.83	1.88	1.84	0.031	1.68
	Шаян өзені (тау бөктері)	2022	35	1.21	2.55	1.75	0.229	13.09

27-кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалар	Жылы	n	min	max	M	±s	CV
Fullton	Арыстанды өзені	2012	22	1.51	3.02	1.89	0.133	7.07
	Арыстанды өзені	2013	142	1.10	2.96	1.97	0.252	12.78
	Арыстанды өзені	2014	32	1.71	2.54	2.07	0.182	8.76

Салыстырмалы талдау нәтижесінде зерттелген су қоймаларындағы сібір тарақ балығының мөлшері әдеби дереккөздердегі белгілі мәндерден аз екендігін көрсетті [327]. Дегенмен, шабақтардың айтарлықтай көп саны анықталды, бұл популяцияның репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Балық мөлшерінің осы түрге тән максималды мәндерден ауытқуы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларының болуын көрсетеді.

Алғаш рет Сырдария өзенінің бассейні үшін зеравшан тарақ балығының *Leuciscus lehmanni* Brandt, 1852 биологиялық көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізіліп, балықтың мөлшері туралы жаңа мәліметтер алынды (28-кесте). 2022 ж. күздің басында тау учаскесінде (Сарыбас өзені) тек 1 зеравшан тарақ балығы табылды, оның абсолютті ұзындығы 112.0 мм; құйрықсыз ұзындығы 89,0 мм; дене салмағы 12.43 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы 1.76 болды. Басқа жылдардағы іріктемедегі зеравшан тарақ балығының толық биологиялық көрсеткіштері қосымшадағы Б2-кестесінде келтірілген.

Кесте 28 – Зеравшан тарақ балығының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалар								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SL, мм	min	37	14	41	30	17	21	32	30	25
	max	61	107	116	91	105	25	101	60	46
Q, г	min	0.9	0.1	1.1	0.5	0.2	0.3	0.6	0.5	0.3
	max	4.2	27	28	14	21	0.3	20	4	1.5
Fulton	min	1.7	0.9	1.2	1.5	1.2	1.6	0.9	1.7	1.4
	max	2.1	4	2.7	3.1	3.7	2.7	2.1	2.2	2.3
Ескертпе: 1–Сырдария өзені, 2–Бөген өзені, 3–Шаян өзені, 4–Арыстанды өзені, 5–Қарашық өзені, 6–Ойық өзені, 7–Бабайқорған өзені, 8–Серт ск., 9–Үлгілі ск.										

Балықтарға салыстырмалы талдау нәтижесінде зерттелген су қоймалардағы *Leuciscus lehmanni* өлшемдік параметрлері әдеби дереккөздерде көрсетілген мәндерден төмен болатындығын көрсетті [328]. Дегенмен, шабақтардың айтарлықтай көп болуы, олардың репродуктивті әлеуетінің сақталатындығын айғақтайды. Балық мөлшерінің осы түрге тән максималды мөлшерден төмен болуы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларының болуын көрсетеді.

Сырдария өзенінің бассейні үшін алғаш рет сырдария тарақ балығының *Petroleuciscus squaliusculus* (Kessler, 1872) биологиялық көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізіліп, нәтижесінде осы түрдің өлшемдік параметрлері туралы жаңа мәліметтер алынды. Тау бөктері және жазық учаскелердегі сырдария тарақ балығының іріктемелерінің биологиялық көрсеткіштері 29-кестеде келтірілген.

Кесте 29 – Сырдария тарақ балығының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2016	40	39.5	102.5	50.67	13.71	64.64
	Шаян өзені (жазық)	2016	9	16.7	92	46.56	28.39	60.98
	Арыстанды өзені	2015	64	18	91	13.39	16.84	125.71
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2016	40	1.03	19.93	2.88	3.843	169.67
	Шаян өзені (жазық)	2016	9	0.06	14.8	3.74	4.978	133.1
	Арыстанды өзені	2015	64	0.14	18.08	2.04	3.357	164.23
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2016	40	0.96	2.61	1.70	0.28	15.86
	Шаян өзені (жазық)	2016	9	1.22	1.90	1.62	0.23	14.09
	Арыстанды өзені	2015	64	1.14	2.73	0.17	0.24	139.64

Салыстырмалы талдау көрсеткендей, зерттелген су қоймаларындағы *Petroleusciscus squaliusculus* орташа мөлшері әдебиетте көрсетілген мәндерден төмен екені анықталды [329]. Алайда, шабақтардың едәуір санының болуы, бұл балықтың репродуктивті әлеуетінің сақталғандығының дәлелі. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Тау бөктеріндегі учаскелердегі түркістан аққайраны *Leuciscus oxianus* Kessler, 1877 іріктемелерінің биологиялық көрсеткіштері 30-кестеде көрсетілген.

Кесте 30 – Түркістан аққайранының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Шаян өзені (тау бөктері)	2023	7	66.5	91.7	75.16	9.71	12.92
	Бабайқорған өзені	2023	3	102	131.4	118.80	15.14	12.75
Q, г	Шаян өзені (тау бөктері)	2023	7	5.92	13.88	7.93	2.972	37.48
	Бабайқорған өзені	2023	3	25.62	47.18	36.73	10.795	29.39
Fullton	Шаян өзені (тау бөктері)	2023	7	1.55	2.05	1.82	0.152	8.36
	Бабайқорған өзені	2023	3	2.10	2.41	2.17	0.217	9.99

Зерттелген су қоймаларындағы *Leuciscus oxianus* өлшемдік көрсеткіштері әдебиетте келтірілген мәліметтерден төмен болды [330]. Дегенмен, шабақтардың едәуір саны байқалды, бұл популяцияның репродуктивті әлеуетінің бар екендігін аңғартады. Бұрын тіркелген максималды мәндермен салыстырғанда кішірек өлшемдер тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Тау бөктеріндегі және жазық жерлердегі ақмарқа *Leuciscus aspilus* (Linnaeus, 1758) іріктемелерінің көрсеткіштері 31-кестеде көрсетілген.

Кесте 31 – Ақмарқаның биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Сырдария өзені	2023	13	41.1	65.3	50.45	6.14	12.17
	Бөген өзені (тау бөктері)	2013	13	31	66	55.00	10.85	19.72
	Бөген өзені (жазық)	2023	5	45.2	103.7	61.24	24.02	39.22
Q, г	Сырдария өзені	2023	13	1.14	5.34	2.12	1.07	50.24
	Бөген өзені (тау бөктері)	2013	13	0.54	4.88	2.87	1.265	44.04
	Бөген өзені (жазық)	2023	5	1.37	18.83	5.40	7.52	139.38
Fullton	Сырдария өзені	2023	13	1.24	2.04	1.57	0.23	14.62
	Бөген өзені (тау бөктері)	2013	13	1.37	1.81	1.58	0.139	8.81
	Бөген өзені (жазық)	2023	5	1.48	1.69	1.57	0.07	4.77

Кіші су қоймаларындағы ақмарқаның *Leuciscus aspius* мөлшері келтірілген әдебиеттердегі мәліметтерден кішірек болды [331]. Дегенмен, шабақтардың айтарлықтай саны тіркелді, бұл популяцияның репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Бұрын тіркелген максималды мәндермен салыстырғанда өлшемдердің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Тау бөктері учаскесінде (Бөген өзені, 2015 ж., Арыстанды өзені, 2022 ж., Бабайқорған өзені, 2023 ж.) және таулы учаскеде (Ащысай өзені, 2022 ж.), 1 данадан кәдімгі қарабалық *Schizothorax intermedius* McClelland, 1842 табылып, олардың абсолютті ұзындықтары 56,0; 39,5; 31,5; 75,0 мм; стандартты ұзындықтары 44,0; 31,0; 26,3; 61,0 мм; дене салмақтары 2,49; 0,64; 0,32; 4,15 г; Фультон бойынша қондылықтары – 2,92; 2,15; 1,75; 1,83 сәйкесінше болды.

Жазық учаскеде (Сырдария өзені, 2023 ж., Шаян өзені, 2023 ж., Қарашық өзені Түркістан, 2013 ж.), 1 данадан кәдімгі қарабалық табылып, олардың абсолютті ұзындықтары 28,0; 26,1; 94,5 мм; құйрықсыз ұзындықтары 21,6; 21,2; 77,0 мм; дене салмақтары 0,25; 0,18; 10,72 г; Фультон бойынша қондылықтары – 2,43; 1,89; 2,35 сәйкес болды. Басқа су қоймаларындағы іріктеме көрсеткіштері 32-кестеде және толық мәлімет қосымшаның Б3-кестесінде көрсетілген.

Кесте 32 – Кәдімгі қарабалықтардың биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SL, мм	min	20	13	17	21	16	16	17	20	23
	max	74	67	124	52	109	145	118	135	61
Q, г	min	0.1	0.02	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
	max	8.4	6.4	32.2	2.9	28	60	34	43	4.2
Fulton	min	1	1	0.4	1.8	1.4	1.2	1.4	1.7	1.3
	max	3.2	2.5	4.7	3	3.4	4.3	3.4	2.5	2.2
Ескертпе: 1–Бөген өзені, 2–Шаян өзені, 3–Арыстанды өзені, 4–Боралдай өзені, 5–Қарашық өзені, 6–Сарыбас өзені, 7–Иқансу өзені, 8–Ойық өзені, 9–Ащысай өзені										

Ойық және Сарыбас өзендердегі балықтардың максималды мөлшерлері әдеби деректермен салыстырғанда жоғары болды, ол осы өзендердің балықтардың тіршілік етуіне қолайлы екендігін көрсетеді. Зерттелген қалған су қоймаларында *Schizothorax intermedius* мөлшері бұрын жарияланғандардан аз болғанымен, олардың қондылығы жоғары болды [332]. Сонымен қатар, су қоймаларында олардың шабақтарының айтарлықтай саны көп болуы, олардың репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Бұрын белгілі максималды мәндермен салыстырғанда өлшемдердің төмендеуі тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Сырдария өзеніндегі шемей *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772) іріктемелерінің биологиялық көрсеткіштері 33-кестеде көрсетілген.

Кесте 33 – Шемей балығының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймасы	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Сырдария өзені	2022	3	28.9	36.1	33.43	3.95	11.80
Q, г	Сырдария өзені	2022	3	0.254	0.467	0.39	0.11	29.81
Fullton	Сырдария өзені	2022	3	0.92	1.06	1.01	0.08	7.56

Зерттелген су қоймаларында шемейдің орташа мөлшері бұрынғы басылымдардағы мәліметтермен салыстырғанда төмен болды [333]. Дегенмен, шабақтардың едәуір саны көптеп кездесуі, олардың көбею үрдісінің сақталғандығының дәлелі. Бұрын тіркелген максималды мәндермен салыстырғанда шемейдің ұзындық-салмақтық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Тау бөктері учаскелерінде Арыстанды өзені (2023 ж.) және Бабайқорған (2023 ж.) 1 данадан ташкент үкішабақтекес балық *Alburnoides oblongus* Vulgakov, 1923, олардың абсолютті ұзындықтары 42,3 - 53,6 мм; стандартты ұзындықтары 34,6 - 42,5 мм; дене салмақтары 0,63 - 1,44 г; Фультон бойынша қондылықтары – 1,52 және 1,88 сәйкесінше тең болды. Басқа су қоймаларының іріктемедегі биологиялық көрсеткіштері 34-кестеде және қосымшадағы Б4-кестеде көрсетілген.

Кесте 34 – Ташкент үкішабақтекес балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгеріштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары			
		1	2	3	4
SL, мм	min	16	20	22	23
	max	83	71	71	76
Q, г	min	0.04	0.1	0.2	0.1
	max	11	5.2	8	7.4
Fulton	min	0.8	1	0.8	1
	max	2.6	2	9.9	1.8

Ескертпе: 1 – Бөген өзені, 2- Шаян өзені, 3-Арыстанды өзені, 4-Боралдай өзені

Зерттелген су қоймаларындағы *Alburnoides oblongus* орташа мөлшері бұрын жарияланған мәліметтермен салыстырғанда аз болды [334]. Дегенмен, су қоймаларында шабақтардың көп мөлшерде болғандығы анықталды, бұл популяцияның репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Бұрын тіркелген максималды мәндермен салыстырғанда ташкент үкішабақтекес балықтың кішірек өлшемдері тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Тау бөктеріндегі және жазық жерлердегі тыран *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) іріктемелерінің көрсеткіштері 35-кестеде келтірілген.

Кесте 35 – Тыранның биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Шаян өзені (тау бөктері)	2023	3	20.6	26.2	23.07	2.86	12.39
	Қарашық өзені Түркістан	2015	4	46.5	86.0	71.63	18.20	25.41

35-кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Q, г	Шаян өзені (тау бөктері)	2023	3	0.132	0.233	0.18	0.052	29.15
	Қарашық өзені Түркістан	2015	4	2.34	15.76	10.43	6.521	62.55
Fullton	Шаян өзені (тау бөктері)	2023	3	1.30	1.51	1.42	0.114	7.98
	Қарашық өзені Түркістан	2015	4	2.31	2.66	2.44	0.161	6.591

Зерттелген су қоймаларында *Abramis brama* орташа мөлшері бұрын тіркелген мәліметтерден аз болды [335]. Дегенмен, су қоймаларында шабақтардың едәуір саны анықталды, бұл балықтың репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Бұрын тіркелген максималды мәндермен салыстырғанда аз мөлшерде болуы, тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Біздің зерттеу барысында тұқытәрізділер отряды *Cypriniformes*, тұқылар *Cyprinidae* тұқымдасынан аборигенді балықтардың 2 түрі табылды.

2023 ж. Сырдария өзенінен сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 табылды. Оның абсолютті ұзындығы – 37,0 мм, құйрықсыз ұзындығы – 35,9 мм, дене салмағы – 1,13 г, Фультон бойынша – 2,44. Бұл көрсеткіштер Қазақстанның су қоймалары үшін белгілі әдеби деректерге сәйкес келді [336]. Зерттелген су қоймаларындағы сазанның орташа мөлшері бұрын жарияланған деректерге қарағанда төмен болды [336] және оның тіршілік ету ареалы қысқарды. Дегенмен, су қоймасында шабақтардың саны жоғары болуы, оның репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Белгілі максималды мәндермен салыстырғанда сазанның орташа мөлшерінің және тіршілік ету ортасының азаюы, қоршаған ортаның қолайсыз факторлары мен антропогендік әсер етуін көрсетуі мүмкін.

Тау бөктері учаскеде (Бөген өзені, 2023 ж., Шаян өзені, 2016 ж., 2023 ж.) 1 данадан бозша мөңке *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) табылды, олардың абсолютті ұзындықтары 37,7; 44,9; 31,3 мм; құйрықсыз ұзындықтары 29,7; 34,5; 22,3 мм; дене салмақтары 0,83; 1,42; 0,48 г; Фультон бойынша жоғары – 3,17; 3,46; 4,33 болды. Басқа су қоймаларының іріктемедегі биологиялық көрсеткіштері 36-кестеде және жылдар бойынша толық мәліметтер қосымшадағы Б5-кестесінде көрсетілген.

Кесте 36 – Бозша мөңкенің биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары				
		1	2	3	4	5
SL, мм	min	22	28	24	17	34
	max	89	83	59	42	59
Q, г	min	0.5	0.3	0.5	0.5	0.8
	max	22	9.4	7	2.4	2.7
Fulton	min	2.6	2.9	2.3	2.9	1.1
	max	4.3	4.1	3.9	3.8	2

Ескертпе: 1 – Арыстанды өзені, 2-Қарашық өзені, 3-Бабайқорған өзені, 4-Серт ск., 5-Үлгілі ск.

Кіші су қоймаларында *Carassius gibelio* орташа мөлшері бұрын жарияланған мәндерден төмен [337]. Дегенмен, су қоймаларында шабақтардың саны жоғары болды, бұл популяцияның репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Бұрын

тіркелген максималды көрсеткіштермен салыстырғанда орташа мөлшердің азаюы және оның тіршілік ету ортасының қысқаруы, балықтың қолайсыз тіршілік ету ортасы мен антропогендік әсер етуінен болуы мүмкін.

Сырдария өзенінің бассейні үшін алғаш рет тұқытәрізділер *Cypriniformes* отряды гобионидтер *Gobionidae* тұқымдасынан түркістан теңге балығының *Gobio lepidolaemus* Kessler, 1872 биологиялық көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізілді. Нәтижесінде осы түрдің өлшемдік параметрлері туралы жаңа мәліметтер алынды. Таулы (Ащысай өзені, 2022 ж.) және тау бөктері (Бабайқорған, 2022 ж., 2023 ж., Серт сқ., 2023 ж.) учаскелерінен 1 данадан түркістан теңге балығы *Gobio lepidolaemus* ауланды, олардың абсолютті ұзындықтары 62,3; 69,0; 73,0; 28.1 мм; стандартты ұзындықтары 52,1; 55,8; 60,6; 22,2 мм; дене салмақтары 2.92; 3,8; 4,91; 0,275 г; бірақ Фультон бойынша қондылықтары жоғары – 2.06; 2,19; 2,21; 2,51 сәйкес болды. Түркістан теңге балығының басқа су қоймаларындағы іріктемелерінің биологиялық көрсеткіштері 37-кестеде және жылдар бойынша толық мәлімет қосымшаның Б6-кестесінде көрсетілген.

Кесте 37 – Түркістан теңге балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SL, мм	min	26	19	16	16	28	14	33	23	36
	max	36	80	69	69	58	78	69	70	72
Q, г	min	0.3	0.1	0.1	0.05	0.4	0.1	0.5	0.2	1.1
	max	0.7	12	6.7	7.9	1.8	9.4	5.8	6.6	6.0
Fulton	min	1.4	0.7	1	1.1	1.4	1.1	1.2	1.7	1.6
	max	1.6	6.3	2.4	2.8	1.8	2.8	2.2	2.3	2.4
Ескертпе: 1–Сырдария өзені, 2-Бөген өзені, 3-Шаян өзені, 4-Арыстанды өзені, 5-Боралдай өзені, 6-Қарашық өзені, 7- Сарыбас өзені, 8-Иқансу өзені, 9-Ойық өзені										

Салыстырмалы талдау бойынша зерттелген су қоймаларындағы түркістан теңге балығының орташа өлшемі әдебиетте көрсетілген мәндерден төмен екендігі анықталды [338]. Дегенмен, шабақтардың едәуір саны байқалды, бұл балықтың репродуктивті әлеуетінің сақталуын көрсетеді. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Талма балықтар *Nemacheilidae* тұқымдасы. Алғаш рет Сырдария бассейніндегі тибет талма балығының *Triplophysa stolickai* (Steindacher, 1866) биологиялық көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізілді. Нәтижелер осы түрдің өлшемдік сипаттамалары туралы жаңа мәліметтер алуға мүмкіндік берді. Тибет талма балығы тау бөктерінен 1 данадан табылды (Шаян өзені, 2017 ж., 2023 ж.). Оның абсолютті ұзындығы - 45,9 және 64,5 мм. құйрықсыз ұзындығы-37,2 және 52,8 мм, дене салмағы-0,17 және 2,17 г., Фультон бойынша қондылығы – 1,38 және 1,47. Басқа су қоймаларындағы іріктеме көрсеткіштері 38-кестеде және толық жылдар бойынша биологиялық көрсеткіштері қосымшаның Б7-кестесінде келтірілген.

Кесте 38 – Тибет талма балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары			
		1	2	3	4
SL, мм	min	27	31	35	37
	max	58	69	73	93
Q, г	min	0.3	0.4	35	0.3
	max	3.4	2.6	73	12
Fulton	min	1.1	0.8	0.5	0.5
	max	1.9	1.7	4.4	1.9

Примечание: 1 – Бөген өзені, 2- Шаян өзені, 3-Боралдай өзені, 4-Сарыбас өзені.

Салыстырмалы талдау бойынша, Сарыбас өзенін қоспағанда, зерттелген су қоймаларындағы *Triplophysa stolicikai* орташа мөлшері әдебиетте көрсетілген мәндерден төмен болатындығын көрсетті [339]. Дегенмен, шабақтардың едәуір көп саны табылды, бұл популяцияның көбеюінің сақталғандығының дәлелі. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Тау бөктері учаскесінде (Шаян өзені, 2013 ж., Арыстанды өзені, 2022 ж., және Боралдай өзені, 2023 ж.) 1 данадан терс талма балығы *Triplophysa coniptera* (Turdakov, 1954) ауланды, олардың абсолютті ұзындықтары 44,2; 75,8 және 90,7 мм; стандартты ұзындықтары 36,0; 65,0 және 75,4 мм; дене салмақтары 0,69; 3,29 және 6,44 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы жоғары – 1,48; 1,20 және 1,50 сәйкесінше тең болды. Басқа су қоймаларындағы іріктеме көрсеткіштері 39-кестеде және толық жылдар бойынша биологиялық көрсеткіштері қосымшаның Б8-кестесінде келтірілген.

Кесте 39 – Терс талма балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары			
		1	2	3	4
SL, мм	min	22	24	37	31
	max	67	66	69	89
Q, г	min	0.2	0.2	0.6	0.5
	max	4.2	6.2	4.1	11
Fulton	min	1	1.2	0.8	0.5
	max	2	2.2	1.5	1.8

Есткертпе: 1 – Бөген өзені, 2 – Шаян өзені, 3 – Боралдай өзені, 4 – Сарыбас өзені

Салыстырмалы талдау көрсеткендей, зерттелген су қоймаларындағы терс талма балығының орташа мөлшері Сарыбас өзенін қоспағанда, әдебиетте көрсетілген мәндерден төмен [340]. Алайда, шабақтардың едәуір саны көп болуы, осы популяцияның көбеюінің сақталуын айғақтайды. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

2022 ж. тау бөктері учаскедегі Иқансу өзенінен 1 ғана Кушакевич талма балығы *Iskandaria kuschakewitschi* (Herzenstein, 1890) табылды, оның абсолютті ұзындығы 68.0 мм; құйрықсыз ұзындығы 60,0 мм; дене салмағы 1.25 г; Фультон бойынша қондылығы аса жоғары емес - 0.58 болды. Басқа су қоймаларындағы іріктеме көрсеткіштері 40-кестеде және толық жылдар бойынша биологиялық көрсеткіштері қосымшаның Б9-кестесінде келтірілген.

Кесте 40 – Кушакевич талма балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары						
		1	2	3	4	5	6	7
SL, мм	min	32	34	42	34	27	35	41
	max	75	85	64	63	64	58	49
Q, г	min	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2	0.5	0.4
	max	2.3	2.4	1.7	1.9	1.8	1.7	0.9
Fulton	min	0.5	0.3	0.5	0.8	0.5	0.6	0.5
	max	1.2	1.1	0.9	1.6	1.2	1.1	0.8
Ескертпе: 1–Бөген өзені, 2–Шаян өзені, 3–Боралдай өзені, 4–Қарашық өзені, 5–Сарыбас өзені, 6–Иқансу өзені, 7–Ойық өзені								

Салыстырмалы талдау көрсеткендей, зерттелген су қоймаларындағы Кушакевич талма балығының орташа өлшемі әдебиетте көрсетілген мәндерден төмен болды [341]. Дегенмен шабақтар санының көп болуы, балықтардың көбеюі үрдісін айқындайды. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Тау бөктеріндегі учаскелерде Бөген (2014 ж., 2016 ж., 2022 ж.), Арыстанды, 2013 ж. және Боралдай, 2022 ж. өзендерінен (шырма балықтар *Cobitidae* тұқымдасынан 1 арал шырма балығы *Sabanejewia aralensis* (Kessler, 1877) табылды, олардың абсолюттік ұзындығы 45,0; 46,5; 50,5; 46,5; 59,0 мм; құйрықсыз ұзындығы 38,8; 40,4; 38,0; 30,4; 51,0 мм; дене салмағы 0,40; 0,53; 0,54; 0,53; 1,03 г; Фультон бойынша қондылығы– 0,68; 0,80; 0,98; 0,80; 0,78 тиісінше. Басқа су қоймаларының іріктеме көрсеткіштері 41-кестеде және жылдар бойынша толық биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері қосымшаның Б10-кестесінде көрсетілген.

Кесте 41 – Арал шырма балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары			
		1	2	3	4
SL, мм	min	32	38	32	32
	max	48	51	50	60
Q, г	min	0.2	0.4	0.2	0.3
	max	0.9	0.9	1.4	2.3
Fulton	min	0.6	0.7	0.6	0.6
	max	0.8	1	1.1	1.5
Ескертпе: 1 – Бөген өзені, 2- Шаян өзені, 3- Арыстанды өзені, 4- Қарашық өзені					

Салыстырмалы талдау бойынша, зерттелген су қоймаларындағы арал шырма балығының орташа өлшемі әдебиетте көрсетілген мәндерден төмен екенін көрсетті [342]. Дегенмен, шабақтардың айтарлықтай көп болуы, осы популяцияның көбеюінің сақталуын көрсетеді. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын айғақтайды.

2023 ж. тау бөктеріндегі Бөген өзені тек бір кәдімгі жайын *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 (жайынтәрізділер *Siluriformes* отряды, жайындар *Siluridae* тұқымдасы). Оның абсолютті ұзындығы - 34,1 мм, құйрықсыз ұзындығы - 31,4 мм, дене салмағы-0.391 г, Фультон бойынша -1.26 тең. Бұл көрсеткіштер Қазақстанның су қоймалары үшін белгілі әдеби деректерге сәйкес келеді [343]. Кәдімгі жайынның тіршілік ету ортасының қысқаруы жалпы экожүйеге айтарлықтай антропогендік әсер етуін көрсетеді.

Сонымен, жүргізілген зерттеулердің нәтижелері Сырдария бассейніндегі балықтардың, әсіресе аборигендік ихтиофауна өкілдерінің түрлік алуантүрлілігінің төмендегенін көрсетеді. Бұл төмендеу антропогендік, биотикалық және абиотикалық факторлардың жиынтық әсеріне байланысты балықтардың тіршілік ету ортасының төмендеуіне әкелді. Барлық аборигенді түрлердің биологиялық көрсеткіштері әдеби деректерге сәйкес келеді.

3.3.2 Бөгде балықтар

Зерттеу нәтижелері бойынша бөгде балықтардың 4 отряд, 7 тұқымдасқа кіретін 8 түрі анықталды: тұқытәрізділер *Cypriniformes* отряды (ксеноципридтер *Xenocyprididae*, гобионидтер *Gobionidae*, кекірелер *Acheilognathidae*, талма балықтар *Nemacheilidae* тұқымдастары); алабұғатәрізділер *Perciformes* отряды (одонтобуттар *Odontobutidae* тұқымдасы); бұзаубасбалық тәрізділер *Gobiiformes* отряды (бұзаубастектес балықтар *Gobiidae* тұқымдасы); саргантәрізділер *Beloniformes* отряды (адрианихттар *Adrianichthyidae* тұқымдасы).

Биологиялық инвазиялар континенттік су қоймаларының табиғи биологиялық алуантүрлілігі мен әл-ауқатына қауіп төндіретін ең күшті теріс факторлардың бірі болып табылады [113, 114]. Арал теңізі бассейнінде (Кіші Арал) су ресурстарын ұтымсыз пайдалану нәтижесінде туындаған апатты тұрақтандыруға қазіргі таңда қол жеткізілді. Дегенмен, бөгде балық түрлерінің алуантүрлілігі және олардың су экожүйелеріне әсері әлі де толық зерттелмеген.

Өткен ғасырдың екінші жартысында Арал теңізінің бассейніне 20-дан астам бөгде балық түрлері арнайы немесе кездейсоқ енгізілді, соның ішінде *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) [344,345].

Pseudorasbora parva - тұқытәрізділер отрядына жататын кішкентай балық, ол өзінің табиғи ауқымынан тыс кең таралған және әртүрлі елдерде *pseudorasbora*, амур шабағы тасты морко деген атпен белгілі. Өзінің кішкентай мөлшеріне қарамастан, амур шабағы ең қауіпті және қауіпті жаулаушылардың бірі болып саналады [346,347]. Қазақстан шегіндегі Сырдария бассейнінде бұл түр 1966-1967 жылдары [344] табылған, алайда оның осы бассейннің су қоймаларындағы рөлі әлі де жеткіліксіз зерттелген.

Он жыл ішінде амур шабағы Өзбекстанмен шекарадан Сырдария өзенінің таяз аймағында оның сағасына дейінгі учаскеде, сондай-ақ жайылмалы көлдерде тұрақты анықталды. Бұл түр Сарыбас, Икансу, Боралдай және Арыс өзендерінің таулы аймақтарында ешқашан кездеспеген, бірақ Ойық, Арыстанды және Шаян өзендерінің ұқсас учаскелерін мекендеп алған. 2014, 2015 және 2018 жж. Бабайқорған және Серт ауылдарының маңындағы су қоймаларында балықтың жалғыз түрі амур шабағы табылды. Екі су қоймасы да суару және ішінара жергілікті тұрғындардың тұрмыстық қажеттіліктері үшін қолданылады. Жазда бұл су қоймаларындағы судың температурасы 32,4-33,8 °C-қа жетті. 2019-2021 жылдың жазында екі су қоймасы да шілде айының басында толығымен кеуіп қалды.

2016, 2017, 2022 және 2023 жж. амур шабағы алуантүрлі балық қауымдастығының бөлігі болды (42-43 кесте). Жалпы алғанда, осы су қоймаларында жүргізілген зерттеулер барысында тек 8 аборигенді және 4 бөгде балық түрлері табылды.

Кесте 42 – Кіші су қоймаларындағы әр түрлі балық түрлерінің арақатынасы (доминанттар мен субдоминанттар қалың қаріппен жазылған)

Балық түрлері	Бабайқорған өз,		Серт ск.		
	2022	2023	2016	2017	2023
Бөгде балықтао					
<i>Pseudorasbora parva</i>	0.463	0.029	0.932	0.138	0.008
<i>Abbottina rivularis</i>	0.122	0.114	0	0.034	0
<i>Micropercops sinctus</i>	0.333	0	0	0	0
<i>Triplophysa strauchii</i>	0	0.029	0.021	0.379	0
Аборигенді балықтар					
<i>Carassius gibelio</i>	0.171	0.229	0.021	0.310	0.815
<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	0	0.118
<i>Leusiscus lehmani</i>	0.171	0.400	0.027	0.138	0.050
<i>Leuciscus aspius</i>	0	0.029	0	0	0
<i>Leuciscus idus</i>	0	0.086	0	0	0
<i>Gobio lepidolaemus</i>	0.167	0.029	0	0	0.008
<i>Alburnus oblongus</i>	0	0.029	0	0	0
<i>Schizothorax intermedius</i>	0	0.029	0	0	0

Амур шабағының болуы мен басқа балық түрлерінің болуы/болмауы арасында маңызды корреляция табылған жоқ ($r < 0,5$). Сондай-ақ, балықтың жалпы саны мен амур шабағының саны, әртүрлілік индекстері және амур шабағының саны арасында айтарлықтай корреляция байқалмайды (42-кесте, қосымшаның Б11-кестесі). Осылайша, балықтардың алуантүрлілік тенденциялары туралы деректер амур шабағының басқа балық түрлеріне теріс әсер ететінін көрсетпейді. Бірақ, бұл түр жаңа тіршілік ету орындарын өзенінің санымен тез толтыра алады, бірақ су объектілерінің тұрақты жағдайында ол басқа балық түрлеріне жол береді [9].

Амур шабағының мөлшері, салмағы және қондылығы туралы мәліметтер 42-кестеде, қосымшаның Б 11-кестеде келтірілген. Барлық іріктемелерде әр түрлі мөлшердегі дарақтар бар (және сәйкесінше әр түрлі жастағы). Әрбір іріктеменің

ішінде қондылыққа қатысты айтарлықтай жеке өзгергіштік бар, бұл популяция ішіндегі бәсекелестікті көрсетеді. Серт сқ. коллекциясындағы бір дарақтың максималды мөлшері осы түрге белгілі максимумға жақындайды [348].

2023 ж. әр су қоймасында тек бір амур шабағының шабақтары ұсталды. Дегенмен, екі су қоймасындағы тіршілік ету ортасы амур шабағының көбеюіне мүмкіндік береді, бірақ ұзақ тіршілік етуге ықпал етпейді. Максималды өлшемдерге жету әрқашан қолайлы тіршілік ету жағдайларын көрсетпейтіні белгілі [349]. Алайда, біз зерттеген амур шабағының популяциясы жағдайында бұл балықтың максималды мөлшері мен жасына жетуіне жол бермейтін тұрақсыз гидрологиялық режим болып табылды.

Амур шабағы санының көп болған жылдарда су бетінде жүзетін *Anopheles* және *Culex* тұқымдас қан сорғыш масалардың дернәсілдерінің көптігі байқалды. Дәл осы дернәсілдер судың жоғары температурасына қарамастан, амур шабағы қорегінің негізін құрады. Сондықтан, Орталық Азияда суару мақсатында шағын су қоймалары жағдайында балықтың бұл түрі судың жоғары температурасында тіршілік етуге және зиянды жәндіктердің дернәсілдерін жоюға қабілетті санаулы түрлердің бірі болып табылады.

Қазіргі уақытта *Pseudorasbora parva* Сырдария өзенінің өзінде, жайылмалы көлдерде және көптеген салаларда кездеседі, бірақ ол аз. Екі кішігірім жергілікті су қоймаларының мысалында амур шабағы мен басқа балық түрлерінің арақатынасы зерттелді. Бұл түрдің болуы мен басқа балық түрлерінің болуы/болмауы арасында айтарлықтай корреляция табылған жоқ. Сондай-ақ, балықтардың жалпы саны мен амур шабағының саны, алуантүрлілік индекстері және амур шабағының саны арасында ешқандай маңызды корреляция табылмады. Нәтижелер амур шабағының басқа балық түрлеріне теріс әсері туралы қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді. Бірақ, бұл түр жаңа тіршілік ету орындарын тез игере алады, бірақ су қоймаларында тұрақты жағдайда ол басқа балық түрлеріне жол береді. Судың жоғары температурасында амур шабағы қансорғыш *Culex* және *Anopheles* масаларының дернәсілдерімен қоректенетін жалғыз балық түрі болып қала береді [350].

Тау бөктері учаскесінде (Бөген, 2013 ж., 2023 ж., Шаян, 2023 ж., Арыстанды, 2023 ж., Бабайқорған өзендері 2023 ж., Серт сқ., 2023 ж. және жазық учаскелерінде (Бөген, 2023 ж., Қарашық, Түркістан, 2014 ж.) тек қана 1 дарақтан тұқытәрізділер *Cypriniformes* отряды, гобионидтер *Gobionidae* тұқымдасынан амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) ауланды. Олардың абсолютті ұзындықтары 53,0; 52,5; 30,1; 54,0; 14,8; 33,3 және 31,0; 38,8 мм, стандартты ұзындықтары – 47,0; 43,5; 24,2; 45,3; 12,2; 27,0 және 25,3; 32,4 мм, салмақтары – 1,02; 1,48; 0,25; 1,99; 0,02; 0,34 және 0,26; 0,48 г; Фультон бойынша қондылықтары – 0,98; 1,80; 1,73; 2,14; 1,21; 1,73 және 1,57; 1,41 тең болды.

Іріктемелердің морфобиологиялық көрсеткіштері 43-кестеде және жылдар бойынша толық мәліметтер қосымшаның Б11-кестеде келтірілген. 2015-2016 жылдар аралығында Қарашық өзені тау бөктеріндегі учаскесінде Сырдария бассейнінде бұрын тіркелген деректерден [259] мөлшері жағынан асатын амур шабағының дарақтары ұсталды.

Кесте 43 – Амур шабағының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары							
		1	2	3	4	5	6	7	8
SL, мм	min	19	20	20	29	11	18	16	25
	max	41	52	49	36	57	45	37	46
Q, г	min	0.1	0.1	0.1	0.4	0.01	0.1	0.1	0.2
	max	1.43	2.1	4	0.8	4	2	0.9	1.5
Fulton	min	0.8	0.7	1.3	1.7	0.2	1.5	1.2	1.4
	max	2.1	1.9	2.8	1.9	5.1	2.7	2.2	2.3
Ескертпе: 1–Бөген өзені, 2-Шаян өзені, 3-Арыстанды өзені, 4-Боралдай өзені, 5-Қарашық өзені, 6-Бабайқорған өзені, 7-Серт ск., 8-Үлгілі ск.									

Зерттеудің барлық кезеңіндегі ең жоғарғы мөлшері Қазақстанның су қоймаларында осы түрге белгіліден [345] әлдеқайда аз болып шықты, бұл ұзақ тіршілік ету үшін қолайсыз жағдайларды көрсетеді. Сонымен қатар, шабақтардың едәуір саны анықталды, бұл популяцияның көбеюінің сақталуын көрсетеді.

Жазық учаскеде (Сырдария өзені, 2023 ж.), тау бөктеріндегі учаскеде (Шаян өзені, 2015 ж., Икансу өзені, 2023 ж. және Үлгілі ск., 2017 ж.) әрқайсысы 1 дарақтан тұқы тәрізідлер *Cypriniformes* отряды, гобионидтер *Gobionidae* тұқымдасынан өзен абботинасы *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) табылды. Оның абсолютті ұзындығы 40,0; 20,0; 76,6; 39,6 мм, құйрықсыз ұзындығы – 30,7; 17,6; 66,4; 31,9 мм, салмағы – 0,52; 0,07; 5,88; 0,54 г; Фультон бойынша қондылығы – 1,80; 1,21; 2,01; 1,66 сәйкесінше тең. Өзен абботтинасы саны бойынша көп емес, бірақ көптеген іріктемелерде кездесті (44-кесте, қосымшаның Б12-кесте). Сондай-ақ, алдыңғы екі түр сияқты, Қарашық өзенінде ауланған балықтардың максималды өлшемі Қазақстанның басқа су қоймалары үшін белгілі балықтардан әлдеқайда төмен [351]. Дегенмен, 2015-2016 жылдары балықтардың қондылығы Қазақстан үшін бұрын белгілі болған мәннен жоғары болды.

Кесте 44 – Өзен абботтинасының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SL, мм	min	25	16	17	24	20	21	15	17	36
	max	32	39	49	52	60	25	21	33	54
Q, г	min	0.2	0.1	0.1	0.3	0.9	0.1	0.1	0.1	0.8
	max	0.6	0.8	1.8	2.2	4	0.3	0.2	0.7	3
Fulton	min	1	0.9	1	1.5	1	1.3	1.6	1.7	1.6
	max	2	1.8	2.1	1.8	2.3	1.7	2	2.6	2
Ескертпе: 1–Бөген өзені, 2- Шаян өзені, 3-Арыстанды өзені, 4-Боралдай өзені, 5-Қарашық өзені, 6-Сарыбас өзені, 7-Ойық өзені, 8-Бабайқорған өзені, 9-Үлгілі ск.										

Салыстырмалы талдау көрсеткендей, зерттелген су қоймаларындағы абботтинаның орташа мөлшері әдебиетте [351] келтірілген мәндерден аз екені анықталды. Сонымен қатар, шабақтардың едәуір саны байқалды, бұл

популяцияның көбеюінің жалғасуын көрсетеді. Түр үшін максималды мәндермен салыстырғанда балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын айқындайды.

Теңбіл кекіре *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866) тұқытәрізділер *Cypriniformes* отряды, кекірелер *Acheilognathidae* тұқымдасына кіреді, Қарашық өзені жазық учаскесінде тек 2016 ж. көп болды. Осы популяцияға жеке жарияланым бар [352]. Сонымен қатар, тау бөктері учаскесінде (Арыстанды өзені, 2013 ж.) көп мөлшерде теңбіл кекірелер табылды. 2023 ж. жазық учаскеде Қарашық өзені Түркістан қ. жақын жерде және тау бөктері учаскесіндегі Бөген өзенінен 1 дарақтан кекіре ауланды, оның абсолютті ұзындығы 12,2; 47,2 мм; құйрықсыз ұзындығы 10,4; 36,6 мм; дене салмағы – 0,029; 1,55 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы жоғары – 2,58; 3,16 болды. Басқа су қоймаларындағы іріктемелердің деректері 45-кестеде көрсетілген.

Кесте 45 – Теңбіл кекіренің биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Арыстанды өзені	2013	25	23	32	28.20	2.35	8.32
	Арыстанды өзені	2015	4	28.5	38.0	3.25	4.38	134.71
	Қарашық өзені, Түркістан	2016	74	30.0	42.0	35.20	2.94	8.36
Q, г	Арыстанды өзені	2013	25	0.37	0.91	0.64	0.145	22.57
	Арыстанды өзені	2015	4	0.79	1.49	0.25	0.338	133.70
	Қарашық өзені, Түркістан	2016	74	0.30	0.91	0.57	0.158	27.74
Fullton	Арыстанды өзені	2013	25	0.94	1.62	1.34	0.137	10.24
	Арыстанды өзені	2015	4	2.72	3.41	0.25	0.316	125.42
	Қарашық өзені, Түркістан	2016	74	0.84	1.73	1.28	0.166	13.00

Зерттелген су қоймаларындағы теңбіл кекіренің орташа мөлшері әдебиетте [352] келтірілген мәліметтерден аз екенін анықталды. Дегенмен, шабақтардың санының көп болуы, оның популяциядағы репродуктивті процестің жалғасуын айғақтайды. Түрлерге тән максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді.

Сырдария бассейніндегі балықтар популяциясы үшін тұқытәрізділер *Cypriniformes* отряды, талма балықтар *Nemacheilidae* тұқымдасынан теңбіл талма балығы *Triplophysa strauchii* биологиялық сипаттамаларды зерттеу алғаш рет жүргізілді. Тау бөктері учаскесінде (Арыстанды өзені, 2022 ж., Бабайқорған өзені, 2023 ж.) 1 дарақтан *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874) табылды. Оның абсолютті ұзындығы - 60,2; 42,9 мм, стандартты ұзындығы – 50,7; 35,1 мм, салмағы – 1,55; 0,49 г; Фультон бойынша қондылығы – 1,19; 1,13 тең. Зерттеудің барлық кезеңіндегі теңбіл талма балығының ең жоғарғы мөлшері Қазақстанның су қоймаларында осы түрге белгілі мөлшерден [353] әлдеқайда аз болып шықты (46-кесте, қосымшаның Б13 -кесте).

Кесте 46 – Теңбіл талма балығының биологиялық көрсеткіштерінің өзгергіштіктері

Көрсеткіштер	Шама	Су қоймалары				
		1	2	3	4	5
SL, мм	min	25	20	20	25	22
	max	28	94	97	29	37
Q, г	min	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
	max	0.3	10	13	0.4	0.6
Fulton	min	1.3	0.6	1	1.4	1
	max	1.5	4.6	2.6	1.7	1.3
Ескертпе: 1–Бөген өзені, 2-Шаян өзені, 3-Арыстанды өзені, 4-Серт сқ, 5-Үлгілі сқ.						

Салыстырмалы талдау бойынша, зерттелген су қоймаларындағы теңбіл талма балығының орташа мөлшері әдебиетте [353] көрсетілген мәндерден төмен екенін көрсетті. Түр үшін максималды мәндерге қатысты балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетеді. Алайда, табылған шабақтардың едәуір бөлігі осы түрдің көбеюін көрсетеді.

Элеотрис *Hypseleotris cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872) алабұғатәрізділер *Perciformes* отряды, одонтобуттар *Odontobutidae* тұқымдасына жатады және ол да көп мөлшерде болмады. 2016 ж. Түркістан қ. Қарашық өзенінде 1 ғана элеотрис ауланды. Оның абсолюттік ұзындығы 40.0 мм; құйрықсыз ұзындығы 32.2 мм; дене салмағы 0.89 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы жоғары - 2.67 болды. Басқа жылдардағы іріктемедегі элеотристің биологиялық көрсеткіштері 47-кестеде келтірілген.

Кесте 47 – Элеотристің биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL. мм	Қарашық өзені, Кентау	2016	3	18.8	24.0	21.10	2.65	12.57
	Қарашық өзені, Түркістан	2022	3	19.0	24.0	21.17	2.57	12.12
	Бабайқорған өзені	2022	2	16.5	17.8	17.15	-	-
Q. г	Қарашық өзені, Кентау	2016	3	0.13	0.26	0.19	0.067	35.79
	Қарашық өзені, Түркістан	2022	3	0.13	0.26	0.18	0.071	38.38
	Бабайқорған өзені	2022	2	0.092	0.148	0.12	0.055	2.90
Fullton	Қарашық өзені, Кентау	2016	3	1.90	2.02	1.95	0.060	3.09
	Қарашық өзені, Түркістан	2022	3	1.82	1.93	1.88	0.055	2.90
	Бабайқорған өзені	2022	2	2.05	2.62	2.34	0.92	5.36

Салыстырмалы талдау бойынша, зерттелген су қоймаларындағы элеотристің орташа мөлшері Глуховцев пен авторлардың (1992) [354] еңбегінде жарияланған мәліметтерден аз екенін көрсетті. Сонымен қатар, шабақтардың саны жоғары, бұл популяциядағы репродуктивті үрдістің жалғасуын растайды. Түрлерге тән максималды мәндермен салыстырғанда балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Бұзаубасбалықтәрізділер *Gobiiformes* отряды, бұзаубастектес балықтар *Gobiidae* тұқымдасының өкілі - амур (қытай) бұзаубасбалығының *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931) саны жыл сайын күшті ауытқуларға ұшырайтындығы анықталды. Жазық учаскедегі Қарашық, Түркістан (2017 ж., 2023 ж.) Сырдария,

2023 ж. Шаян өзендерінен, 2023 ж. тек бір данадан қытай бұзаубасбалығы ауланды. Оның абсолютті ұзындығы - 41,0; 41,1; 25,3; 18,2 мм; құйрықсыз ұзындығы - 32,0; 33,9; 21,3; 15,1 мм; дене салмағы - 0,89; 0,83; 0,14; 0,40 г; бірақ Фультон бойынша қондылығы жоғары - 2,72; 2,13; 1,49; 11,62 болды. Бұл түрлер 2016 және 2022 жылдары ең көп болды (48-кесте). Өлшем-салмақ көрсеткіштері әдеби деректерден [355] белгілі болғаннан әлдеқайда аз.

Кесте 48 – Амур (қытай) бұзаубасбалығының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген өзені (жазық)	2023	10	16.5	20.3	17.67	1.23	6.98
	Қарашық өзені, Кентау	2007	2	23.5	34.5	29.00	7.78	26.82
	Қарашық өзені, Түркістан	2012	2	31.3	32.0	31.65	0.49	1.56
	Қарашық өзені, Түркістан	2016	2	22.3	36.0	31.20	7.72	24.73
	Қарашық өзені, Кентау	2016	28	23.4	41.7	31.82	5.74	18.05
	Қарашық өзені, Түркістан	2022	28	20.5	38.2	28.55	5.73	20.07
Q, г	Бөген өзені (жазық)	2023	10	0.063	0.11	0.08	0.015	19.43
	Қарашық өзені, Кентау	2007	2	0.21	0.75	0.48	0.379	78.63
	Қарашық өзені, Түркістан	2012	2	0.45	0.55	0.50	0.071	14.14
	Қарашық өзені, Түркістан	2016	2	0.20	1.28	0.86	0.579	67.28
	Қарашық өзені, Кентау	2016	28	0.19	1.02	0.50	0.254	51.18
	Қарашық өзені, Түркістан	2022	28	0.14	1.35	0.46	0.329	70.24
Fullton	Бөген өзені (жазық)	2023	10	1.18	1.63	1.42	0.122	8.61
	Қарашық өзені, Кентау	2007	2	1.65	1.83	1.74	0.125	7.22
	Қарашық өзені, Түркістан	2012	2	1.37	1.79	1.58	0.297	18.77
	Қарашық өзені, Түркістан	2016	2	1.80	2.74	2.35	0.488	20.77
Fullton	Қарашық өзені, Кентау	2016	28	1.27	1.97	1.44	0.179	12.46
	Қарашық өзені, Түркістан	2022	28	1.43	2.42	1.69	0.210	12.38

Зерттелген су қоймаларындағы *Rhinogobius cheni* орташа мөлшері Дукравец пен Копылецтің (1992) жұмысында келтірілген мәліметтерден төмен. Дегенмен, шабақтардың саны жоғары болды, бұл популяциядағы репродуктивті циклдің жалғасуын көрсетеді. Түр үшін максималды мәндермен салыстырғанда балық мөлшерінің азаюы тіршілік ету ортасының қолайсыз жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Алғаш рет Сырдария өзені бассейнінің су қоймаларында саргантәрізділер *Beloniformes* отряды, адрианихттар *Adrianichthyidae* тұқымдасының өкілі қытай медакасы *Oryzias sinensis* Chen, Uwa & Chu, 1989 биологиялық көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізілді. Қытай медакасы тек қана Қарашық өзені, Түркістанда 2016 ж. және 2017 ж. табылды. Оның абсолютті ұзындығы - 26,7 - 27,3 мм, құйрықсыз ұзындығы – 22,3-23,2 мм, салмағы - 0,18-0,20 г, Фультон бойынша

қондылығы - 1.40-1,80 тең. Бұл көрсеткіштер Қазақстанның су қоймалары үшін белгілі әдеби [356] деректерге сәйкес келеді.

Алынған нәтижелер осы түрдің өлшемдік көрсеткіштерін нақтылауға мүмкіндік берді. Салыстырмалы талдау зерттелген су қоймаларындағы балықтардың орташа мөлшері әдеби [356] дереккөздерде көрсетілгеннен едәуір аз екенін көрсетті. Сондай-ақ, бұл бөгде түрдің таралу аймағы мен популяция саны аз, бұл осы аймақта түрдің жақында пайда болғанын көрсетеді.

Сонымен, зерттеу нәтижесінде Қарашық өзенінде бірнеше бөгде түрлердің тұрақты тіршілік ететіні анықталды [357]. Әлемнің әртүрлі бөліктеріндегі интродукцияны талдау негізінде өзендерде инвазиялық түрлердің көп болуы экожүйені бұзатындығын айқындады. Өз кезегінде бөгде түрлер гидрологияны айтарлықтай өзгерте алады. Экожүйелердің биогеохимиялық циклі және қоныстанған биотикалық құрам бұл жүйелердің бейімделу және қолайсыз факторлардың әсерін азайту қабілетіне әсер етеді [134,137,358]. Сондықтан бөгде балық түрлерінің болуы қоршаған ортаның қолайсыз өзгерістерінің көрсеткіші ретінде қарастырылады.

3.3 бөлімінің түйіндемесі Сонымен, салыстырмалы түрде тұрақты физико-химиялық көрсеткіштері бар Ойық және Сарыбас өзендері аборигендік *Schizothorax intermedius* үшін, ал антропогендік жүктемесі жоғары Қарашық өзені бөгде қысқа циклді *Pseudorasbora parva* қолайлы болды. Сырдария бассейнінде алғаш рет *Leuciscus baicalensis*, *Leuciscus lehmanni*, *Petroleuciscus squaliusculus*, *Gobio lepidolaemus* және *Triplophysa stolickai* сияқты аборигенді балық түрлерінің, сондай-ақ, бөгде түрден *Triplophysa strauchii* мен *Oryzias sinensis* биологиялық көрсеткіштеріне зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижелері Сырдария бассейніндегі балықтардың, әсіресе аборигенді түрлердің түрлік алуантүрлілігінің төмендеуін көрсетеді. Бұл төмендеу антропогендік, биотикалық және абиотикалық факторлардың жиынтық әсеріне байланысты, олардың тіршілік ету ортасының азаюына әкеліп соқтырды. Көптеген аборигенді түрлердің биологиялық көрсеткіштері әдеби деректерге сәйкес келді.

3.4 Балықтардың жеке түрлерінің морфобиологиялық өзгергіштіктері мен молекулалық-генетикалық сипаттамасы

3.4.1 Зеравшан тарақ балығы *Leuciscus lehmanni*

Тарақ балық - кең таралған түр, типтік реофил, бірақ ол көлдерде де болуы мүмкін. Тарақ балық - бұл бентостық ағзаларды жақсы көретін судың төменгі қабатында тіршілік ететін балық. Зерттеу кезеңінде ғалымдар литоральды аймақтағы балықтардың таралуы маусым бойы айтарлықтай өзгеретінін анықтаған. Зерттелетін балық түрлері, жасына және түріне байланысты, Арахлей көлінің литоральды аймағының әртүрлі биотоптарын игере алады. Балықтардың таралуының бұл сипаты қоңыржай аймақтың көптеген көлдерінде байқалды [359,360,361].

Тарақ балықтар *Leuciscus* (*Cyprinidae*; *Cypriniformes*) Евразияда кең таралған сүйекті балықтар туысының өкілі [273,316,327,362]. ҚР аумағында Сырдария бассейнінде тіршілік ететін тарақ балықтардың 5 түрі бар екенін

көрсеткен: түркістан аққайраны *Leuciscus idus oxianus* (Кесслер, 1877), сібір тарақ балығы *Leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874), талас тарақ балығы *L. lindbergi* Zanin et Ereemew, 1934 [362], сырдария тарақ балығы *L. squaliusculus* (Кесслер, 1872) және зеравшан тарақ балығы *L. lehmanni* Brandt, 1852 [316,328].

Қазіргі уақытта Сырдария тарақ балығы *Squaliusculus* туысына жатады, ал түркістан аққайранының кіші түр мәртебесі жарамсыз деп танылды [265,266,318].

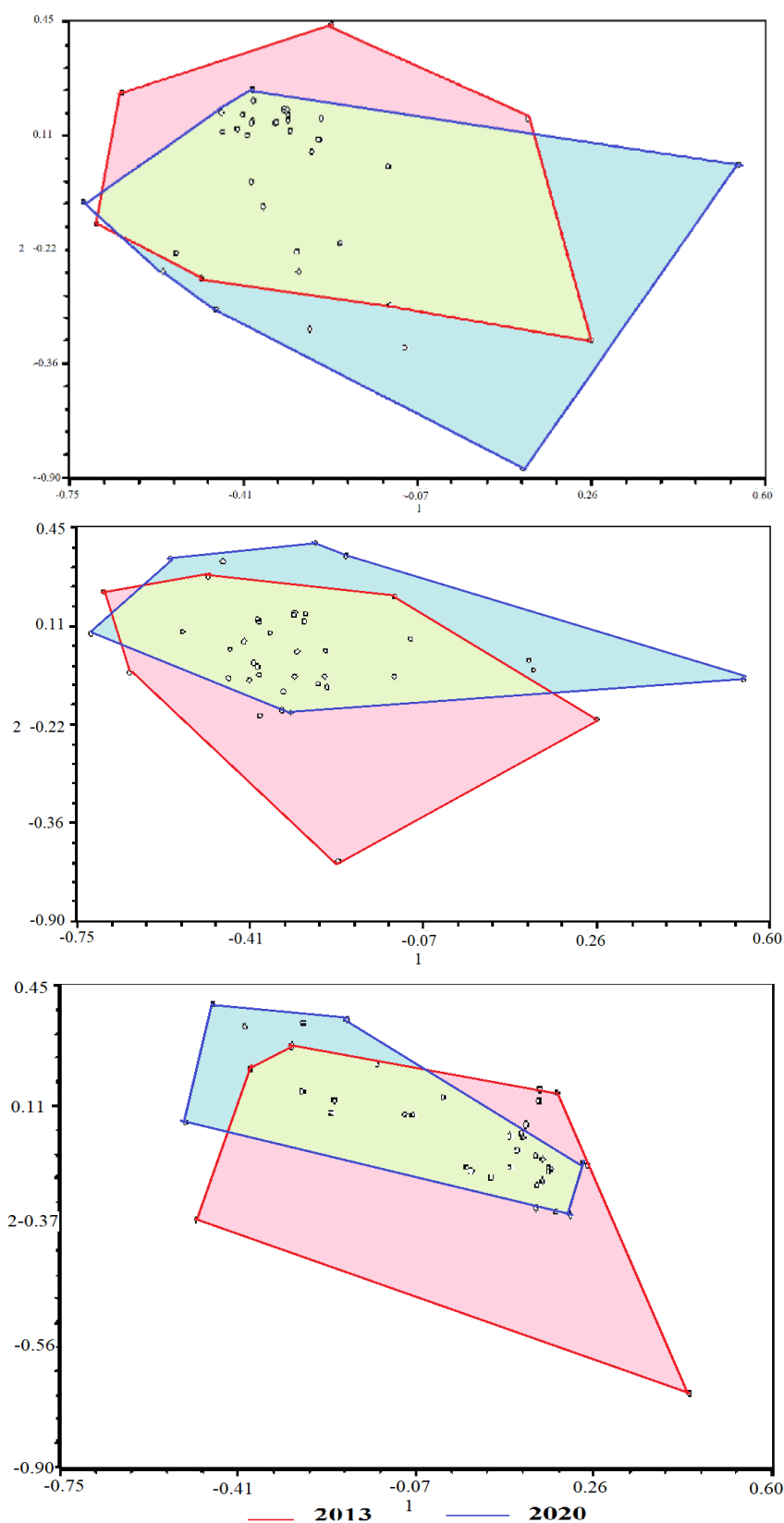
Зеравшан тарақ балығы - Шаян кентіндегі Шаян өзенінің тұрақты мекендеушісі. Бұл түр тарақ балықтарға ортақ пішінге ие: денесі ұзартылған, көлденең қимасында сопақша, арқасы бастың артқы жағынан тегіс көтерілетін доға тәрізді, басы бүйірлерінен тегістелген, вентральды жүзбеқанаттары мен анустың негізі арасындағы іші үшкір емес (дөңгелек). Артқы жағы сұр, ірі дарақтарда жасыл немесе қоңыр реңктері бар сұр болады. Ірі дарақтарда бүйір сызығынан жоғары күңгірт түсті жолақ әлсіз көрінеді. Іш жағына қарай түсі ашық, іші күміс, дорсальды және каудальды жүзбеқанаттары ашық-сұр, қалғандарында ашық-сары немесе ашық-қызғылт сары түсті. Бүйір сызығы толық, ішке қарай сәл қисық. Ерні жұқа. Аузы ұшында орналасқан (19-сурет). 2013 ж. іріктемедегі балықтардың 22% арқа және анальды жүзбеқанаттары ойық, ал қалған 78% - тек анальды жүзбеқанаттары ойық болды. 2020 ж. іріктемеде арақатынас біршама өзгерді: балықтардың 43% - дорсальді және анальды жүзбеқанаттар, ал қалған 57% - тек анальды жүзбеқанаттар ойық болды. Барлық балықтардың жұтқыншақ тістері екі қатарлы 2.5-5.2 (сирек 2.4-5.2 немесе 2.4-4.2) (13-сурет). Зерттелген іріктемелердің пластикалық белгілерінің жағдайы туралы мәліметтер қосымшаның В1-кестеде, өзгергіштікті көпөлшемді талдау нәтижелері қосымшаның В2-кестеде және 25-суретте көрсетілген.

Анальды жүзбеқанатының позициясы ғана салыстырмалы түрде тұрақты, барлық басқа белгілер кең ауқымда өзгерді. Зерттелген балықтардың көпшілігінде каудальды жүзбеқанатының төменгі бөлігінің ұзындығы бастың ұзындығынан сәл аз, бастың ұзындығы дененің биіктігінен үлкен. Алайда, осы екі маңызды диагностикалық көрсеткіштің арасында сенімді корреляция анықталған жоқ. Диагностикалық белгілердің жиынтығы бойынша Шаян өзені популяциясын зеравшан тарақ балығы *Leuciscus lehmanni* Brandt, 1852 түріне жатқызуға болады. Тарақ балықтың бұл түрі осы уақытқа дейін ең аз зерттелгендердің бірі болып қала береді. Қазақстанның су қоймалары бойынша оның морфологиясы туралы жарияланған мәліметтерді таппадық. Морфометриялық көрсеткіштердің өзгергіштігінің жалғыз сипаттамасын Г.В. Никольскийдің 1938 жылы жарық көрген "Тәжікстанның балықтары" монографиясында жарияланған [363]. Сондықтан қосымшаның В1-кесте және 49-кестелеріндегі біздің деректер салыстырмалы түрде ұсынылған. Біз алған мәліметтер Амудария өзенінің бассейнімен салыстырғанда Шаян өзені зеравшан тарақ балығының барлық пластикалық және санақ белгілерінің (49-кесте) үлкен өзгергіштігін анықтады. Бұл Амудария сияқты ірі өзеннің бұрынғы тұрақты тіршілік ету жағдайына да, түрдің географиялық өзгергіштігіне де байланысты болуы мүмкін.



Сурет 13 – Шаян өзеніндегі зеравшан тарақ балығы *Leuciscus lehtmanni*, дене ұзындығы SL = 84 мм

Біз зерттеген іріктемелерде көптеген пластикалық белгілер: постдорсальды қашықтық пен бастың ұзындығы, дененің биіктігі және жалқы жүзбеқанаттардың биіктігі, дененің биіктігі және құйрық сабағының ұзындығы, бастың жеке бөліктері арасында айқын оң корреляция ($R > 0.70$, $P < 0.05$) анықталды. Сондықтан зерттелген барлық дарақтар жеке белгілер жағдайларының айтарлықтай жекелей өзгергіштігіне қарамастан сыртқы түрлері ұқсас болды. Бұл көпөлшемді статистикалық талдау нәтижелерімен расталды (қосымшаның В1-кестесі, 14-сурет). Бірінші негізгі компоненттің ең үлкен жүктемесі - бастың биіктігі, құйрық сабағының ұзындығы, жұпталмаған және кеуде жүзбеқанаттарының ұзындығында болды. Екінші негізгі компонент жоғарғы жақтың ұзындығына, маңдай сүйектерінің ұзындығына, жұптасқан жүзбеқанаттар арасындағы қашықтыққа және каудальды жүзбеқанатының пішініне айтарлықтай теріс әсер етеді. Үшінші компонент бастың ұзындығына, анальді жүзбеқанатының орналасуына және каудальды жүзбеқанатының жоғарғы бөлігінің ұзындығына үлкен жүктеме береді. Бастың мөлшері мен пішіні, сондай-ақ оның жеке бөліктері балықтардың бағдарлану және қоректену қабілетін анықтайды [364,365,366], жүзбеқанаттардың өлшемдері мен орналасуы балықтың маневр жасауға ептілігін анықтайды [367,368,369]. Сондықтан әр түрлі жылдардағы іріктемелеріндегі Шаян өзеніндегі тарақ балықтардың жеке дарақтарының көпшілігінің ұқсастығы тұрақты қоректену жағдайларын және қозғалысын көрсете алады.



Сурет 14 – Пластикалық белгілер жиынтығы бойынша 1-3 негізгі компоненттер кеңістігіндегі әртүрлі жылдардағы зеравшан тарақ балығы дарақтарының орналасуы.

Біз зерттеген тарақ балығы іріктемелерінде барлық балықтардың дорсальды жүзбеқанатында 2 тармақталмаған сәуле, анальді жүзбеқанатында 3 тармақталмаған сәуле және пекторальды және вентральды жүзбеқанаттарында 1

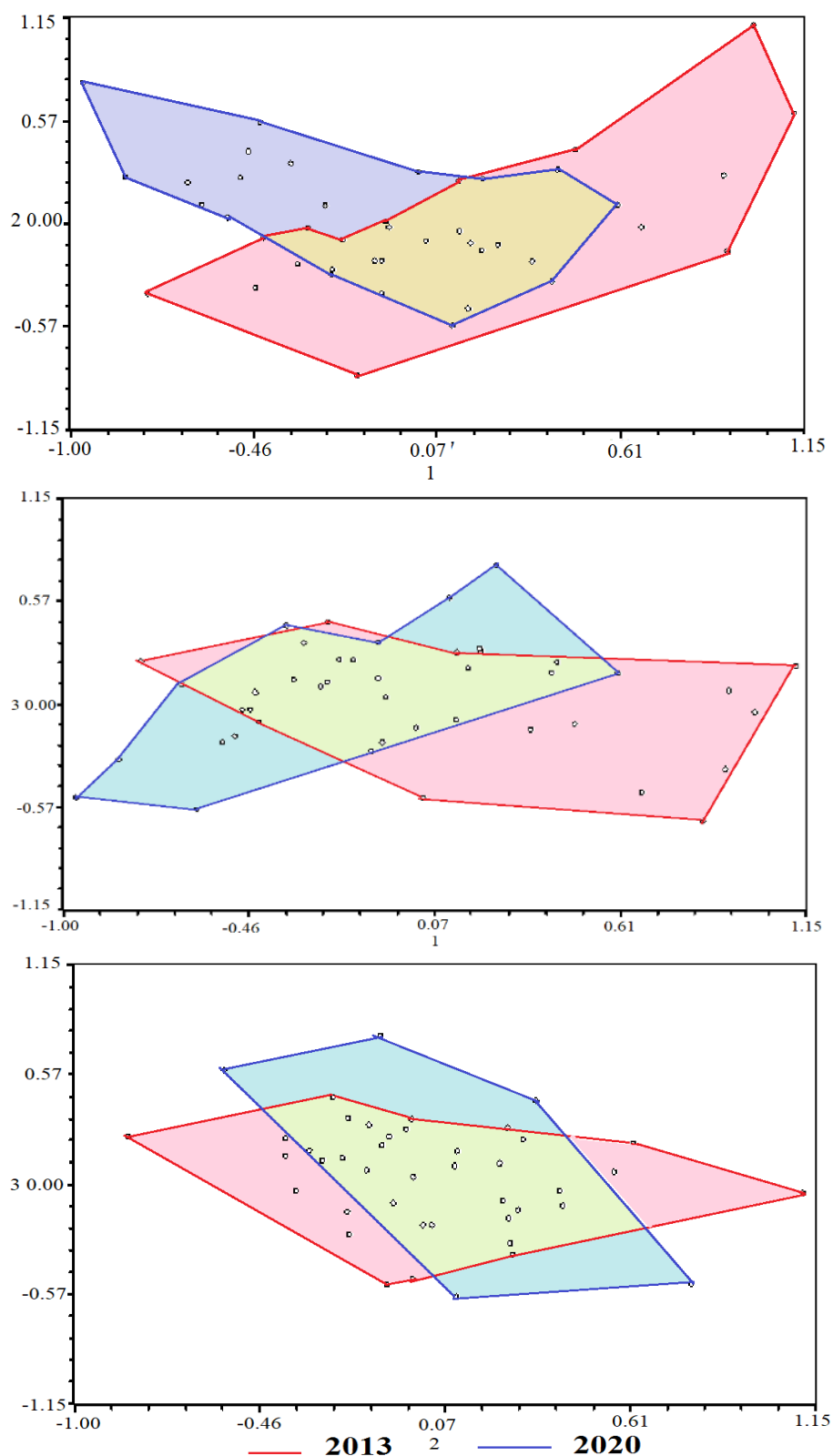
тармақталмаған сәуле болды, бұл көптеген тұқы балықтарына тән [273,328,362]. Басқа белгілердің жағдайлары 49-кестеде көрсетілген. Шаян өзені іріктемелеріндегі арқа және анальды жүзбеқанаттардағы тармақталған сәулелер санының өзгергіштік шектері Тәжікстанның су қоймаларына қарағанда көбірек болды [363]. Алғаш рет Қазақстанның су қоймаларындағы *Leuciscus lehmanni* басындағы сенсорлық тесіктердің санын зерттедік. Бұл орган қоректі табу, жыртқыштардан қорғану және кеңістіктегі жалпы бағытымен байланысты [367]. Шаян өзені тарақ балықтарының басындағы тесіктердің саны кең ауқымда өзгерді. Барлық аталған санақ белгілерінің айқындалған үлкен өзгергіштіктер әртүрлі жылдардағы іріктемелерге сәйкес келді. Басқа санақ белгілерінің жағдайлары да кең ауқымда өзгерді. Қарастырылған барлық санақ белгілерінің жоғары өзгергіштігі суқоймадан төмен Шаян өзені су ағынына антропогендік әсерінен, сондай-ақ жайылмада қиыршық тас пен тас өндіруден кейін пайда болған шұңқырлардың болуынан туындаған тіршілік ету ортасының айтарлықтай гетерогенділігіне байланысты болуы мүмкін. Сондықтан әр түрлі дарақтар әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асыра алады, бұл олардың сыртқы түріне әсер етеді.

Кесте 49 – Зеравшан тарақ балығының санақ белгілері жағдайларының салыстырмалы сипаттамасы

Белгілер	Шаян өзені										Амудария бассейні [364]	
	2013 ж.					2020 ж.					M	min -max
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV		
Il	40	50	44.5	2.89	6.49	41	52	44.1	4.28	9.70	43	41-44
Ilca	10	18	12.7	1.88	14.85	10	14	11.9	1.14	9.54	Деректер жоқ	
Ilis	6	11	7.9	1.57	19.92	4	9	6.9	1.15	16.81		
Ilil	3	6	4.2	0.88	21.00	2	5	4.0	0.80	20.36		
Cmd	3	8	5.0	1.33	26.47	3	6	4.0	0.95	23.72		
Cop	3	8	6.0	1.20	19.81	3	8	6.2	1.34	21.45		
Cio	5	8	6.3	1.08	17.21	3	8	5.7	1.62	28.30		
Cso	3	7	4.7	1.13	24.20	3	7	4.3	1.15	26.75		
Dsoft	5	10	7.6	1.25	16.46	7	10	8.3	0.97	11.59	7	7
Asoft	6	13	9.5	1.51	15.90	8	12	10.0	1.28	12.90	8.3	8-10
Psoft	8	20	14.8	3.12	21.01	9	18	13.1	2.30	17.56	Деректер жоқ	
V soft	5	11	8.3	1.55	18.61	7	11	9.0	1.02	11.31		
Spbr	8	15	11.9	1.38	11.58	8	14	10.7	1.38	12.91		
Vertcaud	12	19	15.7	2.31	14.72	10	16	13.5	1.84	13.64		
Vert	32	42	37.6	3.50	9.31	32	38	34.9	2.23	6.40		

Көпөлшемді талдау көрсеткендей, әртүрлі жылдары жиналған іріктемелерде ұқсас белгілер мәндері бар жеке дарақтардың да, осы белгілердің бірегей комбинацияларының да болуын анықтады (15-сурет). Бірінші негізгі компоненттің ең үлкен жүктемесі – төменгі жақтағы тесіктер мен қабыршақтардың санына, екінші компоненттер – желбезек тісшелерінің саны мен вентральды жүзбеқанатындағы тармақталған сәулелеріне, үшінші компоненттер - дорсальды және анальды жүзбеқанаттардағы тармақталған

сәулелер саны, сондай-ақ құйрық сабағындағы қабыршақтар санына түседі (қосымшаның В3-кестесі).

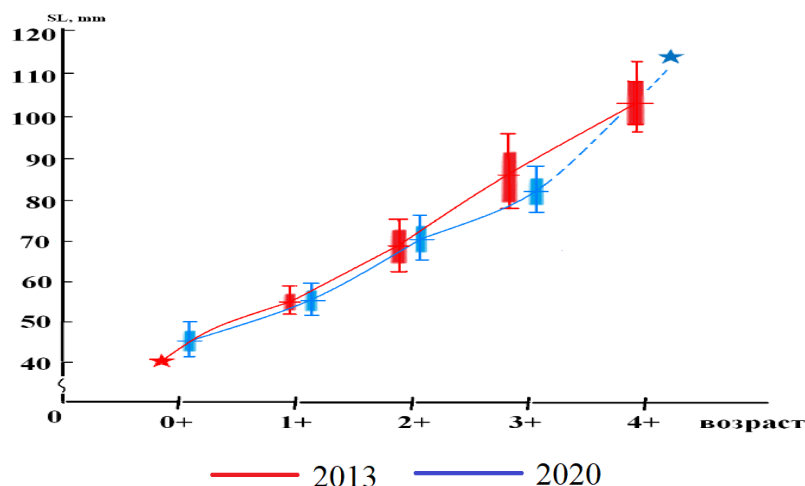


Сурет 15 – Санақ белгілер жиынтығы бойынша 1-3 негізгі компоненттер кеңістігіндегі әртүрлі жылдардағы зеравшан тарақ балығы дарақтарының орналасуы

2013 ж. және 2020 ж. Шаян өзеніндегі зеравшан тарақ балығының популяциясында әртүрлі өлшемді-жасқа байланысты топтары ұсынылды (50-кесте). Әр түрлі жылдардағы іріктемелердің өлшемдік көрсеткіштері өзгергіштік шегіне жақын, бірақ орташа мәндермен айқын ерекшеленеді. Әр түрлі жылдардағы іріктемелерде сызықтық өсу қарқыны аздап өзгерді (16-сурет). 2013 ж. іріктемеде ірі дарақтар басым, қондылығы, ішектің толы болуы және майлылығы 2020 ж. қарағанда жоғары болды. Қоректену объектілер жылдар бойы өзгермеген. Екі іріктемедегі балықтардың ішектерінде детрит, жасыл балдырлар, жәндіктердің су дернәсілдері және жердегі жәндіктердің ересектері (жарғаққанаттылар және қосқанаттылар) бар. Нематодтар бірнеше қарында болды. Ішектің толықтығы 2013 ж. жоғары болды. Өзен суының өзгеруі азықпен қамтамасыз етудің төмендеуінің және сәйкесінше балықтың қондылығы мен майлылығының негізгі себебі болуы мүмкін. Шаян өзенінің су деңгейі 2013 ж. жоғары болды. Өзен суының азаюы жауын-шашын деңгейінің жыл сайынғы ауытқуына немесе халық санының өсуіне және Шаян өзені бассейнінде ауыл шаруашылығының дамуына және суды тұтынудың артуына байланысты болуы мүмкін.

Кесте 50 – Зеравшан тарақ балығы іріктемесінің биологиялық көрсеткіштері

Бедгілер	2013 ж.					2020 ж.				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
L, мм	51	138	85.7	21.05	24.57	52	138	78.6	21.79	27.73
SL, мм	41	113	69.3	17.79	25.67	44	116	63.2	17.55	27.75
Q., г	1.87	26.01	6.87	6.739	98.03	1.14	27.77	5.30	5.968	112.64
q., г	1.59	21.01	5.46	7.122	96.27	0.99	6.97	3.41	2.284	66.93
Fulton	1.13	2.71	1.68	0.159	18.01	1.20	2.03	1.59	0.216	13.57
Clark	1.07	2.32	1.36	0.268	19.08	1.16	1.42	1.24	0.088	7.12
Майлылығы	2	3	2.6	0.52	19.86	0.1	2.0	1.02	0.63	62.14
Қоректенуі	1.0	4.5	2.8	1.28	45.16	1.0	3.0	1.58	0.72	45.33
АК	0	0.82	0.39	0.23	58.98	0.27	1.00	0.66	0.19	29.16
ҚЖИ	0	0.50	0.09	0.17	188.42	0	0.33	0.02	0.08	334.66



Сурет 16 – Шаян өзеніндегі зеравшан тарақ балығының өсуі

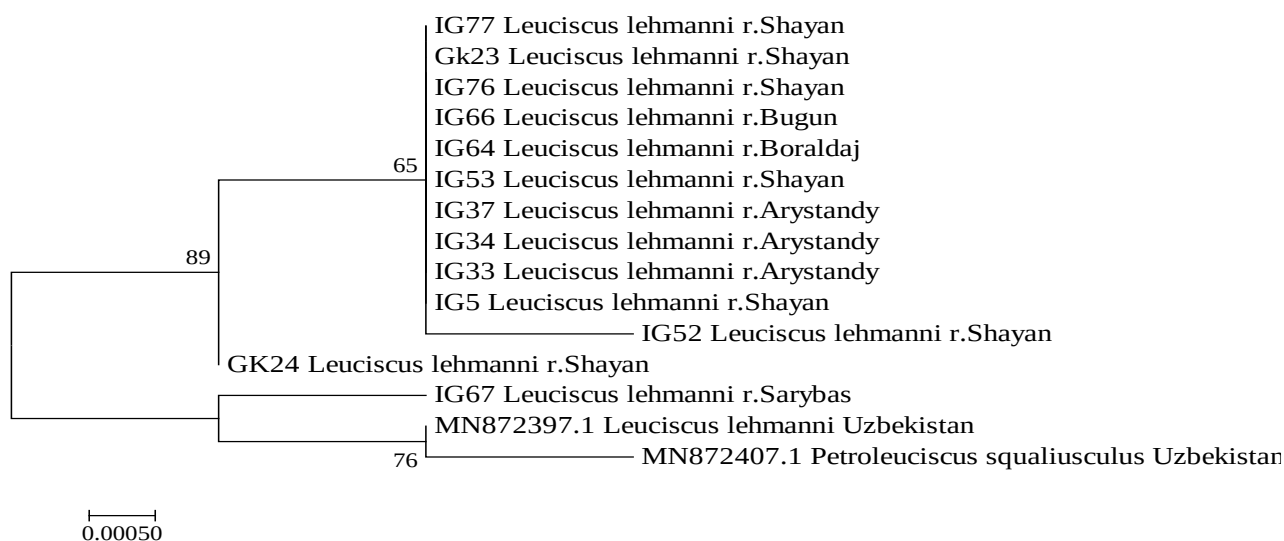
Сыртқы түрінде, желбезектің құрылысында, бауырда және жыныс бездерінде ауытқулар анықталған жоқ. Екі іріктемеде де алғашқы жетілетін дарақтар да, III-IV сатысында жыныс бездері бар дарақтар да бар. 2013 ж. ауытқымалы (флукутирующий) асимметрия коэффициентінің жеке мәндері өте кең шектерде өзгерді, 2020 ж. бұл көрсеткіштің өзгергіштік шектері әлдеқайда аз болды (50-кесте). Әр түрлі объектілерде екі жақты белгілердің күйіндегі айырмашылықтар жеке даму гомеостазының бұзылуының нәтижесі екендігі дәлелденді [370].

АК - 0.30-дан жоғары мәндері қалыптыдан ауытқуды көрсетеді [278]. Шаян өзені зеравшан талма балығында бұл көрсеткіштің орташа мәні екі іріктемеде де қалыптыдан жоғары болды. 2013 ж. іріктемеде АК шамалы мәндері бар дарақтар болды, 2020 ж. мұндай дарақар кездеспеді, АК орташа мәні айқын түрде өсті. Шаян өзеніндегі зеравшан талма балығының кейбір дарақтарында қуыс майы түсінің өзгеруі және жеке мүшелердің семіздік белгілері анықталды [371].

Зеравшан талма балығы негізінен фитопланктонмен, оның ішінде жіп тәрізді, жасыл, сары және қызыл балдырлармен қоректенеді. Сондай-ақ, оның рационнда детриттер, нематодтар, жәндіктердің имагосы және жұмыр құрттар - аскаридалар бар.

Шаян, Арыстанды, Боралдай, Бөген, Сарыбас өзендерінен зеравшан талма балығының 13 генетикалық үлгісі талданды. Түрлері мен су қоймалары бойынша зерттелген дарақтардың саны, сондай-ақ генбанктен алынған салыстырмалы материалдар 5-кестеде келтірілген.

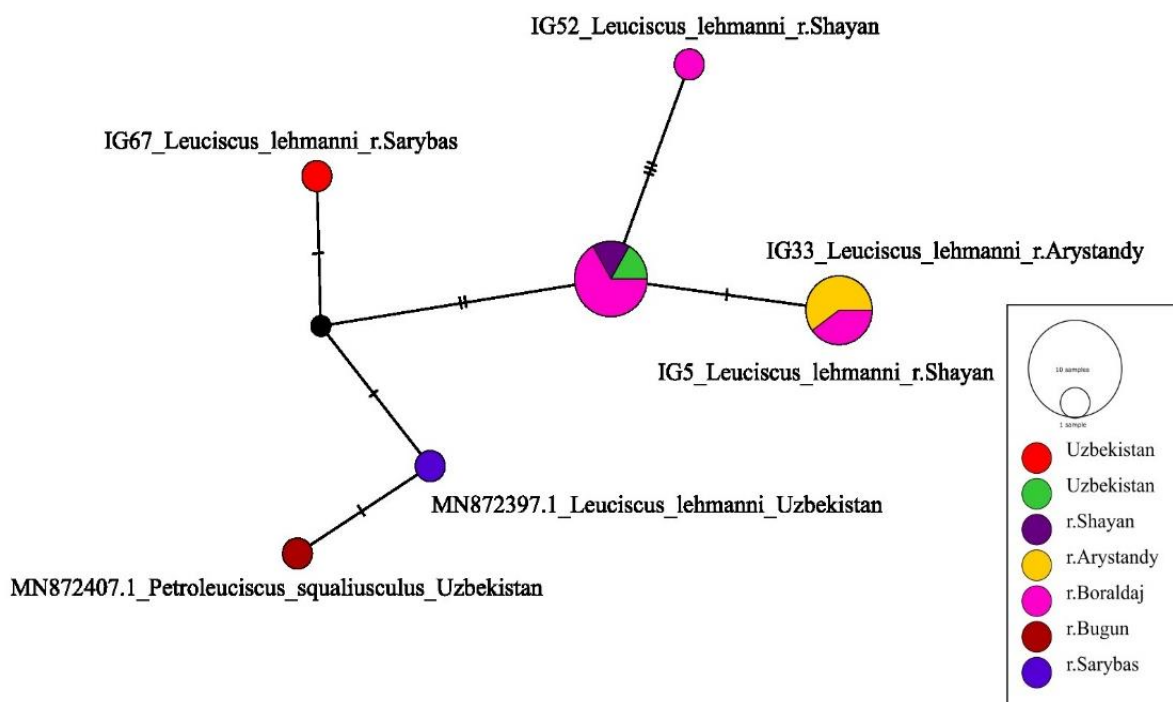
COI *Leuciscus lehmanni* нуклеотидтік тізбегінің ұзындығы 639 тең. Айқындалатын түрлердің филогенетикалық қатынастарын зерттеу үшін генбанктен тағы 2 нуклеотидтік тізбек MN872397.1 *Leuciscus lehmanni* және MN872407.1 *Petroleuciscus squaliusculus* (Сырдария бассейні, ӨзР) зеравшан талма балығының COI мтДНК фрагментінің тізбегіне қосылды. Филогенетикалық ағаш NJ (Neighbor-Joining) әдісімен құрастырылды (17-сурет).



Сурет 17 – мтДНК COI тізбегі негізінде NJ (Neighbor-Joining) әдісімен жасалған зеравшан талма балығының *Leuciscus lehmanni* филогенетикалық ағашы. Масштабты сызғыш бір позицияға 0.0005 нуклеотидті алмастыруға сәйкес келеді

Алдын-ала филогенетикалық талдауға сәйкес, біздің үлгілер сырдария тарақ балығына *Petroleuciscus squaliusculus* емес, барлық үлгілер *Leuciscus lehmanni* - мен сәйкес болды (17-18 суреттер).

Сырдария бассейнінің популяцияларында ол генбанктен екі гаплотиппен ерекшеленді. Шаян өзенінде үш нуклеотидті алмастыратын бірегей гаплотип табылды. Бұл *Leuciscus lehmanni* популяцияларының ықтимал генетикалық және географиялық тәуелсіз топтарын көрсетуі мүмкін. Зеравшан тарақ балығының популяциясының генетикалық құрылымын одан әрі зерттеуді неғұрлым өзгермелі маркерлерді немесе геномдық секвенирлеу тәсілдерін қолдана отырып жүргізуді қажет етеді (18-сурет, қосымшаның B23-кестесі).



Сурет 18 - Median-joining алгоритмі негізіндегі COI мтДНК деректері бойынша зеравшан талма балығының *Leuciscus lehmanni* гаплотиптер желісі.

Сонымен, морфологиялық белгілердің жиынтығы бойынша Шаян өзенінде мекендейтін зеравшан тарақ балығының *Leuciscus lehmanni* Brandt, 1852 түріне жатады. Әр түрлі жылдардағы іріктемелердегі сыртқы морфологиялық көрсеткіштері осы түр үшін бұрын белгілі болғаннан гөрі кең ауқымда өзгерді. Жеке дарақтардың сыртқы түріндегі айырмашылықтар гетерогенді тіршілік ету ортасында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін. 2013 ж. және 2020 ж. іріктемелерінде әртүрлі жастағы дарақтар ұсынылған, дене өлшемдерінің өзгергіштік шектері сәйкес келді, бұл көбею мен тіршілік ету үшін жеткілікті жағдайларды көрсетеді. 2020 ж. қоректену жағдайының нашарлауы орын алды, бұл қуыс майы мен қондылық коэффициенттерінің төмендеуіне әкелді. Сондай-ақ, 2020 ж. жеке даму гомеостазының бұзылуы күшейе түсті. Шаян өзенінде үш нуклеотидті алмастыратын бірегей гаплотип табылды.

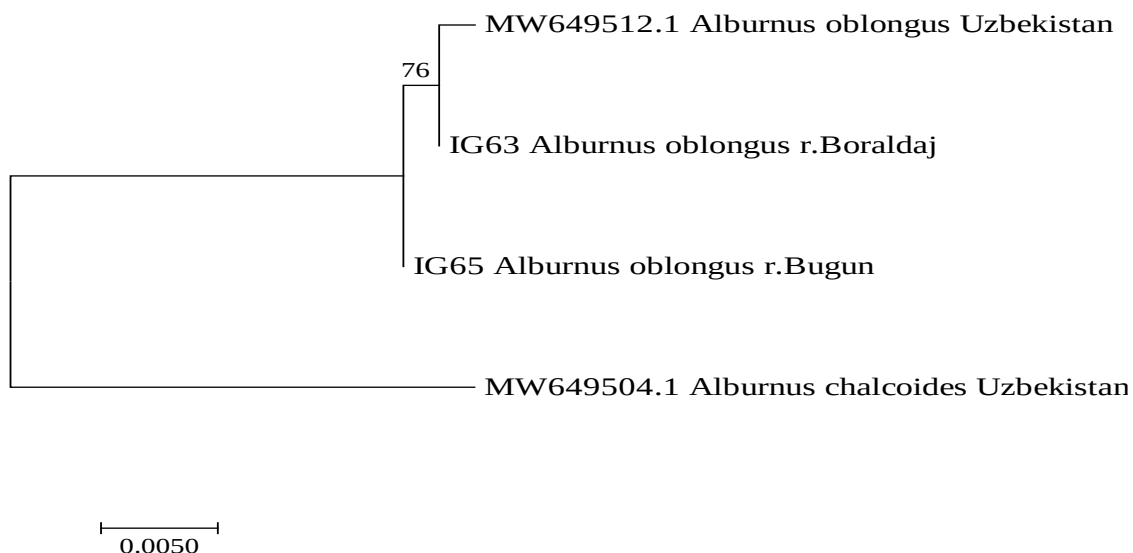
3.4.2 Ташкент үкішабақтекес балығы *Alburnoides oblongus*

Ташкент үкішабақтекес балығы Бөген, Шаян, Арыстанды және Боралдай өзендерінде кездесті. Денесі өте ұзын емес, бүйірінен қысылған, Артқы жағы сұр немесе зәйтүнтүстес, жақтары күмістүстес болып келген. Дененің бойымен стандартты екі нүктелі сызық өтеді [334]. Зерттелген өзендерде балықтың максималды ұзындығы 8,3 см, ал салмағы 11 г. болды.



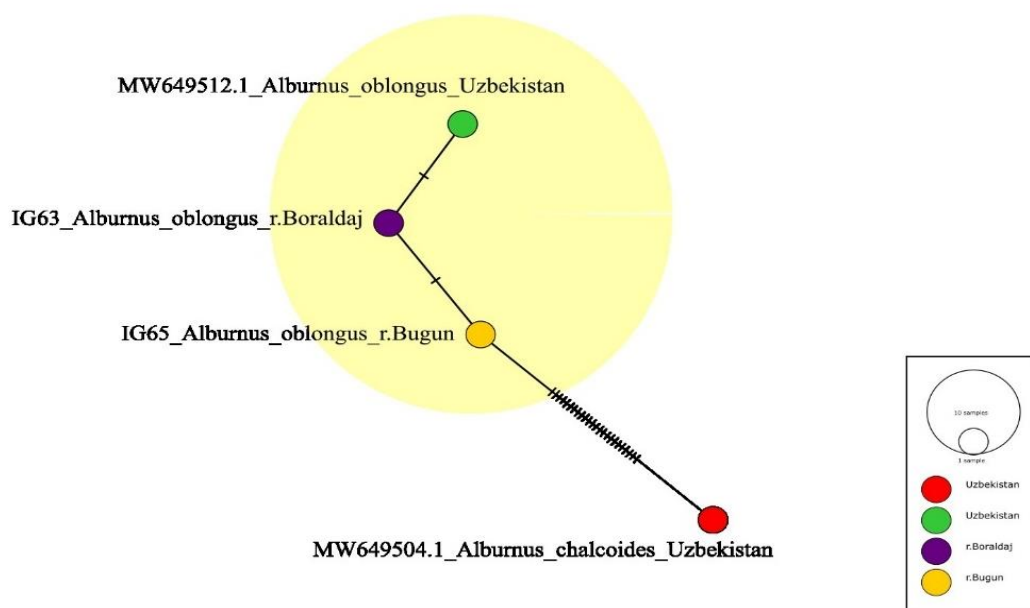
Сурет 19 – Бөген өзеніндегі ташкент үкішабақтекес балығы, SL=83 мм

Боралдай және Бөген өзендеріндегі ташкент үкішабақтекес балықтың екі генетикалық үлгісі талданды. Түрлері мен су қоймалары бойынша зерттелген дарақтардың саны, сондай-ақ генбанктен алынған салыстырмалы материалдар 5-кестеде келтірілген. *Alburnus oblongus* COI нуклеотидтік тізбегінің ұзындығы 654 тең. Зерттелетін түрлердің филогенетикалық қатынастарын анықтау үшін Өзбекстан Республикасының (ӨзР) Сырдария бассейнінен тіркелген генбанктегі MW649512.1 *Alburnus oblongus* SWU607 және MW649504. 1 *Alburnus chalcoides* SWU473 нөмірлі үлгі біздің COI мтДНҚ фрагментінің тізбегімізге қосып жасалды. NJ (Neighbor-Joining) әдісімен филогенетикалық ағаш құрастырылды. Алдын-ала филогенетикалық талдауға сәйкес, біздің үлгілер шемейге емес, *Alburnus oblongus*-пен сәйкес болды (20-21-сурет, қосымшаның B23-кестесі).



Сурет 20 – мтДНҚ COI тізбегі негізінде NJ (Neighbor-Joining) әдісімен жасалған ташкент үкішабақтекес балықтың *Alburnus oblongus* филогенетикалық ағашы.

Alburnus chalcoides сыртқы топ ретінде таңдалды. Масштабты сызғыш бір позицияға 0.005 нуклеотидті алмастыруға сәйкес келеді



Сурет 21 - Median-joining алгоритмі негізіндегі COI мтДНҚ деректері бойынша ташкент үкішабақтекес балықтың *Alburnus oblongus* гаплотиптер желісі.

Сонымен, Сырдария бассейнінің Қазақстан бөлігінде алғаш рет ташкент үкішабақтекес балықтың *Alburnus oblongus* молекулалық-генетикалық сипаттамасы зерттелді. Нәтижесінде Өзбекстан елінің ташкент үкішабақтекес балығына *Alburnus oblongus* ұқсас екендігі анықталды.

3.4.3 Түркістан теңге балығы *Gobio lepidolaemus*

Қаратау жотасының оңтүстік-батыс енісіндегі барлық өзендерде (Сырдария, Бөген, Шаян, Арыстанды, Боралдай, Қарашық, Сарыбас, Иқансу, Ойық) тұрақты түрде кездескен балықтардың бірі. Кіші суқоймалардан табылмады. Түркістан теңге балығының ұзындығы 14-80 мм, салмағы 0,1-9,4 г дейін болды. Дененің бүйірлерінде 7-ден 12-ге дейін қара дақтар бар, ал жас шабақтарда ересек балықтарға қарағанда дақтардың саны көп және олар айқын көрінеді [338] (22-сурет).



Арыстанды өзені, SL=23 мм

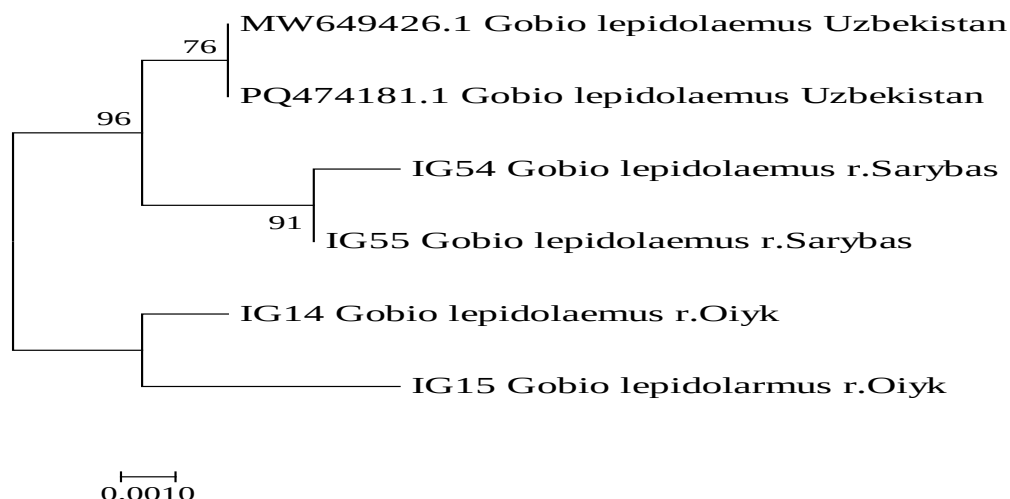


Бөген өзені, SL=50 мм

Сурет 22 - Түркістан теңге балығы *Gobio lepidolaemus*

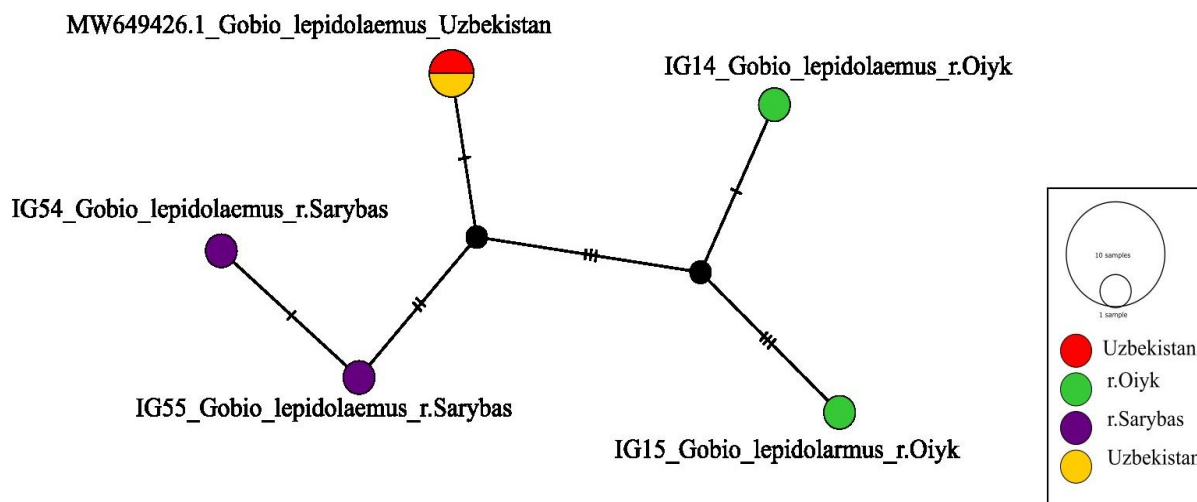
Ойық және Сарыбас өзендерінен *Gobio lepidolaemus* екі данадан генетикалық үлгілері талданды. Түрлері мен су қоймалары бойынша зерттелген дарактардың саны, сондай-ақ генбанктен алынған салыстырмалы материалдар 5-кестеде келтірілген. *Gobio lepidolaemus* тураланған тізбегінің ұзындығы 636 тең. Түркістан теңге балығының COI мтДНҚ фрагментінің тізбегіне зерттелетін түрлердің филогенетикалық қатынастарын анықтау үшін генбанктен *Gobio lepidolaemus* MW649426.1 және PQ474181.1 нөмірлі (Сырдария бассейні, ӨзР)

нуклеотидтік тізбек қосылды. NJ (Neighbor-Joining) әдісімен филогенетикалық ағаш тұрғызылды. Алдын-ала филогенетикалық талдауға сәйкес, *Gobio lepidolaemus* екі топқа бөлінді: Ойық өзені және Сарыбас өзені. Сонымен қатар, айырмашылықтар деңгейі түрлерге жақын. Талдау көрсеткендей, Сарыбас өзені түркістан теңге балығының популяциясының нуклеотидтер тізбегі бірдей, ал Ойық өзені балықтары бірегей гаплотип болатындығы анықталды (23-сурет, қосымшаның B23-кестесі).



Сурет 23 – мтДНҚ COI тізбегі негізінде NJ (Neighbor-Joining) әдісімен жасалған түркістан теңге балығының *Gobio lepidolaemus* филогенетикалық ағашы. Масштабты сызғыш бір позицияға 0.001 нуклеотидті алмастыруға сәйкес келеді

Түркістан теңге балығының гаплотиптері өзендер бойынша әлсіз топтастырылған. Сарыбас өзені популяцияларында генбанктен үш гаплотиппен ерекшеленді. Ойық өзені генбанктен төрт гаплотиппен ерекшеленеді. Ойық өзенінің популяцияларында 4 және 6 нуклеотидті алмастыратын бірегей гаплотип табылды (24-сурет).



Сурет 24 - Median-joining алгоритмі негізіндегі COI мтДНҚ деректері бойынша түркістан теңге балығының *Gobio lepidolaemus* гаплотиптер желісі.

Бұл түркістан теңге балығының популяциялары генетикалық және географиялық тәуелсіз топтарын көрсетуі мүмкін. *Gobio lepidolaemus* популяцияларының генетикалық құрылымын одан әрі зерттеуді неғұрлым өзгермелі маркерлерді немесе геномдық секвенирлеу тәсілдерін қолдана отырып жүргізген жөн.

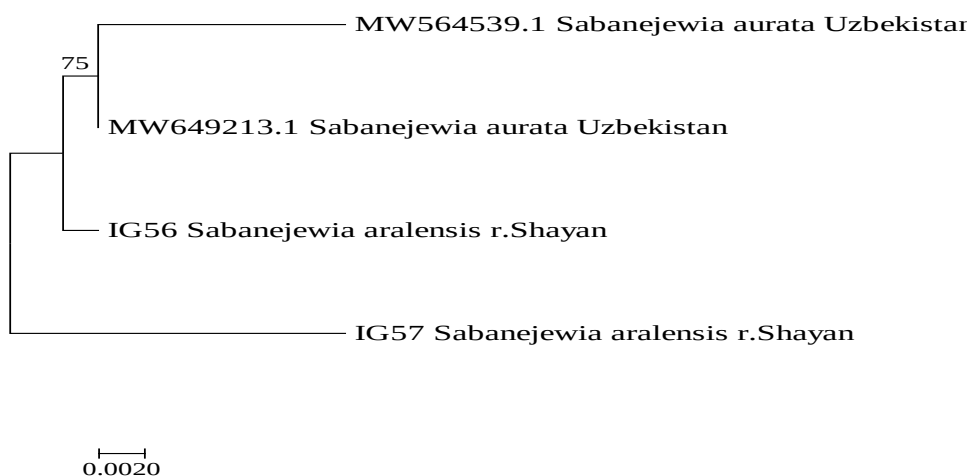
3.4.4 Арал шырма балығы *Sabanejewia aralensis*

Арал шырма балығы Бөген, Шаян, Арыстанды және Қарашық өзендерінен ауланды. Балықтардың ұзындығы 32-60 мм, салмағы 0,2-2,3 г болды. Денесі ұзын және жалпақтау келген, түсі сары қоңыр түстес. Аналь жүзбеқанатымен салыстырғанда арқа жүзбеқанатының артында былғары жотасы айқынырақ көрінеді. Құйрық жүзбеқанатының түбінде көлденең қара жолақтары бар, ортасында үзілген. Арқа және құйрық жүзбеқанаттарында қара дақтар қатарлары бар, басқа жүзбеқанаттарда жоқ [342] (25-сурет).



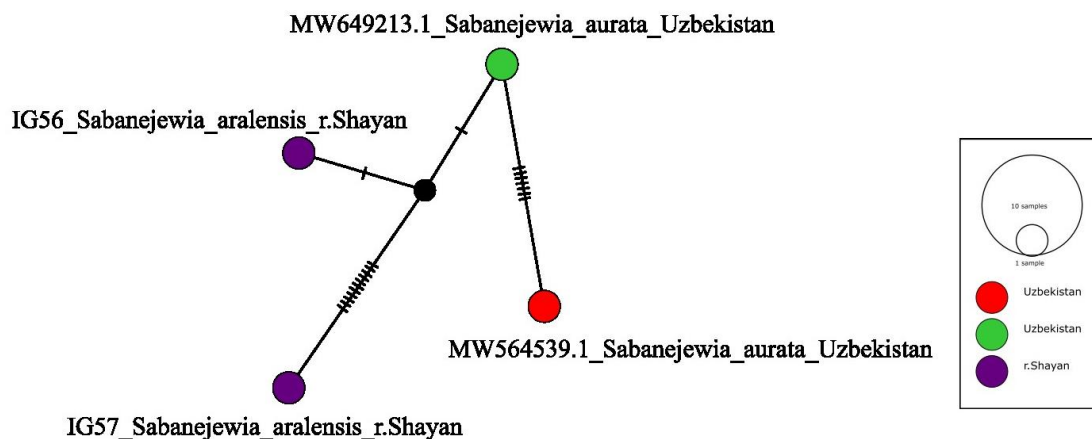
Сурет 25 – Қарашық өзеніндегі арал шырма балығы, SL=60 мм

Шаян өзенінен ауланған арал шырма балығының *Sabanejewia aralensis* екі генетикалық үлгісі талданды. Түрлері мен су қоймалары бойынша зерттелген дарақтардың саны, сондай-ақ генбанктен алынған салыстырмалы материалдар 5-кестеде келтірілген. COI *Sabanejewia aralensis* нуклеотидтік тізбегінің ұзындығы 651 тең. Айқындалатын түрлердің филогенетикалық қатынастарын зерттеу үшін генбанктен тағы 2 нуклеотидтік тізбек MW649213.1 және MW564539.1 (Сырдария бассейні, ӨзР) біздің арал шырма балығының COI MTDNA фрагментінің тізбегіне қосылды. Филогенетикалық ағаш NJ (Neighbor-Joining) әдісімен құрастырылды (26-сурет, қосымшаның B23-кестесі).



Сурет 26 – мтДНК COI тізбегі негізінде NJ (Neighbor-Joining) әдісімен жасалған арал шырма балығының *Sabanejewia aralensis* филогенетикалық ағашы. Масштабты сызғыш бір позицияға 0.002 нуклеотидті алмастыруға сәйкес келеді

Шаян өзені популяцияларындағы арал шырма балығынның гаплотиптері олардың бірі MW649213.1 генбанкiмен бірдей, ал екінші үлгісі он бір нуклеотидті алмастыратын бірегей гаплотип болды (27-сурет).



Сурет 27 - Median-joining алгоритмі негізіндегі COI мтДНК деректері бойынша арал шырма балығының *Sabanejewia aralensis* гаплотиптер желісі

Бұл *Sabanejewia aralensis* популяцияларының мүмкін генетикалық және географиялық тәуелсіз топтарын көрсетуі мүмкін. Арал шырма балығы популяцияларының генетикалық құрылымын одан әрі зерттеуді неғұрлым өзгермелі маркерлерді немесе геномдық секвенирлеу тәсілдерін қолдана отырып жүргізген жөн.

3.4.5 Кәдімгі қарабалық *Schizothorax intermedius*

Сырдария өзені су экожүйелері жоғары антропогендік жүктемеге ұшыраған. Осыған байланысты 2011-2016 жылдары ихтиофаунасы мен ағындардың абиотикалық жағдайлары зерттелді. Судағы әртүрлі элементтердің мөлшері жауын-шашынға байланысты айтарлықтай өзгерген. Балықтардың алуантүрлілігі негізгі өзен мен оның салаларында айтарлықтай өзгереді. Балықтың кем дегенде 4 түрі үшін салалар мекендеу салалары болып табылады [372].

Кәдімгі қарабалықтың *Schizothorax intermedius* McClelland, 1842 географиялық түрдің морфометриялық алуантүрлілігі зерттеушілер үшін әрқашан өте маңызды қызығушылық тудырды. Үндістанның солтүстігінде осы түрдің ашылуынан бастап Кесслер, Северцов, Day, Варпаховский, Зограф және Каврайский, Герценштейн, Алсос, Берг, Zugmayer, Никольский, Турдаков және басқа да көптеген танымал зерттеушілер тіркеп, оның 8 морфын анықтады [373].

Қазіргі уақытта бұл балық түрі негізінен өзендердің таулы, тау бөктерінде, сондай-ақ Орталық Азияның таулы көлдерінде кең таралған және таулы-Азиялық ихтиофаунаның тән өкілі болып саналады. Сырдария өзенінің жоғарғы бассейнінде [374,375,376] кәдімгі қарабалық Ферғана алқабының солтүстігінде, оңтүстігінде және шығысында таулы өзендерде тіршілік етеді және соңғы жылдары аңғардың батыс бөлігіндегі Сырдария өзеніне құятын шағын арналарда кездеседі. Кәдімгі қарабалықтың туыс түрі *Schizothorax plagiostomus* Heckel,

1838 Үндістан мен Пәкістанның таулы өзендерінде кең таралған және балық аулау объектісі болып табылады.

Жалпыға белгілі сипаттамаға сәйкес, әдеттегі кәдімгі қарабалық типтегі *Schizothorax intermedins m. ssp.* келесі морфологиялық белгілер тән [363]: D III-IV қатты және 7-9, көбінесе 8 тармақталған сәулелер, анальды жүзбеқанатында әрдайым III қатты және 5 тармақталған сәулелер болды. Дорсальды жүзбеқанатының қатты сәулесінің артқы жағында 10-нан 23 жұпқа дейін тісшелері бар, бүйір сызықтағы қабыршақтар саны 90-105. Балық денесінің ұзындығының пайызы бойынша бастың ұзындығы 20-29%, дененің ең үлкен биіктігі 16-26%, дененің ең төменгі биіктігі 9-13%, құйрық сабағының ұзындығы 16-22%, антедорсальды қашықтық 45-55%, постдорсальды қашықтық 33-43% құрайды.

Балық денесінің ұзындығынан дорсальды жүзбеқанаты негізінің ұзындығы 11-14%, кеуде жүзбеқанатының ұзындығы 16-22%; пектоцентральды қашықтық 24-31% құрайды. Балықтың артқы жағы жасыл-сұр түсті, венстральды бөлігі күміс-ақ түсті. Арқа жүзбеқанаты пекторальды, венстральды және анальды жүзбеқанаттармен салыстырғанда күңгірт түсті. Жас шабақтардың денесінде кішкентай қара дақтар бар, олар ересек балықтарда жоғалады (28-сурет). Л.С. Бергтің айтуы бойынша [363] типтік формасымен бірге *Schizothorax intermedins m. ssp.* Орталық Азияның су қоймаларында басқа түрлер бар.



Қарашық өзені, Кентау,
дене ұзындығы SL = 78.3 мм



Бөген өзені,
дене ұзындығы SL = 25.7 мм

Сурет 28 – Кәдімгі қарабалық *Schizothorax intermedins*

Атап айтқанда, Сырдария өзенінің жоғарғы ағысында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері [375] *M. Euristomus*, оның төменгі ернінде мүйіз жамылғысы бар, ал Зарафшан өзені бассейнінің су қоймаларында қалың ерінді формасы бар *m. fedtschenkoi* [363] болуын растайды. Жоғарыда аталған авторлардың көзқарасы бойынша кәдімгі қарабалықтың географиялық түрлерінің басты ерекшелігі - олардың ауыз қуысының құрылымындағы айырмашылық болып табылады.

Ферғана алқабының шығыс бөлігінен алынған *Schizothorax* қоректену коэффициенті салыстырмалы түрде жоғары (2,2), ал өңірдің оңтүстік өзендерінен алынған іріктемелерде бұл көрсеткіш 1,5-тен аспайды. Қазіргі уақытта Ферғана алқабының су қоймаларында *Schizothorax* екі түрінің *Schizothorax intermedins m. ssp* және *Schizothorax intermedins m. Euristomus* болатындығын анықтаған [377].

Қарабалық *Schizothorax* туысы - бұл айырқұрсақ тұқымдасасты полиморфты балық топтарының бірі болып табылады. Қарабалықтардың көптеген өкілдері айтарлықтай морфологиялық ұқсастықтарды көрсетеді, бұл

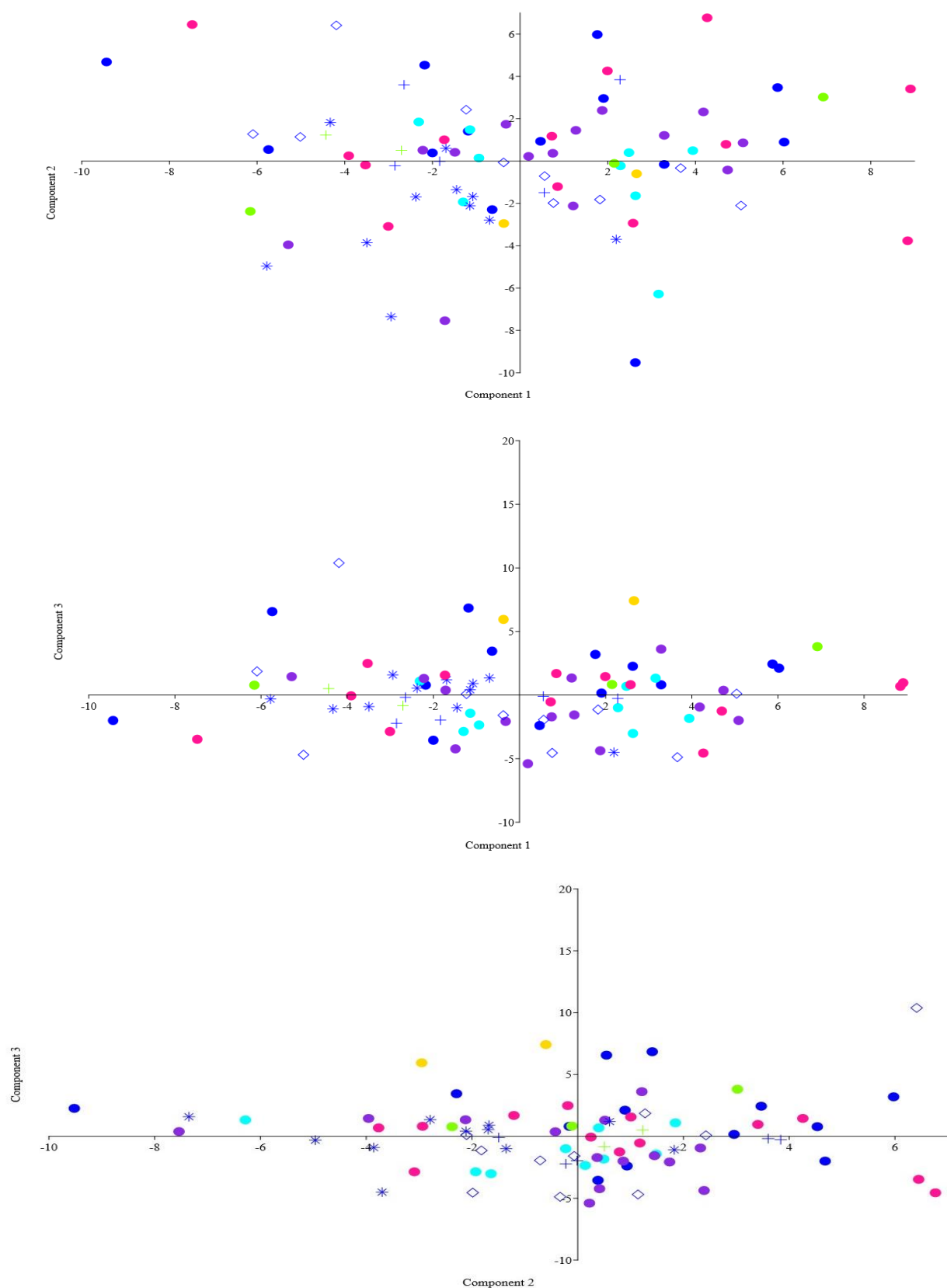
оларды тек морфологиялық белгілерге негізделген нақты анықтауды айтарлықтай қиындатады [378].

Зерттеу Өзбекстанның Ферғана алқабындағы *Schizothorax* ішегіндегі *Rhabdochona* тұқымдасының нематодтарына бағытталған. Үш түрі анықталды: *Rhabdochona gnedini*, *Rhabdochona denudata* және аймақ үшін жаңа түр — *Rhabdochona hellichi turkestanica* анықталған. Паразиттер Резаксай, Чодаксай таулы өзендерінде және Сырдария салаларында кездеседі. Қарабалықтардағы нематодтардың аралық қожайын ретінде әрекет ететін майшабақ пен қылшықкұрт дернәсілдерімен қоректенуіне байланысты [379].

Зерттелген кәдімгі қарабалықтар іріктемелерінің пластикалық белгілері қосымшаның В5-кестесінде келтірілген. Зерттелген пластикалық белгілердің көпшілігінің өзгергіштігі бұрын белгіленген өзгеру шегінде [332]. 2017 ж. іріктемеде құйрық сабағы ұзарған және сәйкесінше постдоральды қашықтығы ұлғайған балықтар бар. Осы іріктемеде дорсальді жүзбеқанатының негізі ұзарған жеке дарақ бар. Постдорсальды қашықтық пен анальды жүзбеқанаттың орналасуы ($r=0.754$), дорсальді және вентральды жүзбеқанаттардың орналасуы мен төменгі жақтың ұзындығы арасында оң корреляция анықталды (сәйкесінше $R=0.738$ және $r=0.918$). Бастың көлемінің ұлғаюымен көздің диаметрі мен посторбитальды қашықтық пропорционалды түрде артады. Санақ белгілер арасында айқын корреляция табылған жоқ. Әр түрлі жылдардағы іріктемелердегі сыртқы морфологиялық көрсеткіштер кең ауқымда өзгерді, бұл гетерогенді тіршілік ету ортасында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін.

Су қоймаларындағы кәдімгі қарабалықтың ҚЖИ коэффициенті қалыпты шегінде болды. Дегенмен, 2023 ж. Икансу өзенінің тау бөктеріндегі кейбір дарақтарда каудальды және вентральды жүзбеқанаттарында паразиттер табылды (қосымшаның В4-кестесі).

Пластикалық белгілерге сәйкес, бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі құйрықтың жоғарғы бөлігінің ұзындығы, ең аз жүктеме сыртқы жағынан тұмсықтың еніне түседі. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкені - анальды жүзбеқанатқа дейінгі қашықтық, ең аз жүктеме дорсальды жүзбеқанаттың ұзындығымен берілді. Үшінші негізгі компонентке постдорсальды қашықтық ең үлкен жүктеме, ең кішісі - каудальды сабақтың ұзындығына сәйкес келді (31-кесте, қосымшаның В5-6-кестесі, 29-сурет).

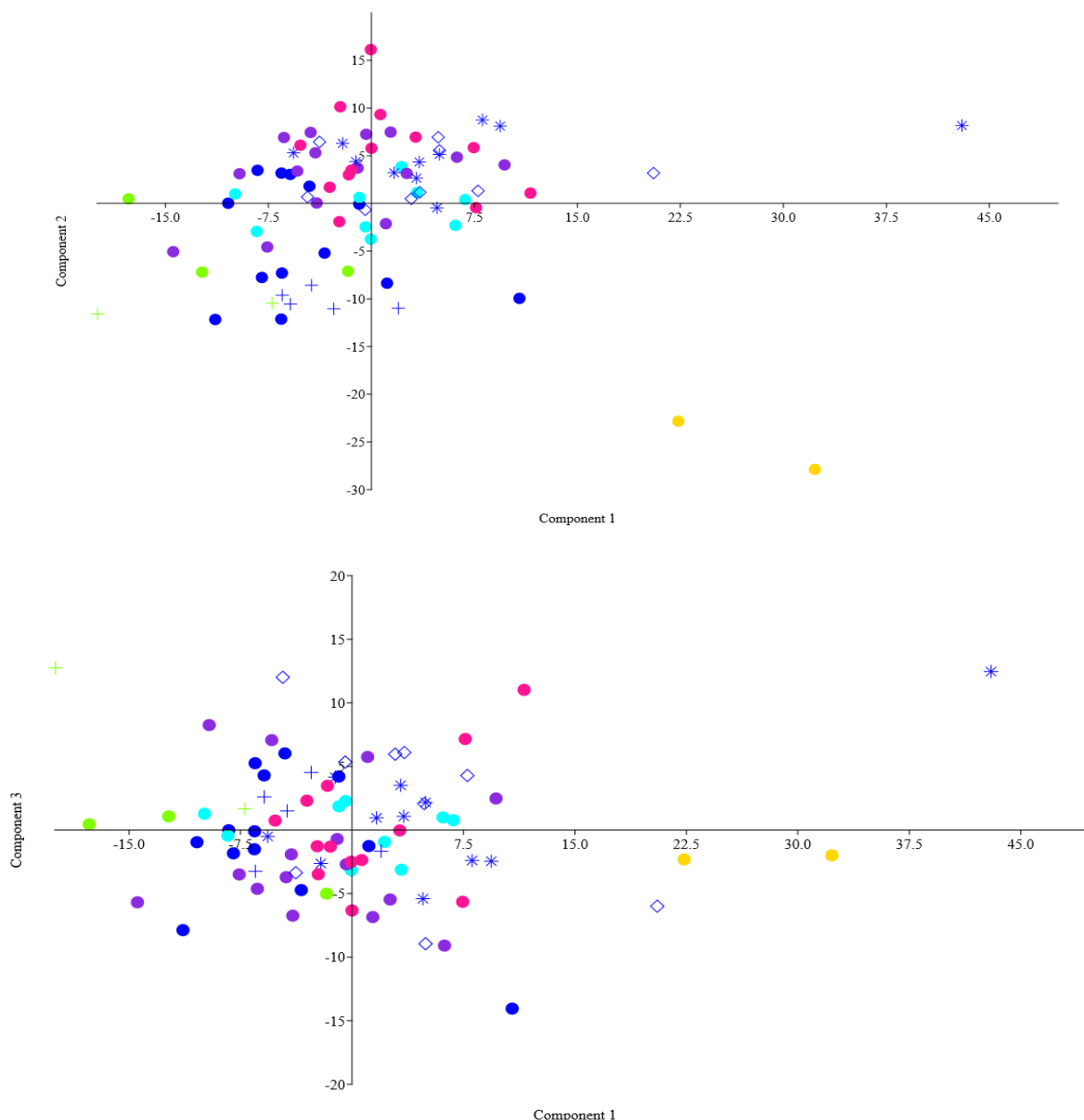


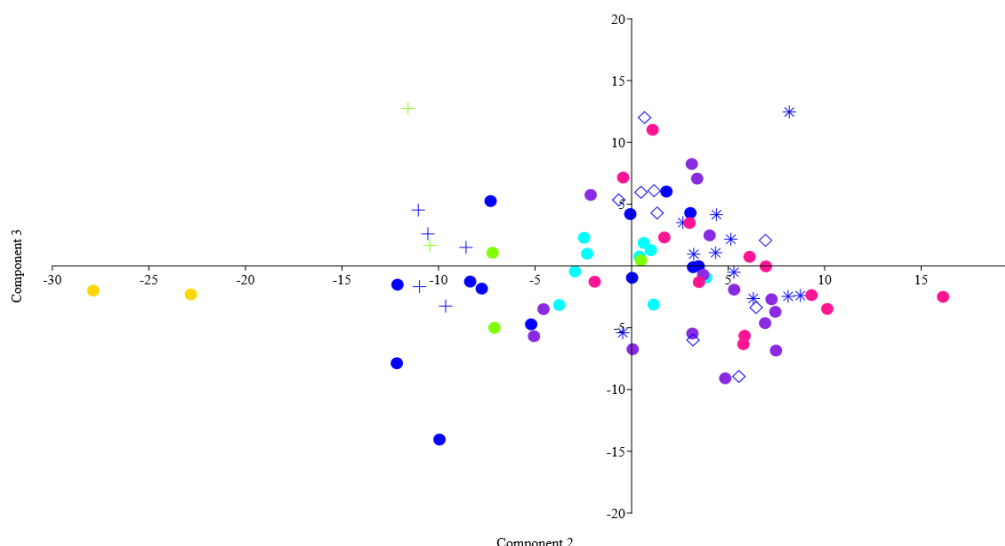
Сурет 29 – Пластикалық белгілер бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелерден алынған кәдімгі қарабалық дарактарының кеңістіктегі орны

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Иқансу (тау бөктері) 2013 | Иқансу (тау бөктері) 2022 | Иқансу (тау бөктері) 2023 |
| Иқансу (тау) 2023 | Сарыбас 2017 | Сарыбас 2022 |
| Ащысай 2023 | Ойық 2013 | Қарашық (тау) 2017 |
| | | Шаян 2013 |

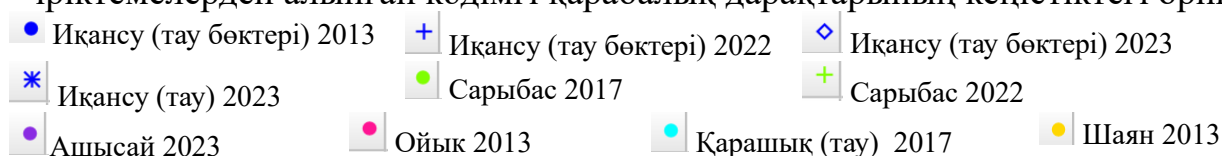
Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 40,7% құрайды. Жалпы, популяция ішіндегі өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Бастың өлшемдері бойынша бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі бастың артқы жағындағы бастың биіктігі, ең аз жүктеме - тұмсықтың ұзындығы және посторбитальды қашықтыққа түсті. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкен жүктеме жоғарғы жақтың ұзындығы, ең кішісі - шүйде сүйектерінің ұзындығына сәйкес болды. Үшінші негізгі компонентке ең үлкен жүктеме бас сүйегінің доғасының ұзындығына, ең кішісі - тұмсықтың ұзындығына келді (қосымшаның B5,B7-кестелері, 30-сурет.).



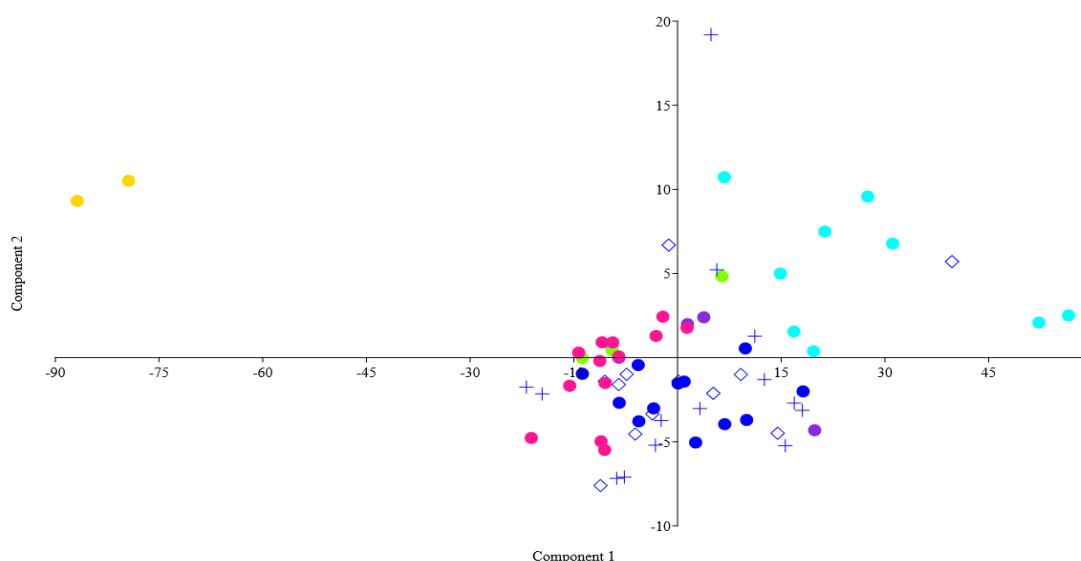


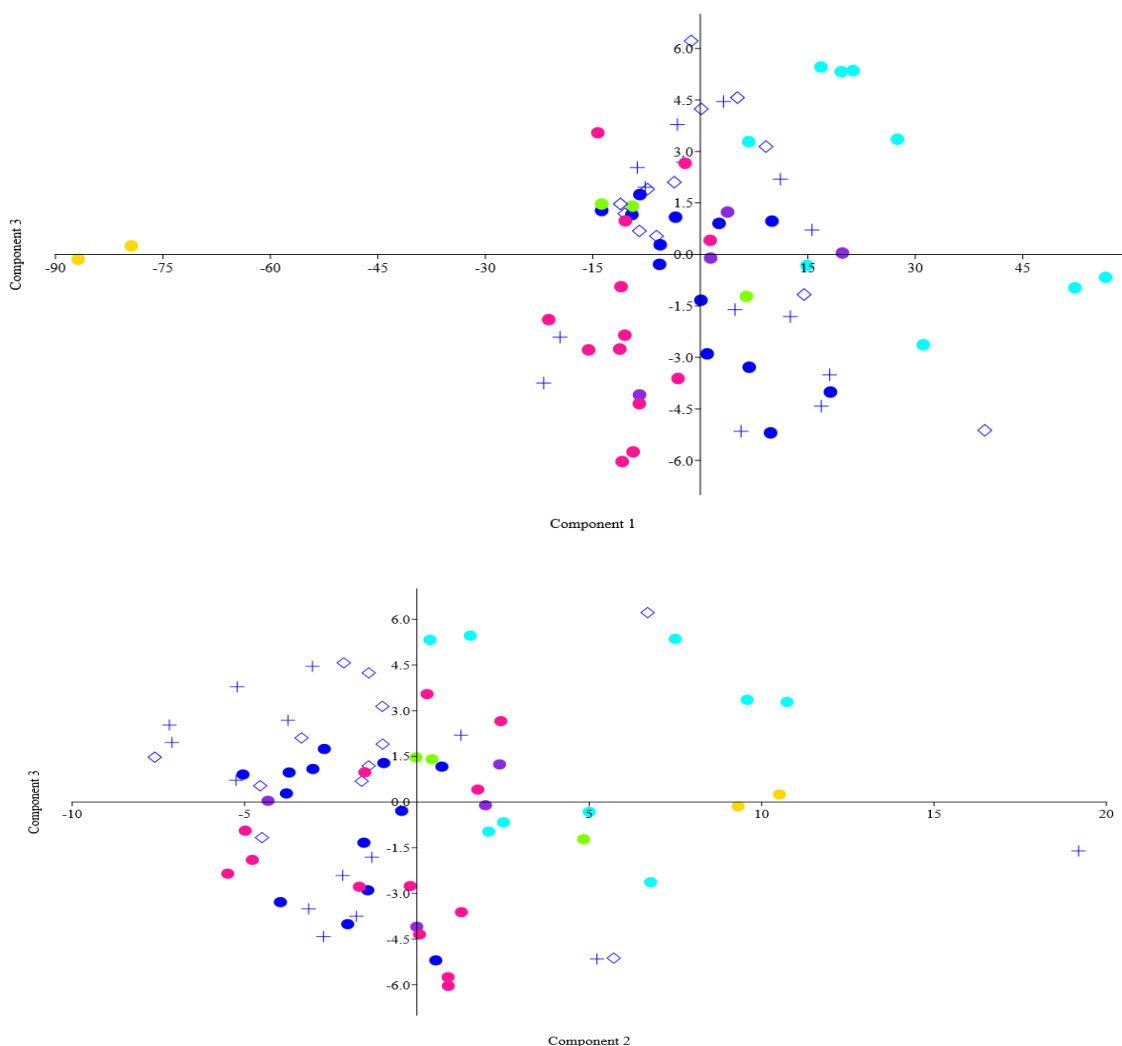
Сурет 30 –Бас өлшемдері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелерден алынған кәдімгі қарабалық дарақтарының кеңістіктегі орны



Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 66,9% құрады. Жалпы, популяция ішіндегі өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Санақ белгілері бойынша бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі бүйір сызығындағы қабыршақтар саны, ең аз жүктеме дорсальді жүзбеқанатындағы тармақталған сәулелер саны болып табылды. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкен жүктеме каудальды сабақтағы қабыршақтар саны, ең азы - анальды жүзбеқанатындағы тармақталған сәулелер саны. Үшінші негізгі компонентте ең үлкен жүктеме бүйір сызықтың астындағы қабыршақта санына, ең азы - дорсальды жүзбеқанаттағы тармақталмаған сәулелер санына беріледі (қосымшаның В8, В9-кестелері, 31-сурет).



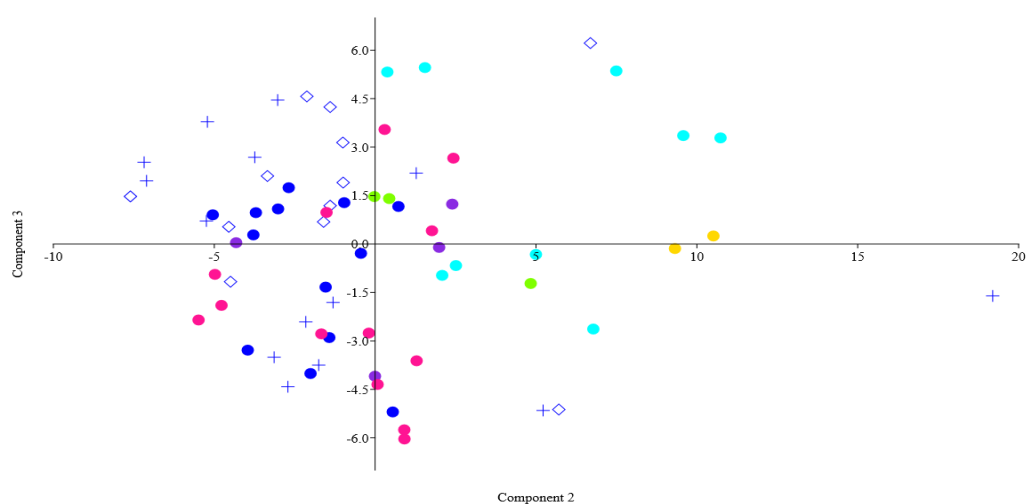
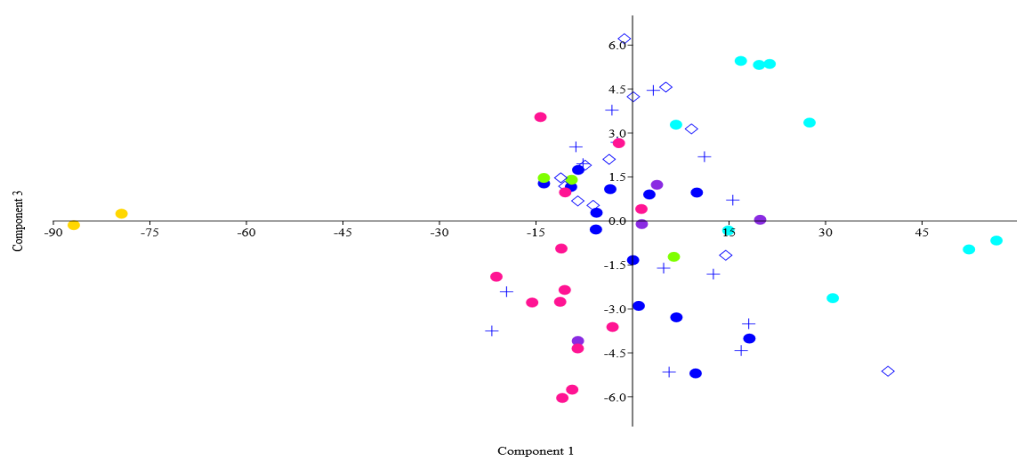
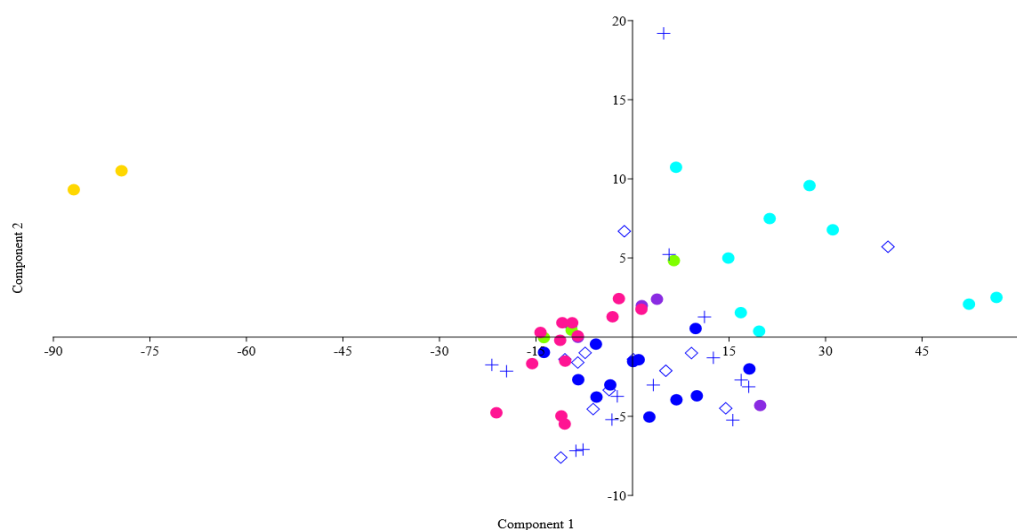


Сурет 31 – Санақ белгілері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелердегі кәдімгі қарабалық дарактарының кеңістіктегі орны



Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 97,3% құрады. Жалпы, популяция-ішілік өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Санақ белгілеріне сәйкес бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесін көзасты тесіктер, ал ең аз жүктемені самайдағы тесіктер саны көтереді (қосымшаның B8, B10-кестелері, 32-сурет). Екінші негізгі компонент үшін ең үлкен жүктеме желбезек қақпақалдындағы тесіктер саны, ең азы - самайдағы тесіктер санына, үшінші негізгі компонентке ең үлкен жүктеме шүйде бөліктегі тесіктер саны, ең азы - төменгі жақтардағы тесіктер санына келеді.



Сурет 32 – Санақ белгілері (тесіктер саны) бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелердегі кәдімгі қарабалық дарақтарының кеңістіктегі орны

● Иқансу (тау бөктері) 2013
● Сарыбас 2017
● Ащысай 2023

+ Иқансу (тау бөктері) 2023
+ Сарыбас 2022
● Шаян 2013

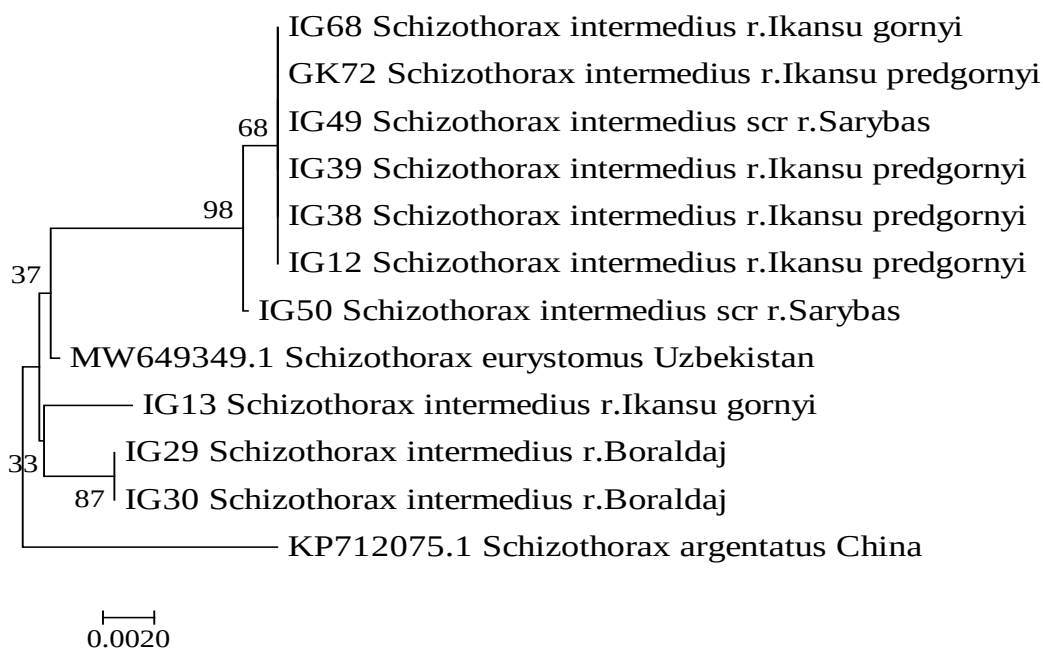
◇ Иқансу (тау) 2023
● Қарашық (тау) 2017
● Ойық 2013

Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 75,2% құрады. Жалпы, популяция-ішілік өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Кәдімгі қарабалық негізінен зоопланктонмен, атап айтқанда хирономидтер мен масалардың дернәсілдерімен, сондай-ақ ағындық шаянтәрізділермен қоректенді. Оның қорегінде жіп тәрізді балдырлар, моллюскалар, жоғары су өсімдіктері, хара балдырлары, нематодтар, жәндіктердің бөліктері және перифитон болды.

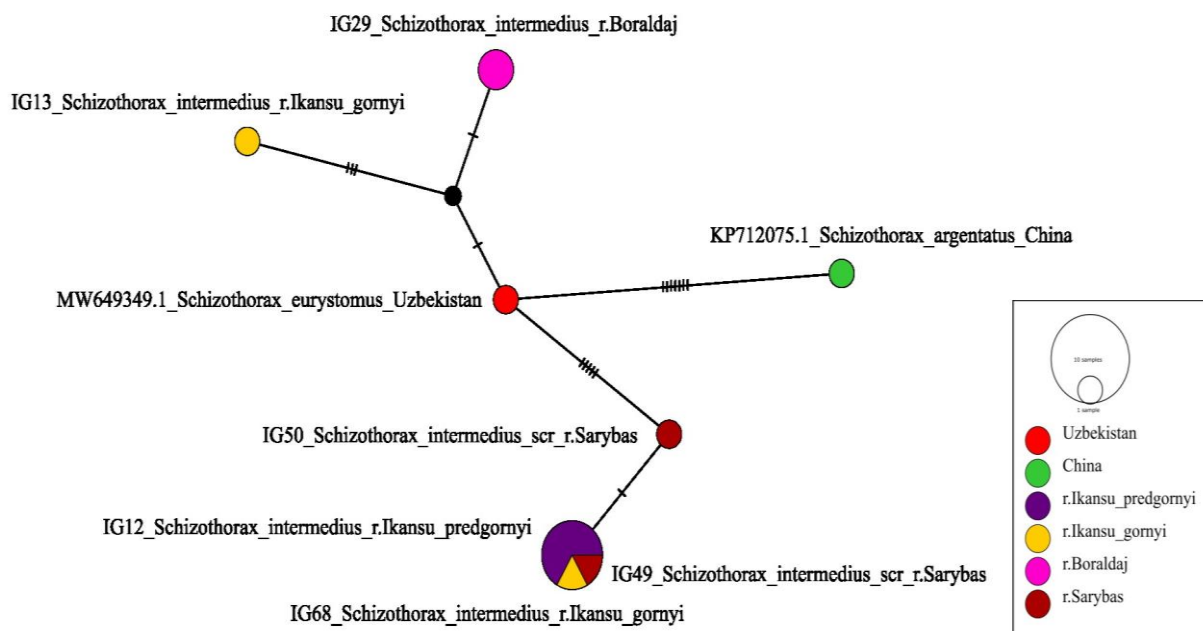
Иқансу (таулы және тау бөктеріндегі учаске), Боралдай, Бөген, Сарыбас өзендерінен ауланған кәдімгі қарабалықтың 10 генетикалық үлгісі талданды. Түрлері мен су қоймалары бойынша зерттелген дарактардың саны, сондай-ақ генбанктен алынған салыстырмалы материалдар 5-кестеде келтірілген.

COI *Schizothorax intermedius* нуклеотидтік тізбегінің ұзындығы 651 тең. Айқындалатын түрлердің филогенетикалық қатынастарын зерттеу үшін генбанктен тағы 2 нуклеотидтік тізбек (*Schizothorax eurystomus* MW649349.1 және MW649341.1 (Сырдария бассейні, ӨзР) кәдімгі қарабалықтың COI мтДНҚ фрагментінің тізбегіне қосылды. Филогенетикалық ағаш NJ (Neighbor-Joining) әдісімен құрастырылды. Алдын-ала филогенетикалық талдауға сәйкес, *Schizothorax intermedius* екі топқа бөлінді: бес гаплотиптен айырмашылығы бар. Сонымен қатар, айырмашылықтар деңгейі түрлерге жақын. Талдау көрсеткендей, Боралдай өзенін қоспағанда, Сырдария бассейнінен кәдімгі қарабалық популяциясының нуклеотидтер тізбегі бірдей болды (33-сурет).



Сурет 33 – мтДНҚ COI тізбегі негізінде NJ (Neighbor-Joining) әдісімен жасалған кәдімгі қарабалықтың *Schizothorax intermedius* филогенетикалық ағашы. Масштабты сызғыш бір позицияға 0.001 нуклеотидті алмастыруға сәйкес келеді

Боралдай өзені популяциясында 3 нуклеотиді алмасқан бірегей гаплотип анықталды. Сондай-ақ, Икансу өзенінің таулы аймағында 5 нуклеотиді алмасқан ерекше гаплотип айқындалды.



Сурет 34 - Median-joining алгоритмі негізіндегі COI мтДНҚ деректері бойынша кәдімгі қарабалықтың *Schizothorax intermedius* гаплотиптер желісі

Молекулалық-генетикалық талдаудан *Schizothorax intermedius* аузымен Сарыбас өзені гаплотиптік желіде ерекшеленеді. Сарыбас пен Икансу өзендері (таулы және тау бөктеріндегі учаске) кәдімгі қарабалықтары бір топқа жатады, Боралдай мен Икансу өзендерінің (тау учаскесі) балықтары гаплотиптік желі бойынша ұқсас болды (51-кесте, 33,34,35-суреттер, қосымшаның В23-кестесі).

Кесте 51 - Кәдімгі қарабалықтың ауыз аппаратының ерекшеліктері

№	Су қоймалары	Аузы	Жұтқыншақ тістері
1	Икансу (тау бөктері) 2013	Дөңгелек	1 қатарлы
2	Икансу (тау бөктері) 2013	Пластинка	3 қатарлы
3	Карашик Кентау (тау бөктері) 2017	Дөңгелек	3 қатарлы
4	Сарыбас (тау) 2017	Пластинка	3 қатарлы
5-8	Икансу (тау бөктері) 2022	Дөңгелек	3 қатарлы
9	Икансу (тау бөктері) 2022	Дөңгелек	1 қатарлы
10-11	Сарыбас (тау) 2022	Пластинка	3 қатарлы
12-13	Икансу (тау бөктері) 2023	Пластинка	3 қатарлы
14-15	Икансу (тау бөктері) 2023	Дөңгелек	3 қатарлы
16-17	Икансу (тау бөктері) 2023	Дөңгелек	1 қатарлы
18	Икансу (тау) 2023	Дөңгелек	3 қатарлы
19-21	Икансу (тау) 2023	Пластинка	3 қатарлы



дөңгелек



пластинка

Сурет 35 - Кәдімгі қарабалықтың *Schizothorax intermedius* ауыз аппараты

Сонымен, алғаш рет Сырдария бассейніндегі кәдімгі қарабалықтың генетикалық гетерогенділігі анықталды. Бұл *Schizothorax intermedius* популяцияларының ықтимал генетикалық және географиялық тәуелсіз топтарын көрсетуі мүмкін. Кәдімгі қарабалықтың туыстық байланысын анықтау - болашақ зерттеулердің міндеті.

Сырдария өңіріндегі кәдімгі қарабалықтың генетикалық өзгергіштігі мен филогенетикалық құрылымын зерттеу барысында алынған нәтижелер кейінгі генетикалық және таксономиялық ізденістер үшін негізді қалыптастырады, сондай-ақ табиғатты қорғау саласында негізделген шешімдерді қабылдауға ықпал етеді.

Сонымен, әр түрлі жылдардағы іріктемелердегі сыртқы морфологиялық көрсеткіштер жағдайларының өзгергіштік шектері кең ауқымда өзгерді, бірақ олар бұрын осы түр үшін белгілі болған мәндерден аспайды. Жеке дарактардың сыртқы түріндегі айырмашылықтар гетерогенді тіршілік ету ортасында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін. Әр түрлі жылдардағы іріктемелерде әр түрлі жастағы дарактар ұсынылған, қондылық қанағаттанарлық деңгейде, бұл осы түрдің көбеюі мен тіршілік етуі үшін жеткілікті жағдайларды көрсетеді. Алғаш рет Сырдария бассейнінде кәдімгі қарабалықтың генетикалық гетерогенділігі анықталды.

3.4.6 *Nemacheilidae* тұқымдасының морфобиологиялық және молекулалы-генетикалық өзгергіштіктері

Талма балықтар *Nemacheilidae* тұқымдасы (Cypriniformes отряды) - Азиядағы су қоймаларындағы саны бойынша ең көпбай балық түрлерінің бірі [266,380,381,382]. Көптеген түрлердің балық аулауда кәсіптік маңызы жоқ, бірақ олар ҚР су қоймаларында жиі кездеседі [170]. Демек, су қоймаларының экожүйелерінің қалыпты жұмысын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқаруы мүмкін.

Жануарлардың басқа түрлеріне қарағанда балықтардың сыртқы түрі қоршаған орта жағдайларына байланысты [367,383]. Сондықтан балықтардың өзгергіштігін зерттеу су қоймаларының жағдайын биоиндикациялаудың ажырамас бөлігіне айналды [384,385]. Балық популяциясының жағдайын бағалау үшін балықтың өлшемі, салмағы мен қондылығы, сондай-ақ жынысы маңызды көрсеткіштер болып табылады. Балықтардың өзіне тән биотоптарда тұрақты мекендеуі, жеке түрге сәйкес келетін үлкен өлшемге жетуі және көбею қабілеті

олардың әртүрлі тіршілік ету орта жағдайларында тіршілік етуін сипаттайды [386,387]. Сырдария бассейнінің су экожүйелері жоғары антропогендік жүктемеге ұшыраған [185,187,188], сондықтан бассейн су қоймаларындағы балық популяциясын бақылау үлкен ғылыми және практикалық қызығушылықты тудырады.

Теңбіл талма балығы *Triplophysa strauchi*. Жүргізілген жұмыстың мақсаты Шаян өзеніндегі теңбіл талма балығының *Triplophysa strauchii* морфологиялық өзгергіштігі мен популяция жағдайын бағалау болды. Теңбіл талма балығы 2013, 2015, 2017 және 2020 жылдардағы Шаян өзенінің іріктемелерінен табылды. Шаян өзенінен 2022 ж. бұл түр табылған жоқ. Зерттелген балықтардың іші сәл тегістелген талма балықтарға тән денесі ұршық тәрізді пішінді болды (36-сурет). Көлденең қимасында құйрық сабағы сопақша. Терісінде қабыршақтар жоқ. Жалпы реңкі ашық сарыдан қоңырға дейін болады. Арқа және бүйірлерінде дұрыс емес пішінді ірі қою сұр немесе қара дақтар бар, оларды түзетін суреттердің қандайда бір заңдылығы жоқ. Дорсальды, каудальды және кеуде жүзбеқанаттарында ұсақ қара немесе қоңыр дақтардың қатарлары бар. Аузы төменгі, етті еріндермен қоршалған. Жоғарғы жағында тісше өсінділері жоқ. Ауыздың айналасында үш жұп мұртшалары бар. Танаудың алдыңғы және артқы саңылаулары бір-біріне жақын орналасқан. Құйрық жүзбеқанатында айқын ойығы бар, жоғарғы бөлігі төменгі бөлігіне қарағанда едәуір ұзынырақ. Дорсальды және анальды жүзбеқанаттардың артқы шеті әлсіз ойық немесе түзу. Жүзу торсылдағы екі бөліктен тұрады: алдыңғы (оң және сол) сүйек капсуласымен қоршалған, артқы бөлігі бос және мөлшері жағынан сүйек қабығымен қоршалған алдыңғы бөлікке ұқсас.

Шаян өзенінен алынған әр түрлі жылдардағы іріктемелерде ішек ілмектерінің орналасуының екі түрі анықталды (36-сурет). Ішектің орналасуының осындай түрі теңбіл талма балығына тән [388,389,390]. Белгілердің жиынтығы бойынша Шаян өзенінде зерттелген Сырдария өзені бассейнінің осы бөлігі үшін сипатталған тибет *Triplophysa stoliczkyi* (Steindachner 1866), талас *T. coniptera* (Turakov, 1954), сұр *T. dorsalis* (Кесслер, 1872) және Кушакевич *Iskandaria kuschakewitschi* (Herzenstein 1890) талма балықтарынан айқын ерекшеленеді

Сонымен, сыртқы түрі мен анатомиялық ерекшеліктері бойынша біз зерттеген талма балықтар теңбіл талма балығына *Triplophysa strauchii* (Кесслер, 1874) жатады.

Өткен ғасырда Қазақстан бөлігіндегі Сырдария өзені бассейнін өткен ғасырда бірнеше рет жүргізілген зерттеулерге қарамастан, бұған дейін теңбіл талма балығы көрсетілмеген [174,259,391,392]. Алматы балық шаруашылығынан тұқы шабақтарын Сырдария өзенінің бассейніндегі "Дамаси" балық шаруашылығына әкелу нәтижесінде теңбіл талма балығының табылғаны туралы алғаш рет Г.К. Камилов мәлімдеме жасаған [393].

ӨзР аумағында теңбіл талма балығы санының өршуіне әкеліп соқтырды және Чирчик, Ахангаран өзендерінің және Боз-Су каналының орта бөліктеріне еніп, онда ол сәтті орнықты [394]. Бұл жұмыстарда орныққан балық түрін анықтауға мүмкіндік беретін морфологиясы туралы ақпарат берілмеген.

Теңбіл талма балығының қорегі қырықаяқтардың ересектері, детриттер, балдырлар және жәндіктерден тұрады.



Шаян өзенінің теңбіл талма балығы *Triplophysa strauchii*, дене ұзындығы SL = 102 мм



Triplophysa strauchii, L=103мм;
l ішек=85мм (2013 ж.)



Triplophysa strauchii, L=101мм;
l ішек=116мм (2015 ж.)

Сурет 36 – Шаян өзеніндегі теңбіл талма балығы және оның ішегінің орналасуының екі түрі

Шаян өзеніндегі теңбіл талма балығы іріктемелерінің пластикалық белгілері қосымшаның B11-кестесінде көрсетілген. Зерттелген пластикалық белгілердің көпшілігінің өзгергіштіктері бұрын белгіленген вариация шегінде болды [395]. 2017 ж. іріктемеде құйрық сабағы ұзартылған және сәйкесінше постдорсальды қашықтығы ұлғайған балықтар бар. Сол іріктемеде дорсальді жүзбеқанатының негізі ұзартылған жеке дарақтар бар.

Постдорсальды қашықтық пен анальды жүзбеқанаттың орналасуы арасында ($r=0.754$), дорсальді және вентральды жүзбеқанаттардың орналасуы мен төменгі жақтың ұзындығы арасында (сәйкесінше $R=0.738$ және $r=0.918$) оң корреляция айқындалды. Бастың көлемінің ұлғаюымен көздің диаметрі және посторбитальды қашықтық пропорционалды түрде артады.

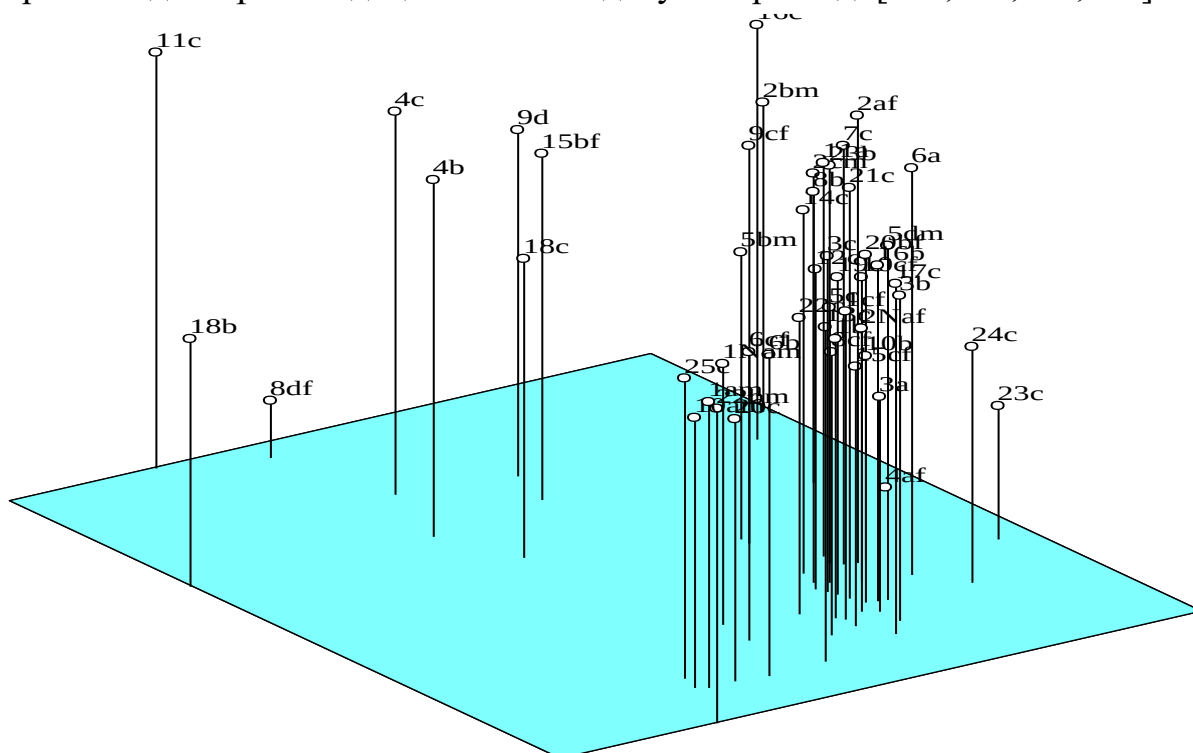
Санақ белгілер арасында айқын корреляция анықталған жоқ (52-кесте). Әр түрлі жылдардағы іріктемелердегі сыртқы морфологиялық көрсеткіштер кең ауқымда өзгереді, бұл гетерогенді тіршілік ету орта жайдайында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін.

Кесте 52 – Шаян өзеніндегі теңбіл талма балығының санақ белгілері

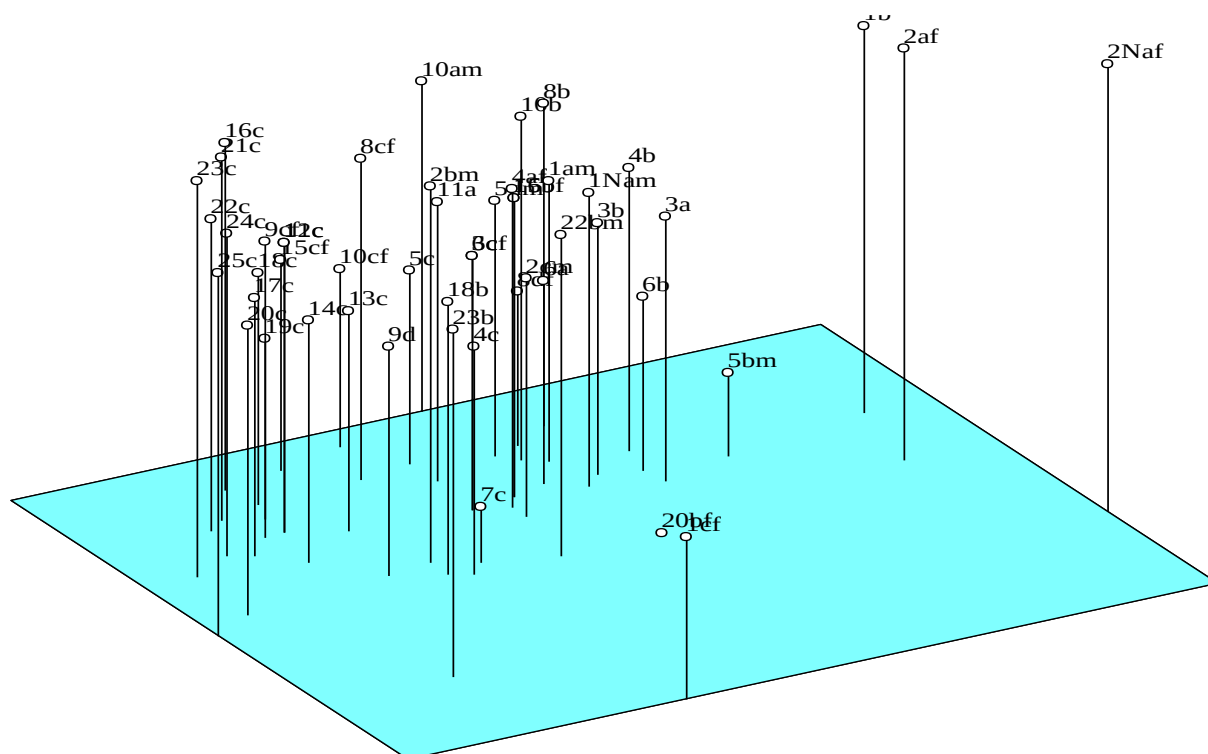
Белгілер	2013 ж., n=9			2015 ж., n=14			2017 ж., n= 25			2020 ж., n=3		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
Cmd	3.0	4.0	3.2	3	4	3.1	3.0	3.0	3.0	3	3	3.0
Cmd	3.0	4.0	3.2	3	4	3.1	2.0	3.0	3.0	3	3	3.0
Cop	6.0	9.0	6.4	5	10	6.9	5.0	12.0	6.3	5	6	5.3
Cop	6.0	9.0	6.4	5	10	6.9	5.0	12.0	6.4	5	6	5.3
Cio	8.0	15.0	11.7	8	15	12.8	3.0	6.0	3.6	8	10	9.0
Cio	8.0	15.0	11.9	8	15	12.8	3.0	6.0	3.6	8	10	9.0

52-кестенің жалғасы												
Белгілер	2013 ж., n=9			2015 ж., n=14			2017 ж., n= 25			2020 ж., n=3		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
Cso	4.0	9.0	5.8	4	5	4.4	3.0	4.0	3.3	4	6	5.0
Cso	4.0	9.0	6.0	4	5	4.4	2.0	4.0	3.3	4	6	5.0
Dsoft	8.0	10.0	8.2	7.0	9.0	7.9	6.0	9.0	7.8	6	8	7.3
Asoft	5.0	7.0	5.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2	2	2.0
Psoft	9.0	15.0	12.3	4.0	8.0	5.4	4.0	7.0	5.3	5	7	6.0
Vsoft	7.0	8.0	7.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1	1	1.0
Vertcorp	14.0	17.0	15.3	14	17	15.6	14.0	18.0	15.9	15	17	16.0
Vertinter	5.0	8.0	6.8	5	6	5.6	4.0	6.0	4.9	5	5	5.0
Vertcaud	16.0	17.0	16.7	14	19	16.4	15.0	18.0	16.9	18	18	18.0
Vert	38.0	42.0	39.5	34	40	37.0	36.0	40.0	38.0	38	40	39.0

Пластикалық және санақ белгілерінің популяция-ішілік өзгергіштіктерін (37,38-сурет) көп өлшемді талдау осы популяцияның уақыт бойынша салыстырмалы тұрақтылығын көрсетті. Бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі - бастың ұзындығы, көздің өлшемі және постдорсальды қашықтық, екінші компоненттер - дене пішіні және кеуде жүзбеқанаты, үшінші компоненттер – кеуде қанатының орналасуы, постдоральды қашықтық және каудальды жүзбеқанатының пішініне (ойық өлшемі) түседі. Барлық санақ белгілері үш компоненттің кез-келгеніне үлкен жүктеме түсіреді (қосымшаның B12-B13 кестелер). Уақыт бойынша морфологиялық көрсеткіштердің тұрақтылығы тіршілік ету ортасының тұрақтылығын және түрдің қазіргі антропогендік жүктеме деңгейіне бейімделуін көрсетеді [396,397,398,399].



Сурет 35 – Пластикалық белгілер жиынтығы бойынша 1-3 негізгі компоненттер кеңістігінде Шаян өзеніндегі әр түрлі жылдар іріктемелеріндегі теңбіл талма балығы дарактарының орналасы. 2013 ж. – индекс "а", 2015 ж. - "b", 2017 ж. - "с", 2020 ж. - "d"; "f" - аналықтар, "m" – аталықтар, индексіз – жынысы анықталмаған



Сурет 38 – Санақ белгілер жиынтығы бойынша 1-3 негізгі компоненттер кеңістігінде Шаян өзеніндегі әр түрлі жылдар іріктемелеріндегі теңбіл талма балығы дарақтарының орналасы. 2013 ж. – индекс "а", 2015 ж. - "b", 2017 ж. - "c", 2020 ж. - "d"; "f" - аналықтар, "m" – аталықтар, индексіз – жынысы анықталмаған

Теңбіл талма балығының биологиялық көрсеткіштері 53-кестеде берілген. 2013 ж., 2015 ж. және 2017 ж. іріктемелері негізінен жыныстық жетілген дарақтардан тұрды. Қондылық көрсеткіштері белгілі деректермен [353] салыстырғанда қанағаттанарлық деңгейде. Дегенмен, қондылық көрсеткіштерінің жеке мәндері әртүрлі, бұл қорек үшін түрішілік бәсекелестікті көрсетуі мүмкін. Барлық жылдардағы іріктемелерде аталықтар мен аналықтар бар. Жыныс бездері жетілудің әртүрлі кезеңдерінде болды, бұл созылмалы уақытпен және қайта уылдырық шашу мүмкіндігімен байланысты [353]. 2013 ж. және 2015 ж. іріктемелерінде әртүрлі жастағы дарақтар болды, дене өлшемдерінің өзгергіштік шектері сәйкес келеді, бұл көбею мен тіршілік ету үшін жеткілікті жағдайларды көрсетеді. 2013 ж. және 2020 ж. қоректену жағдайларының нашарлауы орын алды, бұл қуыс майы қорлары мен қондылық коэффициенттерінің төмендеуіне әкеліп соқтырды.

Кесте 53 - Теңбіл талма балығының биологиялық көрсеткіштері

Су қоймасы, жылы	Белгілер	L, мм	SL, мм	Q., г	q., г	Fulton	Clark	Майылылығы	Қорек	АК	ҚЖИ
Шаян 2013 n=9	min	75.0	63.0	2.65	3.09	1.06	0.91	1.0	0.1	0	0
	max	104.0	88.7	7.72	6.4	2.45	1.29	2.3	2.0	0.25	0.17
	M	93.56	77.27	6.21	5.35	1.34	1.04	1.80	0.90	0.03	0.06
	±SD	11.39	10.42	1.986	1.464	0.429	0.138	0.56	0.72	0.08	0.08
	CV	12.18	13.49	31.96	27.37	31.90	13.22	31.23	80.12	300.0	150.0

53-кестенің жалғасы											
Су қоймасы, жылы	Белгілер	L, мм	SL, мм	Q., г	q., г	Fulton	Clark	Майылылығы	Қорек	АК	ҚЖИ
Шаян 2015 n=14	min	70.0	58.0	2.81	2.23	1.15	0.95	1.0	0.1	0	0
	max	112.0	94.0	10.45	6.94	1.51	1.26	2.3	2.0	0	0.33
	M	91.29	75.69	6.11	4.67	1.36	1.13	1.98	0.72	0	0.12
	±SD	11.37	9.48	2.150	2.010	0.097	0.117	0.56	0.85	0	0.15
	CV	12.46	12.53	35.22	43.04	7.17	10.38	28.44	118.42	0	127.9
Шаян 2017 n=25	min	42.0	35.0	0.5	0.9	0.7	0.6	1.0	0.5	0	0
	max	83.0	78.0	3.8	3.1	1.4	1.0	2.3	2.3	0.25	0.17
	M	58.58	49.84	1.52	1.74	1.17	0.81	1.4	1.3	0.04	0.04
	±SD	9.97	9.56	0.776	0.765	0.155	0.120	0.54	0.63	0.09	0.07
	CV	17.02	19.18	50.89	44.04	13.33	14.79	38.73	49.28	233.85	181.6
Шаян 2020 n=3	min	42.0	36.0	0.47	1.72	0.94	0.77	0.1	0.1	0	0
	max	88.0	74.0	4.12	3.14	1.16	3.69	1.0	1.2	1.00	0.83
	M	67.00	57.85	2.32	2.43	1.03	2.23	0.55	0.65	0.25	0.33
	±SD	18.94	16.78	1.551	1.004	0.091	2.059	0.64	0.78	0.50	0.36
	CV	28.27	29.00	66.85	41.32	8.89	92.30	115.71	119.66	200.0	108.0

2013 ж. бір теңбіл талма балығының сол жақ көзі болмады. 2015 ж. оң жақ кеуде жүзбеқанатының ақауы тіркелді, сонымен қатар асқазан-ішек жолындағы өзгерістер: жасыл түс және өт қабының қызметі бұзылды. Шүйдеде сары дақтар болғандығы анықталды.

Іріктемелерде қалыпты желбезектері бар балықтар басым болды, бірақ бауырда патологиялар байқалды. Бауыр ағзаны залаласыздандыруға жауапты болғандықтан, анықталған қалыптыдан ауытқу қорек тізбегіндегі созылмалы ластануды көрсетеді. Бұл суда аз мөлшерде улы заттардың болуына байланысты болуы мүмкін. Шаян өзені ауыл шаруашылығы дамыған аймақта ағып жатыр, сондықтан суды пестицидтерге тексеру қажет. Асимметрия коэффициентінің төмен мәндері жеке дамудың тұрақтылығын көрсетеді. 2022 ж. теңбіл талма балықтарының азайып кетуінің ең ықтимал себебі жазда құрғақшылықтың болуы мүмкін, нәтижесінде су деңгейінің айтарлықтай төмендеп, судың температурасы жоғарылайды. Жауын-шашынның жылдық ауытқуы теңбіл талма балығының табиғи таралу аймағына да тән, сондықтан оның Шаян өзені терең шұңқырларында және жер асты суларының шығатын жерлерінде тіршілік ету ықтималдығы жоғары [400].

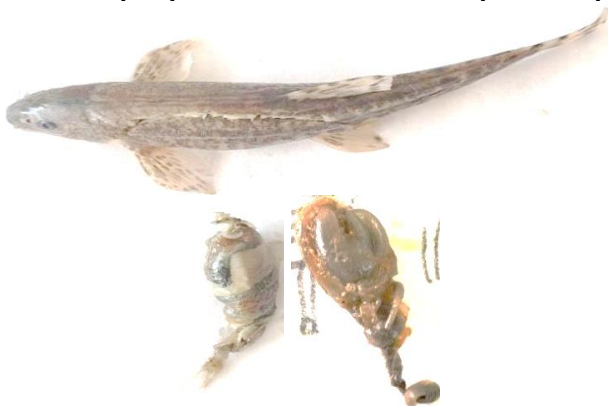
Сонымен, Шаян өзенінде Сырдария бассейні үшін жаңа бөгде балық түрі – теңбіл талма балығы *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874) анықталды. Әр түрлі жылдар іріктемелеріндегі балықтардың сыртқы морфологиялық көрсеткіштер жағдайларының өзгергіштік шектері кең ауқымда өзгерді, бірақ олар бұрын белгілі түр үшін анықталған шектерде болды. Жеке дарақтардың сыртқы түріндегі айырмашылықтар гетерогенді тіршілік ету ортасында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін. Әр түрлі жылдағы іріктемелерде әр түрлі жастағы дарақтар болды, қондылығы

канағаттанарлық деңгейде, бұл осы түрдің көбеюі мен тіршілік етуі үшін жеткілікті жағдайларды көрсетеді.

Терс талма балығы *Triplophysa coniptera*. Ф.А. Турдаков [401] терс талма балығы тибет талма балығына ең жақын екенін, бірақ келесі белгілер бойынша жеке таксонға бөлінуге лайық екенін атап өткен. Терс талма балығының пекторальды және вентральды жүзбеқанаттары үшкір пішінді, ал тибет талма балығында олар дөңгелектенген. Терс талма балығының барлық іріктемесінен Бөген өзені 2012 ж. бір дарағында анальді жүзбеқанаты және Қарашық өзені Кентау, 2017 ж., Бөген өзені 2023 ж. қоса алғанда 43.9 % дорсальді жүзбеқанаты, Сарыбас өзені 2016 ж. және Бөген өзені 2023 ж. анальді және дорсальді жүзбеқанаттары 9.7 %, құйрық жүзбеқанаттары 14.6% ойық болып келді. Кеуде жүзбеқанаттарының шыңы әдетте үшбұрышты, алғашқы сәулелеріндегі қалыңдау мен өсу әлсіз көрінеді. Каудальды жүзбеқанаттарында айтарлықтай ойық бар, оның жоғарғы және төменгі бөліктері параллельді орналасқан, олардың ұштары әлсіз дөңгелектенген. Терс талма балығының жүзбеқанаттарының саны: дорсальды - II, 8, пекторальды — I, 9-12, анальды — III, 6-8, ал вентральды — I, 8-9 болды.

Ауыздың бұрыштарындағы мұртшалары көздің ортасына немесе тіпті оның артқы жиегіне тігінен жетеді. Мұртшалардың ұзындығы біріншісі ең қысқа 2-4 мм (3.0 ± 0.56), екіншісі ең ұзыны 2-8 мм (4.2 ± 1.06), үшіншісі орташа ұзындықта 2-6 мм (3.7 ± 0.98) болды. Көздері үлкен, олардың жоғарғы шеті басының деңгейінде, оның үстінен сәл шығып тұрды. Танаулар бір-біріне жақын орналасқан, олардың арасындағы алшақтық танаудың диаметріне тең. Жоғарғы ерінде емізіктер жоқ.

Дененің түсі жалпы сарғыш реңкті болды. Кеуде және вентральды жүзбеқанаттардың негіздерінде, сондай-ақ жұтқыншақ пен беттерінде қызғылт-сары дақтар бар. Дененің артқы және бүйірлеріндегі қара қоңыр дақтар да бұлыңғыр, әртүрлі мөлшерде болды және көбінесе ақ жолақпен ерекшеленетін бүйірлік сызық бойымен қара жолаққа біріктірілген. Дорсальды және каудальды жүзбеқанаттардың негізінде, сондай-ақ бастың артқы жағында қара дақтар болды. Іші қою қоңыр түсті. Дорсальды, каудальды және кеуде жүзбеқанаттарында жолақтар түзетін аздаған қоңыр дақтары бар (39-сурет).



Сурет 39 – Терс талма балығы *Triplophysa coniptera* Қарашық өзені, Кентау, 2017 ж., дененің ұзындығы SL = 62.4 мм, ішектің қзындығы 131.7 мм

Балықтың ұзындығы ұлғайған сайын құйрық сабағының да салыстырмалы ұзындығы артты, барлық жүзбеқанаттардың өлшемдері мен бастың ұзындығы азайды, бұл антедорсальды қашықтықтың қысқаруына әкеледі. Көздің салыстырмалы шамасы айтарлықтай өзгерістерге ұшырайды.

Терс талма балығы іріктемелерінің биологиялық көрсеткіштері 54-кестеде көрсетілген.

Кесте 54 – Терс талма балығы іріктемесінің биологиялық көрсеткіштері

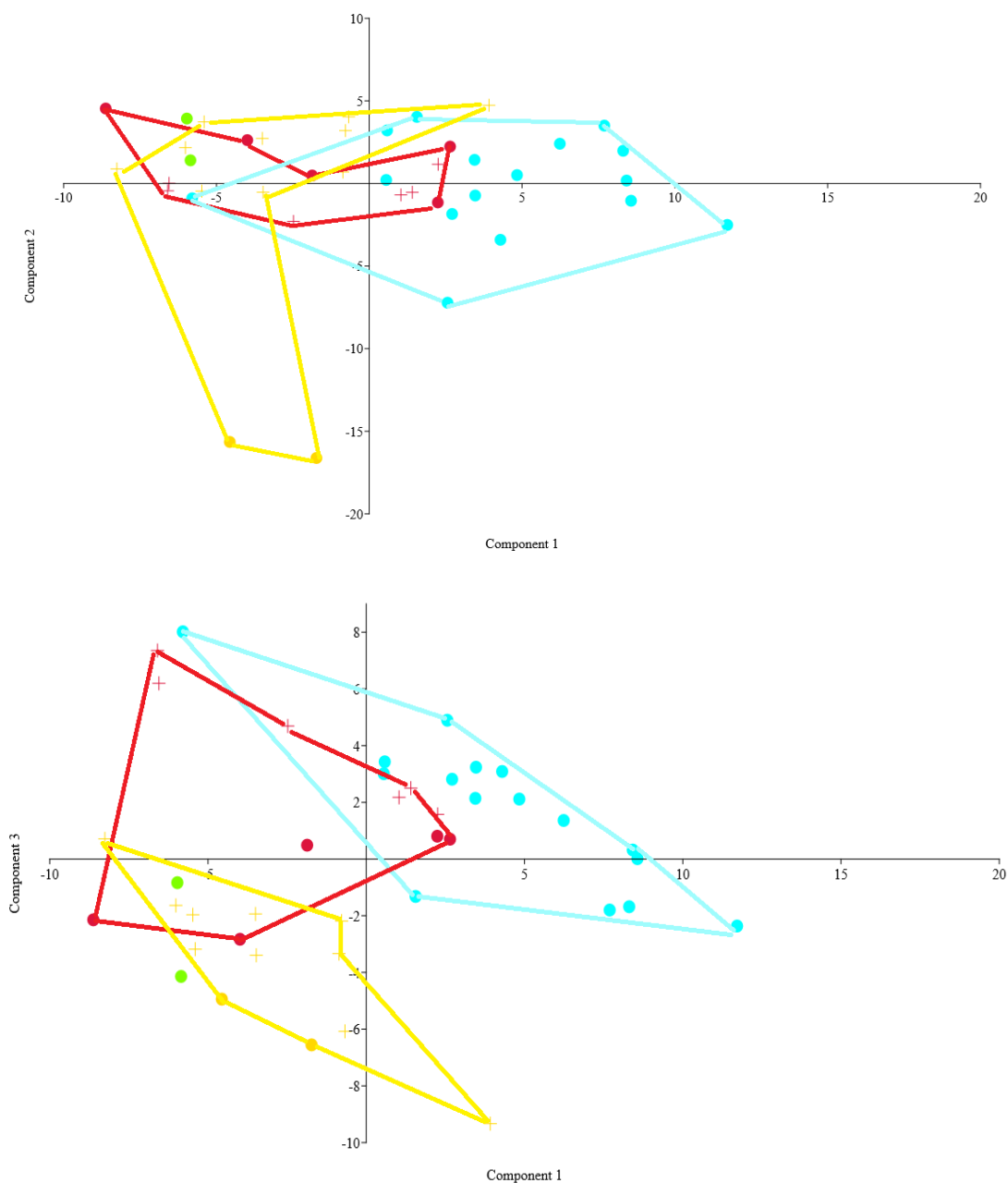
Су қоймасы, жылы	Белгілер	L., мм	SL., мм	Q., г	q., г	Fulton	Clark	Майлылығы	Қоректену	АК	ҚЖИ
Бөген 2012 n=5	min	60.0	49.8	1.66	0.99	1.27	0.80	2.0	1.0	0.57	0
	max	79.2	68	3.99	2.92	1.49	0.93	2.5	2.0	1.00	0
	M	68.36	57.14	2.64	1.96	1.38	0.87	2.25	1.50	0.80	0
	±SD	6.89	6.65	0.844	1.365	0.091	0.090	0.35	0.71	0.16	0
	CV	10.08	11.63	32.01	69.81	6.57	10.39	15.71	47.14	20.36	0
Бөген (тау бөктері) 2023 n=5	min	57.0	49.4	1.67	1.39	1.21	1.02	2.3	1.2	0	0
	max	77.8	67.5	4.22	3.95	1.39	1.28	3.4	2.0	0.71	0
	M	69.20	60.10	2.94	2.67	1.31	1.15	2.85	1.60	0.33	0
	±SD	8.32	7.97	1.065	1.810	0.065	0.189	0.78	0.57	0.25	0
	CV	12.02	13.27	36.19	67.80	5.01	16.39	22.29	35.36	75.05	0
Шаян 2013 n=2	min	90.0	75.0	5.34	3.81	1.17	0.83	1.20	0.20	0.29	0
	max	92.0	77.0	5.36	4.27	1.27	1.01	2.30	0.30	0.29	0
	M	91.00	76.00	5.35	4.04	1.22	0.92	1.75	0.25	0.29	0
	±SD	1.41	1.41	0.014	0.325	0.065	0.126	0.78	0.07	0	0
	CV	1.55	1.86	0.26	8.05	5.32	13.60	44.45	28.28	0	0
Шаян 2015 n=5	min	67.0	57.0	2.6	1.98	1.27	1.01	1.2	0.1	0.14	0
	max	98.0	80.0	7.46	4.27	1.58	1.16	3.4	0.2	0.57	0.33
	M	79.46	65.70	4.19	2.77	1.42	1.06	2.85	0.13	0.33	0.03
	±SD	11.32	8.83	1.696	1.030	0.110	0.067	1.10	0.05	0.12	0.11
	CV	14.24	13.44	40.49	37.25	7.72	6.31	38.60	40.00	35.79	316.2
Сарыбас 2016 n=2	min	74.4	61.5	2.94	2.31	1.26	0.99	3.4	1.2	1.00	0
	max	75.0	62.0	3.15	2.56	1.32	1.07	4.0	2.0	1.00	0
	M	74.70	61.75	3.05	2.44	1.29	1.03	3.70	1.60	1.00	0
	±SD	0.42	0.35	0.148	0.177	0.041	0.057	0.42	0.57	0	0
	CV	0.57	0.57	4.88	7.26	3.16	5.55	11.47	35.36	0	0
Қарашық Кентау 2017 n=16	min	58.8	48.3	1.54	1.45	1.08	1.04	2.5	2.0	0.57	0.17
	max	85.0	66.1	5.33	3.21	3.04	1.32	5.0	4.0	1.00	0.33
	M	67.19	54.93	2.72	2.31	1.60	1.18	4.0	2.67	0.68	0.25
	±SD	7.16	5.20	1.046	0.881	0.422	0.139	1.32	1.15	0.12	0.12
	CV	10.65	9.47	38.46	38.12	26.36	11.76	33.07	43.30	18.03	47.14

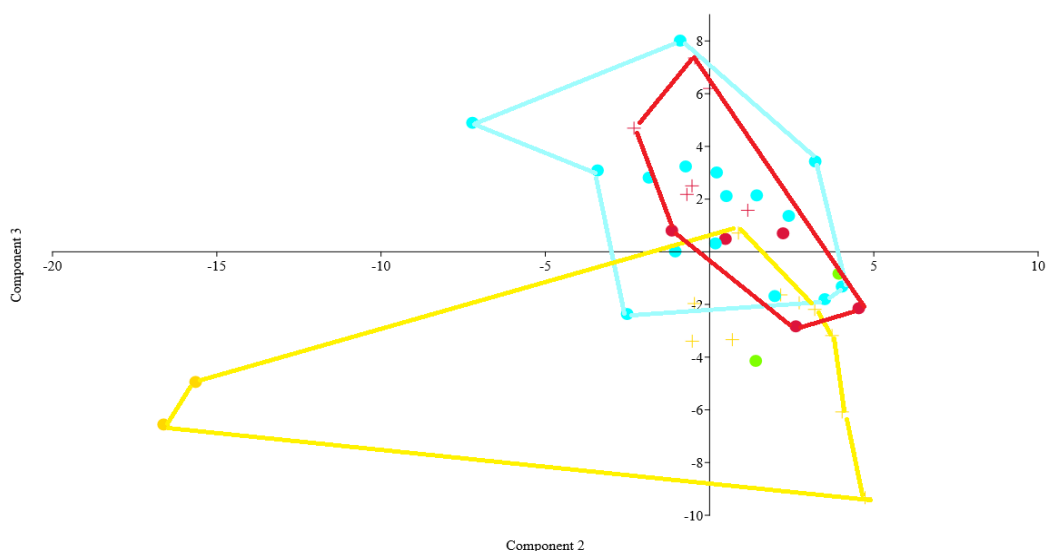
2015 ж. Шаян өзенінен ауланған терс талма балығында бауырдың патологиялық өзгерістері байқалды: бозару, сұр реңк және әлсіз редукция.

Қарашық өзенінің таулы учаскесін зерттеу барысында бір даракта сол жақ кеуде қанатында паразит анықталды.

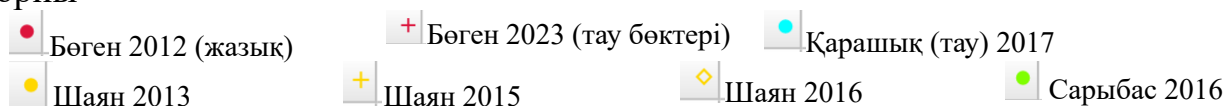
Терс талма балығының асқазан-ішек жолында жіп тәрізді балдырлар, өзен шаянтәрізділерінің дернәсілдері, бүйіржүзгіштер, инелік дернәсілдері, сондай-ақ жәндіктердің аяқтары мен тырнақ тақталары табылды.

Пластикалық белгілерге сәйкес, бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі анальды жүзбеқанатқа дейінгі қашықтықты, ең аз жүктемені дененің ең үлкен еніне тиесілі. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкен оң - постдоральды қашықтық, ең аз жүктеме посторбитальды қашықтық береді. Үшінші негізгі компонентке ең үлкен жүктеме көзаралық қашықтық, ең кіші - дененің ең кіші биіктігіне беріледі (қосымшаның B14-B15 кестелері, 40-сурет).



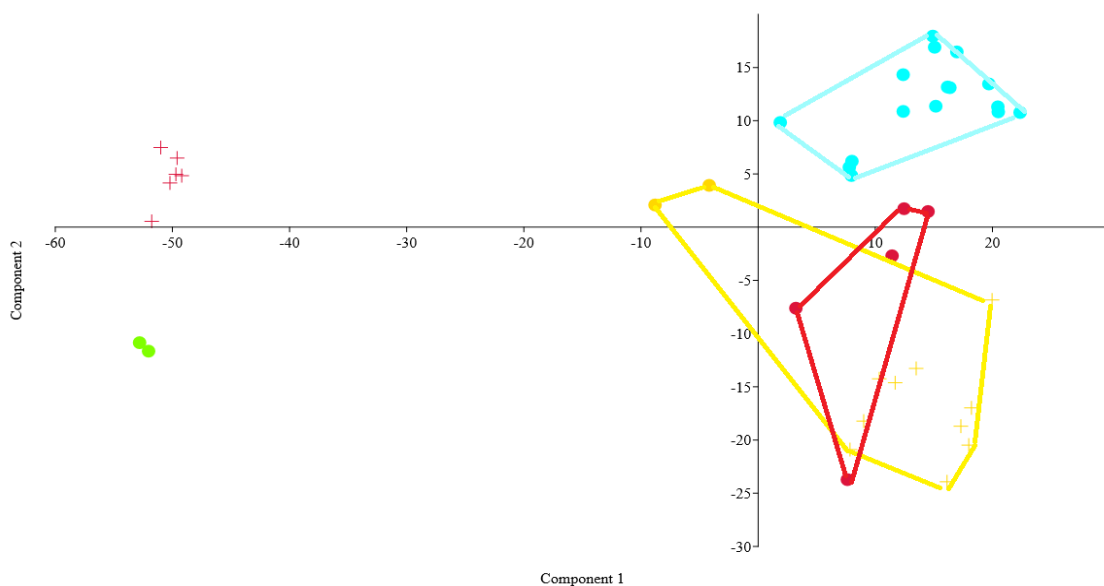


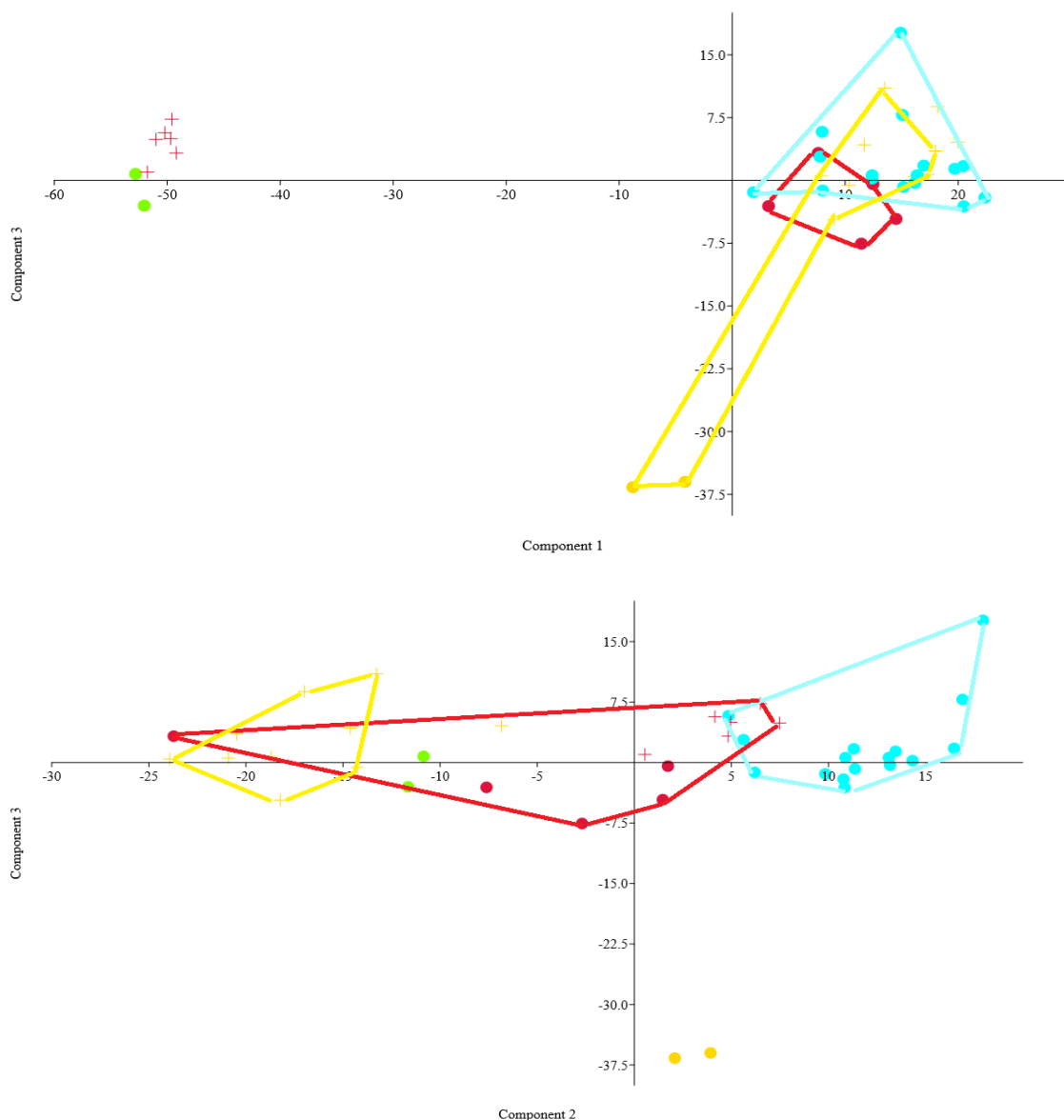
Сурет 40 – Пластикалық белгілер бойынша 1-3 негізгі компоненттердің кеңістіктегі әр түрлі іріктемелерден алынған терс талма балығы дарақтарының орны



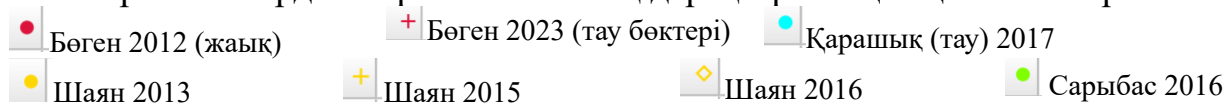
Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 54,3% құрады. Жалпы, популяция-ішілік өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды

Бас өлшемдері бойынша бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі бастың ені, ең аз жүктеме төменгі жақтың ұзындығына тиесілі. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкен жүктеме көз аралық қашықтық, ең азы - тұмсықтың ұзындығына тиесілі болды. Үшінші негізгі компонентте ең үлкен жүктеме бастың ені, ең кішісі - посторбитальды қашықтық (қосымшаның B14, B16-кестелері, 41-сурет).



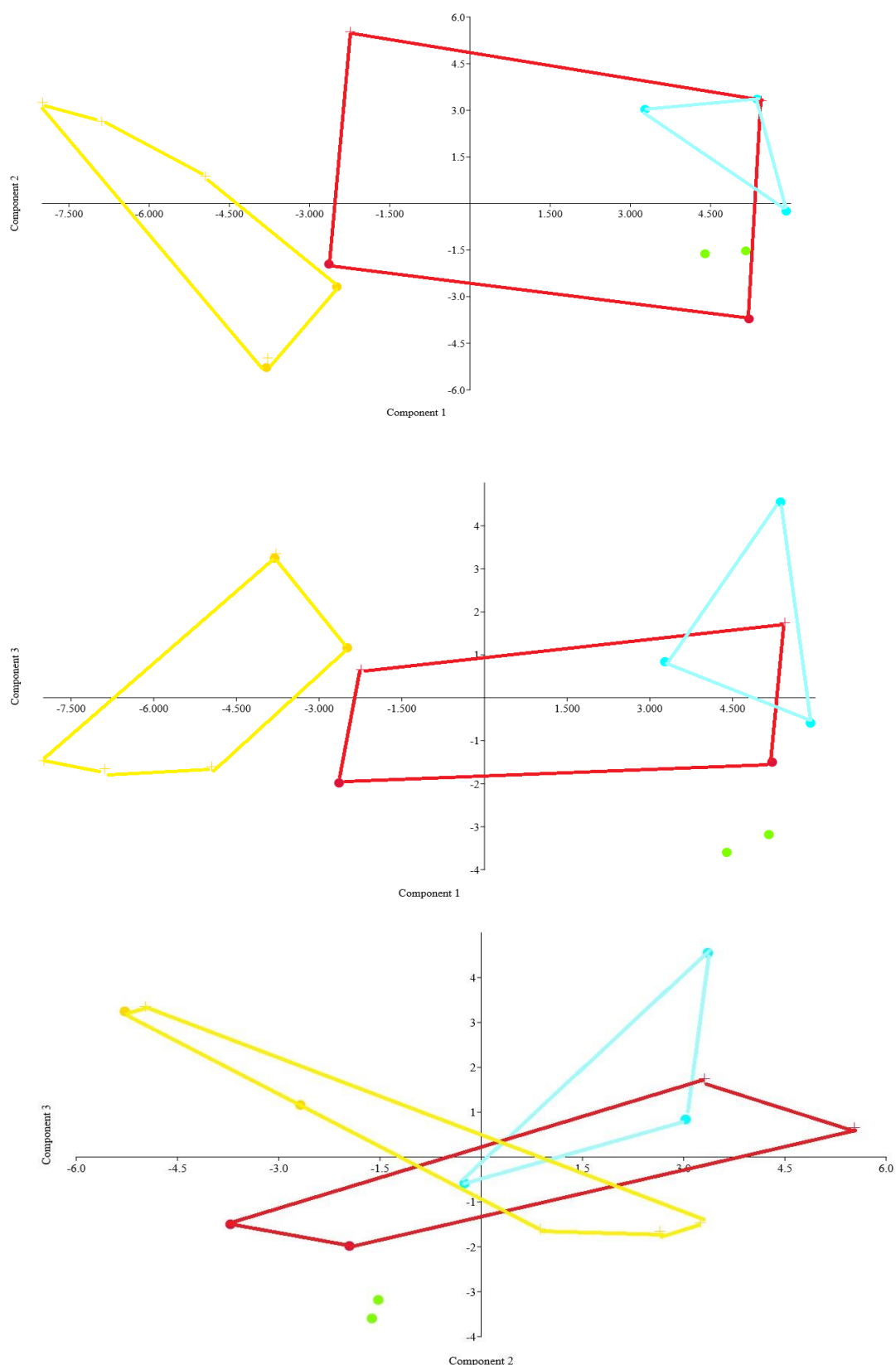


Сурет 41 – Бас өлшемдері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелердегі терс талма балық дарақтарының кеңістіктегі орны



Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 86,5% құрады. Жалпы, популяция-ішілік өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды

Санақ белгілері негізінде бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі омыртқалар саны, ең аз жүктеме самайдағы тесіктердің саны болып табылады. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкен жүктеме төменгі жақтағы тесіктердің санын, ең азы - омыртқалардың санын береді. Үшінші негізгі компонентте ең үлкен жүктеме төменгі жақтағы тесіктердің санын, ең азы самайдағы тесіктердің санын береді (қосымшаның, B17-B18 кестелері, 42-сурет).



Сурет 42 – Санақ белгілері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелерден алынған терс талма балығының кеңістіктегі орны

Бөген 2012 (жазық)
 Бөген 2023 (тау бөктері)
 Қарашық (тау) 2017

Шаян 2013
 Шаян 2015
 Шаян 2016
 Сарыбас 2016

Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 83,8% құрады. Жалпы, популяция-ішілік өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Әр жылдағы әр түрлі су қоймалардың арасынан Қарашық өзені Кентау қ. 2017 ж. ғана терс талма балықтарының саны көп, олардың майлылығы, қоңдылығы және қоректену бойынша жоғары болуы, бұл су қойманың балықтар үшін қолайлы тіршілік ету ортасын көрсетеді. Қалған басқа су қоймаларда олардың саны өте аз болды. Іріктемелерде желбезектері қалыпты балықтар басым болды, бірақ бауырдағы патологиялар 2015 ж. Шаян өзенінде байқалды. Бауыр ағзаны детоксикациялауға жауапты болғандықтан, анықталған нормадан ауытқу азық тізбегіндегі созылмалы ластануды көрсетеді. Бұл суда аз мөлшерде улы заттардың болуына байланысты болуы мүмкін. Бөген, Шаян және Қарашық өзендері ауыл шаруашылығы дамыған жерлерде ағып жатыр, сондықтан суды пестицидтерге тексеру қажет. Асимметрия коэффициентінің төмен мәндері жеке дамудың тұрақтылығын көрсетеді.

Сонымен, Бөген, Шаян, Сарыбас және Қарашық өзендерінде *Triplophysa coniptera*, (Turdakov, 1954). Қарашық өзені Кентау қ. 2017 ж. ғана терс талма балықтарының саны көп, олардың майлылығы, қоңдылығы және қоректену бойынша жоғары болуы, бұл су қойманың балықтар үшін қолайлы тіршілік ету ортасын көрсетеді. Әр түрлі жылдардағы іріктемелердегі сыртқы морфологиялық көрсеткіштердің өзгергіштік шектері кең ауқымда өзгерді, бірақ бұл түр үшін бұрын белгілі болған емес. Жеке дарақтардың сыртқы түріндегі айырмашылықтар гетерогенді тіршілік ету ортасында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін. Әр түрлі жылдағы іріктемелерде әр түрлі жас және жыныс дарақтары ұсынылған, қоңдылық қанағаттанарлық деңгейде, бұл осы түрдің көбеюі мен тіршілік етуі үшін жеткілікті жағдайларды көрсетеді.

Кушакевич талма балығы *Iskandaria kuschakewitschi*. Кушакевич талма балығының денесі ұзын, жалаңаш, денесінің түсі сарғыш-сұрдан қара-қоңырға дейін өзгереді, арқа жағында көлденең жолақтар түзетін қара дақтары бар. Арқа жүзбеқанаты құйрық жүзбеқанатына қарай ығысқан (53.1-57.5%), бұл жасқа байланысты, балық үлкейген сайын арқа жүзбеқанаттары құйрық сабағына қарай ығыса түседі. Құйрық жүзбеқанатында ғана кішкентай қара дақтары бар және терең ойылған, қалған жүзбеқанаттары мөлдір келген. Аузы жоғарғы жақта, тіс тәрізді өсінділері бар. Кушакевич талма балығының жүзбеқанаттарының саны: дорсальды - II, 6-8, пекторальды — II, 6-10, анальды — I, 5-8, ал вентральды — II, 4-8 болды. Құйрықсыз дене ұзындығының орташа мәні 28-72.7 мм (43-сурет).



Сурет 43 – Шаян өзені, 2022 ж. Кушакевич талма балығы *Iskandaria kuschakewitschi*, дене ұзындығы SL = 71.1 мм

Iskandaria kuschakewitschi өте аз зерттелген. Сондықтан да, біздің міндеттеріміздің бірі Кушакевич талма балығын биологиялық, морфометриялық және генетикалық зерттеу болды. Балықтың биологиялық көрсеткіштері 55-кестеде көрсетілген.

Кесте 55 – Кушакевич талма балығының биологиялық көрсеткіштері

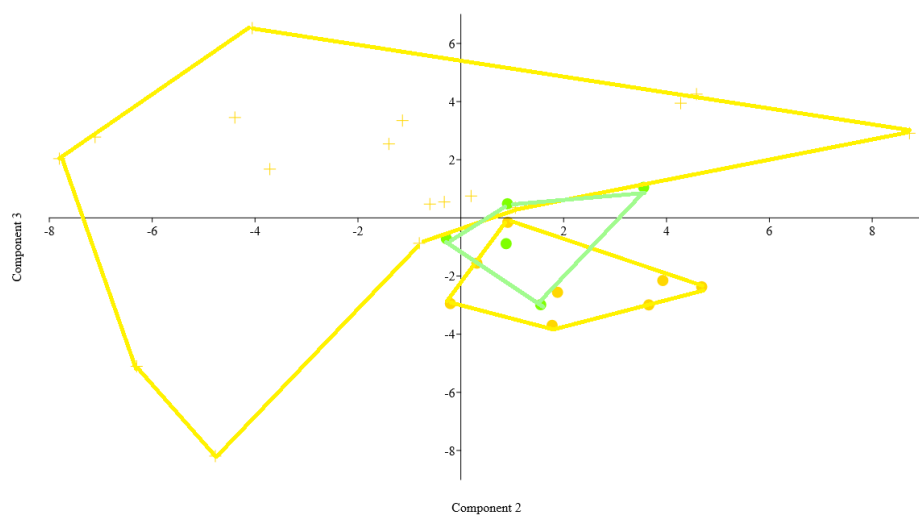
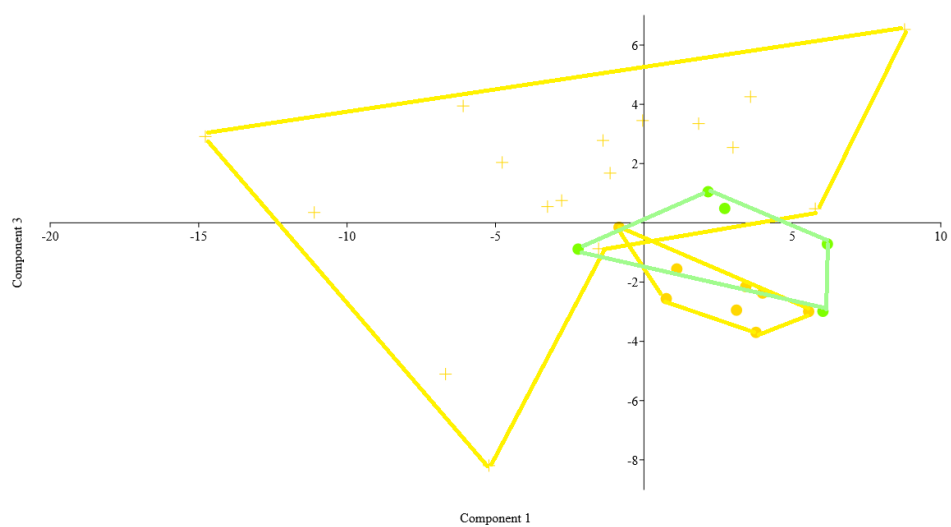
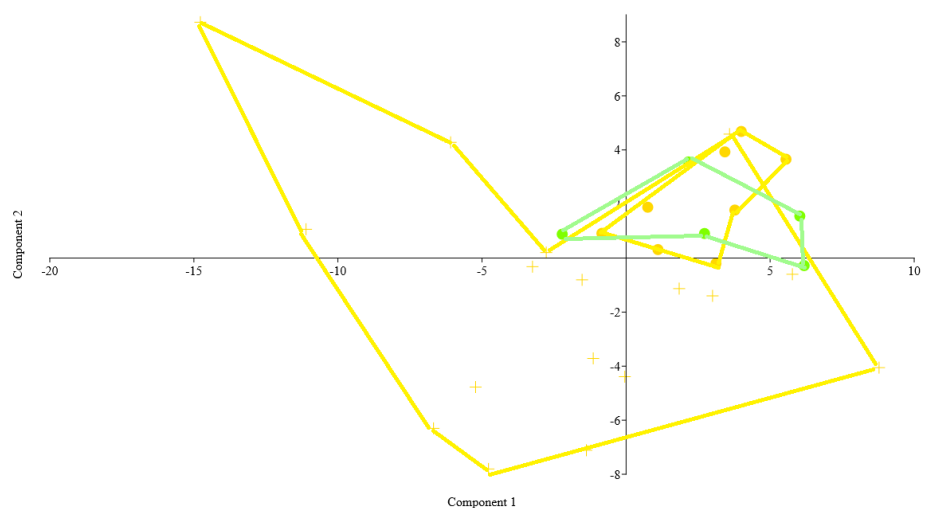
Су қоймалар, жылы	Белгілер	L., мм	SL., мм	Q., г	q., г	Fulton	Clark	AK	ҚЖИ
Шаян 2015 n=8	min	56.0	47.4	0.72	-	0.48	-	0	0
	max	74.0	64.0	2.15	-	1.06	-	1.00	0.33
	M	64.24	54.93	1.39	-	0.8	-	0.50	0.07
	±SD	5.92	5.43	0.499	-	0.173	-	0.53	0.15
	CV	9.21	9.89	35.90	-	21.14	-	106.9	223.6
Шаян 2016 n=17	min	55.0	47.7	0.89	0.91	0.37	0.32	0	0
	max	84.7	72.7	2.24	1.97	0.71	0.48	1.00	0
	M	66.15	57.05	1.58	1.37	0.51	0.38	0.24	0
	±SD	7.74	6.56	0.435	0.360	0.099	0.050	0.44	0
	CV	11.71	11.50	27.56	26.37	19.53	13.08	185.8	0
Сарыбас 2023 n=6	min	33.2	28	0.12	-	0.54	-	0	0
	max	57.4	48.6	0.84	-	0.81	-	0	0
	M	48.83	41.37	0.49	-	0.63	-	0	0
	±SD	8.71	7.38	0.246	-	0.096	-	0	0
	CV	17.83	17.84	50.01	-	15.28	-	0	0

Ескертпе: «-» деректер жоқ

Салмағы мен ұзындықтары бұрынғы белгілі деректерден төмен болды [341]. Қондылығы бойынша көрсеткіштер өте аз мөлшерде болуы, олардың тіршілік ететін ортасының қолайсыздығын көрсетеді.

2015 ж. Шаян өзені Кушакевич талма балығының бір дарағынан паразиттер анықталса, 2016 ж. сол өзенде осы балықтың екі дарағынан ірі уылдырықтар табылды.

Пластикалық белгілерге сәйкес, бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі вентральды жүзбеқанатына дейінгі қашықтықты, ең аз жүктемені көз арқылы бастың биіктігі көтереді. Екінші негізгі компонент үшін ең үлкені - анальды жүзбеқанатқа дейінгі қашықтық, ең аз жүктеме пекторальды және вентральды жүзбеқанаттар арасындағы қашықтықты береді. Үшінші негізгі компонентте постдоральды қашықтық ең үлкен жүктеме, ал ең кіші - дененің ең үлкен биіктігіне берілді (қосымшаның B19-B20-кестелері, 44-сурет).



Сурет 44 – Пластикалық белгілері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелерден алынған Кушакевич талма балығы дарактарының кеңістіктегі орны

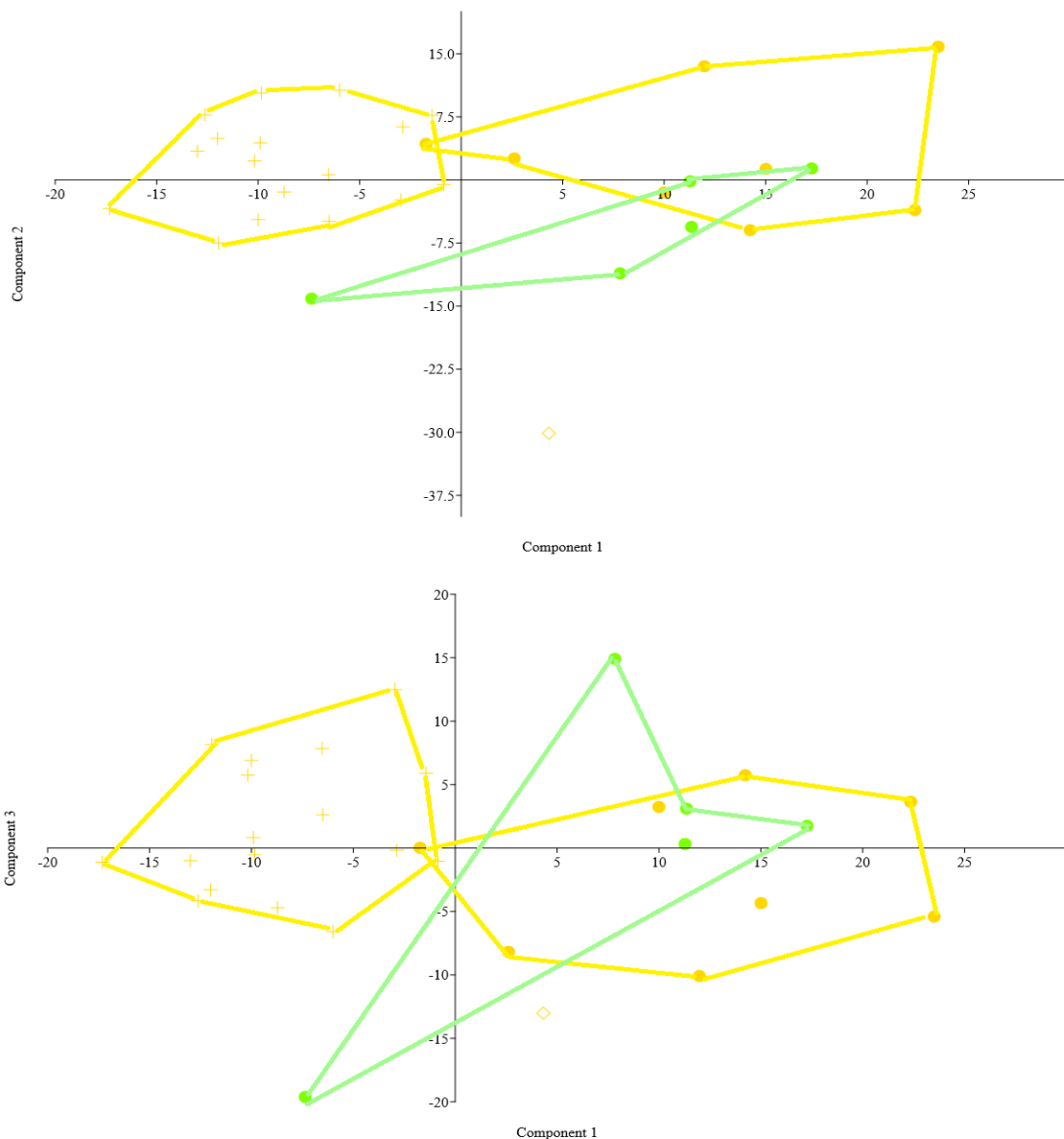
● Шаян 2015

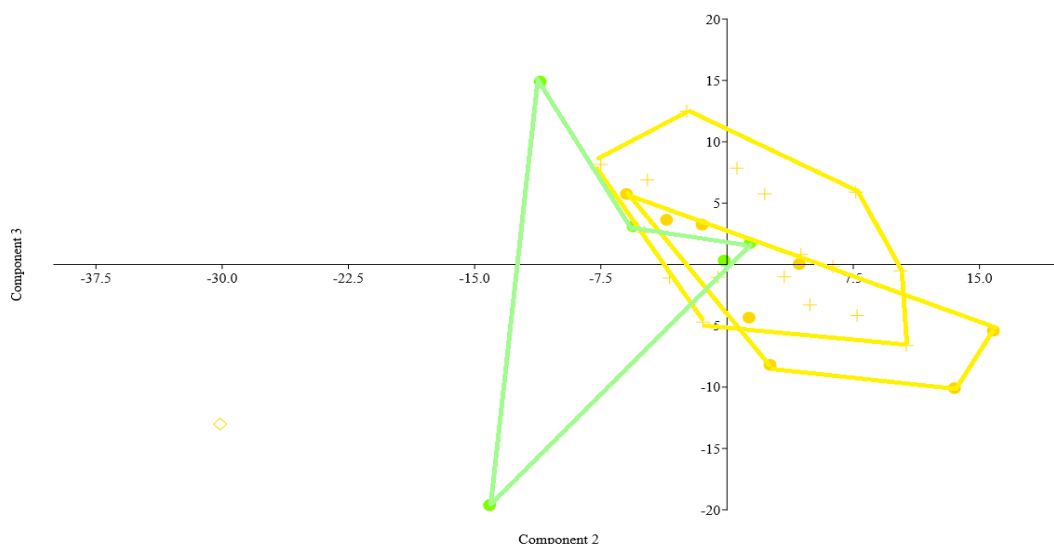
+ Шаян 2016

● Сарыбас 2023

Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 52,9% құрады. Жалпы, популяция ішіндегі өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Бастың өлшемдері бойынша бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі жоғарғы жақтың ұзындығы, ең аз жүктеме желке жағынан бастың биіктігі. Екінші негізгі компонентке көз арты қашықтық ең үлкен жүктеме, ал ең азы - бас сүйегі доғасының ұзындығына түсті. Үшінші негізгі компонентте көз арты қашықтық ең үлкен жүктемені, ең кішісі - желке жағынан бастың биіктігіне берілді (қосымшаның B19, B21-кестелері, 45-сурет).





Сурет 45 – Бас өлшемдері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелерден алынған Кушакевич талма балығының кеңістіктегі орны

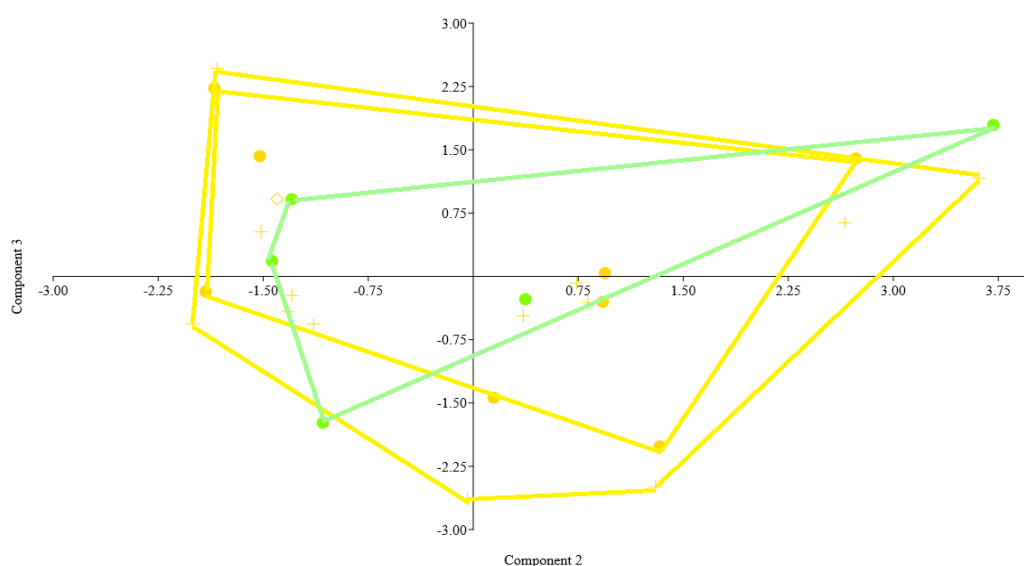
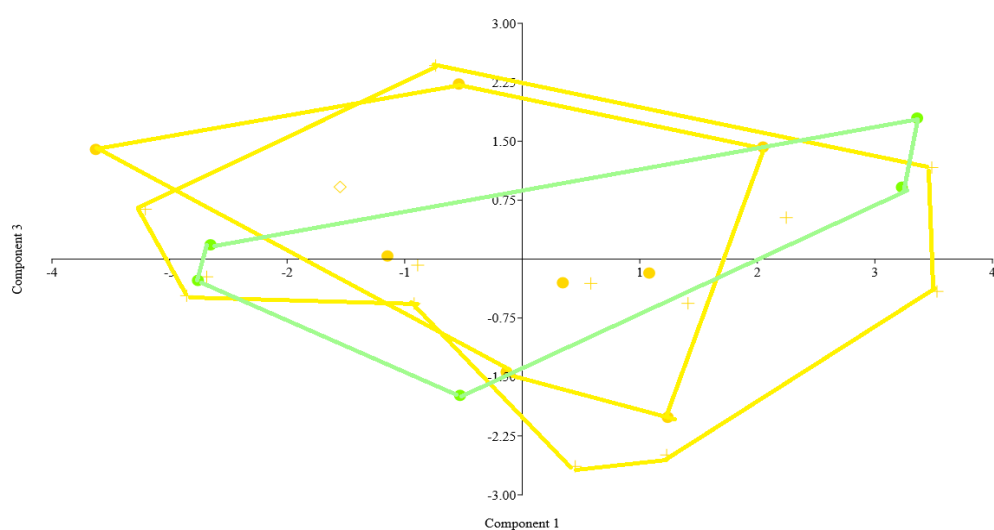
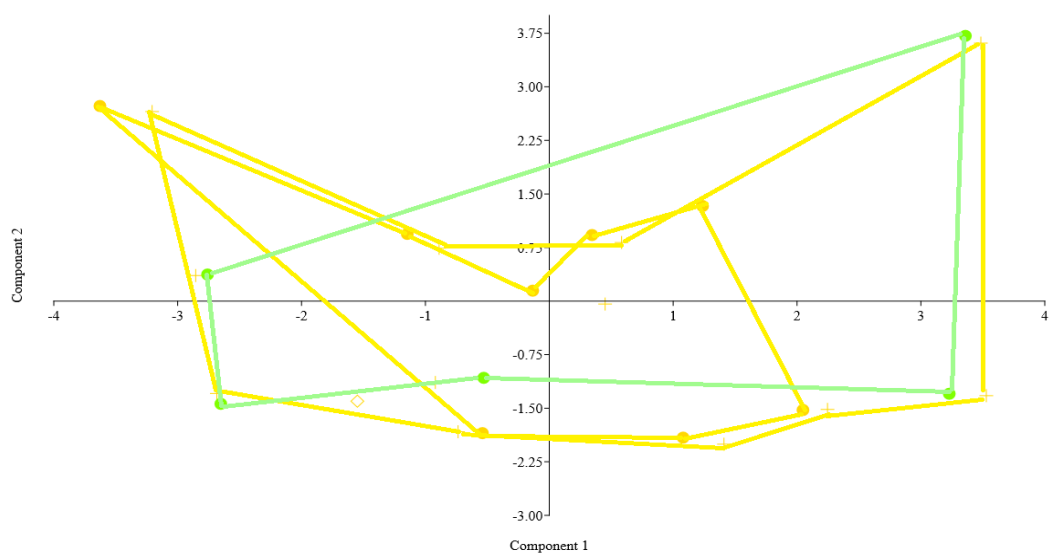
● Шаян 2015 + Шаян 2016 ◇ Шаян 2022 ● Сарыбас 2023

Ішкі және популяция-аралық өзгергіштікті алғашқы үш негізгі компонент 79,3% құрады. Жалпы, популяция ішіндегі өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларындағы осы түрдің өзгергіштігі шегінде болды.

Санақ белгілері бойынша бірінші компоненттің ең үлкен жүктемесі желбезек қақпағындағы тесіктер саны, ең аз жүктеме анальды жүзбеқанатындағы тармақталған сәулелер санына тиесілі. Екінші негізгі компонент үшін көзасты тесіктер ең үлкен жүктеме берсе, ең азы – желбезек қақпақалды тесіктер саны болды. Үшінші негізгі компонентте ең үлкен жүктеме самайдағы тесіктердің санын, ең азы - кеуде жүзбеқанаттарындағы сәулелер санын көрсетті (56-кесте, қосымшаның В22-кестесі, 46-сурет).

Кесте 56 – Кушакевич талма балығының санақ белгілері

Белгілер	Шаян 2015 ж., n=8					Шаян 2016 ж., n=17					Сарыбас 2023 ж., n=6				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
Cmd	2.0	4.0	3.1	0.9	28.6	1.0	4.0	2.7	0.9	35.2	1.0	3.0	2.2	0.8	38.0
Cio	7.0	12.0	9.3	1.6	17.1	7.0	13.0	9.3	1.8	18.8	8.0	13.0	9.4	2.2	23.3
Cso	4.0	7.0	5.3	1.2	22.2	4.0	7.0	5.4	1.0	19.4	5.0	7.0	5.6	0.9	16.0
висок	2.0	6.0	3.9	1.4	35.0	2.0	6.0	4.0	1.2	28.9	3.0	5.0	4.2	0.8	19.9
ctmp	1.0	3.0	1.8	0.7	40.4	1.0	3.0	1.7	0.8	44.4	1.0	3.0	1.6	0.9	55.9
ctmp	1.0	2.0	1.1	0.4	31.4	1.0	3.0	1.3	0.6	48.2	1.0	3.0	1.6	0.9	55.9
Cop	6.0	11.0	8.9	1.6	17.5	6.0	12.0	8.8	2.1	23.9	6.0	12.0	8.8	3.0	34.5
Dsoft	7.0	8.0	7.5	0.5	7.1	6.0	8.0	6.9	0.6	8.0	6.0	8.0	7.4	0.8	11.1
Asoft	5.0	6.0	5.1	0.4	6.9	5.0	8.0	5.7	0.8	13.5	5.0	6.0	5.2	0.4	8.6
Psoft	7.0	10.0	9.0	1.4	15.7	6.0	9.0	7.9	0.8	9.9	8.0	8.0	8.0	0.0	0.0
Vsoft	6.0	8.0	6.9	0.8	12.1	4.0	8.0	6.0	0.9	15.6	5.0	7.0	6.4	0.9	14.0
anus	1	1.4	1.2	0.1	10.9	1.2	1.3	1.2	0.1	4.1	0.0	1.3	0.7	0.6	92.0



Сурет 46 – Санақ белгілері бойынша 1-3 негізгі компоненттердің әр түрлі іріктемелерден алынған Кушакевич талма балығының кеңістіктегі орны



Шаян 2015



Шаян 2016



Шаян 2022



Сарыбас 2023

Алғашқы үш негізгі компонент популяция-ішілік және популяция-аралық жалпы өзгергіштіктің 70,2% құрайды. Популяция ішіндегі өзгергіштік Қаратаудың оңтүстік-батыс беткейіндегі су қоймаларында осы түрге тән өзгергіштік шегінде жатыр.

Сонымен, Кушакевич талма балығы *Iskandaria Kuschakewitschi* (Herzenstein, 1890) Қарату жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларда (Бөген өзені, Шаян өзені, Боралдай өзені, Қарашық өзені Кентау, Сарыбас өзені, Икансу өзені, Ойық өзені) тіршілік етеді. Әр түрлі жылдардың іріктемелеріндегі сыртқы морфологиялық көрсеткіштердің өзгергіштік шектері кең ауқымда өзгереді, бірақ бұл түр үшін бұрын белгілі болған емес. Жеке дарақтардың сыртқы түріндегі айырмашылықтар гетерогенді тіршілік ету ортасында әртүрлі тіршіліктік стратегияларды жүзеге асырудың нәтижесі болуы мүмкін. Әр түрлі жылдардағы іріктемелерде әр түрлі жастағы және жынысты дарақтар бар, қоңдылығы қанағаттанарлық деңгейде, бұл осы түрдің көбеюі мен тіршілік етуі үшін жеткілікті жағдайларды көрсетеді.

Triplophysa тұқымдасы температураға және құрғақшылыққа төзімді болуының арқасында төтенше жағдайларға бейім болып келеді. Цинхай-Тибет үстіртінде таралуы тарихи оқиғалардың биоалуантүрлілікке әсерін зерттеуге мүмкіндік береді. Түрлерді анықтау жоғары морфологиялық өзгергіштікке және бір-бірімен тығыз байланысты таксондардың жоғарғы ұқсастығына байланысты айтарлықтай қиындықтар туғызады. Қытай зерттеушілерінің ғылыми басылымдарында көптеген мақалаларда бұл мәселе қамтылған [402,403,404,405,406].

Оқшауланған популяциялар арасындағы гендер ағыны эволюциялық тарихты бұрмалайды. Ғалымдар *Triplophysa robusta* жиынтығын көп локусты талдау, коалесцентті модельдеу және молекулалық сағаттар арқылы зерттелген. Митохондриялық деректер ретикулярлық кладаларды, ядролық зерттеу - морфологиялық өзгерістерді және модельдеу ген ағынын көрсетті. Талдау геннің жиі ағынынан туындаған кешеуілдеген миоценнен бастап кешеннің күрделі эволюциялық тарихын анықтады, бұл түрдің түзілуі мен тұқым ішіндегі генетикалық әртүрліліктің сарқылуына әкеледі деп тұжырымдаған [407].

Зерттеу жұмысы *Triplophysa* тұқымдасына жататын *T. labiata* митохондриялық геномын (mitogenome) жан-жақты талдауға бағытталған. DNBSEQ көмегімен *Triplophysa labiata* митогеномын зерттеу толық мәліметтер берген. Бұл түрдің генетикалық құрылымын және *Triplophysa* тұқымдасындағы филогенетикалық қатынастарды түсінуді тереңдетеді. Жұмыс *Nemacheilidae* тұқымдасы туралы білімді кеңейтеді және тұқытәрізділер филогенезін зерттеуге арналған сенімді мәліметтер жиынтығын ұсынады. Толық митогеном әдісі триплофизаның эволюциялық тарихы мен генетикалық алуантүрлілігін зерттеуге ықпал етеді, әрі болашақ зерттеулердің негізін құрайды және балықтардың филогенетикасына үлес қосады [408].

Triplophysa тұқымдасы (*Cobitoidea: Nemacheilidae*) - түрлерге бай және таксономиялық тұрақсыз топ [390,409]. Сырдария бассейнінде *Triplophysa* тұқымдасының төрт түрі мекендейді: теңбіл талма балығы *T. strauchi*, тибет талма балығы *T. stoliczkai*, терс талма балығы *T. coniptera* және Кушакевич талма

балығы *Iskandaria kuschakewitschi*. Олардың соңғысы өте сирек кездеседі. Теңбіл талма балығынан басқаларының барлығы аборигенді түрлер, олар Сырдария бассейнінің ихтиофаунасының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады.

2022-2023 жылдар аралығында Сырдария бассейндерінің 5 жергілікті орыннан - Ойық, Сарыбас, Шаян, Бөген, Арыстанды өзендерінен *Nemacheilidae* тұқымдасының жалпы саны 17 данадан тұратын талма балықтарының 3 түрі (*T. strauchi*, *T. coniptera* және *Iskandaria kuschakewitschi*) талданды. Түрлері мен су қоймалары бойынша зерттелген дарақтардың саны, сондай-ақ генбанктен алынған салыстырмалы материалдар 5-кестеде келтірілген.

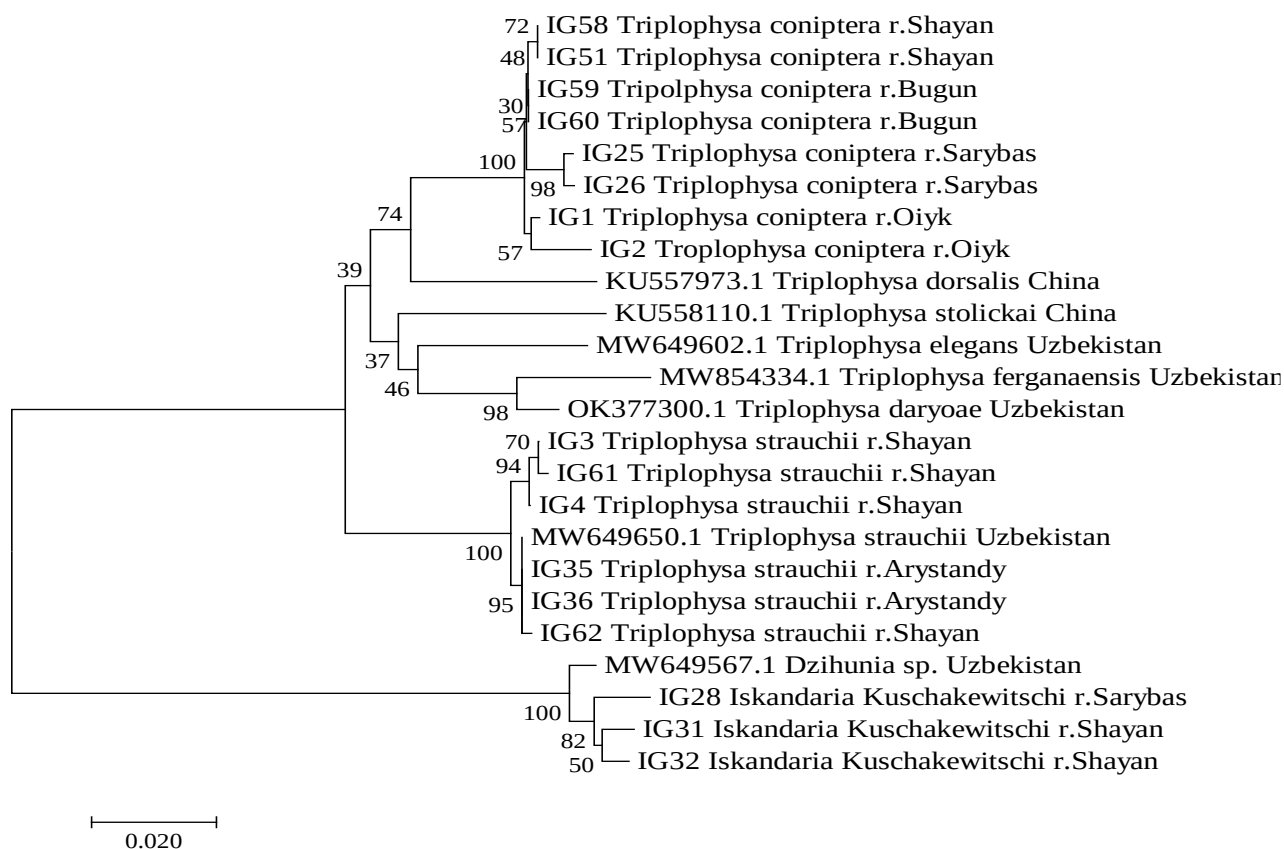
Анықталатын түрлердің филогенетикалық қатынастарын зерттеу үшін біздің COI мтДНК фрагментінің тізбектеріне Генбанктен тағы 7 тізбек қосылды (KU557973.1 *Triplophysa dorsalis*, KU558110.1 *Triplophysa stolickai*, MW649602.1 *Triplophysa elegans*, MW649650.1 *Triplophysa strauchii*, MW854334.1 *Triplophysa ferganaensis*, OK377300.1 *Triplophysa daryoae*, MW649567.1 *Dzhunia sp.*). NJ (Neighbor-Joining) әдісімен филогенетикалық ағаш тұрғызылды. Алдын ала филогенетикалық талдауға сәйкес, *Nemacheilidae* үш топқа бөлінді: *Triplophysa strauchii*, *Triplophysa coniptera* және *Iskandaria_Kuschakewitschi* (47-сурет, қосымшаның B23-кестесі).

Филогенетикалық талдауда Сырдария бассейнінің Қаратау жотасының оңтүстік батыс еңісіндегі өзендердің талма балықтары *Nemacheilidae* тұқымдасының ішіндегі үш базальды кладаға *Triplophysa strauchii*, *Triplophysa coniptera* және *Iskandaria Kuschakewitschi* топтастырылғанын көруге болады (47-сурет, қосымшаның B23-кестесі).

Сырдария бассейнінің су қоймаларындағы теңбіл талма балығы COI мтДНК генінің нуклеотидтік тізбегі генетикалық жағынан салыстырмалы түрде біртекті. Шаян өзені популяцияларында екі нуклеотидті алмастыратын бірегей гаплотип табылды. Филогенетикалық ағаштағы Шаян өзенінің теңбіл талма балықтары екі топқа бөлінді. Бірінші топқа Арыстанды өзенінен ауланған үлгілері кірді, олар Шаян өзені үлгілерімен топтастырылған. Екінші топта тек Шаян өзенінің балықтар үлгілері болды. Бұл Сырдариядағы теңбіл талма балықтарының популяциясы генетикалық жағынан гетерогенді және екі генетикалық окшауланған кіші топтармен немесе бір-бірімен жақын туыс түрлерден тұратындығын көрсетеді.

COI генінің нуклеотидтік тізбегі негізінде біздің алдын-ала филогенетикалық реконструкциямыздың қызықты айғақ Сырдария бассейнінен терс талма балығының *Triplophysa coniptera* терең дивергенциясын анықтау болды, олар *Triplophysa* тұқымдасының талма балықтарынан бөлек топтастырылды. NCBI генбанкінің дерекқорында BLAST талдауы бойынша жақын туыстар арасындағы терс талма балығының нуклеотидтер тізбегі 94% құрады. Бұл терс талма балығының басқа талма балықтары тұқымдасына жататындығын көрсетеді, олар әлі генбанктің мәліметтер базасында жоқ. KU557973.1 *Triplophysa dorsalis*, KU558110.1 *Triplophysa stolickai*, MW649602.1 *Triplophysa elegans*, MW854334.1 *Triplophysa ferganaensis*, OK377300.1 *Triplophysa daryoae* біздің деректерімізге ұқсастық тудырмады. Сарыбас өзенінде тіршілік ететін терс талма балығы үш нуклеотидті алмастырумен

сипатталатын ерекше гаплотипке ие. Ойық өзені популяцияларында бес нуклеотидті алмастыратын терс талма балығының бірегей гаплотипі табылды (47-сурет).

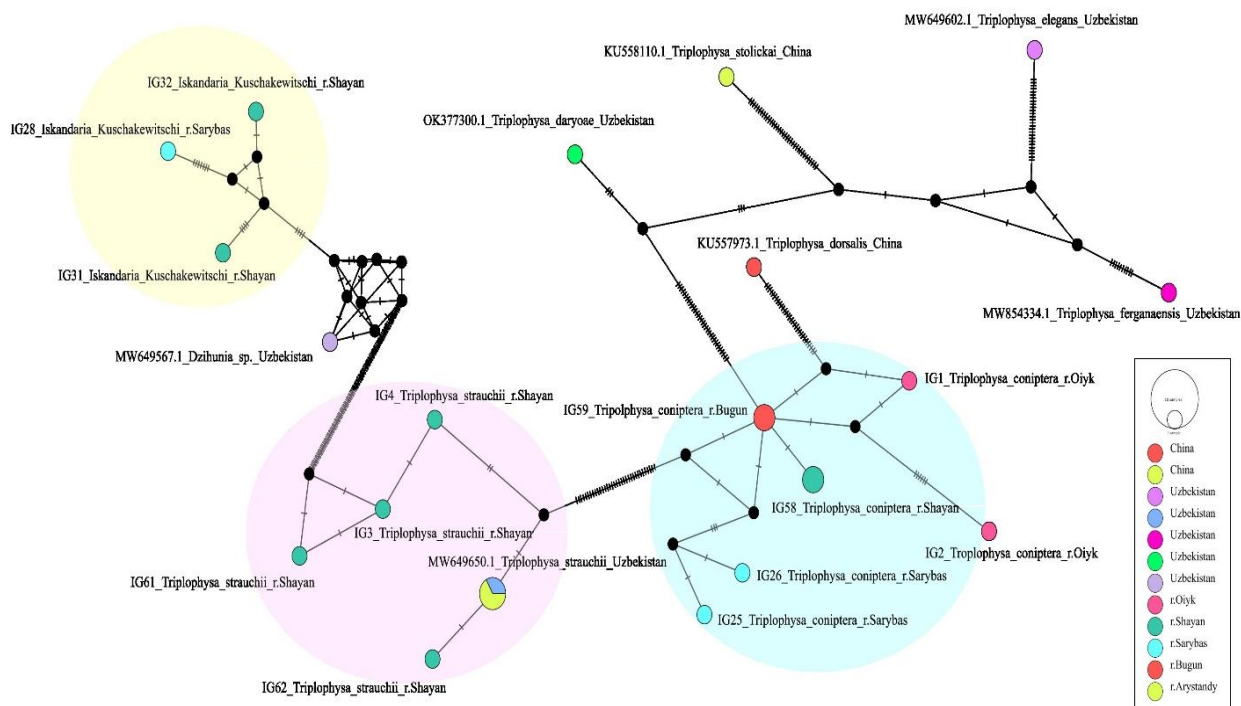


Сурет 47 – мтДНК COI тізбегі негізінде NJ (Neighbor-Joining) әдісімен жасалған *Nemacheilidae* тұқымдасының филогенетикалық ағашы. Масштабты сызғыш бір позицияға 0.02 нуклеотидті алмастыруға сәйкес келеді

Сарыбас өзеніндегі терс талма балығының гаплотиптері жоғары сәйкестікті көрсетті. Сонымен қатар, Шаян өзенінде гаплотиптік алуантүрліліктің бар екендігі анықталды, бұл осы су қоймасындағы гаплотиптердің алшақтық мүмкіндігін айқындайды. Мұнда да екі кіші топша байқалады. Ойық және Бөген өзендеріндегі терс талма балықтары жеке топшаға және қалғандары жеке бір топшаға біріккен. Сонымен, Сырдария бассейнінде талма балықтар тұқымдасы генетикалық жағынан екі түрлі формада болатындығы айқындалды. Прокофьевтің (2007 ж.) мақаласына сәйкес, *Triplophysa stoliczkae* бірнеше атауларға ие және бестен астам кіші түрлермен ұсынылған [410].

Сондай ақ, COI генінің нуклеотидтік тізбегі негізінде біздің алдын-ала филогенетикалық реконструкциямыздың ең айқын көрініс Сырдария бассейнінен Кушакевич талма балығының терең дивергенциясын анықтау болды, олар *Triplophysa* тұқымдасының талма балықтарынан бөлек топтастырылды. NCBI генбанкiнің дерекқорында BLAST талдауы бойынша Кушакевич талма балығының жақын туыстары арасындағы нуклеотидтер тізбегі 97% құрады. Бұл Кушакевич талма балығының басқа талма балық тұқымдасына жататындығын көрсетеді, олар әлі генбанкiнің деректер базасында жоқ. MW649567.1 *Dzhunzia* sp нөмірлерімен тіркелген Кушакевич талма балығының

генбанкте ұсынылған тізбектері. Біздің деректерімізге ұқсастық қалыптастырған жоқ. Шамасы, генбанкте *Dzhunia* ретінде тіркелген талма балығы түрінің идентификациясы дұрыс болмады (48-сурет).



Сурет 48 - Median-joining алгоритмі негізіндегі COI мтДНҚ деректері бойынша *Nemacheilidae* тұқымдасының гаплотиптер желісі

Біз Сырдария өңірінің талма балықтардың гетерогенділігі мен филогенетикалық ұйымдасуы бойынша алған деректеріміз одан әрі генетикалық және таксономиялық зерттеулер үшін негіз болады, сондай-ақ табиғатты қорғау саласында неғұрлым адекватты шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Терс талма балығының туыстық қатынасын анықтау болашақ зерттеулердің міндеті болып табылады.

3.4 бөлімінің түйіндемесі Сонымен, Сырдария бассейнінің балықтардың молекулярлық әртүрлілігін зерттеу аясында келесі түрлердегі митохондриялық ДНҚ-ның COI генінің фрагменті талданды: теңбіл талма балық *Triplophysa strauchii* (бөгде балық) және аборигенді балықтар - *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi*, *Schizothorax intermedius*, *Leuciscus lehmanni*, *Sabanejewia aralensis*, *Alburnoides oblongus* және *Gobio lepidolaemus*. Талдау нәтижелері көрсеткендей, осы бассейндегі қарапайым қарабалық популяциясы ерекше генетикалық құрылымға ие, бұл оның басқа су ақоймаларында тіршілік ететін популяциялардан оқшауланғанын көрсетеді. Сонымен қатар, *Triplophysa strauchii* және *Triplophysa coniptera* сияқты түрлерде екі генетикалық топқа ажыратылуы анықталды. Бұл деректер Сырдария бассейніндегі кәдімгі қарабалықтың бұрын болжанғаннан жоғары генетикалық әртүрлілігін көрсетеді. Зерттеу нәтижелері филогенетикалық жағдайды және осы түрдің таксономиялық жіктелуін қайта қарауды талап етеді.

3.5 Антропогендік жүктеменің арту жағдайында ихтиофаунаны жалпы бағалау және оны сақтау перспективасы

Жалпы алғанда, балықтар қауымдастықтарының алуантүрлілігі жарияланған мәліметтер негізінде (шамамен 48 түрі) күтілгеннен де кедей болып шықты. Қолданыстағы және қазіргі алуантүрлілікті дәл бағалау әр түрлі авторлардың түрлердің көлемін түсінуіндегі айырмашылықтарға [411,412] және Қытайдан шыққан инвазиялық түрлердің акклиматизациясына байланысты қиын. Қытайдан келген көптеген бөгде түрлердің бастапқы сипаттамалары қытай тілінде жарияланған, ал типтік үлгілер қолжетімсіздігімен немесе жоқ болғандықтан, нақты түрлерді анықтау қиынға соғады. Мысалы, бұзаубасбалықтар *Rhinogobius* sp. бұл кездейсоқ және мүмкіндігінше керек емес көшіп келген балық.

Қазіргі уақытта бұл түр Кіші Аралды қоспағанда, бүкіл бассейнге кең таралған. Жаз мезгілінде Сырдария өзені көпшілік кіші су қоймаларында судың +32°C дейінгі температурасына төтеп беретін басым түр болып табылады, бұл аборигенді түрлер үшін максимумнан әлдеқайда жоғары. Сырдария өзені кіші су қоймаларының жекелеген учаскелерінде 1 м²-ге 60 дараққа дейін тығыздық байқалды. Ауланған балықтардың максималды жасы 2 жылдан аспады (жалғыз), көптеген іріктемелер жас шабақтар және бір жасар балықтар болды. Бұған дейін Е.Д. Васильеваның сыртқы морфологиялық және остеологиялық белгілері негізінде [413] Сырдария өзені бассейніндегі бұзаубасбалықтарды *Rh.cheni* (Nichols, 1931) жатқызған, алайда қазіргі уақытта бұл түр жарамдылық (валид) ретінде қарастырылмайды [265,266].

Өзен абботтинасы, амур шабағы, кекірелер, гамбузия, медака және элеотрис - бұл кәсіптік емес балық түрлері. Олардың ішінде тек гамбузия арнайы түрде енгізілген, ал қалған түрлері кездейсоқ келген балықтар [181]. Аталған түрлердің барлығы өзеннің өзінде де, бассейннің басқа су қоймаларында да кездеседі, бірақ олардың саны еш жерде көптеп табылмады. Аймақтың зерттелген су қоймаларында түркістан теңге балығы мен кәдімгі қарабалық жиі кездеседі. Ең аз таралған түрлері - түркістан аққайраны және ақ амур.

Сұр талма балық *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872), гольян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), оңтүстік тоғызтіккенекті шаншарбалығы *Pugitius platygaster* (Kessler 1859), шатқал тасталағышы *Cottus jaxartensis* Berg, 1916, білеу балық *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky 1855), қылышбалық *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) табылмады.

Гидрологиялық режимнің және жалпы антропогендік жүктеменің күрт өзгеруі Сырдария өзені мен оның салаларында бөгде балық түрлерінің үстемдігіне әкелмеді. Мұның ең ықтимал түсіндірмесін біз теріс антропогендік әсер ету ауқымында емес, жергілікті ихтиоценоздың жеткілікті алуантүрлілігінде көреміз. Аборигенді түрлердің бір бөлігі тікелей аулау (бекіре тұқымдас балықтар) және/немесе белгілі бір биотоптардың (сүйірікқанаттылар, шортантәрізді ақмарқа, арал албырты) толық жоғалуы нәтижесінде пайда болды, бірақ аман қалған аборигенді түрлер жеткілікті экологиялық икемділікке ие және өздерінің экологиялық орындарын мекен аударушылардан кем түспейді. Қалыптасқан қауымдастықта барлық су биотоптарындағы басқа түрлердің санын

тиімді бақылайтын көптеген жыртқыш балық түрлері бар (аборигенді шортан, көксерке, жайын, алабұға, көксерке және бөгделер жыланбас балықтары мен трегубкалар).

Балықтардағы физиологиялық стресс жағдайлар ресурстар үшін бәсекелестіктің артуы және қоршаған орта жағдайының нашарлауы кезінде пайда болады. Үзілмелі өзендерде балықтар көп энергия жұмсайды, бұл олардың жағдайы мен репродуктивті жағдайын төмендетеді. Құрғақшылық балық популяцияларына әсерін күшейтіп, қауымдастықтардың қалпына келу уақытын ұзартады. Құрғақшылықтың қарқындылығы мен бейімделудің болуы бұл үрдісті анықтайды. Қоректің сапасы мен қолжетімділігі балықтардың шоғырлануына да әсер етеді, ал макроомыртқасыздар қауымдастығы құрғақшылықтан кейін тез қалпына келе алады [55,414].

Сырдария бассейнінің су қоймаларындағы балықтар түрлерінің алуантүрлілігі мен саны жергілікті халықтың су тұтыну режиміне тікелей тәуелді.

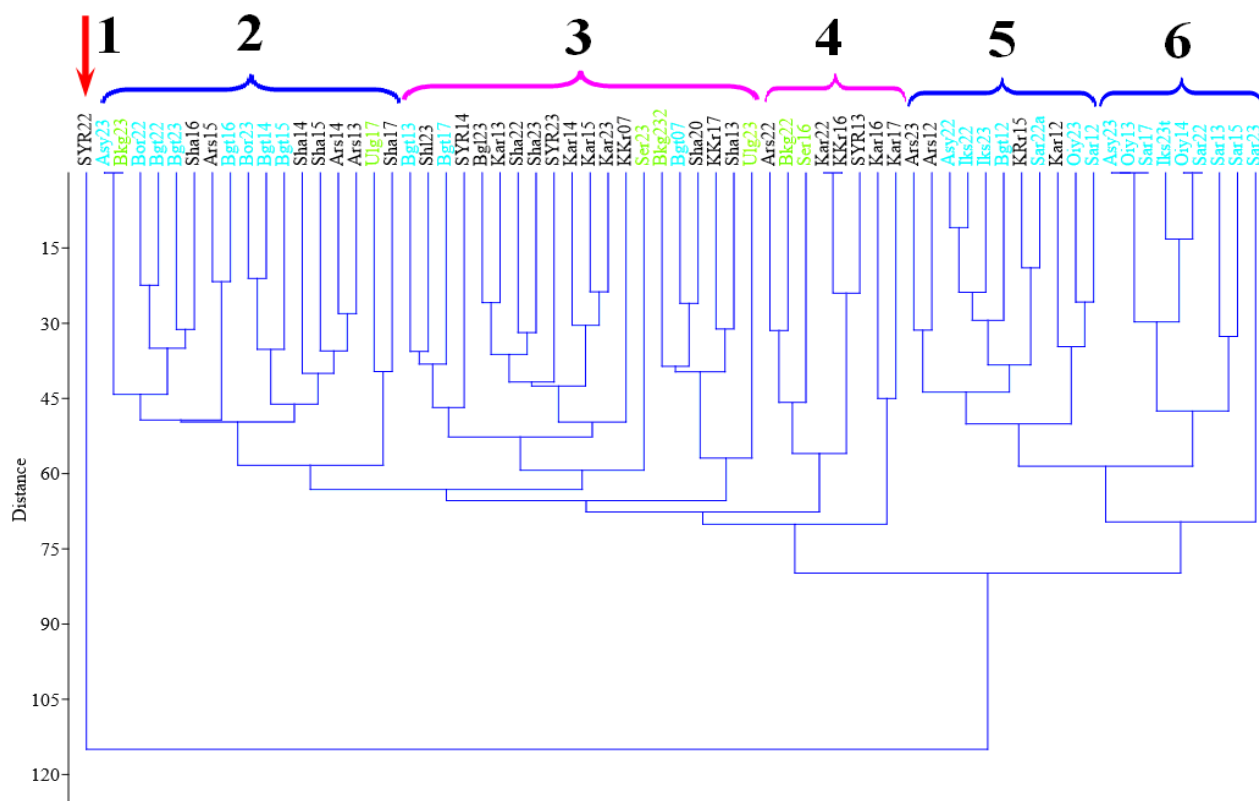
Балықтардың алуантүрлілігіне бай өзендер (10 және одан да көп): Бөген өзені, Шаян өзені, Арыстанды өзені, Қарашық өзені, Бабайқорған өзені. Өзендерді аборигендік ихтиофаунаның маңызды қоры және оның көбеюі үшін негізгі учаске ретінде қарастыруға болады. Дегенмен, антропогендік факторлар мен климаттық өзгерістер әр жылдары балық популяциясының түрлік құрамына айтарлықтай ауытқушылықтар тудырады.

Сарыбас, Икансу, Ойық және Ащысай өзендері балықтың үш түрінен аз санын қамтитын ихтиофаунаның алуантүрлілігінің төмен деңгейімен сипатталады. Бұл өзендерде су қоймаларының биік орналасуына байланысты балықтардың шектеулі түрлері бар, бұл балық популяцияларының жоғары ағысқа көшуіне жол бермейді.

Сырдария, Бөген, Шаян, Арыстанды, Боралдай, Қарашық, Сарыбас және Бабайқорған өзендерінде кемінде алты аборигендік балық түрлерінің болатындығы анықталды. Сырдария, Арыстанды, Сарыбас, Икансу, Ойық, Ащысай, Бабайқорған өзендерінде, Серт және Үлгілі сқ. 3-тен аз аборигенді балық түрлері тіркелді. Сырдария, Бөген (жазық учаскеде), Шаян, Арыстанды, Қарашық, Бабайқорған өзендерінде және Үлгілі су қоймасында кемінде үш түрден тұратын бөгде балықтардың едәуір алуантүрлілігі байқалды. Боралдай, Сарыбас, Ойық және Ащысай өзендерінде бөгде балық түрлері тіркелмеді.

Балық қауымдастықтарының түрлік алуантүрлілігі мен біркелкі таралу индексі бойынша көпжылдық деректерді талдау балық түрлерінің неғұрлым біркелкі таралуын Сарыбас, Ойық, Ащысай және Икансу өзендерінде болатынын көрсетті. 2023 ж. Бөген (тау бөктері учаскесі) және Шаян (тау бөктері учаскесі) өзендерінде түрлердің алуантүрлілігі индексінің жоғарылауы, сонымен қатар, балықтардың біркелкі таралуы Сарыбас өзенінде байқалды.

Ихтиофаунаның түрлік құрамының ұқсастығы Брей-Кертис ұқсастық коэффициентімен бағаланды [415], популяцияның алуантүрлілігі көп факторлы РСА талдауын жүргізу арқылы бағаланды [284]. Су қоймаларының ерекше топтары ихтиофаунаның әртүрлі түрлік құрамына ие (40-сурет.).



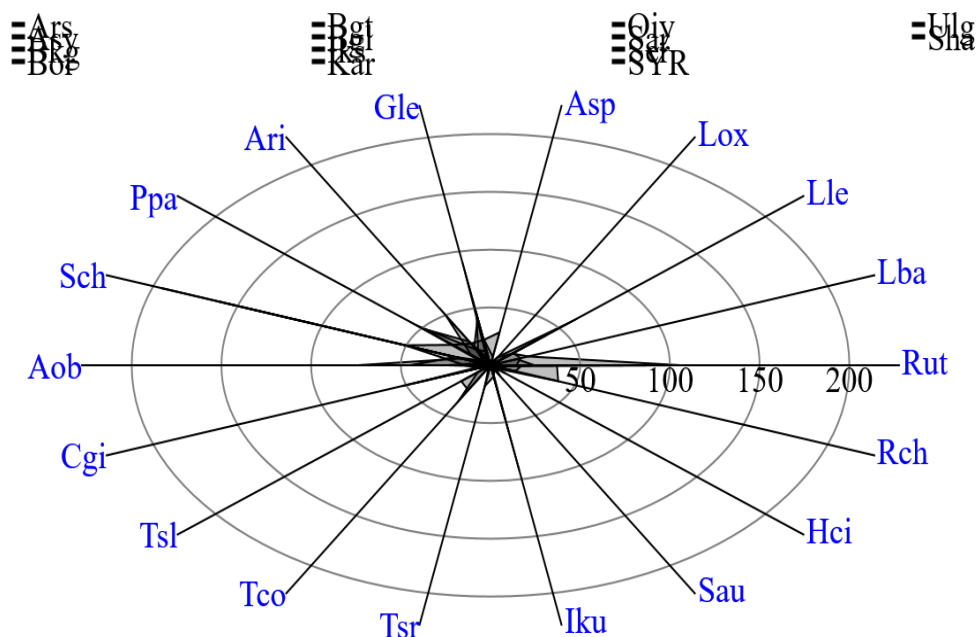
Сурет 49 - Брэй-Кертис индексіне негізделген балық алуантүрлілігінің ұқсастығы (UPGMA linkage). — жазық учаскелердегі өзендер, — таулы учаскелердегі өзендер, — суқоймалар

Су объектілерінің түрлік құрамын салыстыруда 6 негізгі топқа бөлінетіндігі анықталды (40-сурет): 1 – Сырдария өзені, 2022 ж. балықтардың жалғыз түрі шемей балығының болуымен; 2 – жазық және тау бөктеріндегі учаскелердегі өзендерде алуантүрлі аборигенді және бөгде балық түрлері бар, олардың арасында аборигендік түрлер басым; 3 - жазық учаскелердегі өзендер және кіші су қоймаларында *Rutilus* және *Gobio* ұсынылған, бірақ *Schizothorax intermedius* пен *Triplophysa* көпшілік түрінің жетіспейтін алуантүрлі ихтиофауна; 4 – жазық және тау бөктеріндегі учаскелердегі өзендерде аборигендік (*Leuciscus* және басқалары) және бөгде балықтардың алуантүрлі өкілдері бар; 5 – тау бөктері мен таулы учаскелеріндегі өзендерде алуантүрлі аборигендік ихтиофаунасы бар (*Schizothorax*, *Gobio* және т.б.); 6 – таулы учаскелердегі өзендерде аборигенді түрлері аз, негізінен *Schizothorax intermedius*, *Gobio lepidolaemus*, *Triplophysa*, *Iskandaria*.

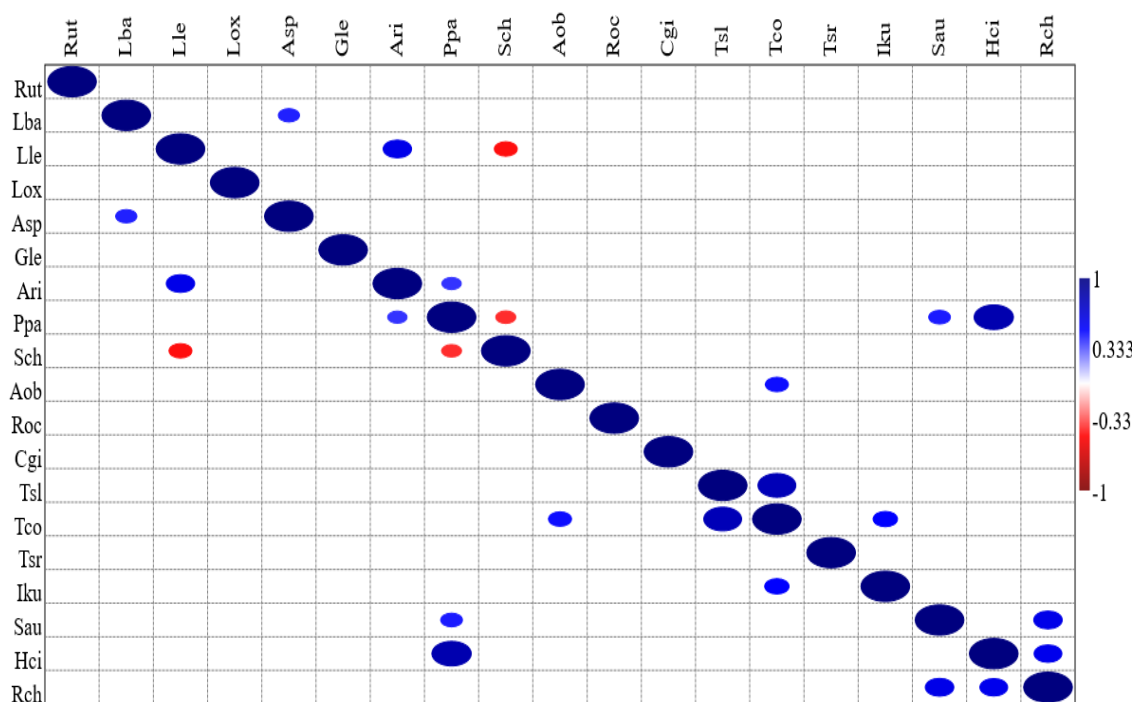
Аборигенді балықтардан үшеу - жолақты быстрянка *Alburnus taenatus*, арал қаязы *Luciobarbus brachycephalus*, сұр талма балығы *Triplophysa dorsalis* және бөгде балықтардан трегубка *Opsariichthys amurensis* балықтар тек бір рет және тек Сырдария өзенінде ғана байқалды. Айнакөз *Ballerus sapa*, қылышбалық *Pelecus cultratus*, ақ дөңмаңдай *Hypophthalmichthys molitrix* және жыланбасбалық *Channa argus* тек негізгі өзенде ғана кездесті.

Крускал-Уоллис тесті іріктемелердің медианалары арасында сенімді айырмашылықты анықтады ($H_2 = 306,6$; $p < 0,0001$). Күшті оң корреляция ($r \geq 0,75$, $p < 0,05$) 1) арал тортасы, ақмарқа, тыран, ақ амур және кәдімгі көксерке; 2) сібір

тарақ балығы, теңбіл кекіре және қытай медакасы; 3) амур шабағы, элеотрис және амур бұзаубасбалығы; 4) сазан, кәдімгі көксерке және кәдімгі шортан. Әрі қарай талдау үшін әр топтан бір ғана түр алынды (50,51-сурет).



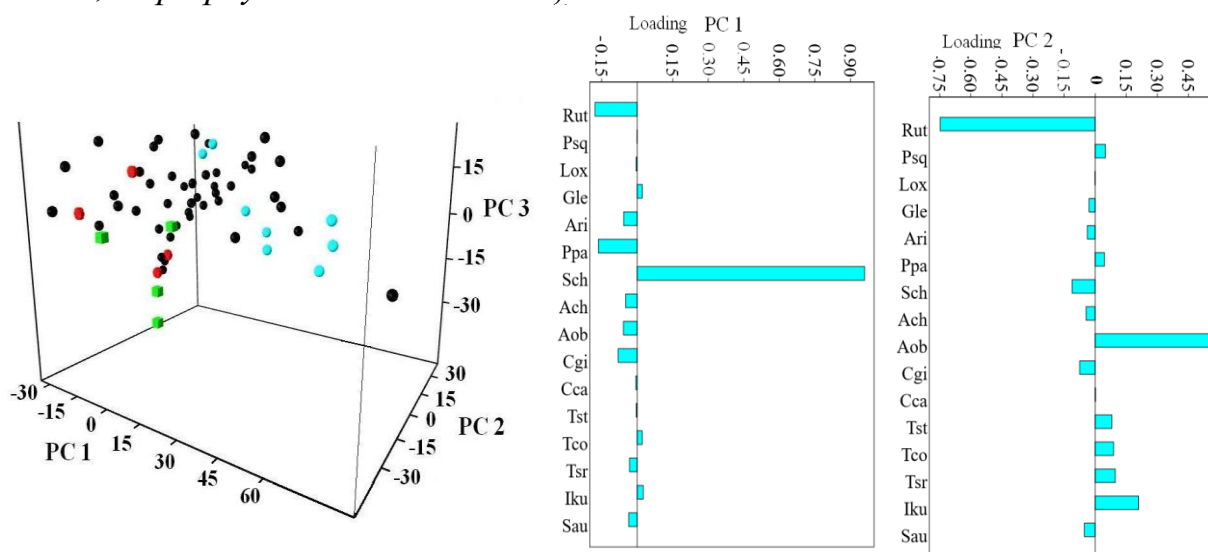
Сурет 50 - Ихтиофаунадағы алуантүрлі түрлердің әсер етуінің радиолокациялық диаграммасы



Сурет 51 – Әр түрлі түрлердің пайда болуының корреляциялық матрицасы.
 ● - сенімді оң корреляция (әдетте бірге кездеседі), ● - теріс (бірге кездеспейді)

Балықтардың алуантүрлілігінің PCA негізінен 5-6 түр бойынша су қоймаларының әртүрлі түрлерінің арасындағы айырмашылықтарды анықтады (52-сурет). Бірінші ось кәдімгі қарабалық оң корреляцияға ие болды және теріс -

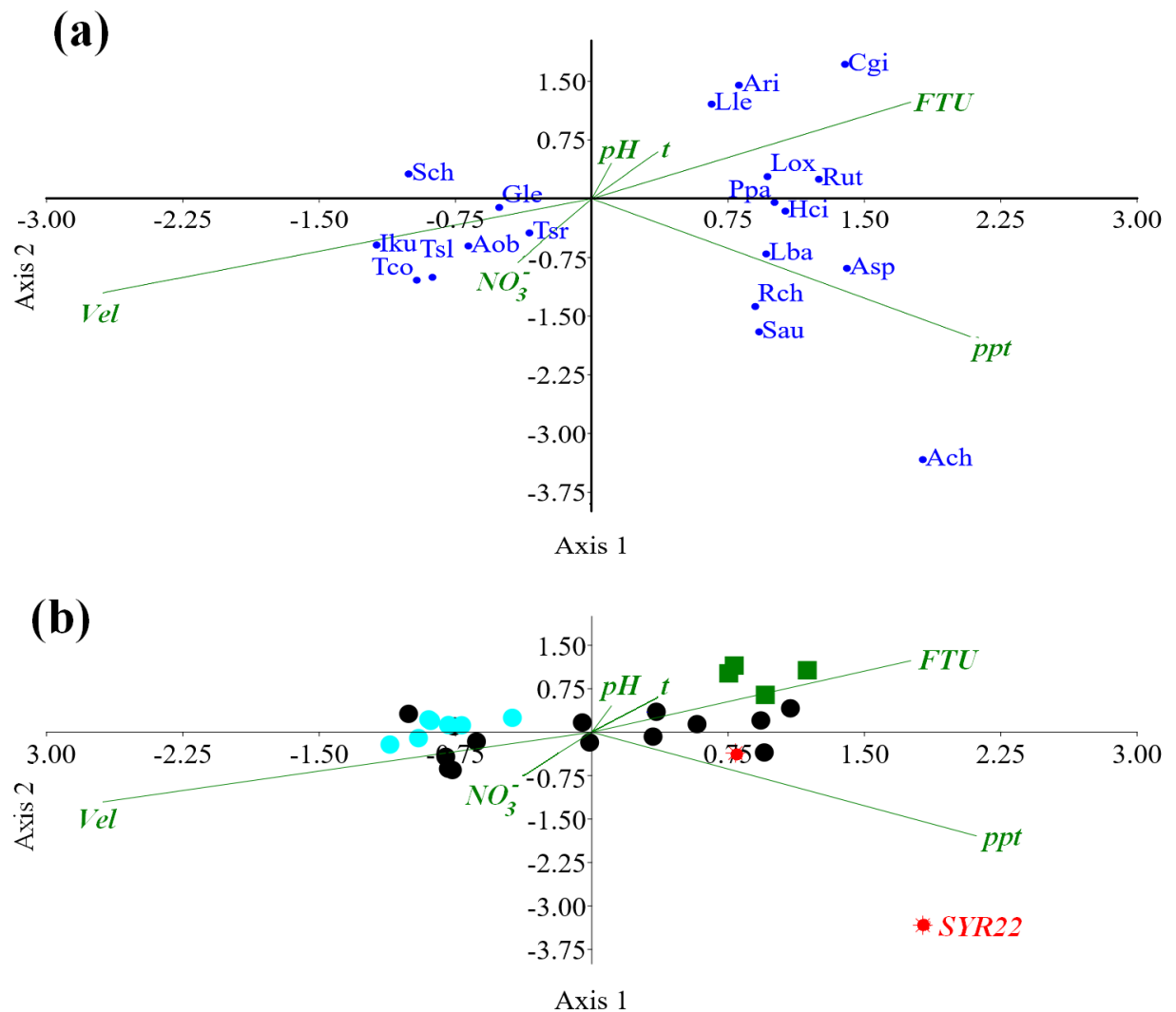
арал тортасы мен амур шабағына тиесілі. Екінші ось бойымен станциялар арасындағы айырмашылық негізінен оң байланысты *Alburnus oblongus* және *Iskandariyah kuschakewitschi* және теріс байланысты *Rutilus lacustris* және *Schizothorax intermedius* көрсетті. Су қоймаларының түрлік құрамын салыстыруда 3 негізгі топқа бөлінетіндігі анықталды: 1) аборигенді және бөгде балық түрлерінің алуантүрлілігі бар өзендердің ойпатты және тау бөктерлі учаскелері, олардың арасында аборигендік түрлер басым; 2) аборигенді және бөгде балық түрлерінің алуантүрлілігі бар өзендердің ойпатты және тау бөктерлі учаскелері, олардың арасында бөгде түрлер басым; 3) өзендердің тау бөктері және тау учаскелері алуантүрлі аборигенді ихтиофаунасы бар (*Schizothorax*, *Gobio*, *Triplophysa* және *Iskandaria*).



Сурет 52 - Негізгі компоненттер әдісімен (PCA) талдау нәтижелері

Сол жақта: әр түрлі су қоймаларынан алынған сынамалардың үш өлшемді кеңістікте орналасуы (1-3-ші негізгі компонент), мұндағы ● - өзендердің таулы және тау бөктеріндегі учаскелер, ● - өзендердің жазық учаскелерін, ■ - су қоймаларын, ● - Сырдария өзенінен алынған сынамалар. Оң жақта: 3-кестеге сәйкес балық түрлерінің қысқаруы көрсетілген 1-ші және 2-ші негізгі компоненттердің жүктемелері.

Зерттелген қоршаған ортаның айнымалылары және зерттелген өзендер мен суқоймаларындағы балықтардың алуантүрлілігі арасындағы ықтимал қатынастардың ССА нәтижелері 53-суретте келтірілген. Меншікті мәндер (лямбда) сәйкесінше бірінші (көлденең), екінші (тік), үшінші және төртінші осьтер үшін 0,612, 0,332, 0,212 және 0,106 болды. Алғашқы үш ось дисперсияның 88,1% - түсіндірді. Барлық канондық осьтер маңызды болды (Монте-Карло тесті, 499 ауыстыру; бірінші ось $F = 0,612$, $P = 0,002$; барлық осьтер $F = 1,311$, $P = 0,002$). Кәдімгі қарабалық, талма балқтар, түркістан теңге балық және ташкент үкішабақтекес балық, шемей мөлдір ағынды суы бар салалардың таулы бөлігіне қарай тартылған. Шағын су қоймаларында бозша мөңке, абботтина және зеравшан тарақ балығы көп болды.



Сурет 53 - Сырдария өзені мен оның салаларындағы сынама алынған орындар, қоршаған орта айнамашылары, ССА орта факторлары және балық түрлерінің таралу биplotты. Балық тығыздығының екі бағытты графигі (балық түрлерінің қысқартылуы А2-кестеде келтірілген) және қоршаған ортаның айнамашыларының графигі: t – pH - FTU - NO_3^- —, ● — таулы және тау бөктері учаскелеріндегі Икансу, Сарыбас және Ойық өзендері, ● — тау бөктері учаскелеріндегі өзендер, ■ — суқоймалар, ★ -Сырдария өзенінен 2022 жылы алынған сынамалар (ерекше көрсетілген).

Минералдану, лайлану, сутектік көрсеткіштің және маусымдық емес нитрат концентрациясының елеулі ауытқуы зерттелетін су қоймаларына болжанбайтын және әртүрлі антропогендік әсерді көрсетеді. Өзен суларындағы нитрат концентрациясының жоғарылауы су қоймаларындағы ауылшаруашылық әрекеттерінің негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылады [416,417,418]. 1,7 мг/л - ден асатын нитрат концентрациясы жеңіл немесе орташа бұзылған жүйелерді, ал 2,4-тен 3,6 мг/л мөлшерлер - қатты бұзылған жүйелерді көрсетуі мүмкін [419]. Нитраттардың концентрациясы біз зерттеген сынамалардың көпшілігінде, тіпті ЕҚТА-да орналасқан өзендерден де жоғары болды. Бір жағынан, бұл соңғы жылдары күзет режимінің бұзылуына байланысты болуы мүмкін; екінші жағынан, көптеген өзендердің ластануы нитраттардың Түркістан

қ. ауа-тамшылы тасымалдануынан туындауы мүмкін. 2018 жылдан 2022 жылға дейін метеорологтар Түркістанның атмосфералық ауасындағы азот диоксиді деңгейінің жоғарылағандығын жиі хабарлады [420]. Жер үсті суларынан айырмашылығы, ұңғымалардан шыққан жер асты сулары нитраттармен ластанбаған. Бұл су қоймасының жиі, бірақ қысқа мерзімді ластануын көрсетуі мүмкін (мысалы, бір рет тыңайту немесе мал жаю).

Су деңгейі, минералдану және су қоймаларының лайлануы сияқты абиотикалық жағдайлардың елеулі ауытқуы Сырдария өзені мен оның салаларында ихтиофаунаның өзгеруіне әкелді.

Жарияланған мәліметтерге сүйене отырып [172,181,391,423] және алдыңғы коллекциялар, біз кем дегенде 48 балық түрін табамыз деп күткен едік. Осы өңірге тән белгілі пілмай (*Acipenser nudiiventris* Lovetsky 1828), сырдария тасбекіресі (*Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi* (Kessler 1872)), арал албырты (*Salmo trutta aralensis* Berg 1908), түркістан қаязы *Luciobarbus capito* (Guldenstadt 1773), шортантәрізді ақмарқа (*Aspiolucius esocinus* (Kessler 1874)), сүйірікқанаттылар (*Capoetobrama kuschakewitschi* (Kessler 1872)) және оңтүстік тоғызтіккенекті (*Pungitius (Gasterosteus) platygaster aralensis* (Kessler 1877)) балықтар табылмады.

Сырдария өзенінде бұдан былай кәдімгі қарабалық, *Nemacheilidae* (бұрын 4 түрі тіркелген) және *Cobitidae* (бұрын 1 түрі тіркелген) тұқымдастарының өкілдері кездеспеді. Бөгде балық түрі *Anabarilius polylepis* (Regan, 1904) Сырдарияның осы учаскесінде тек бір рет, 2002 ж. тіркелген [423]. Теңбіл талма балығы *Triplophysa staruchii* 1960 жылдары Сырдария бассейніне енген, бірақ Сырдарияның орта ағысында бұл түр 1990 жылдары ғана көп болды [424].

Шортан мен алабұға сияқты жыртқыш балық түрлері шамамен 40 жыл бұрын Қарашық, Шаян және Бөген сияқты Сырдария салаларында табылған, бірақ қазір жоғалып кетті. Кіші өзендерден жыртқыш балықтардың жойылуы өзендердегі судың жалпы төмендеуінің нәтижесі болуы мүмкін және экожүйедегі жағымсыз өзгерістерді көрсетеді [425]. Керісінше, жаһандық дағдарысқа дейін тек Арал теңізінде және Сырдария өзенінің төменгі ағысында тіршілік еткен жергілікті шемей [174,391] қазір Сырдария өзенінің Өзбекстан бөлігінде де кең таралған [426]. Бұл түр өзінің тіршіліктік циклінің барлық кезеңдерінде пелагиялық тіршілік салтын ұстанады, сондықтан ол тек көбею кезеңінде ағынды суды қажет етеді. Түркістан теңге балығы, қытай медакасы және амур бұзаубасбалығы сияқты бөгде түрлер осы бассейнде кең таралған, өйткені олар жоғары температураға және су деңгейінің күрт өзгеруіне бейімделген [171,427].

Бекіре, шортантәрізді ақмарқа және кәдімгі қарабалықтар тіршілік ету ортасының тікелей пайдаланылуына және / немесе деградациясына байланысты жоғалып кеткен болуы мүмкін [332,428,429,430]. Сырдария өзенінде коммерциялық емес түрлердің сүйірікқанаттылар, талма балықтар, арал шырма балығы, тоғызтіккенекті шаншар балықтардың болмауы, шемейдің кең таралуымен бірге басты өзендегі тіршілік ету ортасының айтарлықтай өзгеруін анық көрсетеді.

Өткен және қазіргі алуантүрлілікті дәл анықтау әр түрлі авторлардың түр шекараларын әр түрлі түсіндіруімен қиындайды [411,412]. eDNA талдау әдісі су

іріктемелеріндегі нақты балық түрлерін дәл анықтауға мүмкіндік береді [431,432]. Алайда, біз бұл әдісті зерттеу барысында қолданған жоқпыз, өйткені біздің мақсатымыз бұрын балық түрлерінің фаунасындағы өзгерістерді және балық қауымдастықтарының функционалды алуантүрлілігін анықтау болды. Аборигенді балық түрлерінің көпшілігі Сырдария өзенінің салаларында сақталған, бірақ балықтардың α -және β -алуантүрлілігі болжанбайтын түрде өзгереді. Ірі өзендер мен олардың салалары арасындағы байланыстың бұзылуы әрқашан тіршілік ету ортасының күрделілігінің төмендеуіне және балықтардың алуантүрлілігінің сәйкесінше азаюына әкеледі [425,433,434,435,436]. Сырдария өзенін жасанды реттеу жағдайында балық алуантүрлілігінің азаюы салаларға қарағанда негізгі ағынға көбірек әсер етті.

3.5 бөлімінің түйіндемесі Сонымен, антропогендік факторлар аймақтағы бірқатар балық түрлерінің жойылуына әкелді, соның ішінде сұр талма балық, гольян, оңтүстік тоғызтіккенекті шаншарбалық, шатқал тасталағышы, арал қаязы, білеубалық және қылышбалық. Сазан, ақмарқа, тыран, бозша мөңке, көксерке және жайын балықтарының популяциясы да халық санының өсуіне байланысты олардың санына қауіп төндіреді. Аборигендік ихтиофаунаны және өңірдің тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуын қолдау үшін Қаратау мемлекеттік табиғи қорығында табиғат қорғау режимінің қатаң сақталуын қамтамасыз ету, сондай-ақ бүкіл аумақта суды ұтымды пайдаланудың тиімді әдістерін енгізуді қажет етеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Сырдария бассейнінің ихтиофаунасын біз жүргізген зерттеу келесі тұжырымдар жасауға мүмкіндік берді:

1. Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендердің зерттелген учаскелерде су деңгейінің ауытқуы 2022-2024 жылдары табиғи режимнен ерекшеленді, су тасқыны кезінде өзенде су деңгейі жоғары болып, жаз мезгілінде минералдану мен лайлану деңгейі артты. Тау бөктеріндегі аймақтарда егістік алқаптарын суару үшін пайдаланылуына байланысты Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендердің көпшілігі Сырдария өзеніне жетпей қалды. Нитрат иондарының жоғарылауы көптеген өзендерде, соның ішінде ЕҚТА-да байқалады. Ойық, Боралдай және Арыстанды өзендері салыстырмалы түрде таза болып қалды.

2. Уақыт аспектісінде Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймаларында абorigенді балықтар санының азаюы және бөгде балық түрлерінің көбеюі байқалады. Біздің зерттеулеріміздің нәтижелері бойынша балықтардың алуантүрлілігі мен абorigенді түрлердің саны айтарлықтай төмендегені анықталды. Біздің зерттеу кезеңінде ихтиофауна 1 класс, 6 отряд, 17 тұқымдас, 29 түрден тұрды. Таксономиялық алуантүрлілікте тұқытәрізді отрядының өкілдері басым болды. Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші өзендері мен салалардағы абorigенді балық түрлерінің көпшілігі Сырдария бассейнінде әлі күнге дейін сақталған. Алайда, зерттелген орындардың ешқайсысында олар бір уақытта бірдей кездескен жоқ. Көптеген абorigенді түрлер бұрын белгілі деректермен салыстырғанда олардың ауқымы айтарлықтай азайған. Өзеннің қайнар көзінен бастап сағаларына қарай балықтар қауымдастығы өзгеріске ұшырады. Балықтардың ең көп таралған түрлері *Leuciscus lehmanni*, *Schizothorax intermedius*, *Gobio lepidolaemus* және *Triplophysa strauchii* болды.

3. Кіші су қоймаларда тіршілік ететін абorigенді балықтардың, әсіресе кәдімгі қарабалықтардың тіршілік етуіне қолайлы ортасы - Ойық және Сарыбас өзендері болып табылды, осы өзендер салыстырмалы түрде физика-химиялық көрсеткіштерінің тұрақтылығымен сипатталды. Сонымен қатар, айтарлықтай антропогендік жүктемеге ұшыраған Қарашық өзені қысқа циклді бөгде балық түрі - амур шабағы үшін қолайлы орта болып табылды. Алғаш рет Сырдария бассейніне кіретін өзендердегі абorigенді (*Leuciscus baicalensis*, *Leuciscus lehmanni*, *Petroleuciscus squaliusculus*, *Gobio lepidolaemus*, *Triplophysa stolickai*) және бөгде балық түрлерінің *Triplophysa strauchii* мен *Oryzias sinensis* биологиялық көрсеткіштері зерттелді. Зерттеу нәтижелері антропогендік, биотикалық және абиотикалық факторлардың жиынтық әсер етуіне байланысты аймақтағы балықтардың алуантүрлілігінің, әсіресе абorigенді түрлердің азайғандығын көрсетті. Бұл осы түрлердің тіршілік ету ареалының қысқаруына әкеліп соқтырды. Көптеген абorigенді балық түрлерінің биологиялық көрсеткіштері ғылыми әдебиеттерден алынған мәліметтерге сәйкес келді.

4. Сырдария бассейніне кіретін кіші өзендердегі абorigенді түрлерден *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi*, *Schizothorax intermedius*,

Leuciscus lehmanni, *Sabanejewia aralensis*, *Alburnoides oblongus*, *Gobio lepidolaemus* және бөгде балық түрі *Triplophysa strauchii* молекулалық алуантүрлілігін талдау үшін мтДНҚ-ның CO1 генінің фрагменті зерттелді. Нәтижелер Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі кіші су қоймаларындағы *Schizothorax intermedius* генетикалық бірегей екендігін, яғни оның басқа су қоймаларындағы популяциялардан генетикалық оқшауланғандығын көрсетті. Генетикалық талдау нәтижесінде Сырдария бассейнінің өзендеріндегі балықтардың екі түрі – *Triplophysa strauchii* және *Triplophysa coniptera* екі топқа дифференциацияланатығы анықталды. Сонымен, Сырдария бассейніндегі кәдімгі қарабалық бұрынғы тұжырымнан әлдеқайда алуантүрлі екендігі анықталды. *Schizothorax intermedius* филогенетикалық жағдайы мен таксономиясын толығымен зерттеуді қажет етеді.

5. Антропогендік жүктеменің арту жағдайында Қаратаудың оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендерінен сұр талма балық *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872), гольян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), оңтүстік тоғызтіккенекті шаншар балығы *Pugitius platygaster* (Kessler 1859), шатқал тасталағышы *Cottus jaxartensis* Berg, 1916, арал қаязы *Barbus brachycephalus* Kessler, 1872, білеу балық *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky 1855), қылышбалық *Pelecus cultratus*, (Linnaeus, 1758) жоғалып кетті. Аймақтағы халық санының өсуіне байланысты сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, ақмарқа *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758), тыран *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), бозша мөңке *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), көксерке *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), жайын *Siluris glanis* Linnaeus, 1758 популяцияларының одан әрі тұрақты тіршілік етуі маңызды мәселе болып тұр. Абorigендік ихтиофаунаны сақтау және өңірдің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін Қаратау мемлекеттік табиғи қорығында қорғау режимін қатаң сақтау, сондай-ақ өңірдің бүкіл аумағында суды пайдаланудың ұтымды әдістерін енгізу қажет.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Visconti P., Bakkenes M., Baisero D., Brooks T., Butchart S. H., Joppa L., Alkemade R., Di Marco M., Santini L., Hoffman M., Maiorano L., Pressey R.L., Arponen A., Boitani L., Reside A.E., Van Vuuren D.P., Rondinini C. Projecting global biodiversity indicators under future development scenarios //Conservation Letters. – 2016. – Т. 9. – №. 1. – С. 5-13. doi.org/10.1111/conl.12159.
- 2 Curnow J. Environmental economics in UK environmental policy: Defra's 25 Year Environment Plan //Journal of Environmental Economics and Policy. – 2019. – Т. 8. – №. 4. – С. 353-358. doi.org/10.1080/21606544.2019.1601135.
- 3 Groffman P.M., Baron J.S., Blett T., Gold A.J., Goodman I., Gunderson L.H., Levinson B.M., Palmer M.A., Paerl H.W., Peterson G.D., Poff N.R., Rejeski D.W., Reynolds J.F., Turner M.G., Weathers K.C., Wiens J. Ecological Thresholds: The Key to Successful Environmental Management or an Important Concept with No Practical Application?// Ecosystems – 2006. – Vol.9. – P.1-13. doi.org/10.1007/s10021-003-0142-z.
- 4 The EU biodiversity strategy to 2020. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011 -27 p. DOI: 10.2779/39229.
- 5 Vörösmarty C. J., McIntyre P.B., Gessner M. O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S. E., Sullivan C. A., R. Liemann C., Davies P. M. Global threats to human water security and river biodiversity //nature. – 2010. – Т. 467. – №. 7315. – С. 555-561. doi: 10.1038/nature09440.
- 6 Reid A.J., Carlson A.K., Creed I.F., Eliason E.J., Gell P.A., Johnson P.T.J., Kidd K.A., MacCormack T.J., Olden J.D., Ormerod S.J., Smol J.P., Taylor W.W., Tockner K., Vermaire J.C., Dudgeon D., S.J. Cooke. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity //Biological reviews. – 2019. – Т. 94. – №. 3. – С. 849-873. doi.org/10.1111/brv.12480.
- 7 Keyes A.A., McLaughlin J.P., Barner A.K., Dee L.E. An ecological network approach to predict ecosystem service vulnerability to species losses //Nature communications. – 2021. – Т. 12. – №. 1. – С. 1586. doi.org/10.1038/s41467-021-21824-x.
- 8 Closs G., Krkosek M., Olden J. D. (ed.). Conservation of freshwater fishes. – Cambridge University Press, 2016. – №. 20.
- 9 Perrin S.W., Bærum K.M., Helland I.P., Finstad A.G. Forecasting the future establishment of invasive alien freshwater fish species //Journal of Applied Ecology. – 2021. – Т. 58. – №. 11. – С. 2404-2414. doi: 10.1111/1365-2664.13993.
- 10 Froese R., Pauly D., 2012. FishBase.World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 11/2024.
- 11 Fridman S. Ontogeny of the osmoregulatory capacity of teleosts and the role of ionocytes //Frontiers in Marine Science. – 2020. – Т. 7. – С. 709. doi.org/10.3389/fmars.2020.00709.
- 12 Bond C.E., 1996. Biology of Fishes, second edition. Saunders College Publishing, New York.
- 13 King M. Fisheries biology, assessment and management. – John Wiley & Sons, 2013. -405 p., ISBN: 9781118688052.

- 14 Nelson J.S. Fishes of the world: 5th edn. / J.S. Nelson, T.C. Grande, M.V.H. Wilson. — Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. — 752 p.
- 15 Cavin L. Freshwater fishes: 250 million years of evolutionary history.— Elsevier, 2017. ISBN: 9781785481383.
- 16 Чеботарева Ю.В., Савоскул С.П., Пичугин М.Ю., Савваитова К.А., Максимов С.В. Характеристика аномалий в строении внешних и внутренних органов у рыб// Разнообразие рыб Таймыра. – М.: Наука, 1999. - С.142-146.
- 17 Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб// Успехи современной биологии. 1999. - №2. - С.165-177.
- 18 Grabarkiewicz J.D., Davis W.S. An introduction to freshwater fishes as biological indicators – Washington: United States Environmental Protection Agency, 2008. - 96 p.
- 19 Villéger S., Brosse S., Mouchet M., Mouillot D., Vanni M.J. Functional ecology of fish: current approaches and future challenges //Aquatic Sciences. – 2017. – T. 79. – С. 783-801. doi.org/10.1007/s00027-017-0546-z.
- 20 Lausch A., Bannehr L., Beckmann M., Boehm C., Feilhauer H., Hacker J.M., Heurich M., Jung A., Klenke R., Neumann C., Pause M., Rocchini D., Schaepman M.E., Schmidtlien S., Schultz K., Selsam P., Settele J., Skidmore A.K., Cord A.F. Linking Earth Observation and taxonomic, structural and functional biodiversity: Local to ecosystem perspectives //Ecological Indicators. – 2016. – T. 70. – С. 317-339. doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.022.
- 21 Colin N., Villéger S., Wilkes M., Adolfo de Sostoa, Maceda-Veiga A. Functional diversity measures revealed impacts of non-native species and habitat degradation on species-poor freshwater fish assemblages //Science of the Total Environment. – 2018. – T. 625. – С. 861-871. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.316.
- 22 King A. Chemical and biological stressors threaten native fish diversity in the Spring River subbasin of Kansas. – 2022. <https://digitalcommons.pittstate.edu/etd/397>.
- 23 Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lévêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stiassny M.L.J., Sullivan C.A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges //Biological reviews. – 2006. – T. 81. – №. 2. – С. 163-182.. doi.org/10.1017/S1464793105006950.
- 24 Dudgeon D., Smith R.E.W. Exotic species, fisheries and conservation of freshwater biodiversity in tropical Asia: the case of the Sepik River, Papua New Guinea //Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. – 2006. – T. 16. – №. 2. – С. 203-215. doi.org/10.1002/aqc.713.
- 25 Okwuosa O.B., Eyo J.E., Omovwoghovie E.E. Role of fish as bioindicators: A Review //Iconic Res. Eng. J. – 2019. – T. 2. – С. 1456-8880. IRE 1703057 ISSN: 2456-8880.
- 26 Payne M.R. Climate change at the dinner table// Nature – 16 May 2013. – Vol.1,497. – P.320-321. doi.org/10.1038/497320a.
- 27 Cheung W.W.L., Watson R., Pauly D. Signature of ocean warming in

global fisheries catch// Nature – 16 May 2013. – Vol.1,497. – P.365-368. doi.org/10.1038/nature12156.

28 Hey J., Waples R.S., Arnold M.L., Butlin R.K., Harrison R.G. Understanding and confronting species uncertainty in biology and conservation //Trends Ecol Evol – 2003. – Vol.1,18. - P.597–603. DOI: 10.1016/j.tree.2003.08.014.

29 Frankham R., Ballou J.D., Dudash M.R., Eldridge M.D.B., Fenster C.B., Lacy R.C., Mendelson III J.R., Porton I.J., Ralls K., Ryder O.A. Implications of different species concepts for conserving biodiversity //Biological Conservation. – 2012. – T. 153. – C. 25-31. doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.034.

30 Pante E., Puillandre N., Viricel A., Arnaud-Haond S., Aurelle D., Castelin M., Chenuil A., Destombe C., Forcioli D., Valero M., Viard F., Samadi S. Species are hypotheses: avoid connectivity assessments based on pillars of sand //Molecular Ecology. – 2015. – T. 24. – №. 3. – C. 525-544. doi.org/10.1111/mec.13048.

31 Nordling L. Hazy goals hold up conservation // Nature. 2009. – Vol.1,461. – P.1037.

32 Ely C.V., Sérgio Bordignon A.L, Trevisan R., Boldrini I.I. Implications of poor taxonomy in conservation //Journal for Nature Conservation. – 2017. – T. 36. – C. 10-13. doi.org/10.1016/j.jnc.2017.01.003.

33 Severskiy I.V. Water-related problems of Central Asia: Some results of the (GIWA) international water assessment program //AMBIO: A Journal of the Human Environment. – 2004. – T. 33. – №. 1. – C. 52-62.

34 Cretaux J.F., Letolle R., Bergé-Nguyen M. History of Aral Sea level variability and current scientific debates //Global and Planetary Change. – 2013. – T. 110. – C. 99-113. doi: 10.1016/j.gloplacha.2013.05.006.

35 Varis O. Resources: Curb vast water use in central Asia //Nature. – 2014. – T. 514. – №. 7520. – C. 27-29. doi.org/10.1038/514027a.

36 Haas C., Lévy J. The Aral Sea. EPFL. France. pp. 75 (2014).

37 Wheeler W. Environment and post-soviet transformation in Kazakhstan's Aral Sea region: Sea changes. – UCL Press, 2021.

38 Ermakhanov Z.K., Plotnikov I.S., Aladin N.V., Micklin P. Changes in the Aral Sea ichthyofauna and fishery during the period of ecological crisis //Lakes & Reservoirs: Research & Management. – 2012. – T. 17. – №. 1. – C. 3-9. doi.org/10.1111/j.1440-1770.2012.00492.x.

39 Oliver T.H., Morecroft M.D. Interactions between climate change and land use change on biodiversity: attribution problems, risks, and opportunities //Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change. – 2014. – T. 5. – №. 3. – C. 317-335. doi.org/10.1002/wcc.271.

40 Knouft J.H., Chu M.L. Using watershed-scale hydrological models to predict the impacts of increasing urbanization on freshwater fish assemblages //Ecohydrology. – 2015. – T. 8. – №. 2. – C. 273-285. doi.org/10.1002/eco.1506.

41 Gaudard A., Weber Ch, Alexander T.J., Hunziker S., Schmid M. Impacts of using lakes and rivers for extraction and disposal of heat //Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. – 2018. – T. 5. – №. 5. – C. e1295. doi.org/10.1002/wat2.1295.

42 Pelletier J.D., Murray A.B., Pierce J.L., Bierman P.R., Breshears D.D., Crosby B.T., Ellis M., Foufoula-Georgiou E., Heimsath A.M., Houser C., Lancaster

N., Marani M., Merritts D.J., Moore L.J., Pederson J.L., Poulos M.J., Rittenour T.M., Rowland J.C., Ruggiero P., Ward D.J., Wickert A.D., Yager E.M. Forecasting the response of Earth's surface to future climatic and land use changes: A review of methods and research needs //Earth's Future. – 2015. – T. 3. – №. 7. – C. 220-251. doi.org/10.1002/2014EF000290.

43 Bonan G.B., Doney S.C. Climate, ecosystems, and planetary futures: The challenge to predict life in Earth system models //Science. – 2018. – T. 359. – №. 6375. – C. eaam8328. doi.org/10.1126/science.aam8328.

44 Woodward G., Perkins D.M., Brown L.E. Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization //Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2010. – T. 365. – №. 1549. – C. 2093-2106.. doi.org/10.1098/rstb.2010.005.

45 Ward J.V., Stanford J. A. The serial discontinuity concept: Extending the model of floodplain rivers //Regulated Rivers: Research & Management. – 1995. – V.10. – P.159–168. doi.org/10.1002/rrr.3450100211.

46 Lin H.Y., Brown C.J., Dwyer R.G., Harding D.J., Roberts D.T., Fuller R.A., Possingham H.P. Impacts of fishing, river flow and connectivity loss on the conservation of a migratory fish population //Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. – 2018. – T. 28. – №. 1. – C. 45-54. doi.org/10.1002/aqc.2831.

47 Petts G.E., Galow P. (eds). River Restoration. - Blackwell, Oxford, 1996. - 412 p. ISBN0865429197.

48 Haddeland I., Heinke J., Biemansd H., Eisner S., Flörke M., Hanasaki N., Konzmann M., Ludwig F., Masaki Y., Schewe J., Stackeg T., Tessler Z.D., Wada Y., Wisser D. Global water resources affected by human interventions and climate change //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2014. – T. 111. – №. 9. – C. 3251-3256. doi/10.1073/pnas.1222475110.

49 Harby A., Alfredsen K., Fjeldstad H.P., Halleraker J.H., Arnekleiv J.V., Borsasnyi P., Flodmark L.E.W., Saltveit S. J., Johansen S., Vehanen T., Huusko A., Clarke K., Scruton D. Ecological impacts of hydro peaking in rivers // In: Honningsvåg B., Midttome G.H., Repp K., Vaskinn K., Western T. (eds.) Hydropower in the New Millenium. - Swets & Zeitlinger, Lisse, 2001. – P.249–256. doi.org/10.1201/9781003078722-33.

50 Palmer M., Ruhi A. Linkages between flow regime, biota, and ecosystem processes: Implications for river restoration //Science. – 2019. – T. 365. – №. 6459. – C. eaaw2087.doi.org/10.1126/science.aaw2087.

51 Labbe T.R., Fausch K.D. Dynamics of intermittent stream habitat regulate persistence of a threatened fish at multiple scales //Ecological Applications. – 2000. – T. 10. – №. 6. – C. 1774-1791. doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1774:DOISHR]2.0.CO;2.

52 Humphries P., Baldwin D.S. Drought and aquatic ecosystems: an introduction //Freshwater biology. – 2003. – T. 48. – №. 7. – C. 1141-1146. doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01092.x.

53 Lennox R.J., Crook D.A., Moyle P.B., Struthers D.P., Cooke S.J. Toward a better understanding of freshwater fish responses to an increasingly drought-stricken world. //Reviews in fish biology and fisheries. – 2019. – T. 29. – C. 71-92.

doi.org/10.1007/s11160-018-09545-9.

54 Schlosser I.J. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes // *Ecology*. - 1985. - V.66. - P.1484–1490. doi.org/10.2307/1938011.

55 Wagner I., Zalewski M. Temporal changes in the abiotic/biotic drivers of selfpurification in a temperate river // *Ecological Engineering*. – 2016. – T. 94. – C. 275-285. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.073.

56 Allan J.D., Castillo M.M., Capps K.A. The abiotic environment // *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. – 2021. – C. 101-139. doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3_5.

57 Ruuhijärvi J.M., Vesala R.S., Westermarck A., Olin M., Keskitalo J., Lehtovaara A. Recovery of the fish community and changes in the lower trophic levels in a eutrophic lake after a winter kill of fish // *Hydrobiologia*. – 2010. – V.646. – P.145–158. doi.org/10.1007/s10750-010-0186-y.

58 Pearce F. When Rivers Run Dry: Water – The Defining Crisis of Twenty-First Century. - Eden Books, Beacon Press, 2006. - 324 p. ISBN -13: 978-0-8070-8573-8 <http://www.beacon.org/>.

59 Levin L.A., Liu K-K., Emeis K-C., Breitburg D.L., Cloern J., Deutsch C., Giani M., Goffart A, Hofmann E.E., Lachkar Z., Limburg K., Liu S.M., Montes E., Naqvi W., Ragueneau O., Rabouille C., Sarkar S.K., Swaney D.P., Wassman P., Wishner K.F. Comparative biogeochemistry–ecosystem–human interactions on dynamic continental margins // *Journal of Marine Systems*. – 2015. – T. 141. – C. 3-17. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.04.016>.

60 Upadhyay R.K. Markers for global climate change and its impact on social, biological and ecological systems: A review // *American Journal of Climate Change*. – 2020. – T. 9. – №. 03. – C. 159. 10.4236/ajcc.2020.93012.

61 McCluney K. E., Poff N.L., Palmer M.A., Thoro J.H., Poole G.C., Williams B.S., Williams M.R., Baron J.S. Riverine macrosystems ecology: sensitivity, resistance, and resilience of whole river basins with human alterations // *Frontiers in Ecology and the Environment*. – 2014. – T. 12. – №. 1. – C. 48-58. doi.org/10.1890/120367.

62 Sabater S., Stevenson R. J. Foreword: Global change and river ecosystems—implications for structure, function, and ecosystem services // *Hydrobiologia*. – 2010. – T.657.–C. 1-2. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0463-9>.

63 Mas-Martí E., García-Berthou E., Sabater S., Tomanova S., Munoz I. Comparing fish assemblages and trophic ecology of permanent and intermittent reaches in a Mediterranean stream // *Global change and river ecosystems—Implications for structure, function and ecosystem services*. – 2010. – C. 167-180. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0608-8_12.

64 Ricciardi A., Rasmussen J.B. Extinction rates of North American freshwater fauna// *Conservation Biology*. – 1999. - Vol. 13. - P. 1220-1222. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98380.x>.

65 Costello M. J., Claus S., Dekeyzer S., Vandepitte L., Tuama E.O., Lear D., Tyler-Walters H. Biological and ecological traits of marine species // *PeerJ*. – 2015. – T. 3. – C. e1201. DOI:10.7717/peerj.1201.

- 66 Jia Y., Kennard M.J., L Y., Sui X., Li K., Wang G., Chen Y. Human disturbance and long-term changes in fish taxonomic, functional and phylogenetic diversity in the Yellow River, China //Hydrobiologia. – 2020. – T. 847. – №. 18. – C. 3711-3725. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04244-8>.
- 67 O'Briain R. Climate change and European rivers: An eco-hydromorphological perspective //Ecohydrology. – 2019. – T. 12. – №. 5. – C. e2099. doi.org/10.1002/eco.2099.
- 68 Sabater S., Tockner K. Effects of hydrologic alterations on the ecological quality of river ecosystems //Water scarcity in the Mediterranean: Perspectives under global change. – 2010. – C. 15-39. https://doi.org/10.1007/698_2009_24.
- 69 Liu W., Zhan J., Zhao F., Yan H., Zhang F., Wei X. Impacts of urbanization-induced land-use changes on ecosystem services: A case study of the Pearl River Delta Metropolitan Region, China //Ecological Indicators. – 2019. – T. 98. – C. 228-238. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.054>.
- 70 Matthews W. J., Marsh-Matthews E. Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity //Freshwater biology. – 2003. – T. 48. – №. 7. – C. 1232-1253. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01087.x>.
- 71 Maestre F.T., Salguero-Gómez R., Quero J.L. It is getting hotter in here: determining and projecting the impacts of global environmental change on drylands //Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2012. – T. 367. – №. 1606. – C. 3062-3075. doi.org/10.1098/rstb.2011.0323.
- 72 Vicente-Serrano S.M., Quiring S.M., Peña-Gallardo M., Yuan S., Domínguez-Castro F. A review of environmental droughts: Increased risk under global warming? //Earth-Science Reviews. – 2020. – T. 201. – C. 102953. doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102953.
- 73 Mosley L.M. Drought impacts on the water quality of freshwater systems; review and integration //Earth-Science Reviews. – 2015. – T. 140. – C. 203-214. doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.11.010.
- 74 Dewson Z. S., James A. B. W., Death R. G. Invertebrate community responses to experimentally reduced discharge in small streams of different water quality //Journal of the North American Benthological Society. – 2007. – T. 26. – №. 4. – C. 754-766.
- 75 Harrity E. J., Stevens B. S., Conway C. J. Keeping up with the times: Mapping range-wide habitat suitability for endangered species in a changing environment //Biological Conservation. – 2020. – T. 250. – C. 108734. doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108734.
- 76 Lytle D.A., Poff N. L. R. Adaptation to natural flow regimes //Trends in ecology & evolution. – 2004. – T. 19. – №. 2. – C. 94-100. [doi:10.1016/j.tree.2003.10.002](https://doi.org/10.1016/j.tree.2003.10.002).
- 77 Sergio F., Blas J., Hiraldo F. Animal responses to natural disturbance and climate extremes: a review //Global and Planetary Change. – 2018. – T. 161. – C. 28-40. doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.10.009.
- 78 Cook B.I., Mankin J. S., Anchukaitis K. J. Climate change and drought: From past to future //Current Climate Change Reports. – 2018. – T. 4. – C. 164-179. <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0093-2>.

- 79 Naumann G., Alfieri L., Wyser K., Mentaschi L., Betts R.A., Carrao H., Spinoni J., Vogt J., Feyen L. Global changes in drought conditions under different levels of warming // *Geophysical Research Letters*. – 2018. – T. 45. – №. 7. – C. 3285-3296. doi.org/ 10.1002/2017GL076521.
- 80 Pyke G.H. Optimal foraging theory: a critical review // *Annual review of ecology and systematics*. – 1984. – T. 15. – C. 523-575.
- 81 Pous M.B. Macroinvertebrate variability in mediterranean and temperate streams: unimpacted and impacted river basins. – 2014.
- 82 Grant P.R., Huey R.B., Johnson M.T.J., Knoll A.H., Schmitt J. Evolution caused by extreme events // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2017. – T. 372. – №. 1723. – C. 20160146. doi.org/10.1098/rstb.2016.0146.
- 83 Nilsson C., Ekblad A., Dynesius M., Backe S., Gardfjell M., Carlberg B., Hellqvist S., Jansson R. A comparison of species richness and traits of riparian plants between a main river channel and its tributaries // *Journal of Ecology*. – 1994. – C. 281-295. <https://doi.org/10.2307/2261296>.
- 84 Gaeta J.W., Sass G.G., Carpenter S.R. Drought-driven lake level decline: effects on coarse woody habitat and fishes // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2014. – T. 71. – №. 2. – C. 315-325. doi.org/10.1139/cjfas-2013-0451.
- 85 Driver L.J., Hoeinghaus D.J. Spatiotemporal dynamics of intermittent stream fish metacommunities in response to prolonged drought and reconnectedness // *Marine and Freshwater Research*. – 2015. – T. 67. – №. 11. – C. 1667-1679. doi.org/10.1071/MF15072.
- 86 Magoulick D.D., Dekar M.P., Hodges S.W., Scott M.K., Rabalais M.R., Bare C.M. Hydrologic variation influences stream fish assemblage dynamics through flow regime and drought // *Scientific reports*. – 2021. – T. 11. – №. 1. – C. 10704. doi.org/10.1038/s41598-021-89632-3.
- 87 Flodmark L.E., Urke H.A., Halleraker J.H., Arnekleiv J.V., Vollestad L. A., Poleo A. B. Cortisol and glucose responses in juvenile brown trout subjected to a fluctuating flow regime in an artificial stream // *Journal of Fish Biology*. – 2002. – V.60. – P.238–248 <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02401.x>.
- 88 Jeppesen E., Brucet S., Naselli-Flores L., Papastergiadou E., Nöges, T., Nöges, P., Attayde J.L., Zohary, T., Coppens J., Bucak T., Menezes R.F., Freitas F.R.S., Kernan M., Søndergaard M., Beklioglu M. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity // *Hydrobiologia*. – 2015. – T. 750. – C. 201-227 <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2169-x>.
- 89 Arthington A.H., Dulvy N.K., Gladstone W., Winfield I.J. Fish conservation in freshwater and marine realms: status, threats and management // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. – 2016. – T. 26. – №. 5. – C. 838-857. doi.org/10.1002/aqc.2712.
- 90 Vehanen T., Bjerke P. L., Heggens J., Huusko A., Mäki-Petäys A. Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial streams // *Journal of Fish Biology*. – 2000. – V.56. – P.923–937. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00882.x>.

- 91 Caiola N. Ibáñez C., Verdú J., Munné A. Effects of flow regulation on the establishment of alien fish species: A community structure approach to biological validation of environmental flows //Ecological Indicators. – 2014. – T. 45. – C. 598-604. doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.05.012.
- 92 Fornaroli R., Muñoz-Mas R., Martinez-Capel F. Fish community responses to antecedent hydrological conditions based on long-term data in Mediterranean river basins (Iberian Peninsula) //Science of the Total Environment. – 2020. – T. 728. – C. 138052. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138052.
- 93 Oberdorff T., Hugueny B., Vigneron T. Is assemblage variability related to environmental variability? An answer for riverine fish //Oikos. – 2001. – T. 93. – №. 3. – C. 419-428. https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.930307.x.
- 94 Hamilton P. B. Cowx I.G., Oleksiak M.F., Griffiths A.M., Grahn M., Stevens J.R., Carvalho G.R., Nicol E., Tyler C.R. Population-level consequences for wild fish exposed to sublethal concentrations of chemicals—a critical review //Fish and Fisheries. – 2016. – T. 17. – №. 3. – C. 545-566.doi.org/10.1111/faf.12125.
- 95 McKenzie D. J., Zhang Y., , Eliason E.J., Schulte P.M., Claireaux G., Blasco F.R., Nati J.J.H., Farrell A.P. Intraspecific variation in tolerance of warming in fishes //Journal of Fish Biology. – 2021. – T. 98. – №. 6. – C. 1536-1555.doi.org/10.1111/jfb.14620.
- 96 Gebrekiros S.T. Factors affecting stream fish community composition and habitat suitability //Journal of Aquaculture and Marine Biology. –2016. –T.4. –№.2. – C.00076. DOI: 10.15406/jamb.2016.04.00076.
- 97 Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R. Wall D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100 //science. – 2000. – T. 287. – №. 5459. – C. 1770-1774. https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770.
- 98 Rahel F.J., Olden J.D. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species //Conservation biology. – 2008. – T. 22. – №. 3. – C. 521-533. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00950.x.
- 99 de Visser S., Scherer L., Barbarossa V. Characterization factors for the impact of climate change on freshwater fish species //Ecological Indicators. – 2023. – T. 150. – C. 110238. doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110238.
- 100 Mueter F. J., Litzow M. A. Sea ice retreat alters the biogeography of the Bering Sea continental shelf //Ecological Applications. – 2008. – T. 18. – №. 2. – C. 309-320. https://doi.org/10.1890/07-0564.1
- 101 Alofs K. M., Jackson D. A., Lester N. P. Ontario freshwater fishes demonstrate differing range-boundary shifts in a warming climate //Diversity and Distributions. – 2014. – T. 20. – №. 2. – C. 123-136. doi.org/10.1111/ddi.12130.
- 102 Sharma S., Vander Zanden M.J., Magnuson J.J., Lyons J. Comparing climate change and species invasions as drivers of coldwater fish population extirpations //PLoS One. – 2011. – T. 6. – №. 8. – C. e22906; https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022906.
- 103 Herb W.R., Johnson L.B., Jacobson P.T., Stefan H.G. Projecting cold-water fish habitat in lakes of the glacial lakes region under changing land use and climate regimes //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2014. – T. 71. – №. 9. – C. 1334-1348. https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0535.

- 104 Woolway R.I., Kraemer B.M., Lenters J.D., Merchant C.J., O'Reilly C.M., Sharma S. Global lake responses to climate change //Nature Reviews Earth & Environment. – 2020. – T. 1. – №. 8. – C. 388-403. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0067-5>.
- 105 Van Zuiden T.M., Chen M.M., Stefanoff S., Lopez L., Sharma S. Projected impacts of climate change on three freshwater fishes and potential novel competitive interactions //Diversity and Distributions. – 2016. – T. 22. – №. 5. – C. 603-614. <https://doi.org/10.1111/ddi.12422>.
- 106 García-Berthou E. The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far? //Journal of Fish Biology. – 2007. – T. 71. – C. 33-55. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01668.x.
- 107 Douglas M.R., Slynko Y.V., Dgebuadze Y.Y., Olenin S., Aleksandrov B., Boltachev A., Slynko E.E., Khristenko D., Minchin D., Pavlov D.F., Reshetnikov A.N., Vekhov D.A., Ware C.J., Douglas M.E. Invasion ecology: an international perspective centered in the Holarctic //Fisheries. – 2015. – T. 40. – №. 9. – C. 464-470. DOI:10.1080/03632415.2015.1075344.
- 108 Hughes K.A., Pescott O.L., Peyton J., Adriaens T., Cottier-Cook E.J., Key G., Rabitsch W., Tricarico E., Barnes D.K.A., Baxter N., Belchier. M., Blake D., Convey P., Dawson W., Frohlich D., Gardiner L.M., González-Moreno P., James R., Malumphy Ch., Martin S., Martinou A.F., Minchin D., Monaco A., Moore N., Morley S.A., Ross K., Shanklin J., Turvey K., Vaughan D., Vaux A.G.C., Werenkraut V., Winfield. I.J., Roy H.E. Invasive non-native species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the Antarctic Peninsula region //Global change biology. – 2020. – T. 26. – №. 4. – C. 2702-2716. (2020). DOI:10.1111/gcb.14938.
- 109 Simberloff D., Martin J.L., Genovesi P., Maris V., Wardle D.A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., García-Berthou E., Pascal M., Pyšek P., Sousa R., Tabacchi E., Vilà. M. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward //Trends in ecology & evolution. – 2013. – T. 28. – №. 1. – C. 58-66. DOI:10.1016/j.tree.2012.07.013.
- 110 Ricciardi A., Iacarella J.C., Aldridge D.C., Blackburn T.M., Carlton J.T., Catford J.A., Dick J.T.A., Hulme P.E., Jeschke J.M., Liebhold A.M., Lockwood J.L., MacIsaac H.J., Meyerson L.A., Pyšek P., Richardson D.M., Ruiz G.M., Simberloff D., Vilà M., Wardle D.A. Four priority areas to advance invasion science in the face of rapid environmental change //Environmental Reviews. – 2021. – T. 29. – №. 2. – C. 119-141. DOI:10.1139/er-2020-0088.
- 111 Leprieur F., Beauchard O., Blanchet S., Oberdorff T., Brosse S. Fish invasions in the world's river systems: when natural processes are blurred by human activities //PLoS biology. – 2008. – T. 6. – №. 2. – C. e28. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060028>.
- 112 Avlijaš S., Ricciardi A., Mandrak N. E. Eurasian tench (*Tinca tinca*): the next Great Lakes invader //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2018. – T. 75. – №. 2. – C. 169-179. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2017-0171>.
- 113 Turbelin A.J., Malamud B.D., Francis R.A. Mapping the global state of invasive alien species: patterns of invasion and policy responses //Glob. Ecol. Biogeogr., -2017.-№.26.-pp. 78-92. doi:10.1111/geb.12517.

- 114 Zieritz A., Gallardo B., Baker S.J., Britton J.R., van Valkenburg J.L.C.H., Verreycken H., Aldridge D.C. Changes in pathways and vectors of biological invasions in Northwest Europe //Biological Invasions. – 2017. – T. 19. – C. 269-282. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1278-z>.
- 115 Hulme P.E. Invasion pathways at a crossroad: policy and research challenges for managing alien species introductions //Journal of Applied Ecology. – 2015. – C. 1418-1424. doi: 10.1111/1365-2664.12470.
- 116 Haubrock P.J., Pilotto F., Innocenti G., Cianfanelli S., Haase P. Two centuries for an almost complete community turnover from native to non-native species in a riverine ecosystem //Global Change Biology. – 2021. – T. 27. – №. 3. – C. 606-623. <https://doi.org/10.1111/gcb.15442>.
- 117 Cucherousset J., Olden J.D. Ecological impacts of nonnative freshwater fishes //Fisheries. – 2011. – T. 36. – №. 5. – C. 215-230. <https://doi.org/10.1080/03632415.2011.574578>.
- 118 Turbelin A.J., Diagne C., Hudgins E.J., Moodley D., Kourantidou M., Novoa A., Haubrock P.J., Bernery C., Gozlan R.E., Francis R.A., Courchamp F. Introduction pathways of economically costly invasive alien species //Biological Invasions. – 2022. – T. 24. – №. 7. – C. 2061-2079.<https://doi.org/10.1007/s10530-022-02796-5>.
- 119 Mills M.D., Rader R.B., Belk M.C. Complex interactions between native and invasive fish: the simultaneous effects of multiple negative interactions //Oecologia. –2004. – T.141.– C. 713-721. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1695-z>
- 120 Haubrock P.J., Criado A., Monteoliva A.P., Monteoliva J.A., Santiago T., Inghilesi A.F., Tricarico E. Control and eradication efforts of aquatic alien fish species in Lake Caicedo Yuso-Arreo //Management of Biological Invasions. – 2018. – T. 9. – C. 267-278. <https://hdl.handle.net/2158/1261989>.
- 121 Martin C.W., Valentine M.M., Valentine J. F. Competitive interactions between invasive Nile tilapia and native fish: the potential for altered trophic exchange and modification of food webs //PloS one. – 2010. – T. 5. – №. 12. – C. e14395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014395>.
- 122 Cuthbert R.N., Dalu T., Wasserman R.J., Dick J.T., Mofu L., Callaghan A., Weyl O.L. Intermediate predator naïveté and sex-skewed vulnerability predict the impact of an invasive higher predator //Scientific reports. – 2018. – T. 8. – №. 1. – C. 14282. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32728-0>.
- 123 Haubrock P.J., Balzani P., Azzini M., Inghilesi A.F., Veselý L., Guo W., Tricarico E. Shared histories of co-evolution may affect trophic interactions in a freshwater community dominated by alien species //Frontiers in Ecology and Evolution. – 2019. – T. 7. – C. 355. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00355>.
- 124 Capps K.A., Flecker A.S. Invasive aquarium fish transform ecosystem nutrient dynamics //Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2013. – T. 280. – №. 1769. – C. 20131520. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.1520>.
- 125 Gozlan R.E., St-Hilaire S., Feist S.W., Martin P., Kent M.L. Disease threat to European fish //Nature. – 2005. – T. 435. – №. 7045. – C. 1045-1046. <https://doi.org/10.1038/4351046a>.
- 126 Waicheim A., Blasetti G., Cordero P., Rauque C., Viozzi G.

Macroparasites of the invasive fish, *Cyprinus carpio*, in Patagonia, Argentina //Comparative Parasitology. – 2014. – T. 81. – №. 2. – C. 270-275. <https://doi.org/10.1654/1525-2647-81.2.270>.

127 Ercan D., Andreou D., Sana S., Öntas C., Baba E., Top N., Karakuş U., Tarkan A.S., Gozlan R.E. Evidence of threat to European economy and biodiversity following the introduction of an alien pathogen on the fungal–animal boundary //Emerging Microbes & Infections. – 2015. – T. 4. – №. 1. – C. 1-6. <https://doi.org/10.1038/emi.2015.52>.

128 Boonthai T., Herbst S.J., Whelan G.E., Van Deuren M.G., Loch T.P., Faisal M. The Asian fish tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* is widespread in baitfish retail stores in Michigan, USA //Parasites & vectors. – 2017. – T. 10. – C. 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2541-6>.

129 Oliveira A.V., Prioli A.J., Prioli S.M.A.P., Bignotto T.S., Júlio H.F., Carrer H., Agostinho C.S., Prioli L.M. Genetic diversity of invasive and native *Cichla* (Pisces: Perciformes) populations in Brazil with evidence of interspecific hybridization //Journal of Fish Biology. – 2006. – T. 69. – C. 260-277. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01291.x>.

130 Gunnell K., Tada M.K., Hawthorne F.A., Keeley E.R., Ptacek M.B. Geographic patterns of introgressive hybridization between native Yellowstone cutthroat trout (*Oncorhynchus clarkii bouvieri*) and introduced rainbow trout (*O. mykiss*) in the South Fork of the Snake River watershed, Idaho //Conservation Genetics. – 2008. – T. 9. – C. 49-64. <https://doi.org/10.1007/s10592-007-9302-6>.

131 Haubrock P.J., Bernery C., Cuthbert R.N., Liu C., Kourantidou M., Leroy B., Turbelin A.J., Kramer A.M., Verbrugge L.N.H., Diagne C., Courchamp F., Gozlan, R. E. Knowledge gaps in economic costs of invasive alien fish worldwide //Science of the Total Environment. – 2022. – T. 803. – C. 149875. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149875>.

132 Горлачева Е.П., Афонин А.В. Чужеродные виды рыб в Верхнеамурском бассейне //ББК Е 6. – 2007. – С. 31.

133 Piria M., Simonović P., Kalogianni E., Vardakas L., Koutsikos N., Zanella D., Ristovska M., Apostolou A., Adrović A., Mrdak D., Tarkan A.S., Milošević D., Zanella L.N., Bakiu R., Ekmekçi F.G, Povž M., Korro K., Nikolić V., Škrijelj R., Kostov V., Gregori A., Joy M.K. Alien freshwater fish species in the Balkans— Vectors and pathways of introduction //Fish and fisheries. – 2018. – T. 19. – №. 1. – C. 138-169. <https://doi.org/10.1111/faf.12242>.

134 Strayer D.L. Alien species in fresh waters: ecological effects, interaction with other stressors, and prospects for the future. //Freshwater biology, -2010.- 55 (Suppl. 1): 152-174. doi: 10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x.

135 Gozlan R.E., Britton J.R., Cowx I.G., Copp G.H. Current knowledge on non-native freshwater fish introductions //Journal of fish biology. – 2010. – T. 76. – №. 4. – C. 751-786. doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02566.x.

136 Conservation of freshwater fishes / Eds. Closs G.P., Krkosek M., Olden J.D. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. – 581 p.

137 Ricciardi A., MacIsaac H. J. Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems //Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. – 2011. – T.

1. – C. 211-224.

138 Livingstone D.M., Lotter A.F. The relationship between air and water temperatures in lakes of the Swiss Plateau: a case study with palaeolimnological implications // *Journal of paleolimnology*. – 1998. – T. 19. – C. 181-198. <https://doi.org/10.1023/A:1007904817619>.

139 Czernecki B., Ptak M. The impact of global warming on lake surface water temperature in Poland-the application of empirical-statistical downscaling, 1971-2100 // *Journal of Limnology*. – 2018. – T. 77. – №. 2. doi.org/10.4081/JLIMNOL.2018.1707.

140 Magnuson J.J., Meisner J.D., Hill D.K. Potential changes in the thermal habitat of Great Lakes fish after global climate warming // *Transactions of the American Fisheries Society*. – 1990. – T. 119. – №. 2. – C. 254-264. [https://doi.org/10.1577/15488659\(1990\)119%3C0254:PCITTH%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/15488659(1990)119%3C0254:PCITTH%3E2.3.CO;2).

141 Snyder C.D., Hitt N., Young J.A. Accounting for groundwater in stream fish thermal habitat responses to climate change // *Ecological Applications*. – 2015. – T. 25. – №. 5. – C. 1397-1419. <https://doi.org/10.1890/14-1354.1>.

142 Fauser C. Barriers Beget Barriers: The Political-Ecological Drivers and Consequences of Aquatic Invasive Species (AIS) Management : дис. – Northern Arizona University, 2023.

143 Jackson D.A., Mandrak N.E. Changing fish biodiversity: predicting the loss of cyprinid biodiversity due to global climate change // *American fisheries society symposium*. – American Fisheries Society, 2002. – C. 89-98.

144 Rolls R. J., Hayden B., Kahilainen K. K. Conceptualising the interactive effects of climate change and biological invasions on subarctic freshwater fish // *Ecology and Evolution*. – 2017. – T. 7. – №. 12. – C. 4109-4128. <https://doi.org/10.1002/ece3.2982>.

145 Haynes J. M., Sanderson-Kilchensteina D., Andres J.A., Carlson D.M., Wright J.J., Weatherwax B.R., Rinchard J. Factors associated with extirpation of the last Northern Sunfish (*Lepomis peltastes* Cope, 1870) population in western New York State, USA // *Journal of freshwater ecology*. – 2023. – T. 38. – №. 1. – C. 2193213. doi.org/10.1080/02705060.2023.2193213.

146 Carosi A., Lorenzoni F., Lorenzoni M. Synergistic Effects of Climate Change and Alien Fish Invasions in Freshwater Ecosystems: A Review // *Fishes*. – 2023. – T. 8. – №. 10. – C. 486. <https://doi.org/10.3390/fishes8100486>.

147 Pyšek P., Hulme P.E., Simberloff D., Bacher S., Blackburn T.M., Carlton J.T., Dawson W., Essl F., Foxcroft L.C., Genovesi P., Jeschke J.M., Kühn I., Liebhold A.M., Mandrak N.E., Meyerson L.A., Pauchard A., Pergl J., Roy H.E., Seebens H., van Kleunen M., Vilà M., Wingfield M.J., Richardson D.M. Scientists' warning on invasive alien species // *Biological Reviews*. – 2020. – T. 95. – №. 6. – C. 1511-1534. doi.org/10.1111/brv.12627.

148 Coulter A.A., Moore M.J., Golcher-Benavides J., Rahel F.J., Walters A.W., Brewer S.K., Wildhaber M.L. A synthesis of the characteristics and drivers of introduced fishes in prairie streams: can we manage introduced harmful fishes in these dynamic environments? // *Biological Invasions*. – 2024. – C. 1-23. doi.org/10.1007/s10530-024-03450-y.

- 149 Catford J.A., Bode M., Tilman D. Introduced species that overcome life history tradeoffs can cause native extinctions //Nature communications. – 2018. – T. 9. – №. 1. – C. 2131. doi.org/10.1038/s41467-018-04491-3.
- 150 Dominguez Almela V., South J., Britton J. R. Predicting the competitive interactions and trophic niche consequences of a globally invasive fish with threatened native species //Journal of Animal Ecology. – 2021. – T. 90. – №. 11. – C. 2651-2662. doi.org/10.1111/1365-2656.13571.
- 151 Fowler D., Coyle M., Skiba U., Sutton M.A., Cape J.N., Reis S., Sheppard L.J., Jenkins A., Grizzetti B., Galloway J.N. The global nitrogen cycle in the twenty-first century //Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2013. – T. 368. – №. 1621. – C. 20130164. https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0164.
- 152 Petzoldt T., Uhlmann D. Nitrogen emissions into freshwater ecosystems: is there a need for nitrate elimination in all wastewater treatment plants? //Acta hydrochimica et hydrobiologica. – 2006. – T. 34. – №. 4. – C. 305-324. https://doi.org/10.1002/aheh.200500638.
- 153 Cannon R.E., Geist J., Werner I. Effect-based tools for monitoring and predicting the ecotoxicological effects of chemicals in the aquatic environment //Sensors. – 2012. – T. 12. – №. 9. – C. 12741-12771. https://doi.org/10.3390/s120912741.
- 154 McKenzie D. J., Garofalo E., Winter M.J, Ceradini S., Verweij F., Day N., Hayes R., van der Oost R., Butler P.J, Chipman J.K., Taylor E.W. Complex physiological traits as biomarkers of the sub-lethal toxicological effects of pollutant exposure in fishes //Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2007. – T. 362. – №. 1487. – C. 2043-2059. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2100.
- 155 Fausch K.D., Torgersen C.E., Baxter C.V., Li H.W. Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes: a continuous view of the river is needed to understand how processes interacting among scales set the context for stream fishes and their habitat //BioScience. – 2002. – T. 52. – №. 6. – C. 483-498. doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0483:LTRBTG]2.0.CO;2.
- 156 Olden J.D., Kennard M.J., Lawler J.J., Poff N.L. Challenges and opportunities in implementing managed relocation for conservation of freshwater species //Conservation Biology. – 2011. – T. 25. – №. 1. – C. 40-47. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01557.x.
- 157 Jensen L.F., Hansen M.M., Pertoldi,C., Holdensgaard G., Mensberg K.L.D., Loeschke V. Local adaptation in brown trout early life-history traits: implications for climate change adaptability //Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2008. – T. 275. – №. 1653. – C. 2859-2868. doi.org/10.1098/rspb.2008.0870.
- 158 Hobday A. J., Lough J. M. Projected climate change in Australian marine and freshwater environments //Marine and Freshwater Research. – 2011. – T. 62. – №. 9. – C. 1000-1014. https://doi.org/10.1071/MF10302.
- 159 Collen B., Whittin F., Dyer E.E., Baillie J.E.M., Cumberlidge N., Darwall W.R.T., Pollock C., Richman N.I., Soulsby A.M., Böhm M. Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism //Global ecology and Biogeography.

– 2014. – Т. 23. – №. 1. – С. 40-51 <https://doi.org/10.1111/geb.12096>.

160 Jackson M.C., Loewen C.G., Vinebrooke R.D., Chimimba C.T. Net effects of multiple stressors in freshwater ecosystems: a meta-analysis //Global change biology. – 2016. – Т. 22. – №. 1. – С. 180-189. <https://doi.org/10.1111/gcb.13028>.

161 McKenzie D.J., Axelsson M., Chabot D., Claireaux G., Cooke S.J., Corner R.A., DeBoeck G., Domenici P., Guerreiro P.M., Hamer B., Jørgensen C., Killen S.S., Lefevre S., Marras S., Michaelidis B., Nilsson G.E., Peck M.A., Perez-Ruzafa A., Rijnsdorp A.D., Shiels H.A., Steffensen J.F., Svendsen J.C., Svendsen M.B.S., Teal L.R., van der Meer J., Wang T., Wilson J.M., Wilson R.W., Metcalfe J.D. Conservation physiology of marine fishes: state of the art and prospects for policy //Conservation physiology. – 2016. – Т. 4. – №. 1. – С. cow046. doi:10.1093/conphys/cow046.

162 История, 2005 История Казахстана в русских источниках. Том I. Посольские материалы Русского государства (XVI-XVII вв.). Составление, транскрипция скорописи, специальное редактирование текстов, вступительная статья, комментарии, составление словников указателей А. Исина. Алматы: Дайк-Пресс, 2005. 705 с.

163 Макшеев А.И. Описание низовьев Сыр-Дарьи // «Морской Сборник», 1856 г. Т. XXIII, № 9. 80 стр. Макшеев А.И. Описание низовьев Сыр-Дарьи // «Морской Сборник», 1856 г. Т. XXIII, № 9. 80 стр.

164 Джандосова З.А. Сырдарья // Краткий энциклопедический словарь исторических топонимов / Сост. И. В. Ерофеева. Алматы, 2014. 528 с

165 Загряжский Г.С. Быт кочевого населения Чу и Сыр-Дарьи // Туркестанские ведомости. 1874. № 25. – С. 4-5.

166 Остроумов Н.В. География Туркестанского края с краткими сведениями о ханствах Бухарском, Хивинском и Закаспийской области. Изд. 2-е, с картой Туркестанского края. Самарканд, 1891. 92 стр.

167 Мурзаев Э.М. Средняя Азия. Москва, 1968. 482 стр.

168 Костенко Л.Ф. Туркестанский край. Опыт военно-статистического обозрения Туркестанского военного округа. СПб., 1880. Т.3. 302 стр.

169 Атыгаев Н.А. Некоторые исторические сведения о реке Сырдарья – малой родине Жабай батыра //Qazaqtaný. – 2019. – №. 3. – С. 133-139.

170 Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация, промысел /Алма-Ата: Ғылым, 1992. – с.372-411.

171 Mamilov N.S., Amirbekova F.T., Bekkozhaeva D.K., Adil'baev Z.A., Khabibullin F.K., Mamilov A.S., Kozhabaeva E.B. Alien fish species in the Kargaly state wildlife sanctuary (The Syrdraya river, Republic of Kazakhstan). //Научный журнал «Доклады НАН РК». – 2018. – №. 1. – С. 15-21.

172 Кесслер К.Ф. Ихтиологическая фауна Туркестана. Изв. об-ва любит. естествозн. -1872. -10(1). -с.47.

173 Кесслер К.Ф. Рыбы, водящиеся и встречающиеся в Арало-Каспийско-Понтической ихтиологической области. / К.Ф. Кесслер - Тр. Арало-Каспийской экспедиции. - СПб.: Тип. М.Стасюлевича, 1877. - Вып. 4. - 360 с.

174 Берг Л.С. Рыбы Туркестана - Санкт-Петербург: тип. И. Гольдберга, 1905. - 261 с.

- 175 Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря /Г.В. Никольский – М.: изд. Московского общества испытателей природы. 1940.-Новая серия. Вып.I.(XVI).-2016с.
- 176 Micklin P. The Aral Sea crisis //Dying and dead seas climatic versus anthropic causes. – Dordrecht: Springer Netherlands. 2004. – С. 99-123. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0967-6_5.
- 177 Saini N. The Ecological Crisis: A Comprehensive Analysis. //International Journal of Law. Human Rights and Constitutional Studies. -2023.-Т.5-№1.-с.20-26.
- 178 Sobirova K., Qutlimuratova D., Qurbanbayeva M. The Aral Sea: A catastrophic environmental crisis and restoration efforts. //International Bulletin of Engineering and Technology. -2023.-Т.3.-№7. -С.127-129.
- 179 Wu M., Qiao J., Zhang Y., Tian C., Li Y., Hao Y., Zhang X., Wang L., He J. Ecological Governance of Aral Sea: Important Way to Deepen Scientific and Technological Cooperation with Central Asia //Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). – 2023. – Т. 38. – №. 6. – С. 917-931. <https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20221103003>.
- 180 Afanasyev S.A., Roman A.M., Dolinskii V.L., Karimov H.N., Erhashboev I.K. Impact of designed Quairokkum Hydropower Plant reconstruction on the Syr Darya River ichthyofauna //Zoodiversity. – 2020. – Т. 54. – №. 5. DOI:10.15407/zoo2020.05.363.
- 181 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. История акклиматизации рыб в Казахстане. Том. 5: В рыбах Казахстана. Алма-Ата: ГЫЛЫМ, 1992. С. 6-44.
- 182 Amirgaliev N.A. Aral-Syrdarya watershed: hydrochemistry, problems of water toxicology. Almaty: Bastau, 2007. 224 p.
- 183 Micklin P. The past, present, and future Aral Sea //Lakes & Reservoirs: Research & Management. – 2010. – Т. 15. – №. 3. – С. 193-213. doi.org/10.1111/j.1440-1770.2010.00437.x.
- 184 Kipshakbaev N., De Shoutter J., Dukhovny V., Malkovsky I., Ogar N., Haibullin A., Yaprntsev V., Tuchin A., Yakhiyaeva K. Ecosystem restoration in the Syrdarya delta and Northern part of the Aral Sea. //Almaty: EVERO, 2010. 112 p.
- 185 Micklin P. Efforts to revive the Aral Sea //The Aral sea: The devastation and partial rehabilitation of a great lake. – 2014. – С. 361-380. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02356-9_15.
- 186 Plotnikov I.S., Aladin N.V., Ermakhanov Z.K., Zhakova L.V. The new aquatic biology of the Aral Sea //The Aral Sea: the devastation and partial rehabilitation of a Great lake. – 2014. – С. 137-169. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02356-9_6.
- 187 Aladin N., Chida T., Cretaux J.F., Ermakhanov Z., Jollibekov B., Karimov B., Kawabata Y., Keyser D., Kubota J., Micklin P., Mingazova N., Plotnikov I., Toman M. Current status of Lake Aral–challenges and future opportunities //Lake Ecosystem Health and Its Resilience: Diversity and Risks of Extinction. Proc. Of the 16th World Lake Conf., At Bali, Indonesia. – 2017. – С. 448-457. ISBN: 978-979-8163-25-8.
- 188 Rzymiski P., Klimasyk P., Niedzielski P., Marszelewski W., Borowiak D., Nowiński K., Baikenzheyeva A.G, Kurmanbayev R.G, Aladin N. Pollution with

trace elements and rare-earth metals in the lower course of Syr Darya River and Small Aral Sea, Kazakhstan //Chemosphere. – 2019. – Т. 234. – С. 81-88. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.036.

189 Ермаханов З.К., Плотников И.С., Аладин Н.В. Оценка биологического состояния популяций основных промысловых видов рыб Малого Аральского моря //Труды Зоологического института РАН. – 2013. – Т. 317. – №. S3. – С. 105-112.

190 Аладин Н.В., Ермаханов З.К., Миклин Ф., Плотников И.С. Каким может быть будущее Аральского моря? //Природа. – 2017. – №. 9. – С. 26-39.

191 Sharakhmetov S.E., Barakbayev T.R., Adayev T.O. Efficiency of the Sonar Fish Protection Device at the Kokaral Dam of the Small Aral Sea //Central Asian Journal of Water Research. – 2021. – Т. 7. – №. 1. – С. 102-127. doi: 10.29258/CAJWR/2021-R1.v7-1/158-176.eng.

192 Krishna Krishnamurthy P., Francis R.A. A critical review on the utility of DNA barcoding in biodiversity conservation //Biodiversity and conservation. – 2012. – Т. 21. – С. 1901-1919. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0306-2>.

193 Hopkins G.W., Freckleton R.P. Declines in the numbers of amateur and professional taxonomists: implications for conservation //Animal conservation forum. – Cambridge University Press, 2002. – Т. 5. – №. 3. – С. 245-249, <https://doi.org/10.1017/S1367943002002299>.

194 Betancur-RR., Wiley Edward O., Arratia G., Acero A., Bailly N., Miya M., Lecointre G., Ortí G. Phylogenetic classification of bony fishes //BMC evolutionary biology.–2017.–Т.17.–С.1-40.<https://doi.org/10.1186/s12862-017-0958-3>.

195 Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., DeWaard J. R. Biological identifications through DNA barcodes //Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. – 2003. – Т. 270. – №. 1512. – С. 313-321. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>.

196 Rokas A., Carroll S.B. More genes or more taxa? The relative contribution of gene number and taxon number to phylogenetic accuracy. //Molecular biology and evolution, -2005.-22(5), -1337-1344.

197 Salichos L., Rokas A. Examination of factors that influence phylogenetic incongruence in a yeast model clade //Quantifying phylogenetic incongruence and identifying contributing factors in a yeast model clade. – 2014. – С. 158.

198 Chen W.J., Ortí G., Meyer A. Novel evolutionary relationship among four fish model systems //TRENDS in Genetics. – 2004. – Т. 20. – №. 9. – С. 424-431. DOI:10.1016/j.tig.2004.07.005.

199 Chen W.J., Mayden R.L. A phylogenomic perspective on the new era of ichthyology //BioScience. – 2010. – Т. 60. – №. 6. – С. 421-432. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.6.6>.

200 Mayden R.L., Chen W.J. The world's smallest vertebrate species of the genus Paedocypris: a new family of freshwater fishes and the sister group to the world's most diverse clade of freshwater fishes (Teleostei: Cypriniformes) //Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2010. – Т. 57. – №. 1. – С. 152-175. doi.org/10.1016/j.ympev.2010.04.008.

- 201 Ward R.D., Zemlak T.S., Innes, H.B., Last R.P., Hebert P.D.N. DNA barcoding Australia's fish species //Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2005. – T. 360. – №. 1462. – C. 1847-1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.
- 202 Lee E., Lee Y., Moon S., Kim N., Kim S., Yang M., Choi D., Han M. The identification of elephant ivory evidences of illegal trade with mitochondrial cytochrome b gene and hypervariable D-loop region //Journal of Forensic and Legal Medicine. – 2013. – T. 20. – №. 3. – C. 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.06.014>.
- 203 Khedkar T., Sharma R., Tiknaik A., Khedkar G., Naikwade B.S., Ron T.B., Haymer D. DNA barcoding using skin exuviates can improve identification and biodiversity studies of snakes //Mitochondrial DNA Part A. – 2016. – T. 27. – №. 1. – C. 499-507. <https://doi.org/10.3109/19401736.2014.905830>.
- 204 Chang C.H., Jang-Liaw N.H., Lin Y.S., Fang Y.C., Shao K.T. Authenticating the use of dried seahorses in the traditional Chinese medicine market in Taiwan using molecular forensics //journal of food and drug analysis. – 2013. – T. 21. – №. 3. – C. 310-316. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.07.010>.
- 205 Bohmann K., Evans A., Gilbert M.T.P., Carvalho G.R., Creer S., Knapp M., Yu D.W., de Bruyn M. Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring //Trends in ecology & evolution. – 2014. – T.29. – №.6. – C.358-367. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.04.003>.
- 206 Ford M.J., Hempelmann J., Hanson M.B., Ayres K.L., Baird R.W., Emmons C.K., Lundin J.I., Schorr G.S., Wasser S.K., ParkL.K. Estimation of a killer whale (*Orcinus orca*) population's diet using sequencing analysis of DNA from feces //Plos one. – 2016. – T. 11. – №. 1. – C. e0144956.. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144956>.
- 207 Moran Z., Orth D.J., Schmitt J.D., Hallerman E. M., Aguilar R. Effectiveness of DNA barcoding for identifying piscine prey items in stomach contents of piscivorous catfishes //Environmental Biology of Fishes. – 2016. – T. 99. – C. 161-167. <https://doi.org/10.1007/s10641-015-0448-7>.
- 208 Mayr E. Systematics and the origin of species, from the viewpoint of a zoologist. – Harvard University Press, 1999.
- 209 Krück N. C. Tibbetts I.R., Ward R.D., Johnson J.W., Loh W.K.W., Ovenden J.R. Multi-gene barcoding to discriminate sibling species within a morphologically difficult fish genus (*Sillago*) //Fisheries Research. – 2013. – T.143. – C.39-46. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.01.007>.
- 210 Melo B.F., Ochoa L.E., Vari R.P., Oliveira C. Cryptic species in the Neotropical fish genus *Curimatopsis* (Teleostei, Characiformes) //Zoologica Scripta. – 2016. – T. 45. – №. 6. – C. 650-658. <https://doi.org/10.1111/zsc.12178>.
- 211 Hebert P.D.N., Stoeckle M.Y., Zemlak T.S., Francis C.M. Identification of Birds through DNA Barcodes. //PLoS biology. – 2004. – T. 2. – №. 10. – C. e312. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020312>.
- 212 Feng C., Tang Y. Liu S., Tian F., Zhang C., Zhao K. Multiple convergent events created a nominal widespread species: *Triplophysa stoliczkae* (Steindachner, 1866)(Cobitoidea: Nemacheilidae) //BMC Evolutionary Biology. – 2019. – T. 19. – C.

1-12. <https://doi.org/10.1186/s12862-019-1503-3>.

213 Tillett B.J., Field I.C., Bradshaw C.J.A., Johnson G., Buckworth R.C., Meekan M.G., Ovenden J.R. Accuracy of species identification by fisheries observers in a north Australian shark fishery //Fisheries Research. – 2012. – T. 127. – C. 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.04.007>.

214 Ko H.L., Wang Y.T., Chiu T.Z., Lee M.A., Leu M.Y., Chang K.Z., Chen W.Y., Shao K.T. Evaluating the accuracy of morphological identification of larval fishes by applying DNA barcoding //PLoS One. – 2013. – T. 8. – №. 1. – C. e53451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053451>.

215 Hofmann T., Kneibelsberger T., Kloppmann M., Ulleweit J., Raupach M.J. Egg identification of three economical important fish species using DNA barcoding in comparison to a morphological determination //Journal of Applied Ichthyology. – 2017. – T. 33. – №. 5. – C. 925-932. <https://doi.org/10.1111/jai.13389>.

216 Gaston K. J., May R. M. Taxonomy of taxonomists //Nature. – 1992. – T. 356. – №. 6367. – c.281-282. DOI:10.1038/356281a0.

217 Bacher S. Still not enough taxonomists: reply to Joppa et al //Trends in Ecology & Evolution. – 2012. – T. 27. – №. 2. – C. 65-66. [doi:10.1016/j.tree.2011.11.003](https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.11.003).

218 Bariche M., Torres M., Smith C., Sayar N., Azzurro E., Baker R., Bernardi C. Red Sea fishes in the Mediterranean Sea: a preliminary investigation of a biological invasion using DNA barcoding //Journal of Biogeography. – 2015. – T. 42. – №. 12. – C. 2363-2373. <https://doi.org/10.1111/jbi.12595>.

219 Gonçalves P.F.M., Oliveira-Marques A.R., Matsumoto T.E., Miyaki C.Y. Gonçalves P. F. M. et al. DNA barcoding identifies illegal parrot trade //Journal of Heredity. – 2015. – T. 106. – №. S1. – C. 560-564. <https://doi.org/10.1093/jhered/esv035>.

220 Ruppert K. M., Kline R. J., Rahman M. S. Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA //Global Ecology and Conservation. – 2019. – T. 17. – C. e00547. [doi.org/ 10.1016/j.gecco.2019.e00547](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00547).

221 Van Der Heyde M., Michael Bunce M., Grant Wardell-Johnson G., Fernandes K., White N.E., Nevill P. Testing multiple substrates for terrestrial biodiversity monitoring using environmental DNA metabarcoding //Molecular Ecology Resources. – 2020. – T. 20. – №. 3. – C. 732-745. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13148>.

222 Kochzius M., Seidel C., Antoniou A., Botla S.K., Campo D., Cariani A., Vazquez E.G., Hauschild J., Hervet C., Hjörleifsdóttir S., Hreggvidsson G., Kappel K., Landi M., Magoulas A., Marteinson V., Nölte M., Planes S., Tinti F., Turan C., Venugopal M.N., Weber H., Blohm D. Identifying fishes through DNA barcodes and microarrays //PloS one. – 2010. – T. 5. – №. 9. – C. e12620. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012620>.

223 Brandon-Mong G.-J., Gan H.-M., Sing K.-W., Lee P.-S., Lim P.-E., Wilson J.-J. DNA metabarcoding of insects and allies: an evaluation of primers and pipelines //Bulletin of entomological research. – 2015. – T. 105. – №. 6. – C. 717-727. <https://doi.org/10.1017/S0007485315000681>.

224 Ward R.D., Hanner R., Hebert P. D. N. The campaign to DNA barcode

all fishes, FISH-BOL //Journal of fish biology. – 2009. – Т. 74. – №. 2. – С. 329-356. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02080.x>.

225 Becker S., Hanner R., Steinke D. Five years of FISH-BOL: brief status report //Mitochondrial Dna. – 2011. – Т. 22. – №. suppl. – С. 3-9. <https://doi.org/10.3109/19401736.2010.535528>.

226 Keskin E., Atar H.H. DNA barcoding commercially important fish species of Turkey //Molecular ecology resources. – 2013. – Т. 13. – №. 5. – С. 788-797. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12120>.

227 Chang C.H., Shao K.T., Lin H.Y., Chiu Y.C., Lee M.Y., Liu S.H., Lin P.L. DNA barcodes of the native ray-finned fishes in Taiwan //Molecular ecology resources. – 2017. – Т.17. – №.4. – С.796-805. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12601>.

228 Kundu S., Chandra K., Tyagi K., Pakrashi A., Kumar V. DNA barcoding of freshwater fishes from Brahmaputra River in Eastern Himalaya biodiversity hotspot //Mitochondrial DNA Part B. – 2019. – Т. 4. – №. 2. – С. 2411-2419. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1637290>.

229 Ali F. S., Ismail M., Aly W. DNA barcoding to characterize biodiversity of freshwater fishes of Egypt //Molecular Biology Reports. – 2020. – Т. 47. – С. 5865-5877. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-05657-3>.

230 Sheraliev B., Peng Z. Molecular diversity of Uzbekistan's fishes assessed with DNA barcoding //Scientific Reports. – 2021. – Т.11. – №.1. – С. 16894. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96487-1>.

231 Oppel S., Vickery J.A., Zavalishina A., Smagulova A., Turebaev A. Raptor inventory of the Karatau State Nature Reserve, southern Kazakhstan. //Sandgrouse 40.-2018.-p.60-72.

232 Турсункулова Л.А. Ландшафты Южно-Казахстанской области как основа туристско-рекреационного потенциала. Монография.-Шымкент: ЮКГУ, 2013.-193с.

233 Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Рахимова М. Н. Современный гидрологический и гидрохимический режим р. Сырдарья. Контроль процессов изменения давления почвенной влаги для корректировки режимов орошения и снижения потерь урожаев. -2012.-9 стр.

234 Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 2018 г. Часть 1. Реки и каналы Часть 2. Озера и водохранилища Выпуск 5 Бассейн реки Сырдарья Нур-Султан 2020.

235 Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Kazachevskiy I.V., Knyazev B.B., Lukashenko S.N., Khazhekber S. Some peculiarities of the contamination with radionuclides and toxic elements of the Syrdarya river basin, Kazakhstan //Journal of Radioanalytical and Nuclear chemistry. – 2004. – Т. 259. – С. 245-250. doi.org/10.1023/b:jrncl.0000017296.16466.e2.

236 Kadyrzhanov K.K., Barber D.S., Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Kazachevskiy I.V., Knyazev B.B., Lukashenko S.N., Khazhekber S., Betsill J.D., Passell H.D. Radionuclide contamination in the Syrdarya river basin of Kazakhstan; Results of the Navruz Project //Journal of Radioanalytical and Nuclear chemistry. – 2005. – Т. 263. – №. 1. – С. 197-205. doi.org/10.1007/s10967-005-0037-x.

- 237 UNDP. *Analysis of the Current Situation in the Field of Municipal Waste Management in 14 Cities of Kazakhstan Center "Promotion of Sustainable Development"*; UNDP: Almaty, Kazakhstan, 2016; p. 124.
- 238 Krupa E.G., Barinova S.S., Romanova S.M. Ecological mapping in assessing the impact of environmental factors on the aquatic ecosystem of the Arys River Basin, South Kazakhstan //Diversity. – 2019. – Т. 11. – №. 12. – С. 239. <https://doi.org/10.3390/d11120239>.
- 239 Zhu Y., An F., Feng W., Zhang H. Geological evolution and huge ore-forming belts in the core part of the Central Asian Metallogenic region //Journal of Earth Science. – 2016. – Т. 27. – С. 491-506. <https://doi.org/10.1007/s12583-016-0673-7>.
- 240 Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Сагаев А.А., Алимбаев Е.Н. Антропогенные изменения стока в низовьях реки Сырдарья //Гидрометеорология и экология. – 2019. – №. 4 (95). – С. 43-53.
- 241 Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее – Тараз, 2012. – 318 с.
- 242 Ибатуллин С.Р. Водные ресурсы Центральной Азии: современное состояние, проблемы и перспективы использования. – Алматы, 2013. –144 с.
- 243 Mustafayev Z.S., Kozykeyeva1 A.T., Sagaev A.A., Alimbaev E.N. Anthropogenic changes in drain in lowers of the Syrdarya river //Seriâ agrarnyh nauk. – 2019. – С. 73. <https://doi.org/10.32014/2019.2224-526X.63>.
- 244 Пищулина К.А. Очерки истории Казахского ханства //Алматы: Ин-т истории и этнологии им. ЧЧ Валиханова. – 2016.
- 245 Богенское водохранилище //Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2004. — Т. I. — ISBN 9965-9389-9-7.
- 246 Оценка водных ресурсов и руслового баланса р. Сырдарья в пределах Республики Казахстан Ташкент - Алматы 2011.-с.13-14.
- 247 Бугунь, Большая советская энциклопедия, «Топографическая карта К-42 . 9 сентября 2022. Google Earth.
- 248 [https://en.wikipedia.org/wiki/Bogen_\(river\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bogen_(river))].
- 249 Шаян //Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2006. — Т.5.—ISBN 9965-9908-5-9.
- 250 Отырар. Энциклопедия.. — Алматы: «Арыс» баспасы, 2005. — ISBN 9965-17-272-2.
- 251 Боралдай // Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2004. — Т. I. — ISBN 9965-9389-9-7. (CC BY-SA 3.0).
- 252 Қазақстан табиғаты: Энциклопедия / Бас ред. Б.Ө.Жақып. - Алматы:" Қазақ энциклопедиясы" ЖШС, 2011. Т.3. - 304 бет. ISBN 9965-893-64-0 (Т.3.), ISBN 9965-893-19-51.
- 253 Кожабоева Э.Б., Сапаргалиева Н.С. Морфобиологическая характеристика горчака (*Rhodeus* sp.) из р. Карашик //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2016. – Т. 68. – №. 3. – С. 96-103. <https://bb.kaznu.kz/index.php/biology/article/view/1206>.

- 254 Кожабоева Э.Б., Мамилов Н.Ш., Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т., Сапаргалиева Н.С. Состав ихтиофауны р.Карашик (Сырдарьинский бассейн) //Материалы междунар.-научно-практ.конф. «Проблемы сохранения биоразнообразия Казахстана и сопредельных территорий в природе и в коллекциях». Алматы. 2016.-с.98-100.
- 255 [https://www.getamap.net/maps/kazakhstan/kazakhstan_\(general\)/_khantagi](https://www.getamap.net/maps/kazakhstan/kazakhstan_(general)/_khantagi).
- 256 Конкашпаев Г.К. Иқансу // Словарь казахских географических названий / Акад. наук КазССР. Отд. географии. — Алма-Ата: Изд-во Акад. наук Каз. ССР, 1963. — С. 51. — 185 с.
- 257 <https://www.plantarium.ru/page/landscape/id/4822.html>.
- 258 Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб //Пермь: Пермский университет. — 2003. — 113 с.
- 259 Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч.2. — М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1949. С.467-925.
- 260 Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР //М.: Просвещение. — 1977. — 288 с.
- 261 Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. — Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 208 с.
- 262 Мягков Н.А. Атлас-определитель рыб: Кн. для учащихся. — М., Просвещение, 1994. — 282 с.
- 263 Баимбетов А.А., Тимирханов С.Р. Казахско-русский определитель рыбообразных и рыб Казахстана. — Алматы: Қазақ университеті, 1999. — 347 с.,
- 264 Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с таксономическими комментариями. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. — 389 с.
- 265 Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2025).
- 266 Eschmeyer's Catalog of Fishes: Дата обращения: (02/2025). <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- 267 de Vienne D. M. Lifemap: exploring the entire tree of life //PLoS biology. — 2016. — Т. 14. — №. 12. — С. e2001624. DOI: 10.1371 / journal. pbio.2001624.
- 268 Порфирьева А.В. Гидрохимический анализ: учеб. пособие / А.В. Порфирьева, Г.К. Зиятдинова, Э.П. Медянцева и др. — Казань: Изд-во Казан. унта. 2018. — 88 с.
- 269 Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы. М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2007. 192 с.
- 270 Барсуков В.В., Световидов А.Н. Изменения длины и пропорций тела рыб при фиксации// Вопросы ихтиологии — 1966. Т.6. Вып.3(40). С.468-476.
- 271 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.
- 272 Holcik J. General introduction to fishes. 2. Determination criteria //The freshwater Fishes of Europe.- Aula-Verlag Wiesbaden. 1989. Vol.1. Part 2. P.38-58.
- 273 Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat,

Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 2007; p.1-646.

274 Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvick P. A. Temperature as an ecological resource //American Zoologist. – 1979. – Т. 19. – №. 1. – С. 331-343.

275 Чугунова Н.И. Методики изучения возраста и роста рыб – М.: Пищевая промышленность. 1952. 115 с.

276 Попов П.А. О некоторых теоретических и практических аспектах ихтиомониторинга//Сибирский экологический журнал –2004.-Т.11-№4.-С.507-512.

277 Поляков Г.Д. Экологические закономерности порпуляционной изменчивости рыб. - М.: Наука, 1975. - 158 с.

278 Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки - М.: Центр экологической политики России, -2000. - Т. 65. – С. 68.

279 Котегов Б.Г. Организация биологического мониторинга в зоне влияния производственного объекта. – 2007.

280 Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. - Т.2. - 477 с.

281 Magurran A.E., McGill B.J. (ed.). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment.–OUP Oxford, 2010 pp.345.ISBN 978–0–19–958066–8.

282 Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэггаран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

283 Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. – K.Danske Vidensk. Selsk., 1948. – V.5. – P.1-34.

284 Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis //Palaeontologia Electronica. – 2001. – Т. 4. – №. 1. – С. 9.

285 Legendre P., Loic F.J. Legendre Elsevier Science, Nov 25, 1998 - Science - 852 pages.

286 Shuter B.J., Maclean J.A., Fry E.J., Regier H.A. Stochastic simulation of temperature effects on first-year survival of smallmouth bass //Transactions of the American Fisheries Society. – 1980. – Т. 109. – №. 1. – С. 1-34.

287 Bain M.B., Finn J.T., Booke H.E. Streamflow regulation and fish community structure //Ecology. – 1988. – V.69. – P.382-392. doi.org/10.2307/1940436.

288 Aljanabi S. M., Martinez I. Universal and rapid salt-extraction of high-quality genomic DNA for PCR-based techniques //Nucleic Acids Research. – 1997. – Т. 25. – №. 22. – С. 4692-4693.

289 Ivanova N.V., Zemlak T.S., Hanner R. H., Hebert P.D. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding //Molecular Ecology Notes. – 2007. – Т. 7. – №. 4.– С. 544-548.

290 Rothgänger J., Weniger M., Weniger T., Mellmann A., Harmsen D. Ridom TraceEdit: a DNA trace editor and viewer //Bioinformatics. – 2006. – Т. 22. – №. 4. – С. 493-494.

291 Tamura K., Dudley J., Nei M., Kumar S. MEGA4: molecular evolutionary

genetics analysis (MEGA) software version 4.0 //Molecular biology and evolution. – 2007. – T. 24. – №. 8. – C. 1596-1599.

292 National Center for Biotechnology Information (NCBI). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> 10.03.2024.

293 Saitou N., Nei M. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees //Molecular Biology and Evolution. – 1987. – Vol. 4. – P.406-425.

294 Tamura K., Nei M. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees //Molecular biology and evolution. – 1993. – T. 10. – №. 3. – C. 512-526.

295 Rozas J., Ferrer-Mata A., Sánchez-DelBarrio J. C., Guirao-Rico S., Librado P., Ramos-Onsins S. E., Sánchez-Gracia A. DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets //Molecular Biology and Evolution. – 2017. – T. 34. – №. 12. – C. 3299-3302.

296 Bandelt H. J., Forster P., Röhl A. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies // Molecular biology and evolution. – 1999. – T. 16. – №. 1. – C. 37-48.

297 Leigh J.W., Bryant D. POPART: full-feature software for haplotype network construction //Methods in Ecology and Evolution. – 2015. – T. 6. – №. 9. – C. 1110-1116.

298 Church M. Geomorphic thresholds in riverine landscapes //Freshwater biology. – 2002. – T. 47. – №. 4. – C. 541-557.

299 Heatherly T., Whiles M.R., Royer T.V., David M.B. Relationships betweenwater quality, habitat quality, and macroinvertebrate assemblages in Illinois streams //Journal of Environmental Quality. – 2007. – T. 36. – №. 6. – C. 1653-1660.

300 Paul M. J., Meyer J. L. Streams in the urban landscape //Annual review of Ecology and Systematics. – 2001. – T. 32. – №. 1. – C. 333-365.

301 Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа. 1990. 352 с.

302 Elliott N.G., Haskard K., Kozlov J.A. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia // Journal of Fish Biology. - 1995. – Vol.46 – P. 202-220.

303 Degani A., Shafto M., Olson L. Canonical Correlation Analysis: Use of Composite Heliographs for Representing Multiple Patterns //Diagrammatic Representation and Inference. — 2006. — T. 4045. — (Lecture Notes in Computer Science). — ISBN 978-3-540-35623-3. — doi:10.1007/11783183_11.

304 Härdle W., Simar L. Canonical Correlation Analysis //Applied Multivariate Statistical Analysis. — 2007. — ISBN 978-3-540-72243-4. — doi:10.1007/978-3-540-72244-1_14.

305 Huang S.Y., Lee M.H., Hsiao C.K. Nonlinear measures of association with kernel canonical correlation analysis and applications //Journal of Statistical Planning and Inference. – 2009. – T. 139. – №. 7. – C. 2162-2174. doi:10.1016/j.jspi.2008.10.011.

306 Team R. S. RStudio Open source & professional software for data science teams. – 2015.

307 Ter Braak C. J. F., Verdonschot P. F. M. Canonical correspondence

analysis and related multivariate methods in aquatic ecology //Aquatic sciences. – 1995. – Т. 57. – №. 3. – С. 255-289.

308 <https://www.xlstat.com/en>. A complete statistical add-in for Microsoft Excel. Дата обращения: 11.02.2025

309 <https://www.originlab.com>. The data analysis and graphing software. Дата обращения: 11.02.2025

310 Biddau R., Cidu R., Da Pelo S., Carletti A., Ghiglieri G., Pittalis D. Source and fate of nitrate in contaminated groundwater systems: Assessing spatial and temporal variations by hydrogeochemistry and multiple stable isotope tools// Science of The Total Environment. – 2019. – V.647. – p. 1121-1136 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.007.

311 Sadayappan K., Kerins D., Shen C., Li L. Nitrate concentrations predominantly driven by human. climate. and soil properties in US rivers// Water Research – 2022. – V.226. 119295 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119295>.

312 Lin J., Compton J.E., Sabo R.D., Herlihy A.T., Hill R.A., Weber M.H., Brooks R., Paulsen S.G., Stoddard. J.L. The changing nitrogen landscape of United States streams: Declining deposition and increasing organic nitrogen //PNAS nexus. – 2024. – Т. 3. – №. 1. – С. pgad362. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad362>.

313 Ибраева Г.С. Қаратау оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендердің қазіргі экологиялық жағдайын бағалау (Орталық Азия; Арал-Сырдария бассейні) //Биология ғылымдарының докторы. профессор. ҚЖМ ҰҒА корреспондент-мүшесі Тамара Минажқызы Шалахметованың 70-жылдығына арналған «Биомедицина мен экологиядағы заманауи жетістіктер» Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның материалдары. -Алматы, 2023. -280-285 бет.

314 Решетников Ю.С., Шакирова Ф.М. Зоогеографический анализ ихтиофауны Средней Азии по спискам пресноводных рыб //Вопросы ихтиологии. – 1993. – т.33, №1. – с.37-45.

315 Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Митрофанов И.В., Солонинова Л.И. Род *Leuciscus* (Cuvier) Agassiz, 1817 – Елец// Рыбы Казахстана. - Алма-Ата: Наука. 1987. - т.2. - С.74-123.

316 Дукравец Г.М., Мамилов Н.Ш., Митрофанов И.В. Рыбы Казахстана: аннотированный список, исправленный и дополненный// Selevinia. – 2016. Т.24. С.47-71.

317 Sapargaliyeva Nazym, Mamilov Nadir, Ibrayeva Gulmira. Diversity of fishes in the tributaries of the Syrdarya River within the Republic of Kazakhstan //11th International conference: achievements & challenges in biology devoted to 120th anniversary of professor Mirali Akhundov 13-14 october. 2022 Baku state university Baku. Azerbaijan abstract book Baku–2022. -p.277-278.

318 Doadrio I., Carmona J. A. Phylogenetic overview of the genus *Squalius* (Actinopterygii, Cyprinidae) in the Iberian Peninsula, with description of two new species //Cybium. – 2006. – Т. 30. – №. 3. – С. 199-214.

319 Амирбекова Ф.Т., Мамилов Н.Ш., Хабибуллин Ф.Х. Разнообразие ихтиофауны реки Арыстанды (бассейн р. Сырдарыи) //Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2015. - №2/2 (44). – С.462-467.

320 <https://ru.zhujiworld.com/kz/837256-turkestan>.

- 321 <https://bdex.ru/naselenie/kazakhstan/kentau>.
- 322 <https://turkestan-kazakhstan.nuipogoda.ru/погода>.
- 323 <https://kentau.nuipogoda.ru/погода>.
- 324 Makhrov A.A., Artamonova V.S., Sun Y.H., Fang Y., Pashkov A.N., Reshetnikov A.N. New Records of the Alien Chinese Ricefish (*Oryzias sinensis*) and Its Dispersal History across Eurasia //Diversity. – 2023. – Т. 15. – №. 3. – С. 317. DOI: 10.3390/d15030317.
- 325 Ибраева Г.С., Мамилов Н.Ш., Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т., Кожабаетова Э.Б., Сапаргалиева Н.С., Хабибуллин Ф.Х. Динамика разнообразия фауны рыб р.Караик (бассейн р.Сырдарья) в условиях меняющейся антропогенной нагрузки //Международ. конференция «Зоологические исследования в Казахстане в XXI веке: Итоги, проблемы и перспективы» посвященная 90-летию РГП «Институт зоологии» КН МНВО РК. 13-16 апреля 2023 года г. Алматы. Республика Казахстан. -с.233-238.
- 326 Дукравец Г.М. Род *Rutilus Rafinesque*, 1820 – Плотва. *Rutilus rutilus aralensis* Berg – аральская плотва //Рыбы Казахстана – Т.2. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Митрофанов И.В., Сидорова Г.М., Солонинова Л.Н. - Алма-Ата: Наука, 1987. – С. 32-50.
- 327 Берг Л.С. Елец *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874). //Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Изд-во:академии наук СССР. Москва-Ленинград, 1949.- Часть 2. -С.546-547.
- 328 Берг Л.С. Зеравшанский елец *Leuciscus lehmanni* (Cypriniformes; Actinopterygii) //Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Изд-во:академии наук СССР. Москва-Ленинград, 1949.- Часть 2. -С.548-549.
- 329 Рыбы Киргизии: [Охрана и воспроизводство] / И. А. Пивнев. - Фрунзе : Кыргызстан, 1990. - 127,[2] с. : ил.; 22 см.; ISBN 5-655-00577-8 : 50 к.
- 330 Сидорова А.Ф., Дукравец Г.М. *Leuciscus idus* (Linne) – язь. *Leuciscus idus oxianus* (Kessler) – туркестанский язь. //Рыбы Казахстана - Алма-Ата: Наука, 1987. – Т.2. – С.118-123.
- 331 Башунова Н.Н., Митрофанов В.П. Род *Asoius Agassiz*, 1835 – Жерех. //Рыбы Казахстана – Т.2. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Митрофанов И.В., Сидорова Г.М., Солонинова Л.Н. - Алма-Ата: Наука, 1987. – С. 160-173.
- 332 Баимбетов А.А., Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Род *Schizothorax Heckel*, 1838 – Маринка. *Schizothorax intermedius*, Mc'Clelland - обыкновенная маринка //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С.50-56.
- 333 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. Род *Chalcalburnus Berg*, 1832 – Шемая. *Chalcalburnus chalcoides aralensis* (Berg) - аральская шемая. //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 106-113.
- 334 Митрофанов В.П. Род *Alburnus Jeitleles*, 1861 - ташкентская верховодка //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 119-122.
- 335 Баимбетов А.А., Мельников В.А., Митрофанов В.П. Род *Abramis Cuvier*, 1817 – Лещ //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М.,

- Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 127-159.
- 336 Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А. Род *Cyprinus* Linne, 1758 – Сазан. *Cyprinus carpio* – сазан. //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 233-236.
- 337 Сидорова А.Ф., Горюнова А.И. Род *Carassius* Jarocki, 1822 – Карась. *Carassius auratus* (Linne) Серебряный карась. //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 212-231.
- 338 Митрофанов В.П. Род *Gobio* Cuvier, 1817 – Пескарь. *Gobio gobio lepidolaemus* Kessler, 1872 – туркестанский пескарь //Рыбы Казахстана – Т.3. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Мельников В.А., Баимбетов А.А. и др.- Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 18-23.
- 339 Митрофанов В.П. Род *Noemacheilus* Van Hasselt, 1823. *Triplophysa stolickai* (Steindacher, 1866)– Тибетский голец //Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иглового, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. -Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 17-21.
- 340 Митрофанов В.П. Род *Noemacheilus* Van Hasselt, 1823. *Triplophysa coniptera*, (Turdakov, 1954) – Терсский голец //Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иглового, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. -Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 23-27.
- 341 Митрофанов В.П. Род *Noemacheilus* Van Hasselt, 1823. *Iskandaria kuschakewitschi* (Herzenstein, 1890) – Гонец Кушакевича //Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иглового, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. - Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 56-57.
- 342 Митрофанов В.П., Маркова Е.Л. Род *Gobitis* Linne, 1758 – Щиповка. *Cobitis aurata aralensis* Kessler - аральская щиповка. //Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иглового, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. - Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 67-69.
- 343 Митрофанов В.П., Маркова Е.Л. Семейство Siluridae - Сомовые. Род *Siluris* Linne, 1758 – Сом. *Siluris glanis* Linnaeus, 1758 – обыкновенный сом. //Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иглового, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. -Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 70-92.
- 344 Ereshchenko V.I. Changes in the composition of the ichthyofauna of the middle reaches of the Syrdarya River. In: Abstracts of reports of the conference on fisheries issues of the republics of Central Asia and Kazakhstan. Ilim: Frusne. pp. 62 – 63 (1968).
- 345 Баймбетов А.А. Род *Pseudorasbora* Bleeker, 1860 - Псевдорасбора. *Pseudorasbora parva* (Schlegel) – амурский чебачок. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация, промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф.

и др. - Алма-Ата: ҒЫЛЫМ, 1992.– С. 159-169.

346 Gozlan R.E., Andreou D., Asaeda T., Beyer K., Bouhadad R., Burnard D., Caiola N., Cakic P., Djikanovic V., Esmaeili H.R., Falka I., Golicher D., Harka A., Jeney G., KováčV., Musil J., Nocita A., Povz M., Poulet N., Virbickas T., Wolter C., Serhan Tarkan A., Tricarico E., Trichkova T., Verreycken H., Witkowski A., Guang Zhang C., Zweimueller I., Britton R.J. Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions //Fish and Fisheries. – 2010. – Т. 11. – №. 4. – С. 315-340.

347 Иванчева Е.Ю., Иванчев В.П., Сарычев В.С. Распространение амурского чебачка *Pseudorasbora parva* в бассейне Верхнего Дона //Российский журнал биологических инвазий. – 2014. – Т. 7. – №. 2. – С. 40-46.

348 Verreycken H., Van Thuyne G., Belpaire C. Length–weight relationships of 40 freshwater fish species from two decades of monitoring in Flanders (Belgium) //Journal of Applied Ichthyology. – 2011. – Т. 27. – №. 6. – С. 1416-1421. doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01815.x.

349 Rademaker M., van Leeuwen A., Smallegange I. M. Why we cannot always expect life history strategies to directly inform on sensitivity to environmental change //Journal of Animal Ecology. – 2024. – Т. 93. – №. 3. – С. 348-366. DOI: 10.1111/1365-2656.14050

350 Nadir Shamilevich Mamilov, Gulmira Saifullaevna Ibrayeva, Eleonora Birlikzhanovna Kozhabaeva, Gulsum Zhumanovna Bilyalova, Gulnar Kerimbekovna Ziyayeva. A Good word on topmouth gudgeon *pseudorasbora parva* in small impoundments in the Aral Sea watershed (Central Asia, Kazakhstan) BIO Web of Conferences 100, 04027 (2024) IFBioScFU 2024. Doi.org/10/1051/bioconf/202410004027.

351 Мельников В.А. *Pseudogobio* Bleeker, 1860 – Лжепескарь// Рыбы Казахстана – Алма-Ата: ҒЫЛЫМ, 1992. – Т.5. С.169-177.

352 Кожабоева Э.Б., Сапаргалиева Н.С. Морфобиологическая характеристика горчака (*Rhodeus* sp.) из р. Карашик. Вестник КазНУ. Серия биологическая.-2016.-68(3).-с.96-103.

353 Митрофанов В.П. Род *Noemacheilus* Van Hasselt, 1823. *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874) - Пятнистый губач //Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иглового, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. -Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 34-46.

354 Глуховцев И.В., Дукравец Г.М., Карпов В.Е. Отряд окунеобразные – Perciformes. Семейство Eleotridae – Головощечковые или Элеотровые. Род *Hypseleotris* Gill. 1860. *Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant 1872) - Элеотрис. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация. промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. - Алма-Ата: ҒЫЛЫМ. 1992.– С.250-269.

355 Дукравец Г.М., Копылец С.К. Семейство Gobiidae – Бычковые. Род *Rhinogobius* Gill. 1860 - Бычковые. *Rhinogobius similis* Gill - амурский бычок. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация. промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. - Алма-Ата: ҒЫЛЫМ. 1992.– С.269-286.

356 Карпов В.Е. Род *Orizias* Jordan et Snyder, 1906 - Оризиас. Род *Oryzias*

latipes (Temminck & Schlegel, 1846) – Медака. // Рыбы Казахстана – Т. 5. Акклиматизация, промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. - Алма-Ата: Ғылым, 1992. – С. 230-241.

357 Ибраева Г.С. Чужеродные виды рыб в р. Карашик (Бассейн р. Сырдарья) // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби, серия биологическая. - Алматы “Қазақ университеті” - 2023. - №4(97). - с. 96-106. <https://doi.org/10.26577/eb.2023.v97.i4.09>.

358 Matsuzaki S. S., Sasaki T., Akasaka M. Consequences of the introduction of exotic and translocated species and future extirpations on the functional diversity of freshwater fish assemblages // Global Ecology and Biogeography. – 2013. – Т. 22. – №. 9. – С. 1071-1082. DOI:10.1111/geb.12067.

359 Семенченко В.П. Зоопланктон литоральной зоны озер разного типа. – Минск: Белорусская наука, 2013. – С. 38–41.

360 Дудакова Д.С. Состав и динамика гидробионтов литорали бухты Петрокрепость Ладожского озера / Д.С. Дудакова, Н.В. Родионова, Е.В. Протопопова и др. // Тр. Карельского научного центра РАН. – 2015. – № 2. – С. 53–70.

361 Горлачева Е.П., Афонин А. В. Размерно-возрастная характеристика рыб литорали озера Арахлей (Забайкальский край) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – №. 5-1. – С. 159-164.

362 Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Митрофанов И.В., Солонинова Л.И. Род *Leuciscus* (Cuvier) Agassiz, 1817 – Елец // Рыбы Казахстана. - Алма-Ата: Наука. 1987. - т.2. - С.74-123.

363 Никольский Г.В. Рыбы Таджикистана- М., Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1938. с.1-217.

364 Gammanpila M., Amarasinghe U. S., Wijeyaratne M. J. S. Morphological correlates with diet of fish assemblages in brush park fisheries of tropical estuaries // Environmental Biology of Fishes. – 2017. – Т. 100. – №. 10. – С. 1285-1299. doi.org/10.1007/s10641-017-0642-x,

365 Prado A.V.R., Goulart E., Pagotto J.P.A. Ecomorphology and use of food resources: inter-and intraspecific relationships of fish fauna associated with macrophyte stands // Neotropical Ichthyology. – 2016. – Т. 14. – №. 04. – С. e150140. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20150140>.

366 Blasina G., Molina J., Cazorla A.L., de Astarloa J.D. Relationship between ecomorphology and trophic segregation in four closely related sympatric fish species (Teleostei, Sciaenidae) // Comptes Rendus. Biologies. – 2016. – Т. 339. – №. 11-12. – С. 498-506. doi.org/10.1016/j.crv.2016.07.003.

367 Helfman G. S., Collette B.B., Facey D.E., Bowen B.W. The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. – John Wiley & Sons, -2009.-720 p.

368 Michel M.J., Chien H., Beachum C.E., Bennett M.G., Knouft J.H. Climate change, hydrology, and fish morphology: predictions using phenotype-environment associations // Climatic Change. – 2017. – Т. 140. – С. 563-576. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1856-1>.

369 Sánchez-González J.R. Morcillo F., Ruiz-Legazpi J., Sanz-Ronda F.J. Fish morphology and passage through velocity barriers. Experience with northern

straight-mouth nase (*Pseudochondrostoma duriense* Coelho, 1985) in an open channel flume //Hydrobiologia. – 2022. – Т. 849. – №. 6. – С. 1351-1366. doi.org/10.1007/s10750-021-04712-9.

370 Palmer A. R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns //Annual review of Ecology and Systematics. – 1986. – С. 391-421. https://www.jstor.org/stable/2097002.

371 Ибраева Г.С., Сапаргалиева Н.С., Мамилов Н.Ш., Кожабоева Э.Б., Зияева Г.К. Морфологическая изменчивость и состояние популяции зеравшанского ельца *Leuciscus lehmanni* (Cypriniformes; Actinopterygii) из р.Шаян (бассейн р.Сырдарьи) //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. серия экологическая -Алматы “Қазақ университеті” -2023.- №2(75).- с.-78-90. DOI: https://doi.org/10.26577/EJE.2023.v75.i2.07

372 Мамилов Н.Ш., Мамилов А.Ш., Хабибуллин Ф.Х., Беккожаева Д.К., Амирбекова, Ф.Т., Адильбаев, Ж.А. Разнообразие ихтиофауны второстепенных притоков реки Сырдарьи в связи с абиотическими показателями среды обитания. //Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии – 2017. – С. 142-149.

373 Никольский Г.В. Рыбы Таджикистана. Труды Академии Наук СССР. т. VII Зоология и паразитология. Изд-во Академии Наук СССР. Москва-Ленинград. 1938. С. 118-120.

374 Мухамедиев М.А. Ихтиофауна и перспективы рыбохозяйственного использования предгорных водоёмов Ферганской долины в связи с ирригационным строительством (на примере бассейна р. Исфайрамсай). Автореф. Канд. Дисс. ЛГУ, Ленинград 1982. С. 16..

375 Нажмиддинов Э.Х., Кучбоев А.Э., Мухамедиев М.А. Фауна гельминтов обыкновенной маринки из верховий реки Сырдарьи. Узбекский биологический журнал. №5. Ташкент. -2020. -С. 55-59.

376 Мирзобаходурова Ш.Р. Доровских Г.Н., Олимова М.С., Мамаджонов А.М. Паразитофауна маринки обыкновенной *Schizothorax intermedius* McClelland, 1842 из реки Исфара //Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология. Геология. Химия. Экология. – 2023. – №. 2 (26). – С. 20-53 https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-2-20.

377 Мухамедиев М.А. К вопросу о географических формах обыкновенной маринки из водоёмов бассейна верховья реки Сырдарьи. //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 6-1 (96). – С. 9-11.

378 Ma Q., He K., Wang X., Jiang J., Zhang X., Song Z. Better resolution for Cytochrome b than Cytochrome c Oxidase subunit I to identify *Schizothorax* species (Teleostei: Cyprinidae) from the Tibetan Plateau and its adjacent area //DNA and cell biology. – 2020. – Т. 39. – №. 4. – С. 579-598. https://doi.org/10.1089/dna.2019.5031.

379 Kuchboev A.E., Najmidinov E.K., Mukhamediev M.A., Karimova R.R., Yildiz K. Morphological and ecological features of some nematodes of the genus *Rhabdochona* in marinka obtained from Fergana Valley, Uzbekistan //Journal of Parasitic Diseases. – 2021. – Т. 45. – №. 4. – С. 1084-1089. https://doi.org/10.1007/s12639-021-01409-7.

380 Митрофанов В.П. Род *Noemacheilus* Valn Hasselt, 1823 – Голец

//Рыбы Казахстана т.4 Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иголовые, Окуневые, Бычковые, Керчаковые. /Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др. -Алма-Ата: Наука, 1989.- С. 6-17.

381 Kottelat M. Indochinese Nemacheilinis. A revision of Nemacheiline Loaches (Pisces, Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and southern Viet Nam. – Munchen: Verlag, 1990. 262 p.;

382 Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V. Fishes of the World; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2016.-708p.

383 Norton S. F., Luczkovich J. J., Motta P. J. The role of ecomorphological studies in the comparative biology of fishes //Ecomorphology of fishes. – 1995. – С. 287-304.

384 Zhang Tang-lin, Li Zhongjie, Cao Wenxuan. Advances in studies on the ecomorphology of fish. //Journal of Fisheries of China, -2008, -32(1) -p.152~160. <http://dx.doi.org/10.3724/SP.J.00001>.

385 Bower L.M., Piller K.R. Shaping up: a geometric morphometric approach to assemblage ecomorphology //Journal of fish biology. – 2015. – Т. 87. – №. 3. – С. 691-714. <https://doi.org/10.1111/jfb.12752>.

386 Laffaille P., Brosse S. Gestion des poisons et des hydrosystèmes dulçaquicoles // Les poisons d'eau douce de France. Coord. Keith P., Persat H., Feunteun E., Allardi J. – Paris: Biotope – Museum national d'Histoire naturelle, 2011. - P.158-195.

387 Poulet N., Dembski S., Porcher J.-P., Roset N., Oberdorff T. Indices poisons et qualité des milieu // Les poisons d'eau douce de France. Coord. Keith P., Persat H., Feunteun E., Allardi J. – Paris: Biotope – Museum national d'Histoire naturelle, 2011. - P.208-213.

388 Митрофанов И.В., Жимбей Е.И. Совместное обитание тибетского гольца (*Noemacheilus stoliczkai*) и пятнистого губача (*Noemacheilus strauchi*) //Selevinia, 1994.-№4.-с.70-71.

389 Сапаргалиева Н. Тракта серого гольца (*Triplophysa dorsalis*) и пятнистого губача (*Triplophysa strauchi*). //Вестник КазНУ. серия экологическая. – 2009. – Т. 24. – №. 1.

390 Прокофьев А.М. Гольцы подсемейства Nemacheilinae мировой фауны – Ярославль: Филигрань.-2017.-315 с.

391 Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. Фрунзе: Изд-во АН КирССР, -1963. -284 с.

392 Каюмова Ё.К., Комилова Д.И., Шералиев Б.М. Современное таксономическое состояние гольцов (Nemacheilidae) в Карадарье //Водные биоресурсы и аквакультура Юга России. – 2020. – С. 39-42.

393 Камилов Г.К. Видовой состав малоценных и сорных рыб прудов прудхоза «Дамашы» // Узбек. биол. журн. -1965.-№5.-с. 64-68.

394 Sheraliev B., Kayumova Y. Issue of taxonomic status and conservation of loach species (Teleostei: Cobitoidei) in inland waters of Uzbekistan //Uzbek Biological Journal. – 2022. – Т. 2. – С. 35-40.

395 Мамилов Н.Ш., Балабиева Г.К. О пределах изменчивости морфометрических показателей балиторовых рыб (Balitoridae; Cypriniformes)

Балхашского бассейна // Selevinia – Алматы: Союз охраны птиц Казахстана. - 2010.- С.34-37.

396 Савваитова К.А., Максимов В.А., Груздева М.А. Динамика морфологических показателей микижи *Salmo mykiss* из реки Кишимшина (Камчатка) во временном аспекте. //Вопросы ихтиологии – 1988.-Т.28.-Вып.2.- С.213-221.

397 Матмуратов С.А., Митрофанов И.В. Морфо-экологическая изменчивость гольцов (*Balitoridae*, *Nemaheilus*) в условиях зоны влияния Семипалатинского Испытательного полигона. //Радиоэкология, охрана окружающей среды. Вестник НЯЦ РК, -2002.- (3), -с.85-89.

398 Балабиева Г.К., Митрофанов И.В., Мамилов Л.Ш. Изменения морфологических показателей пятнистого губача *triplophysa strauchii* из р. Улькен Алматы во временном аспекте. //Eurasian Journal of Ecology, -2016.-Т.33- N1. - с.37-42.

399 Мамилов Н.Ш. Морфологическая и биологическая изменчивость рыб в условиях антропогенной нагрузки. – Алматы: Қазақ университеті, 2021.- 306 с.

400 Ибраева Г.С Первое описание пятнистого губача *Triplophysa strauchii* из Казахстанской части бассейна реки Сырдарьи //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. серия биологическая. -Алматы “Қазақ университеті” -2023.- -№2(95)7-с.116-127. DOI: <https://doi.org/10.26577/eb.2023.v95.i2.011>

401 Турдаков Ф.А. 1954. Вклад в ихтиофауну рек Терс (Ассы) и Талас. //Труды ин-та. Зоол. Паразитол. Киргиз. филиал акад. Наук СССР, 1: 113-122.

402 Ning X., Zhang Y.-Z., Sui Z.-H., Quan X.-Q., Zhang H.-G., Liu L.-X., Han Q.-D., Liu Y.-G. The complete mitochondrial DNA sequence of Kashgarian loach (*Triplophysa yarkandensis*) from Bosten Lake //Mitochondrial DNA Part B. – 2020.– Т.5.–№.1.–С.821-823. <https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1715881>.

403 Yang X., Wen H., Luo T., Zhou J. Complete mitochondrial genome of *Triplophysa nasobarbatula* //Mitochondrial DNA Part B. – 2020. – Т. 5. – №. 3. – С. 3771-3772. <https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1745099>.

404 Sun X., Cheng J. Comparative mitogenomic analyses and new insights into the phylogeny of *Thamnocephalidae* (Branchiopoda: Anostraca) //Genes. – 2022. – Т. 13. – №. 10. – С. 1765. <https://doi.org/10.3390/genes13101765>.

405 Kim N.Y., Ahn S.J., Seo J.S., Jeon E.J., Cho M.Y., Choi H.S. Characterization of the complete mitochondrial genome of *Miamiensis avidus* causing flatfish scuticociliatosis //Genetica. – 2022. – Т. 150. – №. 6. – С. 407-420. <https://doi.org/10.1007/s10709-022-00167-5>.

406 Wang X., Song Y., Xie H., Zi F., Chen S., Luo S. Complete mitogenome of the *Triplophysa bombifrons*: comparative analysis and phylogenetic relationships among the members of *Triplophysa* //Genes. – 2023. – Т. 14. – №. 1. – С. 128. <https://doi.org/10.3390/genes14010128>.

407 Feng C., Zhou W., Tang Y., Gao Y., Chen J., Tong C., Liu S., Wanghe K., Zhao K. Molecular systematics of the *Triplophysa robusta* (Cobitoidea) complex: extensive gene flow in a depauperate lineage //Molecular phylogenetics and evolution. – 2019. – Т. 132. – С. 275-283. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.12.009>.

- 408 Wang C., Luo S., Yao N., Wang X., Song Y., Chen S. A comprehensive analysis of *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874) mitogenome and its phylogenetic implications within the *Triplophysa* genus //Genes. – 2023. – Т. 14. – №. 7. – С. 1356. <https://doi.org/10.3390/genes14071356>.
- 409 Quvatov A.Q., Kuchboev A.E., Mirzayev U.T., Amirov O.O., Atamuratova M.S., Qurbon N.A., Rakhimova K.M., Najmiddinov, E.K. Morphological and Molecular Genetic Analysis of *Tr. Elegans* and *Tr. dorsalis* of the Genus *Triplophysa* in the Chirchik River Basin (Uzbekistan) //Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries. – 2024. – Т. 28. – №. 4. DOI 10.21608/ejabf.2024.369529.
- 410 Прокофьев А.М. Материалы к ревизии рода *Triplophysa rendahl*, 1933 (Cobitoidea: Balitoridae: Nemacheilinae): ревизия номинальных таксонов Герценштейна (1888), описанных в составе видов “*Nemachilus*” *stoliczkae* и “*N.*” *dorsonotatus*, с выделением нового вида *T. scapanognatha* sp. nova //Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47. – №. 1. – С. 5-25.
- 411 Мина М.В., Решетников Ю.С., Дгебуадзе Ю.Ю. Таксономические новшества и проблемы пользователей.// Вопросы ихтиологии – 2006. – Т.46, №4. – С.553-557.
- 412 Мина М.В. Виды – идеальные, реальные и выделяемые по соглашению// Сборник трудов Зоологического музея МГУ – 2008. – Т.58. – С.308-314.
- 413 Васильева Е.Д. Бычки рода *Rhinogobius* (Gobiidae) Приморья и водоёмов Средней Азии и Казахстана. 1.Морфологическая характеристика и таксономический статус // Вопросы ихтиологии. - 2007. - Т.47, № 6. - С. 733-742.
- 414 Lake P.S. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters //Freshwater biology. – 2003. – Т. 48. – №. 7.-p.1161–1172.
- 415 Clarke K.R., Warwick R.M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2-nd edition. Plymouth Mar. Lab. PRIMER-E: Plymouth, 2001. - 154 p.
- 416 Grizzetti B., Bouraoui F., de Marsily G., Bidoglio, G. A statistical method for source apportionment of riverine nitrogen loads //Journal of Hydrology. – 2005. – Т. 304. – №. 1-4. – С. 302-315. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.07.036>.
- 417 Poor C. J., McDonnell J. J. The effects of land use on stream nitrate dynamics //Journal of Hydrology. – 2007. – Т. 332. – №. 1-2. – С. 54-68. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.06.022>.
- 418 Fenn M.E., Jovan S., Yuan F., Geiser L., Meixner T., Gimeno B.S. Empirical and simulated critical loads for nitrogen deposition in California mixed conifer forests //Environmental Pollution. – 2008. – Т. 155. – №. 3. – С. 492-511. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.03.019>.
- 419 Hickey C.W., Martin M.L. A review of nitrate toxicity to freshwater aquatic species. – Canterbury, UK : Environment Canterbury, 2009, 46 p.
- 420 Экологический бюллетень о состоянии окружающей среды города Шымкента и Туркестанской области за 2022 (2023) год. Казгидромет: Шымкент, 23 стр.
- 421 Турдаков Ф.А. Рыбы Кыргызстана. Фрунзе: Изд-во Академии наук

Киргизской ССР,-1963.-279 с.

422 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. (1992) Видовой состав ихтиофауны Казахстана (включая Cyclostomata) и ее распределение по водоемам по состоянию на 1986-1990 годы. В: Гвоздев Е.В. и Митрофанов В.П. (ред.) Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Гылым. 5, с. 414-418.

423 Карпов В.Е. Список рыб и рыбоподобных видов Казахстана. В кн.: Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние. Алматы: Бастау, 2005.-с. 152-168.

424 Salikhov T.V., Kamilov B.G. Ichthyofauna of the middle reaches of the Syr Darya basin. Journal of Ichthyology, -1995.-35(2).-p.229-235.

425 Askeyev A., Askeyev O., Askeyev I., Monakhov S. Predatory fish species as indicators of biodiversity: their distribution in environmental gradients in small and mid-sized rivers in Eastern Europe //Environmental Biology of Fishes. – 2021. – Т. 104. – №. 7. – С. 767-778. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01113-8>.

426 Azamov O., Khalimov S., Gulomov S., Komilova D., Kayumova Y., Rakhmonov M., Abdulatipova S., Gafurova O., Komilova K., Asrolova M., Urmonova D., Sheraliev B. Length-weight relationships and condition factor of 30 species from the Upper Syr Darya drainage, Uzbekistan //Turkish Journal of Zoology. – 2024. – Т. 48. – №. 7. – С. 685-691. <https://doi.org/10.55730/1300-0179.3206>.

427 Mamilov N., Ibrayeva G., Kozhabaeva E., Bilyalova G., Ziyayeva, G. (2024) A good word on topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* in small impoundments in the Aral Sea watershed (Central Asia, Kazakhstan). In BIO Web of Conferences (Vol.100, p. 04027). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410004027>.

428 Karimov, B. (2020) *Aspiolucius esocinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T39462A156728608. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T39462A156728608.en>. Accessed on 1 November 2024.

429 Freyhof J., Chebanov M., Pourkazemi, M. (2022) *Acipenser nudiventris* (errata version published in 2023) The IUCN Red List of Threatened Species, e.T225A227579266. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T225A227579266.en>. Accessed on 1 November 2024.

430 Mugue N., Karimov B. (2022) *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T18599A156719554. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T18599A156719554.en>. Accessed on 1 November 2024.

431 Van Driessche C., Everts T., Neyrinck S., Halfmaerten D., Haegeman A., Ruttink T., Bonte, D., Brys R. Using environmental DNA metabarcoding to monitor fish communities in small rivers and large brooks: Insights on the spatial scale of information. Environmental Research, -2023.-228.-115857. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115857>.

432 Cantera I., Giachello S., Münkemüller T., Caccianiga M., Gobbi M., Losapio G., Marta S., Valle B., Zawierucha K., Thuiller W., Ficetola G.F. (2024) Describing functional diversity of communities from environmental DNA. Trends in Ecology & Evolution. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2024.10.007>.

433 Sedell J.R., Reeves G.H., Hauer F.R., Stanford J.A., Hawkins C.P. (1990) Role of refugia in recovery from disturbances: modern fragmented and disconnected river systems. //Environmental management.-1990.- 14.-p.711–724.

434 Sheldon F., Bunn S.E., Hughes J.M., Arthington A.H., Balcombe S.R., Fellows C.S. Ecological roles and threats to aquatic refugia in arid landscapes: dryland river waterholes. //Marine and Freshwater Research, -2010.-T.61.- №8.-p. 885–895. <https://doi.org/10.1071/MF09239>.

435 Ebersole J.L., Quiñones R.M., Clements S., Letcher, B.H. Managing climate refugia for freshwater fishes under an expanding human footprint. Frontiers in Ecology and the Environment, -2020.-T.18.- №5.-p.271–280. <https://doi.org/10.1002/fee.2206>.

436 Zogaris S., Grapci-Kotori L., Geci D., Ibrahim H., Zogaris D., Bilalli A., Buqinca A., Vlachopoulos K., Vavalidis T. Zogaris S. et al. River degradation impacts fish assemblages in Kosovo's Ibër basin //Ecologica Montenegrina. – 2024. – T. 75. – C. 33-51. <https://doi.org/10.37828/em.2024.75.3>.

А қосымшасы

Кесте А1. Сынамаларды алған орындардың тізімі

Сынама алған орындар	Қысқар- тылуы	Өзеннің ұзындығы, км / суқойманың ауданы, км ²	Координаталары		Теңіз деңгейінен биіктігі деңгейі, м
			N	EO	
Өзендер					
Сырдария	SD	2212	43.250000	67.817222	172
Бабайқорған	Bkg	36	45.646667	68.1125	457
Қарашық, Түркістан қ.	Krt	82	43.339722	68.190000	204
Қарашық, Кентау қ.	Krk		73.362778	68.190000	264
Түркістан қ. жақын жердегі артезиан скважинасы			43.314167	68.165278	208
Сарыбас	Sbs	70	43.577222	68.690000	757
Иқансу (тау)	Ikt	52	43.539444	68.765000	600
Иқансу (тау бөктері)	Ikl		43.438611	68.7275	441
Ойық	Oiyk	47	43.438889	68.944722	602
Ащысай	Asy	15	43.368333	69.115833	429
Арыстанды	Ars	92	43.280278	69.453611	597
Шаян	Sha	138	43.051667	69.418056	389
Бөген	Bgt,	164	42.935833	69.643611	417
Боралдай	Bor	130	42.786111	69.679167	467
Суқоймалар					
Серг	Ser	4.5	43.518889	68.195833	304
Үлгілі	Ugl	3.8	43.549444	68.121944	344

Кесте А2 – Сырдария бассейніндегі зерттелген балықтар саны: қордағы материалдар 2007-2020 жж. және меншікті деректер 2022-2023 жж.

№	Ғылыми атауы	Ағылшынша атауы	Қысқартылуы	Қазақша атауы	Дана саны	
					2007-2020	2022-2023
	ТҰҚЫТӘРІЗІДЕР ОТРЯДЫ <i>CYPRINIFORMES</i> :					
	Тұқылар тұқымдасы <i>Cyprinidae</i>					
1	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Prussian carp	Cgi	Бозша мөңке	63	57
2	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Carp	Cca	Сазан	34	1
	Тарақ балықтар тұқымдасы <i>Leuciscidae</i>					
3	<i>Leuciscus baicalensis</i> (Dybowski, 1874)	Siberian dace	Lba	Сібір тарақ балығы	407	64
4	<i>Leuciscus lehmanni</i> Brandt, 1852	Zeravshan dace	Lle	Зеравшан тарақ балығы	255	114
5	<i>Petroleuciscus squaliusculus</i> (Kessler, 1872)	Syr Darya dace	Psq	Сырдария тарақ балығы	115	0
6	<i>Leuciscus oxianus</i> Kessler, 1877	Aral ide	Lox	Арал аққайраны	0	10
7	<i>Rutilus lacustris</i> (Pallas, 1814)	Roach	Rut	Арал тортасы	189	163
8	<i>Leuciscus aspilus</i> (Linnaeus, 1758)	Asp	Asp	Ақмарқа	21	19
9	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Freshwater bream	Abr	Тыран	8	3

А2 –кестенің жалғасы						
№	Ғылыми атауы	Ағылшынша атауы	Қысқартылуы	Қазақша атауы	Дана саны	
					2007-2020	2022-2023
10	<i>Schizothorax intermedius</i> McClelland, 1842	Sattar snowtrout	Sch	Кәдімгі қарабалық	525	248
11	<i>Alburnus chalcoides</i> (Güldenstädt, 1772)	Danube bleak	Ach	Шемей	95	3
12	<i>Alburnoides oblongus</i> Bulgakov, 1923	Tashkent riffle bleak	Aob	Ташкент үкішабақтектес балығы	519	113
Жалған тұқылдар (Ксеноципридтер) тұқымдасы Xenocyprididae						
13	<i>*Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Grass carp	Cid	*Ақ амур	3	0
Гобионидтер тұқымдасы Gobionidae						
14	<i>Gobio lepidolaemus</i> Kessler, 1872	Turkestan gudgeon	Gle	Түркістан теңге балығы	570	196
15	<i>*Abbottina rivularis</i> (Basilewsky, 1855)	Chinese false gudgeon	Ari	*Абботтина	47	72
16	<i>*Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	topmouth gudgeon, stone moroko	Ppa	*Амур шабағы	257	102
Кекірелер тұқымдасы Acheilognathidae						
17	<i>*Rhodeus ocellatus</i> (Kner, 1866)	Rosy bitterling	Roc	*Теңбіл кекіре	122	2
Талма балықтар тұқымдасы Nemacheilidae						
18	<i>Triplophysa stoliczkae</i> (Steindacher, 1866)	Tibetan stone loach	Tsi	Тибет талма балығы	51	38
19	<i>Triplophysa coniptera</i> , (Turdakov, 1954)	-	Tco	Терс талма балығы	69	55
20	<i>*Triplophysa strauchii</i> (Kessler, 1874)	Spotted thicklip loach	Tsr	*Теңбіл талма балығы	161	37
21	<i>Iskandaria kuschakewitschi</i> (Herzenstein, 1890)	Kuschake witsch loach	Iku	Кушакевич талма балығы	106	109
Шырма балықтар Cobitidae						
22	<i>Sabanejewia aralensis</i> (Kessler, 1877)	Golden spined loach	Sau	Арал шырма балығы	94	19
АЛАБУҒАТӘРІЗДІЛЕР ОТРЯДЫ PERCIFORMES						
Алабұғалар тұқымдасы Percidae						
23	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	European perch	Pfl	Өзен алабұғасы	1	0
24	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Pike-perch	Slu	Кәдімгі көксерке	12	0
Одонтобуттар тұқымдасы Odontobutidae						
25	<i>*Hypseleotris cinctus</i> (Dabry de Thiersant, 1872)	Beautiful sleeper	Hci	*Элеотрис	4	5
БҰЗАУБАСТӘРІЗДІ БАЛЫҚТАР ОТРЯД GOBIIFORMES						
Бұзаубастектес балықтар тұқымдасы Gobiidae						
26	<i>*Rhinogobius cheni</i> (Nichols, 1931)	Amur goby	Rch	*Амур/қытай бұзаубас балығы	146	41

А2 –кестенің жалғасы						
№	Ғылыми атауы	Ағылшынша атауы	Қысқартылуы	Қазақша атауы	Дана саны	
					2007-2020	2022-2023
	САРГАНӨТӘРІЗДІЛЕР ОТРЯДЫ <i>BELONIFORMES</i> Адрианихттер тұқымдасы <i>Adrianichthyidae</i>					
27	<i>*Oryzias sinensis</i> Chen, Uwa & Chu, 1989	Chinese ricefish	Osi	*Қытай медакасы	2	0
	ЖАЙЫНТӘРІЗДІЛЕР ОТРЯД <i>SILURIFORMES</i> Жайындар тұқымдасы <i>Siluridae</i>					
28	<i>Siluris glanis</i> Linnaeus, 1758	Wels catfish	Sgl	Кәдімгі жайын	0	1
	ШОРТАНТӘРІЗДІЛЕР ОТРЯДЫ <i>ESOCIFORMES</i> Шортандар тұқымдасы <i>Esocidae</i>					
29	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Northern pike	Elu	Кәдімгі шортан	1	0
	Барлығы				3877	1472
	аборигенділер				3135	1213
	бөгде балықтар				742	259
	Ескертпе: «*» – бөгде балықтар					

Қаратау жотасының оңтүстік-батыс еңісіндегі су қоймалар



Сурет 1 – Сырдария өзені 2022 ж.



Сурет 2 – Сырдария 2023 ж.



Сурет 3 – Үлгілі ск., 2023 ж.



Сурет 4 – Шаян ск., 2022 ж.



Сурет 5 – Сарыбас өзені, 2023 ж.



Сурет 6 - Шаян өзені, 2023 ж.



Сурет 7 - Бабайқорған, 2022 ж.

БАЛЫҚ ТҮРЛЕРІ МЕН АЛУАНТҮРЛІК ҚАУЫМДАСТЫҒЫНЫҢ СУРЕТТЕРІ



Сурет 8 - Жайын *Siluris glanis* Linnaeus, 1758. Бөген өзені, 2023 ж.



Сурет 9 - Теңбіл кекіре *Rhodeus ocellatus* (Кнер, 1866). Бөген өзені, 2023ж.



Сурет 10 - Амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846), Арыстанды өзені, 2023 ж.



Сурет 11 - Түркістан аққайраны *Leuciscus oxianus* Kessler, 1877, Бабайқорған өзені, 2023 ж.



Сурет 12 - Қытай бұзаубасбалығы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931), Қарашық өзені, Кентау, 2017ж.



Сурет 13 - Шемей *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772), Сырдария өзені, 2023 ж.



Сурет 14 - Абботина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855), Үлгілі сқ, 2017 ж.



Сурет 15 - Қытай медакасы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931). Қарашық өзені, Кентау, 2017 ж.



Сурет 16 - Бозша мөңке *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), Арыстанды өзені, 2023 ж.

СУ ҚОЙМАЛАРДЫҢ ИХТИОФАУНАСЫНЫҢ АЛУАНТҮРЛІЛІГІНІҢ СУРЕТТЕРІ



Сурет 17 - Бөген өзені, 2016 ж.



Сурет 18 - Қарашық өзені, Түркістан, 2023 ж.



Сурет 19 - Үлгілі ск., 2023 ж.



Сурет 20 - Боралдай өзені, 2023 ж.



Сурет 21 - Сарыбас өзені, 2022 ж.



Сурет 22 - Сарыбас өзені, 2023 ж.

Б қосымшасы

Кесте Б1 - Арал тортасының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Сырдария	2023	11	39.5	64	53.79	7.66	14.25
	Бөген (тау бөктері)	2012	7	54	92	64.14	12.63	19.69
	Бөген (тау бөктері)	2013	30	50	68	61.33	9.87	16.09
	Бөген (тау бөктері)	2017	17	35.7	92	51.44	17.39	33.81
	Бөген (жазық)	2023	12	35.7	84.7	45.38	14.33	31.58
	Шаян (тау бөктері)	2022	32	29.4	91	58.50	19.90	34.01
	Шаян (тау бөктері)	2023	22	44	72.3	59.97	7.02	11.71
	Шаян (жазық)	2023	25	26.7	33.5	29.58	2.14	7.25
	Арыстанды	2023	17	27.7	94.2	55.64	26.51	47.65
	Қарашық Кентау	2007	44	34.4	86	49.41	15.39	31.15
	Қарашық Түркістан	2013	11	38.0	56.0	44.45	4.66	10.47
	Қарашық Түркістан	2014	11	21.0	63.0	34.11	12.21	35.80
	Қарашық Түркістан	2015	15	15.5	114.0	53.27	20.41	38.32
	Қарашық Түркістан	2016	12	31.0	70.0	50.42	10.49	20.81
	Қарашық Түркістан	2023	30	21.5	37.9	30.92	4.77	15.42
	Серт сқ.	2022	14	34.4	59.3	45.27	6.63	14.65
Q, г	Сырдария	2023	11	1.16	5.27	3.22	1.16	36.09
	Бөген (тау бөктері)	2012	7	3.09	17.4	5.85	5.122	87.57
	Бөген (тау бөктері)	2013	30	2.82	6.93	5.22	2.139	40.99
	Бөген (тау бөктері)	2017	17	0.77	17.41	3.78	4.585	121.36
	Бөген (жазық)	2023	12	0.77	11.12	2.34	3.159	135.07
	Шаян (тау бөктері)	2022	32	0.438	12.68	4.73	3.803	80.45
	Шаян (тау бөктері)	2023	22	1.52	6.54	4.04	1.37	33.85
	Шаян (жазық)	2023	25	0.324	0.67	0.44	0.10	22.07
	Арыстанды	2023	17	0.37	14.82	5.36	5.459	101.92
	Қарашық Кентау	2007	44	0.64	15.76	3.36	4.336	128.88
	Қарашық Түркістан	2013	11	1.20	3.77	1.94	0.678	34.94
	Қарашық Түркістан	2014	11	0.19	6.82	1.28	1.820	141.92
	Қарашық Түркістан	2015	15	0.06	26.06	4.19	6.250	149.2
	Қарашық Түркістан	2016	12	0.48	7.00	2.72	2.090	76.87
	Қарашық Түркістан	2023	30	0.12	0.89	0.48	0.223	46.11
	Серт сқ.	2022	14	0.77	2.70	1.701	0.589	34.63
Fulton	Сырдария	2023	11	1.80	2.15	1.97	0.12	5.94
	Бөген (тау бөктері)	2012	7	1.80	2.24	1.91	0.157	8.24
	Бөген (тау бөктері)	2013	30	2.05	2.26	2.17	0.106	4.88
	Бөген (тау бөктері)	2017	17	1.60	2.58	1.86	0.293	15.72
	Бөген (жазық)	2023	12	1.60	2.58	1.76	0.269	15.29
	Шаян (тау бөктері)	2022	32	1.43	2.65	1.73	0.233	13.42
	Шаян (тау бөктері)	2023	22	1.55	2.70	1.81	0.23	12.73
	Шаян (жазық)	2023	25	1.43	1.95	1.67	0.13	8.05
	Арыстанды	2023	17	1.38	2.50	1.78	0.282	15.80
	Қарашық Кентау	2007	44	1.49	2.66	1.85	0.319	17.31
	Қарашық Түркістан	2013	11	1.99	2.47	2.15	0.138	6.43
	Қарашық Түркістан	2014	11	1.81	2.73	2.06	0.227	11.04
	Қарашық Түркістан	2015	15	1.61	2.09	1.89	0.133	7.052
	Қарашық Түркістан	2016	12	1.61	2.23	1.79	0.176	9.82
	Қарашық Түркістан	2023	30	1.23	1.84	1.50	0.137	9.10
	Серт сқ.	2022	14	1.09	2.00	1.79	0.225	12.55

Кесте Б2 – Зеравшан тарақ балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Сырдария	2023	7	37	61	45.84	8.09	17.65
	Бөген (тау бөктері)	2007	85	31.3	102.5	45.55	12.82	28.14
	Бөген (тау бөктері)	2014	3	37.8	76	51.93	20.95	40.34
	Бөген (тау бөктері)	2015	18	19.5	69	33.58	18.46	54.97
	Бөген (тау бөктері)	2017	18	14.1	107	32.99	19.24	58.31
	Бөген (тау бөктері)	2023	10	21.4	32.8	24.73	3.90	15.76
	Бөген (жазық)	2023	18	28.4	87.9	37.74	13.31	35.25
	Шаян (тау бөктері)	2013	23	41	113	68.88	17.76	25.79
	Шаян (тау бөктері)	2020	21	44	116	63.24	17.55	27.75
	Шаян (тау бөктері)	2022	28	41.3	80	63.95	9.09	14.21
	Арыстанды	2022	15	40	91	58.34	13.95	23.9
	Арыстанды	2023	21	30.3	80.3	55.73	21.82	39.15
	Қарашық Кентау	2007	41	25.3	89	43.73	16.23	37.12
	Қарашық Түркістан	2013	27	25.60	49.0	36.49	4.91	13.47
	Қарашық Түркістан	2014	2	49.00	84.0	66.50	24.75	37.22
	Қарашық Түркістан	2016	26	16.7	31.0	24.77	3.05	12.31
	Қарашық Кентау	2016	6	21.3	28.2	24.70	2.50	10.14
	Қарашық Түркістан	2017	46	24.0	105.0	44.73	17.92	40.07
	Қарашық Кентау	2017	48	24.6	86.0	44.76	19.62	43.84
	Қарашық Түркістан	2022	6	45.5	79.0	63.33	14.27	22.53
	Қарашық Түркістан	2023	2	76.6	95.5	86.05	13.36	15.53
	Ойық	2023	2	21.7	25.5	23.60	2.69	11.39
	Бабайқорған	2022	7	51	101	75.16	18.52	24.65
	Бабайқорған	2023	14	32.1	98.9	49.79	24.16	48.52
	Серт сқ.	2016	4	29.8	40.5	33.60	4.73	14.08
	Серт сқ.	2023	6	33.4	60	42.97	9.26	21.55
	Үлгілі сқ.	2017	4	31.9	45.7	37.68	6.58	17.47
	Үлгілі сқ.	2023	5	25.3	34.9	28.30	4.04	14.27
Q, г	Сырдария	2023	7	0.9	4.15	1.89	1.09	57.63
	Бөген (тау бөктері)	2007	85	0.52	19.93	2.14	3.170	148.44
	Бөген (тау бөктері)	2014	3	0.85	5.01	2.36	2.300	97.32
	Бөген (тау бөктері)	2015	18	0.15	6.49	1.62	2.374	146.97
	Бөген (тау бөктері)	2017	18	0.047	27.23	1.85	6.338	343.41
	Бөген (тау бөктері)	2023	10	0.134	0.57	0.25	0.140	56.42
	Бөген (жазық)	2023	18	0.33	12.36	1.38	2.758	199.40
	Шаян (тау бөктері)	2013	23	1.87	26.01	6.76	6.789	100.49
	Шаян (тау бөктері)	2020	21	1.14	27.77	5.30	5.968	112.64
	Шаян (тау бөктері)	2022	28	1.14	9.1	4.74	1.788	37.70
	Арыстанды	2022	15	1.12	13.62	4.22	3.523	83.41
	Арыстанды	2023	21	0.48	10.11	4.93	4.091	83.02
	Қарашық Кентау	2007	41	0.21	12.43	2.09	3.083	147.61
	Қарашық Түркістан	2013	27	0.24	1.56	0.75	0.304	40.63
	Қарашық Түркістан	2014	2	1.56	10.20	5.88	6.109	103.9
	Қарашық Түркістан	2016	26	0.15	0.46	0.26	0.085	33.45
	Қарашық Кентау	2016	6	0.16	0.34	0.25	0.073	29.20
	Қарашық Түркістан	2017	46	0.19	21.02	2.41	4.051	168.35
	Қарашық Кентау	2017	48	0.22	11.78	2.50	2.795	111.75
	Қарашық Түркістан	2022	6	1.57	9.42	5.15	3.197	62.07
	Қарашық Түркістан	2023	2	9.07	15.22	12.14	4.349	35.81
	Ойық	2023	2	0.265	0.279	0.27	0.010	3.64
	Бабайқорған	2022	7	2.22	19.42	9.13	7.190	78.79
	Бабайқорған	2023	14	0.57	19.81	4.10	6.506	158.77

Б2 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Q, г	Серт сқ.	2016	4	0.510	1.280	0.773	0.352	45.63
	Серт сқ.	2023	6	0.630	3.980	1.628	1.210	74.33
	Үлгілі сқ.	2017	4	0.50	1.53	1.03	0.548	53.33
	Үлгілі сқ.	2023	5	0.31	0.71	0.43	0.164	37.98
Fullton	Сырдария	2023	7	1.67	2.10	1.82	0.14	7.64
	Бөген (тау бөктері)	2007	85	0.96	3.98	1.67	0.42	25.08
	Бөген (тау бөктері)	2014	3	1.14	1.66	1.46	0.28	19.06
	Бөген (тау бөктері)	2015	18	1.87	2.44	2.15	0.15	6.84
	Бөген (тау бөктері)	2017	18	0.81	2.22	1.41	0.32	22.85
	Бөген (тау бөктері)	2023	10	1.26	1.65	1.51	0.12	7.77
	Бөген (жазық)	2023	18	1.44	1.91	1.65	0.15	9.13
	Шаян (тау бөктері)	2013	23	1.26	2.71	1.66	0.30	17.87
	Шаян (тау бөктері)	2020	21	1.20	2.03	1.59	0.22	13.57
	Шаян (тау бөктері)	2022	28	1.21	2.06	1.71	0.20	11.82
	Арыстанды	2022	15	1.47	2.45	1.73	0.24	13.83
	Арыстанды	2023	21	1.72	3.11	1.95	0.36	18.20
	Қарашық Кентау	2007	41	1.23	2.96	1.56	0.29	18.34
	Қарашық Түркістан	2013	27	1.23	1.84	1.46	0.13	8.66
	Қарашық Түркістан	2014	2	1.33	1.72	1.52	0.28	18.33
	Қарашық Түркістан	2016	26	1.41	3.65	1.67	0.43	25.47
	Қарашық Кентау	2016	6	1.51	1.89	1.61	0.15	9.13
	Қарашық Түркістан	2017	46	1.23	1.99	1.55	0.18	11.78
	Қарашық Кентау	2017	48	1.21	2.01	1.62	0.19	11.94
	Қарашық Түркістан	2022	6	1.67	1.91	1.78	0.10	5.80
	Қарашық Түркістан	2023	2	1.75	2.02	1.88	0.19	10.16
	Ойық	2023	2	1.60	2.73	2.16	0.80	36.99
	Бабайқорған	2022	7	0.90	2.06	1.74	0.40	23.19
	Бабайқорған	2023	14	1.49	2.05	1.75	0.15	8.83
	Серт сқ.	2016	4	1.76	2.18	1.95	0.17	8.84
	Серт сқ.	2023	6	1.69	1.89	1.80	0.08	4.36
	Үлгілі сқ.	2017	4	1.43	2.32	1.79	0.40	22.34
	Үлгілі сқ.	2023	5	1.67	2.09	1.87	0.16	8.31

Кесте Б3 – Кәдімгі қарабалықтардың биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2007	8	26	74	43.91	19.19	43.69
	Бөген (тау бөктері)	2012	56	20	62	31.52	14.05	44.59
	Бөген (тау бөктері)	2014	14	21	31	24.25	3.00	12.39
	Бөген (тау бөктері)	2016	16	25.4	63	43.43	15.16	34.91
	Бөген (тау бөктері)	2017	9	20	34	27.04	5.30	19.60
	Бөген (тау бөктері)	2022	5	25.5	34	28.50	3.34	11.70
	Бөген (тау бөктері)	2023	9	22	70.9	29.3	15.70	53.59
	Шаян (тау бөктері)	2016	16	12,5	67,1	40,43	20,73	51.27
	Шаян (тау бөктері)	2017	4	52.7	65.5	57.40	5.89	10.26
	Шаян (тау бөктері)	2023	3	21.7	47.4	32.13	13.51	42.06
	Арыстанды	2012	78	32	73	47.67	16.89	45.12
	Арыстанды	2013	41	28	124	65.74	27.30	41.52
	Арыстанды	2014	26	24	114	43.25	21.17	48.95
	Арыстанды	2015	24	17.0	103.0	19.83	25.36	127.84
	Арыстанды	2023	10	26.2	32.4	29.55	1.70	5.75
	Боралдай	2023	5	21.4	52.3	29.88	12.91	43.20

БЗ –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Қарашық Кентау	2007	6	60.5	73.6	64.65	4.77	7.38
	Қарашық Түркістан	2012	17	17	90	51.85	22.26	42.94
	Қарашық Кентау	2015	28	15.5	109.0	44.13	22.00	49.85
	Қарашық Кентау	2017	9	58.0	81.7	67.32	8.45	12.55
	Сарыбас	2012	3	23.3	57.7	35.50	19.26	54.25
	Сарыбас	2013	18	26.7	80	47.87	18.88	39.45
	Сарыбас	2015	5	31	145	63.7	37.42	58.71
	Сарыбас	2017	18	16.4	137.3	38.36	28.87	75.27
	Сарыбас	2022.05-ай	7	33.0	44.5	39.86	4.05	10.16
	Сарыбас	2022.09-ай	31	26.0	132.0	51.19	28.36	55.39
	Сарыбас	2023	5	19.8	112.3	73.02	35.03	47.97
	Иқансу (тау бөктері)	2022	30	32	107	56.90	20.38	35.81
	Иқансу (тау бөктері)	2023	18	19	118	60.99	28.05	45.99
	Иқансу (тау)	2023	44	17	110.9	50.69	21.66	42.73
	Ойық	2013	15	20.9	129.5	60.33	29.86	49.49
	Ойық	2014	11	38.3	135.2	76.61	34.36	44.85
	Ойық	2023	7	19.5	108	46.43	31.50	67.84
	Ащысай	2023	21	23	61	35.79	9.59	26.79
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2007	8	0.246	8.07	2.45	2.936	120.01
	Бөген (тау бөктері)	2012	56	0.2	5.73	1.28	1.744	136.15
	Бөген (тау бөктері)	2014	14	0.181	0.67	0.36	0.159	44.34
	Бөген (тау бөктері)	2016	16	0.274	5.51	2.16	1.882	87.15
	Бөген (тау бөктері)	2017	9	0.12	0.7	0.40	0.235	58.78
	Бөген (тау бөктері)	2022	5	0.21	0.74	0.39	0.206	53.02
	Бөген (тау бөктері)	2023	9	0.21	8.4	1.20	2.701	225.37
	Шаян (тау бөктері)	2016	16	0.02	6.4	2.39	2.430	101.75
	Шаян (тау бөктері)	2017	4	3.27	6.15	4.20	1.357	32.33
	Шаян (тау бөктері)	2023	3	0.16	2.42	0.98	1.254	128.49
	Арыстанды	2012	78	1.07	14.58	5.97	5.738	104.14
	Арыстанды	2013	41	0.56	32.22	8.62	9.653	112.02
	Арыстанды	2014	26	0.3	22.44	3.00	4.767	159.08
	Арыстанды	2015	24	0.12	24.64	4.82	6.950	144.19
	Арыстанды	2023	10	0.335	0.61	0.49	0.090	18.27
	Боралдай	2023	5	0.209	2.9	0.82	1.164	141.24
	Қарашық Кентау	2007	6	3.52	7.17	5.10	1.261	24.71
	Қарашық Түркістан	2012	17	0.14	15.67	4.92	4.525	92
	Қарашық Кентау	2015	28	0.10	27.90	3.66	4.867	132.84
	Қарашық Кентау	2017	9	3.42	8.58	5.59	1.849	33.10
	Сарыбас	2012	3	0.17	4.41	1.60	2.432	151.86
	Сарыбас	2013	18	0.33	6.92	1.89	2.266	119.80
	Сарыбас	2015	5	0.62	59.83	11.48	17.869	155.7
	Сарыбас	2017	18	0.17	43.86	3.61	10.216	282.64
	Сарыбас	2022.05-ай	7	0.74	1.77	1.33	0.368	27.55
	Сарыбас	2022.09-ай	31	0.27	6.92	1.89	2.270	120.28
	Сарыбас	2023	5	0.15	27.46	12.12	10.790	89.05
	Иқансу (тау бөктері)	2022	30	0.77	13.88	3.33	3.575	107.25
	Иқансу (тау бөктері)	2023	18	0.096	33.92	7.35	9.591	130.42
	Иқансу (тау)	2023	44	0.107	22.97	4.11	5.009	121.87
	Ойық	2013	15	0.217	40.04	7.77	11.077	142.62
	Ойық	2014	11	1.12	42.57	13.51	15.457	114.37
	Ойық	2023	7	0.158	29.27	5.69	10.542	185.22
	Ащысай	2023	21	0.18	4.15	1.00	0.917	91.79

БЗ –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2007	8	1.40	2.01	1.69	0.253	14.98
	Бөген (тау бөктері)	2012	56	1.98	3.25	2.54	0.210	8.27
	Бөген (тау бөктері)	2014	14	1.87	3.22	2.38	0.372	15.60
	Бөген (тау бөктері)	2016	16	1.25	2.39	1.82	0.282	15.48
	Бөген (тау бөктері)	2017	9	1.43	2.35	1.79	0.283	15.80
	Бөген (тау бөктері)	2022	5	1.01	1.93	1.59	0.368	23.19
	Бөген (тау бөктері)	2023	9	1.75	2.36	2.12	0.166	7.84
	Шаян (тау бөктері)	2016	16	1.02	2.53	1.95	0.432	22.12
	Шаян (тау бөктері)	2017	4	2.10	2.24	2.17	0.061	2.83
	Шаян (тау бөктері)	2023	3	1.57	2.27	1.85	0.373	20.18
	Арыстанды	2012	78	3.27	4.14	3.72	0.301	105.05
	Арыстанды	2013	41	1.59	2.61	2.16	0.314	14.55
	Арыстанды	2014	26	1.51	2.98	2.34	0.315	13.45
	Арыстанды	2015	24	0.44	4.68	0.57	0.856	151.51
	Арыстанды	2023	10	1.71	2.15	1.89	0.142	7.49
	Боралдай	2023	5	1.84	2.99	2.11	0.496	23.46
	Қарашық Кентау	2007	6	1.59	2.03	1.86	0.162	8.71
	Қарашық Түркістан	2012	17	2.15	2.85	2.48	0.209	8.44
	Қарашық Кентау	2015	28	1.93	3.39	2.51	0.241	9.63
	Қарашық Кентау	2017	9	1.41	2.03	1.79	0.196	10.98
	Сарыбас	2012	3	1.30	2.30	1.66	0.550	33.08
	Сарыбас	2013	18	1.54	1.94	1.74	0.120	6.91
	Сарыбас	2015	5	1.18	2.69	2.30	0.401	17.43
	Сарыбас	2017	18	1.30	4.31	1.94	0.661	34.13
	Сарыбас	2022.05-ай	7	1.80	2.66	2.07	0.298	14.34
	Сарыбас	2022.09-ай	31	1.54	1.94	1.73	0.133	7.73
	Сарыбас	2023	5	1.88	2.30	2.07	0.167	8.07
	Иқансу (тау бөктері)	2022	30	1.67	2.58	2.19	0.210	9.56
	Иқансу (тау бөктері)	2023	18	1.40	2.60	1.98	0.273	13.76
	Иқансу (тау)	2023	44	1.38	3.36	2.13	0.335	15.71
	Ойық	2013	15	1.84	2.49	2.09	0.205	9.83
	Ойық	2014	11	1.72	2.22	1.95	0.144	7.36
	Ойық	2023	7	2.13	2.49	2.29	0.120	5.23
	Ащысай	2023	21	1.34	2.15	1.73	0.218	12.64

Кесте Б4 – Ташкент үкішабақтектес балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2007	37	39	68	46.90	6.15	13.11
	Бөген (тау бөктері)	2012	28	24	83	49.08	18.37	37.42
	Бөген (тау бөктері)	2014	26	16	68	43.28	18.02	41.64
	Бөген (тау бөктері)	2015	89	24	78.5	39.82	11.11	27.89
	Бөген (тау бөктері)	2016	35	26	72.8	39.07	11.38	29.13
	Бөген (тау бөктері)	2017	3	21	43.8	28.93	12.88	44.53
	Бөген (тау бөктері)	2022	7	57	68	59.80	3.91	6.54
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	42	67.8	53.85	9.18	17.04
	Шаян (тау бөктері)	2016	12	37.7	71.2	53.95	10.95	20.3
	Шаян (тау бөктері)	2017	7	21.2	30.6	26.23	3.67	13.99
	Шаян (тау бөктері)	2020	18	20.3	59.6	41.34	14.02	33.92
	Шаян (тау бөктері)	2022	14	20	35.5	25.00	4.62	18.49
	Шаян (тау бөктері)	2023	15	35.3	61.5	48.68	8.98	18.45

Б4 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Арыстанды	2012	33	28.3	42	33.92	3.24	9.46
	Арыстанды	2013	85	32	57	39.60	5.63	14.22
	Арыстанды	2014	90	22	71	40.94	8.41	20.55
	Арыстанды	2015	21	25	66	4.87	8.48	173.93
	Арыстанды	2022	12	28.3	42	33.92	4.26	12.56
	Боралдай	2022	14	22.8	41.4	30.22	4.92	16.29
	Боралдай	2023	17	40.5	75.7	52.34	10.63	20.31
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2007	37	0.8	5.03	1.60	0.792	49.57
	Бөген (тау бөктері)	2012	28	0.26	10.53	3.06	2.952	96.46
	Бөген (тау бөктері)	2014	26	0.04	5.62	2.11	1.895	89.81
	Бөген (тау бөктері)	2015	89	0.27	9.25	1.49	1.752	117.49
	Бөген (тау бөктері)	2016	35	0.24	5.94	1.13	1.396	123.99
	Бөген (тау бөктері)	2017	3	0.08	1.05	0.40	0.559	138.11
	Бөген (тау бөктері)	2022	7	2.71	4.79	3.54	0.718	20.32
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	1.46	5.19	2.86	1.328	46.48
	Шаян (тау бөктері)	2016	12	0.88	5.19	2.87	1.480	51.64
	Шаян (тау бөктері)	2017	7	0.125	0.347	0.22	0.084	38.99
	Шаян (тау бөктері)	2020	18	0.11	3.76	1.53	1.211	79.29
	Шаян (тау бөктері)	2022	14	0.09	0.63	0.21	0.144	69.75
	Шаян (тау бөктері)	2023	15	0.60	4.39	2.12	1.163	54.82
	Арыстанды	2012	33	0.277	0.99	0.53	0.171	30.59
	Арыстанды	2013	85	0.59	3.54	1.26	0.584	46.28
	Арыстанды	2014	90	0.23	8.01	1.53	1.080	70.55
	Арыстанды	2015	21	0.28	6.04	0.57	1.218	214.64
	Арыстанды	2022	12	0.277	0.99	0.53	0.232	43.52
	Боралдай	2022	14	0.117	0.89	0.37	0.207	56.61
	Боралдай	2023	17	1.09	7.4	2.64	1.804	68.24
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2007	37	1.25	1.66	1.46	0.107	7.37
	Бөген (тау бөктері)	2012	28	1.58	2.39	1.87	0.183	9.80
	Бөген (тау бөктері)	2014	26	0.98	2.34	1.74	0.302	17.34
	Бөген (тау бөктері)	2015	89	1.54	2.60	1.85	0.166	8.96
	Бөген (тау бөктері)	2016	35	1.08	1.73	1.38	0.145	10.48
	Бөген (тау бөктері)	2017	3	0.79	1.25	0.97	0.247	25.55
	Бөген (тау бөктері)	2022	7	1.46	1.79	1.64	0.122	7.45
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	1.57	1.97	1.73	0.113	6.52
	Шаян (тау бөктері)	2016	12	1.37	1.97	1.69	0.147	8.68
	Шаян (тау бөктері)	2017	7	1.03	1.37	1.15	0.116	10.10
	Шаян (тау бөктері)	2020	18	1.13	1.88	1.52	0.246	16.14
	Шаян (тау бөктері)	2022	14	1.03	1.41	1.18	0.125	10.6
	Шаян (тау бөктері)	2023	15	1.32	1.89	1.65	0.167	10.12
	Арыстанды	2012	33	1.16	1.40	1.29	0.059	19.13
	Арыстанды	2013	85	0.77	9.85	2.15	1.268	59.08
	Арыстанды	2014	90	1.24	2.96	1.99	0.268	13.46
	Арыстанды	2015	21	1.07	2.10	0.16	0.221	142.33
	Арыстанды	2022	12	1.16	1.40	1.29	0.075	5.81
	Боралдай	2022	14	0.99	1.41	1.21	0.124	10.29
	Боралдай	2023	17	1.38	1.80	1.62	0.134	8.28

Кесте Б5 – Бозша мөңкенің биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Арыстанды	2014	13	22.3	86.3	48.79	23.52	48.20
	Арыстанды	2022	3	32	73	47.67	22.14	46.45
	Арыстанды	2023	5	26.5	88.5	60.68	30.61	50.44
	Қарашық Түркістан	2017	4	51.0	82.6	65.58	12.98	19.79
	Қарашық Түркістан	2022	5	38.0	52.0	46.70	5.36	11.47
	Қарашық Түркістан	2023	7	27.5	37.9	33.34	3.72	11.15
	Бабайқорған	2022	7	29.8	54.6	41.13	10.12	24.60
	Бабайқорған	2023	8	24.3	58.7	38.78	13.95	35.98
	Серт сқ.	2016	3	17	22	19.80	2.55	12.9
	Серт сқ.	2023	20	24.9	41.6	31.13	5.63	18.10
	Үлгілі сқ.	2017	9	34.4	59.3	45.27	6.63	14.65
Q, г	Арыстанды	2014	13	0.48	21.4	6.69	7.639	114.15
	Арыстанды	2022	3	1.07	14.58	5.97	7.478	125.18
	Арыстанды	2023	5	0.58	22.36	11.39	10.614	93.22
	Қарашық Түркістан	2017	4	1.97	9.41	4.86	3.186	65.55
	Қарашық Түркістан	2022	5	0.66	1.95	1.61	0.541	33.61
	Қарашық Түркістан	2023	7	0.31	0.82	0.55	0.172	31.12
	Бабайқорған	2022	7	0.94	5.99	3.029	2.081	68.70
	Бабайқорған	2023	8	0.46	6.98	2.423	2.318	95.68
	Серт сқ.	2016	3	0.170	0.330	0.267	0.085	31.89
	Серт сқ.	2023	20	0.470	2.370	1.123	0.651	58.04
	Үлгілі сқ.	2017	14	0.770	2.700	1.701	0.589	34.63
Fullton	Арыстанды	2014	13	2.61	4.33	3.46	0.55	15.86
	Арыстанды	2022	3	3.27	4.14	3.72	0.44	11.75
	Арыстанды	2023	5	3.04	3.33	3.16	0.12	3.71
	Қарашық Түркістан	2017	4	3.32	3.80	3.55	0.20	5.60
	Қарашық Түркістан	2022	5	3.17	4.12	3.63	0.40	10.99
	Қарашық Түркістан	2023	7	2.90	3.59	3.20	0.26	7.98
	Бабайқорған	2022	7	3.55	3.92	3.76	0.14	3.66
	Бабайқорған	2023	8	2.28	3.58	3.20	0.41	12.66
	Серт сқ.	2016	3	3.10	3.53	3.36	0.23	6.91
	Серт сқ.	2023	20	2.85	3.84	3.37	0.26	7.58
	Үлгілі сқ.	2017	14	1.09	2.00	1.79	0.23	12.55

Кесте Б6 – Түркістан теңге балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Сырдария	2023	10	26.3	35.8	30.54	3.15	10.31
	Бөген (тау бөктері)	2007	30	25	62	46.00	10.96	23.83
	Бөген (тау бөктері)	2012	43	32	73	51.51	8.51	16.53
	Бөген (тау бөктері)	2013	9	23	75	36.44	18.98	52.08
	Бөген (тау бөктері)	2014	6	49	71	61.50	9.33	15.18
	Бөген (тау бөктері)	2015	41	35	80	46.90	8.69	18.53
	Бөген (тау бөктері)	2016	21	19	57	35.52	13.68	39.60
	Бөген (тау бөктері)	2017	4	23	51.5	40.13	12.21	30.43
	Бөген (тау бөктері)	2022	6	26.2	50	33.20	9.25	27.87
	Бөген (тау бөктері)	2023	5	32.9	72	50.32	15.01	29.83
	Бөген (жазық)	2023	17	23.8	31.2	26.74	2.40	8.97
	Шаян (тау бөктері)	2013	12	16	66	50.37	13.87	27.55
	Шаян (тау бөктері)	2014	11	17	54	26.00	11.78	45.30
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	51.4	68	59.02	4.64	7.87
	Шаян (тау бөктері)	2016	11	35.5	57	48.6	7.48	15.40

Б6 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Шаян (тау бөктері)	2017	12	52.4	61.5	55.40	2.60	4.69
	Шаян (тау бөктері)	2020	2	54.3	58	56.15	2.62	4.66
	Шаян (тау бөктері)	2022	27	33	68	53.66	8.71	16.23
	Шаян (тау бөктері)	2023	24	42.4	68.5	51.48	6.51	12.65
	Арыстанды	2013	26	15.7	53	32.73	12.72	38.86
	Арыстанды	2014	33	33	61	6.17	7.56	122.67
	Арыстанды	2015	37	30	69	7.48	9.42	126.01
	Арыстанды	2022	14	23	53	39.64	10.59	26.72
	Арыстанды	2023	8	15.7	27.1	20.64	3.81	18.45
	Боралдай	2022	5	28.4	47.9	38.22	8.03	21.02
	Боралдай	2023	2	47.8	57.7	52.75	7.00	13.27
	Қарашық Кентау	2007	41	34	67.5	46.98	8.41	17.90
	Қарашық Түркістан	2012	10	45.0	78.0	59.40	10.93	18.39
	Қарашық Түркістан	2013	41	28.0	62.0	44.07	7.32	16.61
	Қарашық Түркістан	2014	16	14.0	53.0	27.16	12.56	46.25
	Қарашық Түркістан	2015	16	24.0	78.0	39.59	13.03	32.91
	Қарашық Кентау	2015	35	25.0	67.0	44.70	8.15	18.24
	Қарашық Түркістан	2016	8	17.0	23.3	20.61	2.41	11.69
	Қарашық Кентау	2016	2	24.7	27.0	25.80	1.15	11.39
	Қарашық Түркістан	2017	11	24.0	52.0	36.18	9.34	25.83
	Қарашық Кентау	2017	13	44.3	69.7	58.17	8.94	15.38
	Қарашық Түркістан	2023	10	18.0	29.7	24.47	3.47	14.17
	Сарыбас	2012	7	37.5	68.8	53.40	11.38	21.32
	Сарыбас	2022.05-ай	2	42.0	65.0	53.50	16.26	30.40
	Сарыбас	2022.09-ай	6	33.0	68.0	59.00	13.56	22.99
	Иқансу (тау бөктері)	2022	22	23	61	40.89	11.21	27.42
	Иқансу (тау бөктері)	2023	9	38.9	69.6	55.09	9.54	17.33
	Иқансу (тау)	2023	7	31.6	55.2	44.36	8.84	19.94
	Ойық	2014	4	53.3	68.7	62.18	6.57	10.57
	Ойық	2023	13	36.4	71.5	48.10	8.55	17.77
Q, г	Сырдария	2023	10	0.28	0.69	0.43	0.14	32.32
	Бөген (тау бөктері)	2007	30	0.21	4.56	1.82	1.254	68.98
	Бөген (тау бөктері)	2012	43	0.99	8.24	3.13	1.735	55.45
	Бөген (тау бөктері)	2013	9	0.21	8.56	1.79	2.897	162.15
	Бөген (тау бөктері)	2014	6	2.57	7.64	4.98	1.900	38.19
	Бөген (тау бөктері)	2015	41	0.88	11.47	2.55	1.803	70.79
	Бөген (тау бөктері)	2016	21	0.11	3.64	1.25	1.157	91.29
	Бөген (тау бөктері)	2017	4	0.16	2.37	1.29	0.903	69.89
	Бөген (тау бөктері)	2022	6	0.238	2.14	0.72	0.736	102.16
	Бөген (тау бөктері)	2023	5	0.74	8.97	3.43	3.308	96.45
	Бөген (жазық)	2023	17	0.224	0.5	0.33	0.087	26.49
	Шаян (тау бөктері)	2013	12	0.07	6.6	3.01	1.904	63.17
	Шаян (тау бөктері)	2014	11	0.08	2.44	0.53	0.782	148.62
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	2.39	4.04	3.29	0.525	15.95
	Шаян (тау бөктері)	2016	11	0.61	3.04	1.95	0.807	41.49
	Шаян (тау бөктері)	2017	12	2.69	3.9	3.22	0.387	12.05
	Шаян (тау бөктері)	2020	2	2.75	3.33	3.04	0.410	13.49
	Шаян (тау бөктері)	2022	27	0.53	4.6	2.67	1.086	40.69
	Шаян (тау бөктері)	2023	24	1.42	6.67	2.70	1.149	42.50
	Арыстанды	2013	26	0.045	2.57	0.84	0.843	100.32
	Арыстанды	2014	33	0.67	5.76	0.99	1.261	127.98
	Арыстанды	2015	37	0.57	7.9	1.31	1.773	135.39
	Арыстанды	2022	14	0.19	2.57	1.23	0.827	66.99

Б6 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Q, г	Арыстанды	2023	8	0.045	0.356	0.15	0.100	66.24
	Боралдай	2022	5	0.345	1.77	1.00	0.619	62.10
	Боралдай	2023	2	1.75	3.26	2.51	1.068	42.62
	Қарашық Кентау	2007	41	0.87	6.37	2.46	1.356	55.07
	Қарашық Түркістан	2012	10	1.66	7.9	4.36	2.214	50.76
	Қарашық Түркістан	2013	41	0.39	3.97	1.67	0.780	46.61
	Қарашық Түркістан	2014	16	0.08	3.06	0.69	1.004	145.01
	Қарашық Түркістан	2015	16	0.26	9.40	1.74	2.229	128.4
	Қарашық Кентау	2015	35	0.32	6.70	2.16	1.219	56.43
	Қарашық Түркістан	2016	8	0.06	0.18	0.13	0.044	34.18
	Қарашық Кентау	2016	2	0.29	0.38	0.33	0.047	34.37
	Қарашық Түркістан	2017	11	0.15	2.50	0.88	0.769	87.63
	Қарашық Кентау	2017	13	1.44	6.51	4.19	1.828	43.61
	Қарашық Түркістан	2023	10	0.09	0.43	0.24	0.095	40.09
	Сарыбас	2012	7	1.12	5.57	3.24	1.688	52.15
	Сарыбас	2022.05-ай	2	1.56	5.75	3.66	2.963	81.06
	Сарыбас	2022.09-ай	6	0.54	5.57	3.67	2.256	61.43
	Иқансу (тау бөктері)	2022	22	0.221	4.48	1.57	1.180	75.26
	Иқансу (тау бөктері)	2023	9	1.14	6.59	3.40	1.792	52.63
	Иқансу (тау)	2023	7	0.68	3.38	1.86	1.003	53.92
	Ойық	2014	4	3.56	5.92	4.86	0.995	20.46
	Ойық	2023	13	1.06	6.02	2.38	1.255	52.77
Fullton	Сырдария	2023	10	1.37	1.60	1.45	0.08	5.39
	Бөген (тау бөктері)	2007	30	1.21	1.91	1.52	0.195	12.86
	Бөген (тау бөктері)	2012	43	0.66	6.32	2.27	0.758	33.38
	Бөген (тау бөктері)	2013	9	1.59	2.22	1.97	0.208	10.57
	Бөген (тау бөктері)	2014	6	1.79	2.35	2.07	0.201	9.70
	Бөген (тау бөктері)	2015	41	1.92	2.49	2.22	0.160	7.22
	Бөген (тау бөктері)	2016	21	1.27	4.12	1.89	0.564	46.23
	Бөген (тау бөктері)	2017	4	1.32	1.86	1.60	0.243	15.19
	Бөген (тау бөктері)	2022	6	1.21	1.71	1.54	0.177	11.46
	Бөген (тау бөктері)	2023	5	1.71	2.40	2.07	0.245	11.84
	Бөген (жазық)	2023	17	1.52	1.92	1.69	0.106	6.24
	Шаян (тау бөктері)	2013	12	1.58	2.35	1.92	0.221	11.48
	Шаян (тау бөктері)	2014	11	1.55	2.25	1.84	0.257	13.95
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	0.99	1.98	1.62	0.260	16.09
	Шаян (тау бөктері)	2016	11	1.36	1.72	1.58	0.105	6.64
	Шаян (тау бөктері)	2017	12	1.68	2.21	1.89	0.155	8.17
	Шаян (тау бөктері)	2020	2	1.71	1.72	1.71	0.008	0.45
	Шаян (тау бөктері)	2022	27	0.99	1.98	1.61	0.181	11.21
	Шаян (тау бөктері)	2023	24	1.68	2.21	1.89	0.150	7.93
	Арыстанды	2013	26	1.10	1.82	1.60	0.181	11.29
	Арыстанды	2014	33	1.76	2.80	0.14	0.201	138.50
	Арыстанды	2015	37	1.76	2.80	0.15	0.206	134.15
	Арыстанды	2022	14	1.38	1.82	1.66	0.116	6.95
	Арыстанды	2023	8	1.10	1.79	1.49	0.227	15.20
	Боралдай	2022	5	1.40	1.75	1.59	0.139	8.72
	Боралдай	2023	2	1.60	1.70	1.65	0.067	4.06
	Қарашық Кентау	2007	41	1.78	2.61	2.19	0.180	8.21
	Қарашық Түркістан	2012	10	1.66	2.21	1.93	0.190	9.86
	Қарашық Түркістан	2013	41	1.55	2.08	1.83	0.142	7.764
	Қарашық Түркістан	2014	16	1.78	2.84	2.11	0.235	11.15
	Қарашық Түркістан	2015	16	1.67	2.61	2.04	0.248	12.16

Б6 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Fullton	Қарашық Кентау	2015	35	1.98	2.61	2.21	0.165	7.47
	Қарашық Түркістан	2016	8	1.20	1.75	1.41	0.186	13.19
	Қарашық Кентау	2016	2	1.83	1.93	1.89	0.059	0.82
	Қарашық Түркістан	2017	11	1.08	1.83	1.47	0.210	14.35
	Қарашық Кентау	2017	13	1.61	2.44	1.99	0.230	11.58
	Қарашық Түркістан	2023	10	1.39	1.71	1.55	0.098	6.33
	Сарыбас	2012	7	1.57	2.16	1.98	0.198	9.98
	Сарыбас	2022.05-ай	2	2.09	2.11	2.10	0.008	0.40
	Сарыбас	2022.09-ай	6	1.23	1.94	1.57	0.290	18.50
	Иқансу (тау бөктері)	2022	22	1.74	2.24	1.88	0.128	6.81
	Иқансу (тау бөктері)	2023	9	1.70	2.31	1.86	0.192	10.33
	Иқансу (тау)	2023	7	1.82	2.16	1.96	0.117	5.94
	Ойық	2014	4	1.61	2.35	2.03	0.313	15.37
	Ойық	2023	13	1.65	2.26	2.02	0.167	8.271

Кесте Б7 – Тибет талма балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2015	4	46.5	58	52.38	4.77	9.10
	Бөген (тау бөктері)	2016	3	27.2	57.7	45.13	15.94	35.32
	Бөген (тау бөктері)	2022	9	48	57	51.97	3.48	6.69
	Шаян (тау бөктері)	2022	7	31.3	68.8	41.44	15.45	37.28
	Боралдай	2022	19	34.8	73.4	48.32	12.85	26.59
	Сарыбас	2012	4	63.5	91.5	74.50	11.95	16.04
	Сарыбас	2015	6	49.5	93	49.50	15.50	28
	Сарыбас	2022.09-ай	2	37.0	55.0	43.86	6.35	14.47
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2015	37	1.94	3.43	2.48	0.659	26.59
	Бөген (тау бөктері)	2016	3	0.31	2.72	1.62	1.220	75.12
	Бөген (тау бөктері)	2022	9	1.28	2.43	1.92	0.38	20.01
	Шаян (тау бөктері)	2022	7	0.39	2.64	0.99	0.936	94.64
	Боралдай	2022	19	0.5	4.38	1.60	1.225	76.52
	Сарыбас	2012	4	3.75	12.29	7.32	3.601	49.20
	Сарыбас	2015	6	1.70	8.93	1.70	2.887	89.36
	Сарыбас	2022.09-ай	2	0.34	1.01	0.75	0.24	31.87
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2015	4	1.56	1.93	1.71	0.173	10.10
	Бөген (тау бөктері)	2016	3	1.42	1.54	1.46	0.069	4.69
	Бөген (тау бөктері)	2022	9	1.06	1.54	1.36	0.16	11.56
	Шаян (тау бөктері)	2022	7	0.81	1.66	1.25	0.315	25.18
	Боралдай	2022	19	1.06	1.32	1.19	0.088	7.42
	Сарыбас	2012	4	1.46	1.90	1.67	0.184	11.00
	Сарыбас	2015	6	1.10	1.43	1.40	0.124	7.23
	Сарыбас	2022.09-ай	2	0.53	0.85	0.65	0.10	15.80

Кесте Б8 – Терс талма балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2012	4	46	49	47.63	1.60	3.36
	Бөген (тау бөктері)	2015	5	49	57	52.90	3.76	7.12
	Бөген (тау бөктері)	2016	6	26	56.2	31.75	12.01	37.84
	Бөген (тау бөктері)	2017	6	30	60.2	44.30	11.51	25.98
	Бөген (тау бөктері)	2022	18	26.5	60	45.42	11.13	24.50

Б8 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (жазық)	2023	10	21.6	66.8	45.80	19.14	41.79
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	24.4	65.4	44.26	16.40	37.05
	Шаян (тау бөктері)	2017	2	52.7	65.5	57.40	5.89	10.26
	Шаян (тау бөктері)	2022	3	34.2	37	35.73	1.42	3.97
	Боралдай	2022	19	36.7	69	53.06	12.61	23.76
	Сарыбас	2013	7	47	89	67.86	14.32	21.11
	Сарыбас	2015	8	31	68	43.81	12.27	28.00
	Сарыбас	2022.09-ай	2	59.7	60.3	60	0.42	0.71
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2012	4	1.26	1.59	1.4	0.143	10.19
	Бөген (тау бөктері)	2015	5	2	3.13	2.60	0.539	20.71
	Бөген (тау бөктері)	2016	6	0.205	2.56	0.64	0.941	146.84
	Бөген (тау бөктері)	2017	6	0.377	2.7	1.35	0.996	73.71
	Бөген (тау бөктері)	2022	18	0.226	2.27	1.31	0.687	52.56
	Бөген (жазық)	2023	10	0.16	4.23	1.86	1.637	87.93
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	0.19	3.8	1.56	1.392	89.14
	Шаян (тау бөктері)	2017	2	3.27	6.15	4.20	1.357	32.33
	Шаян (тау бөктері)	2022	3	0.47	0.7	0.62	0.130	20.97
	Боралдай	2022	19	0.55	4.07	2.04	1.216	59.71
	Сарыбас	2013	7	1.18	10.62	4.53	3.413	75.40
	Сарыбас	2015	8	0.48	4.93	1.69	1.507	89.36
	Сарыбас	2022.09-ай	2	1.69	1.83	1.76	0.099	5.62
	Бөген (тау бөктері)	2012	4	1.21	1.37	1.29	0.077	5.95
	Бөген (тау бөктері)	2015	5	1.59	2.00	1.74	0.152	8.74
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2016	6	1.04	1.63	1.35	0.200	14.88
	Бөген (тау бөктері)	2017	6	1.10	1.54	1.32	0.153	11.58
	Бөген (тау бөктері)	2022	18	1.05	1.37	1.23	0.098	7.98
	Бөген (жазық)	2023	10	1.22	1.61	1.33	0.114	8.52
	Шаян (тау бөктері)	2015	10	1.22	1.48	1.32	0.078	5.94
	Шаян (тау бөктері)	2017	2	2.10	2.24	2.17	0.061	2.83
	Шаян (тау бөктері)	2022	3	1.17	1.48	1.35	0.155	11.54
	Боралдай	2022	19	0.80	1.48	1.19	0.155	13.06
	Сарыбас	2013	7	0.45	1.80	1.30	0.435	33.55
	Сарыбас	2015	8	1.47	1.82	1.64	0.119	7.23
	Сарыбас	2022.09-ай	2	0.79	0.83	0.81	0.029	3.51

Кесте Б9 – Кушакевич талма балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген	2015	2	42	55	48.50	9.19	18.95
	Бөген	2016	4	33.6	75	45.78	19.57	42.76
	Бөген	2022	23	38.8	74	49.83	8.51	17.08
	Бөген	2023	15	31.8	60.2	45.04	7.09	15.73
	Шаян	2015	9	56	83.8	66.41	8.553	12.88
	Шаян	2016	17	55	84.7	66.15	7.743	11.71
	Шаян	2022	6	34.2	73.3	53.75	27.65	51.44
	Шаян	2023	6	39	55.6	45.85	6.84	14.92
	Боралдай	2022	24	41.7	64	49.66	6.10	12.28
	Боралдай	2023	4	42.7	61.2	49.35	8.13	16.47
	Қарашық Кентау	2015	45	34.0	63.0	47.80	6.33	13.25
	Сарыбас	2012	3	45.4	55	50.13	4.80	9.58
	Сарыбас	2022.09-ай	14	37.0	55.0	43.86	6.35	14.47
	Сарыбас	2023	7	27.4	63.5	45.44	10.95	24.09

Б9 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Иқансу (тау бөктері)	2023	5	38.9	58.2	47.62	8.235	17.29
	Иқансу (тау)	2023	5	35	54.2	43.62	7.28	16.69
	Ойық	2023	3	41	49.4	46.43	4.71	10.15
Q, г	Бөген	2015	2	0.88	1.48	1.18	0.424	35.95
	Бөген	2016	4	0.45	2.23	0.93	0.866	92.89
	Бөген	2022	23	0.44	2.31	0.86	0.417	48.49
	Бөген	2023	15	0.30	1.74	0.84	0.369	43.78
	Шаян	2015	9	0.72	2.15	1.36	0.473	34.67
	Шаян (тау бөктері)	2016	17	0.89	2.24	1.58	0.435	27.56
	Шаян (тау бөктері)	2022	6	0.34	2.35	1.35	1.421	105.7
	Шаян (тау бөктері)	2023	6	0.52	1.23	0.85	0.308	36.35
	Боралдай	2022	24	0.53	1.51	0.81	0.251	31.09
	Боралдай	2023	4	0.50	1.7	0.92	0.545	59.55
	Қарашық Кентау	2015	45	0.38	1.94	1.14	0.372	32.71
	Сарыбас	2012	3	0.36	0.84	0.56	0.248	43.88
	Сарыбас	2022.09-ай	14	0.34	1.01	0.75	0.24	31.87
	Сарыбас	2023	7	0.23	1.83	0.97	0.503	52.09
	Иқансу (тау бөктері)	2023	5	0.58	1.66	1.09	0.455	41.80
	Иқансу (тау)	2023	5	0.446	1.01	0.72	0.275	38.33
	Ойық	2023	3	0.438	0.92	0.66	0.243	36.68
Fullton	Бөген)	2015	2	0.89	1.19	1.04	0.211	20.30
	Бөген (тау бөктері)	2016	4	0.53	1.19	0.94	0.306	32.58
	Бөген (тау бөктері)	2022	23	0.50	0.83	0.67	0.088	13.11
	Бөген (тау бөктері)	2023	15	0.80	0.97	0.87	0.046	5.27
	Шаян (тау бөктері)	2015	9	0.32	1.06	0.76	0.231	30.30
	Шаян (тау бөктері)	2016	17	0.37	0.71	0.51	0.099	19.53
	Шаян (тау бөктері)	2022	6	0.60	0.85	0.72	0.179	24.76
	Шаян (тау бөктері)	2023	6	0.70	1.01	0.86	0.111	12.84
	Боралдай	2022	24	0.52	0.74	0.65	0.065	9.93
	Боралдай	2023	4	0.48	0.85	0.71	0.158	22.22
	Қарашық Кентау	2015	45	0.77	1.55	1.02	0.157	15.41
	Сарыбас	2012	3	0.62	0.81	0.68	0.112	16.43
	Сарыбас	2022.09-ай	14	0.53	0.85	0.65	0.10	15.80
	Сарыбас	2023	7	0.71	1.15	0.97	0.156	16.08
	Иқансу (тау бөктері)	2023	5	0.84	1.13	0.97	0.125	12.80
	Иқансу (тау)	2023	5	0.63	1.04	0.86	0.190	22.12
	Ойық	2023	3	0.54	0.76	0.65	0.113	17.57

Кесте Б10 – Арал шырма балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2007	4	31.6	48.2	37.65	7.77	20.64
	Шаян (тау бөктері)	2020	2	38.0	40.40	39.20	1.70	4.33
	Шаян (тау бөктері)	2022	4	38	48	41.30	4.58	11.08
	Шаян (тау бөктері)	2023	2	43.8	50.6	47.2	4.81	10.19
	Арыстанды	2014	5	32	47.5	39.34	5.56	14.13
	Арыстанды	2023	2	48	50	49.00	1.41	2.89
	Қарашық Кентау	2007	6	35.5	48	42.58	5.22	12.26
	Қарашық Түркістан	2012	4	32.7	47.0	39.55	6.60	16.69
	Қарашық Түркістан	2013	5	35.60	57.70	44.72	8.98	20.07
	Қарашық Түркістан	2014	13	32.50	48.80	41.23	5.73	13.90
	Қарашық Түркістан	2015	14	39.0	60.0	49.79	7.37	14.81
	Қарашық Түркістан	2016	20	32.0	59.5	41.92	7.06	16.83

Б10 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Қарашық Кентау	2016	4	52.5	57.5	54.75	2.07	3.78
	Қарашық Түркістан	2017	3	45.0	53.8	50.20	4.61	9.19
	Қарашық Түркістан	2022	4	53.0	57.5	54.88	1.93	3.52
	Қарашық Түркістан	2023	4	48.0	59.0	55.33	5.02	9.08
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2007	4	0.202	0.89	0.42	0.324	76.38
	Шаян (тау бөктері)	2020	2	0.53	0.54	0.54	0.007	1.32
	Шаян (тау бөктері)	2022	4	0.4	0.86	0.58	0.196	33.59
	Шаян (тау бөктері)	2023	2	0.79	0.85	0.82	0.042	5.17
	Арыстанды	2014	5	0.205	0.75	0.49	0.201	41.35
	Арыстанды	2023	2	1.06	1.38	1.22	0.226	18.55
	Қарашық Кентау	2007	6	0.44	1.32	0.90	0.359	40.17
	Қарашық Түркістан	2012	4	0.35	1.23	0.72	0.405	56.46
	Қарашық Түркістан	2013	5	0.52	2.25	1.16	0.711	61.08
	Қарашық Түркістан	2014	13	0.29	1.47	0.78	0.375	48.12
	Қарашық Түркістан	2015	14	0.29	1.32	0.77	0.368	47.77
	Қарашық Түркістан	2016	20	0.39	1.42	0.83	0.373	44.93
	Қарашық Кентау	2016	4	0.76	0.86	0.82	0.043	5.29
	Қарашық Түркістан	2017	3	0.44	0.90	0.67	0.232	34.54
	Қарашық Түркістан	2022	4	0.76	0.86	0.83	0.046	5.53
	Қарашық Түркістан	2023	4	0.64	1.11	0.96	0.217	22.55
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2007	4	0.63	0.79	0.69	0.077	11.15
	Шаян (тау бөктері)	2020	2	0.80	0.98	0.89	0.128	14.26
	Шаян (тау бөктері)	2022	4	0.68	0.98	0.81	0.125	15.41
	Шаян (тау бөктері)	2023	2	0.66	0.94	0.80	0.201	25.17
	Арыстанды	2014	5	0.63	0.98	0.76	0.141	18.56
	Арыстанды	2023	2	0.96	1.10	1.03	0.103	9.98
	Қарашық Кентау	2007	6	0.98	1.19	1.10	0.082	7.44
	Қарашық Түркістан	2012	4	0.98	1.18	1.06	0.091	8.61
	Қарашық Түркістан	2013	5	1.05	1.29	1.17	0.088	7.49
	Қарашық Түркістан	2014	13	0.59	1.49	1.04	0.227	21.69
	Қарашық Түркістан	2015	14	0.74	1.19	1.03	0.137	13.31
	Қарашық Түркістан	2016	20	0.67	1.19	1.06	0.130	12.19
	Қарашық Кентау	2016	4	0.77	0.94	0.87	0.090	10.44
	Қарашық Түркістан	2017	3	0.74	0.97	0.84	0.124	14.85
	Қарашық Түркістан	2022	4	0.73	0.94	0.87	0.097	11.22
	Қарашық Түркістан	2023	4	0.83	0.95	0.88	0.050	5.62

Кесте Б11 – Амур шабағының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2007	9	18.5	28	23.92	3.63	15.17
	Бөген (тау бөктері)	2016	3	35.7	41	38.93	2.84	7.28
	Бөген (тау бөктері)	2017	2	21.6	24	22.80	1.70	7.44
	Бөген (тау бөктері)	2022	4	24	29	27.25	2.22	8.14
	Шаян (тау бөктері)	2014	6	20	27	23.53	2.99	12.72
	Шаян (тау бөктері)	2017	13	19.7	40.1	26.53	6.01	22.66
	Шаян (тау бөктері)	2020	11	20	34.3	25.92	4.46	17.20
	Шаян (тау бөктері)	2022	4	31	51.5	37.33	9.55	25.57
	Арыстанды	2013	17	25	49.3	36.32	7.08	19.48
	Арыстанды	2014	2	23	25	24.00	1.41	5.89
	Арыстанды	2015	31	32.0	41.0	2.75	3.77	137.27
	Арыстанды	2022	24	20	61	33.92	10.27	30.27
	Боралдай	2022	3	28.8	35.5	31.77	3.42	10.75

Б11 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Қарашық Кентау	2007	8	21.7	29.8	24.6	3.18	12.94
	Қарашық Түркістан	2012	15	23.7	32.0	26.4	2.53	9.59
	Қарашық Түркістан	2013	5	20.0	26.2	22.6	2.62	11.58
	Қарашық Түркістан	2015	14	21.0	46.0	34.6	8.24	23.82
	Қарашық Түркістан	2016	38	26.0	56.6	36.8	8.50	23.07
	Қарашық Кентау	2016	22	11.0	26.2	19.4	3.82	19.69
	Қарашық Түркістан	2017	3	22.2	40.5	31.7	9.17	28.93
	Қарашық Түркістан	2022	22	21.5	31.5	25.4	2.69	10.60
	Қарашық Түркістан	2023	18	22.6	45.8	27.2	6.06	22.29
	Бабайқорған	2022	19	17.5	45	25.87	8.28	32.01
	Серт ск.	2016	31	15.5	36.5	23.30	5.00	21.47
	Үлгілі ск.	2017	4	31.9	45.7	37.68	6.58	17.47
	Үлгілі ск.	2023	2	25	42.4	33.70	12.30	36.51
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2007	9	0,05	0,386	0,19	0,126	64,89
	Бөген (тау бөктері)	2016	3	0.92	1.43	1.19	0.256	21.54
	Бөген (тау бөктері)	2017	2	0.18	0.2	0.19	0.014	7.44
	Бөген (тау бөктері)	2022	4	0.21	0.42	0.33	0.088	26.67
	Шаян (тау бөктері)	2014	6	0.06	0.298	0.16	0.094	57.86
	Шаян (тау бөктері)	2017	13	0.055	1.22	0.33	0.320	98.11
	Шаян (тау бөктері)	2020	11	0.06	0.66	0.27	0.178	66.27
	Шаян (тау бөктері)	2022	4	0.45	2.13	0.93	0.804	86.17
	Арыстанды	2013	17	0.216	2.12	0.95	0.562	59.18
	Арыстанды	2014	2	0.18	0.21	0.20	0.021	10.88
	Арыстанды	2015	31	0.61	1.64	0.38	0.468	122.48
	Арыстанды	2022	24	0.13	4.15	0.89	0.902	101.11
	Боралдай	2022	3	0.408	0.77	0.58	0.182	31.67
	Қарашық Кентау	2007	8	0.18	0.46	0.27	0.119	43.61
	Қарашық Түркістан	2012	15	0.20	0.69	0.33	0.136	41.10
	Қарашық Түркістан	2013	5	0.14	0.37	0.24	0.095	40.02
	Қарашық Түркістан	2015	14	0.18	2.38	0.98	0.659	67.07
	Қарашық Түркістан	2016	38	0.34	3.97	1.13	0.861	76.22
	Қарашық Кентау	2016	22	0.01	0.37	0.15	0.093	63.76
	Қарашық Түркістан	2017	3	0.32	1.28	0.69	0.514	74.01
	Қарашық Түркістан	2022	22	0.18	0.61	0.30	0.118	39.12
	Қарашық Түркістан	2023	18	0.19	1.93	0.42	0.450	106.13
	Бабайқорған	2022	19	0.105	2.14	0.47	0.576	123.37
	Серт ск.	2016	31	0.06	0.93	0.25	0.179	71.81
	Үлгілі ск.	2017	4	0.50	1.53	1.03	0.548	53.33
	Үлгілі ск.	2023	2	0.22	1.45	0.84	0.868	103.72
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2007	9	0.75	1.76	1.21	0.369	30.54
	Бөген (тау бөктері)	2016	3	1.89	2.07	2.00	0.094	4.71
	Бөген (тау бөктері)	2017	2	1.45	1.79	1.62	0.240	14.85
	Бөген (тау бөктері)	2022	4	1.46	1.91	1.60	0.211	13.17
	Шаян (тау бөктері)	2014	6	0.75	1.51	1.13	0.295	26.17
	Шаян (тау бөктері)	2017	13	0.72	1.89	1.33	0.383	28.75
	Шаян (тау бөктері)	2020	11	0.75	1.73	1.34	0.327	24.47
	Шаян (тау бөктері)	2022	4	1.43	1.64	1.53	0.087	5.69
	Арыстанды	2013	17	1.38	2.15	1.75	0.209	11.97
	Арыстанды	2014	2	1.34	1.48	1.41	0.096	6.78
	Арыстанды	2015	31	1.86	2.82	0.29	0.404	137.80
	Арыстанды	2022	24	1.34	2.15	1.71	0.208	12.16
	Боралдай	2022	3	1.71	1.85	1.76	0.076	4.34
	Қарашық Кентау	2007	8	1.56	2.06	1.75	0.166	9.46

Б11 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Fullton	Қарашық Түркістан	2012	15	1.34	2.11	1.72	0.204	11.85
	Қарашық Түркістан	2013	5	1.75	2.07	1.97	0.137	6.96
	Қарашық Түркістан	2015	14	0.99	2.70	2.07	0.434	20.99
	Қарашық Түркістан	2016	38	1.42	5.10	1.96	0.605	30.91
	Қарашық Кентау	2016	22	0.19	1.02	0.50	0.367	21.30
	Қарашық Түркістан	2017	3	1.41	2.94	2.09	0.779	37.23
	Қарашық Түркістан	2022	22	1.48	2.14	1.75	0.140	7.99
	Қарашық Түркістан	2023	18	1.45	2.03	1.74	0.165	9.49
	Бабайқорған	2022	19	1.45	2.67	1.94	0.313	16.12
	Серт сқ.	2016	31	1.22	2.17	1.70	0.201	11.84
	Үлгілі сқ.	2017	4	1.43	2.32	1.79	0.400	22.34
	Үлгілі сқ.	2023	2	1.43	1.90	1.66	0.336	20.18

Кесте Б12 – Өзен абботтиналарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2007	3	27	31	29.17	2.02	6.93
	Бөген (тау бөктері)	2017	2	24.5	29.5	27	3.54	13.09
	Бөген (жазық)	2023	2	25	31.6	28.30	4.67	16.49
	Шаян (тау бөктері)	2014	3	18.7	27.1	21.60	4.77	22.06
	Шаян (тау бөктері)	2020	3	31	33.8	32.60	1.44	4.42
	Шаян (тау бөктері)	2022	5	25.8	37.7	32.26	4.35	13.5
	Шаян (жазық)	2023	6	16	39	22.90	8.78	38.34
	Арыстанды	2013	6	24.0	27.5	24.87	1.34	5.41
	Арыстанды	2015	3	36.0	48.50	4.56	6.33	138.98
	Арыстанды	2022	15	22.9	28.3	24.67	1.52	6.17
	Арыстанды	2023	6	17.4	25.8	20.42	3.19	15.60
	Боралдай	2022	4	24	51.8	39.23	11.97	30.51
	Қарашық Кентау	2007	5	21.2	29.0	25.06	2.89	11.52
	Қарашық Түркістан	2013	3	23.20	28.10	25.33	2.51	9.91
	Қарашық Түркістан	2015	4	33.5	57.0	40.63	11.10	27.33
	Қарашық Кентау	2015	4	45.0	56.0	51.38	4.71	9.18
	Қарашық Түркістан	2016	3	29.0	52.0	37.33	12.74	34.13
	Қарашық Кентау	2016	4	24.0	26.1	25.05	1.48	5.93
	Қарашық Түркістан	2022	4	20.0	40.0	28.23	9.56	33.87
	Қарашық Түркістан	2023	8	20.5	60.4	29.48	12.79	43.38
	Сарыбас	2012	2	21.2	24.9	23.05	2.62	11.35
	Ойық	2023	4	15.3	21.2	19.50	2.82	14.44
	Бабайқорған	2022	5	16.5	17.8	17.15	6.07	17.07
	Бабайқорған	2023	4	28	33.3	30.08	2.38	7.91
	Үлгілі сқ.	2023	7	35.5	53.5	42.76	6.19	14.48
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2007	3	0.19	0.372	0.30	0.096	32.17
	Бөген (тау бөктері)	2017	2	0.27	0.372	0.321	0.072	22.47
	Бөген (жазық)	2023	2	0.286	0.64	0.46	0.250	54.06
	Шаян (тау бөктері)	2014	3	0.069	0.365	0.17	0.165	94.56
	Шаян (тау бөктері)	2020	3	0.45	0.61	0.52	0.081	15.45
	Шаян (тау бөктері)	2022	5	0.24	0.83	0.53	0.217	41.22
	Шаян (жазық)	2023	6	0.066	0.52	0.20	0.197	100.22
	Арыстанды	2013	6	0.21	0.354	0.25	0.052	20.78
	Арыстанды	2015	3	0.88	1.77	0.33	0.453	137.68
	Арыстанды	2022	15	0.175	0.396	0.25	0.067	26.51
	Арыстанды	2023	6	0.09	0.28	3.04	0.152	49.11
	Боралдай	2022	4	0.25	2.19	1.15	0.830	72.26

Б12 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
Q, г	Қарашық Кентау	2007	5	0.13	0.41	0.26	0.110	42.74
	Қарашық Түркістан	2013	3	0.23	0.41	0.30	0.099	33.00
	Қарашық Түркістан	2015	4	0.69	3.78	1.60	1.464	91.63
	Қарашық Кентау	2015	4	1.72	3.84	2.86	0.871	30.49
	Қарашық Түркістан	2016	3	0.41	3.09	1.38	1.488	108.8
	Қарашық Кентау	2016	4	0.25	0.33	0.29	0.057	19.51
	Қарашық Түркістан	2022	4	0.08	1.04	0.45	0.443	98.89
	Қарашық Түркістан	2023	8	0.14	3.96	0.75	1.302	174.14
	Сарыбас	2012	2	0.13	0.26	0.19	0.098	50.53
	Ойық	2023	4	0.065	0.188	0.14	0.052	38.03
	Бабайқорған	2022	5	0.092	0.148	0.12	0.471	44.61
	Бабайқорған	2023	4	0.368	0.72	0.50	0.157	31.71
	Үлгілі сқ.	2023	7	0.79	3.03	1.53	0.801	52.48
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2007	3	0.97	1.45	1.18	0.247	20.90
	Бөген (тау бөктері)	2017	2	1.45	1.84	1.64	0.274	16.66
	Бөген (жазық)	2023	2	1.83	2.03	1.93	0.140	7.25
	Шаян (тау бөктері)	2014	3	1.06	1.83	1.40	0.397	28.34
	Шаян (тау бөктері)	2020	3	1.42	1.58	1.50	0.081	5.36
	Шаян (тау бөктері)	2022	5	1.38	1.58	1.49	0.085	5.727
	Шаян (жазық)	2023	6	0.88	1.83	1.33	0.368	27.66
	Арыстанды	2013	6	1.34	1.84	1.63	0.178	10.93
	Арыстанды	2015	3	1.03	2.08	0.42	0.555	131.88
	Арыстанды	2022	15	1.34	2.09	1.65	0.195	11.88
	Арыстанды	2023	6	1.52	1.86	1.68	0.122	7.31
	Боралдай	2022	4	1.51	1.77	1.63	0.114	6.96
	Қарашық Кентау	2007	5	1.31	1.71	1.55	0.190	12.31
	Қарашық Түркістан	2013	3	1.75	1.86	1.81	0.055	3.04
	Қарашық Түркістан	2015	4	1.84	2.14	2.00	0.127	6.38
	Қарашық Кентау	2015	4	1.88	2.25	2.05	0.196	9.55
	Қарашық Түркістан	2016	3	1.68	2.20	2.00	0.277	13.89
	Қарашық Кентау	2016	4	1.81	1.86	1.83	0.034	1.84
	Қарашық Түркістан	2022	4	1.00	1.63	1.44	0.299	20.70
	Қарашық Түркістан	2023	8	1.56	1.86	1.76	0.108	6.13
	Сарыбас	2012	2	1.31	1.71	1.51	0.282	18.63
	Ойық	2023	4	1.61	1.97	1.77	0.160	9.06
	Бабайқорған	2022	5	2.05	2.62	2.34	0.348	15.61
	Бабайқорған	2023	4	1.68	1.95	1.78	0.121	6.84
	Үлгілі сқ.	2023	7	1.62	1.98	1.81	0.146	8.04

Кесте Б13 – Теңбіл талма балықтарының биологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Бөген (тау бөктері)	2014	2	25.4	27.3	26.35	1.34	5.10
	Бөген (тау бөктері)	2016	4	25.4	27.8	26.50	1.23	4.64
	Шаян (тау бөктері)	2013	8	63	88.7	77.27	10.42	13.49
	Шаян (тау бөктері)	2015	14	58	94	75.69	9.48	12.53
	Шаян (тау бөктері)	2016	11	20	80.8	40.21	17.12	42.57
	Шаян (тау бөктері)	2017	25	35	78	49.84	9.56	19.18
	Шаян (тау бөктері)	2020	3	36	74	54.67	19.01	34.77
	Шаян (тау бөктері)	2022	11	30	48	39.83	5.43	13.62
	Шаян (тау бөктері)	2023	11	38.2	70	63.05	9.02	14.31
	Арыстанды	2013	49	48	97	73.86	10.57	14.31

Б12 –кестенің жалғасы								
Көрсеткіштер	Су қоймалары	Жылы	n	min	max	M	±sd	CV
SL, мм	Арыстанды	2014	24	26	90	63.31	11.75	18.56
	Арыстанды	2015	7	19.50	71.0	11.69	17.04	145.75
	Серт сқ.	2016	3	24.7	28.8	27.40	2.34	8.54
	Үлгілі сқ.	2017	11	22.3	37.1	30.85	4.04	13.08
Q, г	Бөген (тау бөктері)	2014	2	0.24	0.26	0.25	0.014	5.66
	Бөген (тау бөктері)	2016	4	0.22	0.33	0.26	0.048	18.24
	Шаян (тау бөктері)	2013	8	2.65	7.72	6.21	1.986	31.96
	Шаян (тау бөктері)	2015	14	2.81	10.45	6.11	2.150	35.22
	Шаян (тау бөктері)	2016	11	0.28	6.51	1.42	1.880	132.76
	Шаян (тау бөктері)	2017	25	0.53	3.75	1.52	0.776	50.89
	Шаян (тау бөктері)	2020	3	0.47	4.12	2.14	1.845	86.37
	Шаян (тау бөктері)	2022	11	0.355	1.33	0.82	0.313	38.36
	Шаян (тау бөктері)	2023	11	0.64	4.57	3.38	1.06	31.22
	Арыстанды	2013	49	1.48	12.97	5.49	2.479	45.12
	Арыстанды	2014	24	0.285	11.88	3.87	2.200	56.82
	Арыстанды	2015	7	0.19	5.48	1.33	1.766	132.90
	Серт сқ.	2016	3	0.21	0.40	0.32	0.097	30.67
	Үлгілі сқ.	2017	11	0.11	0.55	0.34	0.125	36.63
Fullton	Бөген (тау бөктері)	2014	2	1.28	1.46	1.37	0.132	9.63
	Бөген (тау бөктері)	2016	4	1.28	1.54	1.40	0.120	8.54
	Шаян (тау бөктері)	2013	8	0.63	2.55	1.48	0.755	50.98
	Шаян (тау бөктері)	2015	14	1.15	1.51	1.36	0.097	7.17
	Шаян (тау бөктері)	2016	11	1.23	4.63	1.75	0.969	55.29
	Шаян (тау бөктері)	2017	25	0.70	1.44	1.17	0.155	13.33
	Шаян (тау бөктері)	2020	3	1.01	1.16	1.06	0.083	7.84
	Шаян (тау бөктері)	2022	11	1.15	1.51	1.24	0.131	10.55
	Шаян (тау бөктері)	2023	11	1.14	1.44	1.28	0.10	7.88
	Арыстанды	2013	49	1.05	1.43	1.28	0.102	7.95
	Арыстанды	2014	24	1.19	1.78	1.38	0.160	11.55
	Арыстанды	2015	7	1.24	2.56	0.28	0.456	160.17
	Серт сқ.	2016	3	1.39	1.69	1.50	0.164	10.94
	Үлгілі сқ.	2017	11	0.96	1.26	1.11	0.085	7.65

В қосымшасы

Кесте В1 – Зеравшан тарақ балықтарының пластикалық белгілері

Белгілер	Р.Шаян										Амудария бассейні [364]	
	2013 ж.					2020 ж.					М	min-max
	min	max	М	±sd	CV	min	max	М	±sd	CV		
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
aD	49.2	58.5	54.1	2.25	4.16	51.2	56.9	54.3	2.06	3.79	54.0	52.3-56.0
aP	21.4	30.2	27.3	1.92	7.06	22.6	30.2	27.1	1.98	7.30	Деректер жоқ	
aV	46.4	54.4	50.1	2.52	5.03	45.2	64.4	49.9	3.92	7.85		
aA	62.7	75.0	68.8	2.49	3.62	64.6	77.6	68.0	2.89	4.24		
pD	33.9	47.4	38.8	4.15	10.70	29.0	42.0	33.5	3.67	10.97		
lca	17.0	32.9	22.6	4.84	21.48	15.2	21.9	19.4	1.78	9.18	21.6	20.1-24.4
c	21.7	27.6	25.6	1.52	5.96	23.0	30.0	26.5	2.00	7.55	26.9	24.2-29.6
ao	5.4	10.9	7.4	1.18	15.90	6.2	9.8	8.0	1.12	13.95	7.5	6.3-8.6
oh	6.2	10.2	8.5	1.04	12.28	6.2	12.0	9.0	1.60	17.75	7.8	5.9-9.3
ov	5.3	12.2	8.8	1.46	16.56	6.5	11.4	9.0	1.36	15.12	Деректер жоқ	
op	10.0	15.6	13.3	1.25	9.38	10.9	16.4	13.4	1.45	10.82	12.5	11.4-19.9
mx	4.9	10.2	7.2	1.47	20.47	6.3	12.1	9.1	1.68	18.46	Деректер жоқ	
md	4.9	11.7	9.0	1.67	18.60	7.4	11.8	9.1	1.18	12.92		
front	4.9	11.7	8.6	1.69	19.81	5.7	10.9	8.5	1.24	14.68		
temp	4.9	9.6	7.6	1.19	15.76	6.3	10.0	8.3	1.15	13.74		
io	8.8	12.2	10.6	1.00	9.46	10.9	14.1	12.7	0.95	7.52		
hco	11.4	17.7	14.3	1.35	9.41	13.6	18.2	15.4	1.19	7.70		
hc	11.4	24.1	16.0	3.49	21.85	13.7	23.4	19.0	2.24	11.80		
H	19.5	26.9	24.7	1.67	6.75	11.4	35.4	24.1	4.90	20.38	22.8	20.4-25.2
hca	9.8	15.2	12.2	1.28	10.49	9.8	20.7	12.9	2.90	22.43	Деректер жоқ	
h	6.3	12.8	10.2	1.63	15.97	8.1	12.3	10.6	1.25	11.82	10.6	9.5-11.5
ID	10.7	19.2	13.7	2.64	19.29	11.0	15.4	13.0	1.25	9.61	11.3	9.4-12.9
hD	15.1	25.0	21.0	2.36	11.28	12.9	23.5	20.3	2.66	13.08	22.0	19.9-24.0
lA	9.8	18.4	13.5	1.87	13.86	11.5	17.7	14.5	1.55	10.69	Деректер жоқ	
hA	13.3	20.3	17.3	2.04	11.81	14.5	20.7	16.8	1.56	9.26		
lP	13.4	23.7	19.8	2.62	13.22	15.4	27.5	19.1	2.50	13.04	19.9	16.3-21.2
IV	12.2	19.0	16.2	1.89	11.68	11.8	18.4	14.9	1.71	11.49	Деректер жоқ	
Cs	19.6	28.8	24.5	2.31	9.44	19.6	27.7	23.7	2.12	8.96		
Ci	20.5	29.3	24.8	2.12	8.56	17.4	29.4	24.3	3.01	12.39		
Cm	10.0	17.0	14.3	1.68	11.79	9.6	15.6	12.7	1.65	13.03		
PV	22.0	30.2	25.2	2.11	8.37	16.1	26.5	23.7	2.11	8.89	22.9	20.6-26.0
VA	14.6	26.7	20.2	2.35	11.62	11.3	21.5	18.0	3.09	17.23	Деректер жоқ	
бас ұзындығынан % қатынасы												
ao	22.2	41.2	29.2	4.66	15.95	23.5	36.8	30.4	4.20	13.81	Деректер жоқ	
oh	25.0	42.9	33.3	4.71	14.15	23.8	42.7	34.0	4.86	14.30		
ov	21.4	50.0	34.7	6.20	17.85	24.2	41.2	33.8	4.11	12.16		
op	45.0	71.4	52.3	5.83	11.14	41.7	60.0	50.6	5.38	10.64		
mx	18.2	40.0	28.1	5.68	20.22	23.8	42.7	34.2	5.31	15.52		
md	18.2	46.7	35.1	6.25	17.81	29.4	45.0	34.6	4.73	13.67		
io	35.0	53.8	41.4	4.74	11.44	40.0	55.8	48.0	4.31	8.98		
hco	42.9	69.2	56.3	6.56	11.65	48.0	70.0	58.5	5.74	9.82		
hc	42.9	87.5	62.5	12.89	20.63	46.7	85.8	71.9	8.75	12.17		
front	18.2	53.8	33.7	7.70	22.86	23.1	38.4	31.9	4.04	12.64		
temp	18.2	38.5	29.7	4.92	16.58	23.1	40.6	31.7	4.65	14.69		

Кесте В2 - Зеравшан тарақ балықтарының пластикалық белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
aD	0.2055	0.0205	0.2760
aP	-0.0404	-0.0277	-0.1815
aV	0.0011	0.0295	-0.0709
aA	-0.0656	-0.1553	0.4062
lca	0.0614	0.0209	-0.2791
c	-0.0600	-0.1407	0.3778
ao	0.1638	-0.0263	-0.1475
ov	-0.0620	-0.1234	-0.0117
op	0.0993	0.0686	-0.1168
mx	0.0062	-0.3948	0.1487
md	0.1854	0.0796	-0.2074
io	-0.0300	-0.1680	0.2165
front	0.1083	-0.4531	-0.1177
temp	-0.0168	0.0384	0.1785
hc	0.3852	0.1619	0.1171
H	-0.0698	0.0859	0.1060
hca	0.3955	0.1518	0.1049
h	-0.0841	0.1339	0.0186
lD	0.3328	-0.0114	0.0703
hD	-0.0836	0.1054	-0.1722
lA	0.3833	0.1266	0.1084
hA	-0.0911	0.0735	0.2849
lP	0.4015	0.1240	0.1047
PV	0.2156	-0.4046	-0.0902
VA	-0.1324	0.1309	0.1529
Cs	-0.1143	0.0535	0.3013
Ci	0.1405	-0.4632	-0.0632
Cm	-0.0942	0.1219	-0.0772

Кесте В3 – Зеравшан тарақ балықтарының санақ белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
ll	0.3405	0.0896	0.1086
llca	0.2581	0.0110	0.3697
sup	0.4681	0.0786	-0.0706
inf	0.4306	0.1242	0.2107
Cmd	0.4274	-0.0936	-0.2392
Cop	0.1443	-0.2804	0.3441
Cio	0.1330	-0.3600	0.2510
Cso	0.3630	0.0349	-0.2081
D soft	-0.1534	-0.0128	0.5262
A soft	-0.0316	0.3254	0.3682
P soft	-0.0492	-0.3416	0.2744
V soft	0.1092	0.5230	0.1712
Spbr	0.1455	-0.5058	-0.0562

Кесте В4 – Кәдімгі қарабалықтардың биологиялық көрсеткіштері

Су қоймалары, жылы	Белгілер	L., мм	SL., мм	Q., г	q., г	Fulton	Clark	Майлылығы	Қоректенуі	АК	ҚЖИ
Иқансу 2013 n=18	min	28.5	22.2	1.11	0.9	1.59	1.51	1	0	0.57	0
	max	175	145	48.6	1.95	17.82	1.63	2.3	1.2	1.00	0
	M	98.3	80.6	13.4	1.4	2.73	1.57	1.7	0.6	0.76	0
	±SD	37.24	31.12	12.377	0.742	3.770	0.086	0.92	0.85	0.12	0
	CV	37.89	38.63	92.45	52.10	138.08	5.50	55.71	141.42	16.06	0
Иқансу 2022 n=22	min	38.0	32.9	0.63	0.52	1.58	1.36	1.00	0.00	0.50	0
	max	110.0	90.4	11.67	6.32	2.88	1.52	2.30	3.00	1.00	0
	M	59.42	48.65	3.10	2.95	2.06	1.45	1.56	1.48	0.91	0
	±SD	20.25	16.77	3.237	2.833	0.255	0.062	0.68	1.11	0.12	0
	CV	34.08	34.46	104.43	96.05	12.40	4.24	43.62	75.00	13.67	0
Иқансу (тау бөктері) 2023 n=14	min	56.4	46.3	1.83	-	1.82	-	-	-	0.55	0
	max	141	115.9	33.51	-	2.29	-	-	-	1.00	0.17
	M	84.65	70.19	9.18	-	2.04	-	-	-	0.86	0.04
	±SD	25.92	21.37	9.869	-	0.140	-	-	-	0.14	0.07
	CV	30.62	30.45	107.51	-	6.87	-	-	-	15.86	
Иқансу (тау) 2023 n=12	min	70.5	58.0	4.05	-	1.86	-	-	-	0.50	0
	max	130.1	109.3	24.77	-	2.21	-	-	-	1.00	0
	M	94.11	78.18	10.90	-	2.05	-	-	-	0.91	0
	±SD	19.89	16.56	6.90	-	0.13	-	-	-	0.12	0
	CV	21.14	21.19	63.27	-	6.22	-	-	-	13.67	0
Сарыбас 2017 n=5	min	58.0	46.1	2.50	3.95	1.69	1.44	1.0	1.2	0.57	0
	max	170.0	137.3	43.86	4.07	2.55	1.55	1.2	2.0	1.00	0
	M	91.98	74.00	12.36	4.01	2.13	1.50	1.10	1.60	0.86	0
	±SD	44.56	36.17	17.651	0.085	0.326	0.076	0.14	0.57	0.20	0
	CV	48.44	48.88	142.79	2.12	15.30	5.08	0.02	0.32	23.24	0
Сарыбас май. 2022 n=7	min	41.0	33.0	0.39	-	0.80	-	-	-	0.40	0
	max	51.0	42.6	1.58	-	2.29	-	-	-	1.00	0
	M	47.26	38.97	1.2	-	1.9	-	-	-	0.70	0
	±SD	3.64	3.38	0.462	-	0.509	-	-	-	0.22	0
	CV	7.71	8.67	39.47	-	26.79	-	-	-	31.31	0
Сарыбас сент. 2022 n=12	min	30.5	25.5	0.25	1.41	1.51	1.30	1.20	2.00	0.67	0
	max	84.0	70.0	6.23	3.58	2.09	1.41	2.30	3.00	1.00	0
	M	46.1	38.0	1.53	2.50	1.87	1.36	1.75	2.50	0.87	0
	±SD	17.49	14.82	2.002	1.534	0.177	2.002	0.78	0.71	0.16	0
	CV	37.92	38.98	130.97	61.50	9.50	5.62	44.45	28.28	17.91	0
Қарашық Кентау 2017 n=9	min	70.3	58.0	3.42	2.57	1.41	1.03	1.2	1.0	0.91	0
	max	98.0	81.7	8.58	2.95	2.27	1.32	2.0	2.3	1.00	0
	M	81.9	67.3	5.65	2.76	1.82	1.17	1.60	1.65	0.96	0
	±SD	10.03	8.45	1.843	0.269	0.243	0.206	0.57	0.92	0.05	0
	CV	12.24	12.55	32.61	9.74	13.39	17.57	35.36	55.71	4.99	0
Ащысай 2023 n=21	min	25.6	21.9	0.20	5.74	1.15	1.31	1.0	0.0	0.57	0
	max	171.5	158	45.17	8.56	2.34	1.63	2.3	3.0	1.00	0
	M	90.8	76.0	11.33	7.43	1.95	1.53	1.63	1.75	0.83	0
	±SD	35.67	31.58	10.826	1.303	0.299	0.151	0.62	1.26	0.12	0
	CV	39.30	41.55	95.58	17.54	15.38	9.84	38.39	71.90	14.82	0
Ойық 2013 n=17	min	25.4	20.3	0.118	-	1.41	-	-	-	0.64	0
	max	177.0	145.0	52.26	-	2.29	-	-	-	0.91	0
	M	95.21	78.69	13.90	-	1.87	-	-	-	0.89	0
	±SD	40.54	33.57	13.883	-	0.237	-	-	-	0.08	0
	CV	42.58	42.66	99.87	-	12.72	-	-	-	8.52	0

B4 –кестенің жалғасы											
Су қоймалары, жылы	Белгілер	L., мм	SL., мм	Q., г	q., г	Fulton	Clark	Майлылығы	Қоректенуі	АК	ҚЖИ
Шаян 2013 n=2	min	73.0	60.0	2.83	2.05	1.30	0.93	1.0	2.0	0.55	0
	max	74.5	60.3	2.86	2.31	1.31	1.07	2.0	3.0	0.91	0
	M	73.8	60.2	2.85	2.18	1.31	2.85	1.50	2.50	0.73	0
	±SD	1.06	0.21	0.021	0.184	0.004	0.095	0.71	0.71	0.26	0
	CV	1.44	0.35	0.75	8.43	0.31	9.49	47.14	28.28	35.36	0
Бөген 2022 n=5	min	30.0	25.7	0.25	-	1.39	-	-	-	0.67	0
	max	40.7	33.4	0.70	-	1.88	-	-	-	1.00	0
	M	33.20	27.86	0.38	-	1.7	-	-	-	0.87	0
	±SD	3.04	2.22	0.184	-	0.232	-	-	-	0.18	0
	CV	4.42	3.13	48.06	-	13.82	-	-	-	21.07	0

Ескертпе: «-» деректер жоқ.

Кесте B5 - Кәдімгі қарабалықтардың пластикалық белгілері

Белгілер	Иқансу (тау бөктері) 2013 ж., n=18			Иқансу (тау бөктері) 2022 ж., n=22			Иқансу (тау бөктері) 2023 ж., n=14			Иқансу (тау) 2023 ж., n=12		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
aD	51.4	60.5	55.4	41.3	64.1	55.8	51.8	61.5	55.0	46.1	55.1	52.4
aP	25.0	36.9	28.6	25.7	36.7	31.0	24.2	29.9	27.0	23.2	30.0	26.2
aV	43.7	55.9	52.6	52.1	79.8	57.0	40.9	55.4	52.7	50.6	54.9	52.6
aA	64.2	79.9	76.0	73.2	80.3	77.2	71.9	77.9	74.8	71.6	78.5	74.1
pD	31.7	44.3	36.4	31.3	37.9	34.9	32.4	50.0	35.7	31.2	37.3	35.4
c	24.7	35.1	27.9	26.1	31.9	29.7	24.7	29.6	28.0	20.3	30.0	26.1
ao	8.3	12.6	9.4	8.8	12.4	10.2	9.2	11.1	9.9	7.7	10.4	9.5
oh	5.0	8.7	6.8	6.3	10.6	8.6	6.1	9.3	7.8	5.6	8.6	7.1
ov	5.5	9.0	7.0	7.0	11.2	9.1	5.3	8.2	6.9	5.1	7.2	6.2
op	10.5	14.6	13.0	12.9	18.2	14.9	11.8	15.0	13.4	12.4	14.0	13.3
io	7.7	12.3	10.7	11.6	13.8	12.5	12.1	15.1	13.4	11.9	13.7	12.6
hco	11.3	17.6	14.1	13.8	17.2	15.7	12.9	15.8	14.6	12.5	14.8	13.7
hc	16.5	24.5	19.4	19.1	22.9	20.6	17.8	22.8	20.3	17.1	21.4	19.4
H	22.5	26.4	24.7	21.3	26.8	23.9	21.5	24.9	23.2	21.7	24.7	23.2
hca	11.8	13.7	12.7	10.9	18.0	12.5	11.2	13.2	12.1	11.3	13.3	12.2
h	10.1	12.3	11.2	9.7	12.0	10.7	10.5	11.6	11.0	10.2	11.8	11.0
lD	13.3	17.2	15.1	13.6	20.4	16.3	14.2	17.0	15.2	13.8	16.1	14.9
hD	16.4	25.8	20.7	18.6	24.7	21.8	17.2	21.0	19.2	17.5	21.2	19.1
lA	6.1	10.7	8.2	7.2	11.0	9.6	8.2	10.5	8.9	8.0	10.0	9.2
hA	13.6	18.7	16.7	14.5	18.7	16.1	14.8	20.7	16.6	14.3	17.6	15.9
lP	7.0	20.9	17.8	16.4	22.7	19.9	14.9	21.0	17.9	15.3	22.9	18.2
lV	14.1	18.6	15.9	12.1	18.8	15.4	12.5	16.6	15.0	13.4	17.9	15.6
lca	14.0	21.6	16.9	14.6	19.7	17.1	15.6	19.5	17.6	14.8	19.4	16.9
Cs	16.6	27.3	22.8	19.3	29.2	24.0	18.2	25.0	21.6	19.6	25.3	21.6
Ci	16.4	26.9	22.7	19.5	29.2	24.0	18.1	25.0	21.6	19.6	25.3	21.5
Cm	10.2	17.4	14.3	9.6	17.2	12.8	12.1	17.0	13.7	10.4	15.3	13.0
PV	24.1	33.3	29.0	20.4	37.9	28.9	27.8	32.0	30.0	24.5	36.2	28.9
VA	20.3	26.3	23.2	19.3	27.4	23.7	20.7	25.0	22.9	21.3	25.7	22.7
front	7.6	11.5	9.2	8.7	12.6	10.6	7.6	12.2	10.3	6.7	10.7	9.0
temp	6.6	14.1	9.2	7.9	13.2	10.8	6.9	11.7	9.6	6.9	10.6	8.7
mx	7.3	11.4	9.8	6.1	10.6	7.8	10.7	13.3	11.9	10.0	12.4	11.2
md	5.7	10.1	7.9	6.6	13.0	9.9	8.5	11.2	10.1	8.1	11.0	9.4

B5-кестенің жалғасы												
Белгілер	Иқансу (тау бөктері) 2013 ж., n=18			Иқансу (тау бөктері) 2022 ж., n=22			Иқансу (тау бөктері) 2023 ж., n=14			Иқансу (тау) 2023 ж., n=12		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
wi	6.5	10.0	7.5	6.1	8.5	7.5	6.2	8.5	7.3	6.2	8.1	6.9
бас ұзындығынан % қатынасы												
ao	27.5	37.3	33.8	30.8	41.0	34.3	31.9	39.7	35.4	30.4	43.2	36.4
oh	20.2	29.5	24.6	23.3	36.1	28.8	23.5	33.1	27.9	21.2	37.4	27.2
ov	19.3	32.1	25.4	25.3	37.0	30.7	20.2	29.2	25.0	19.4	30.2	23.8
op	34.7	52.2	47.5	44.7	63.3	50.2	41.1	53.1	47.9	46.6	65.5	51.4
io	25.2	44.4	39.0	37.4	44.8	42.2	43.2	53.8	48.0	40.8	67.6	48.8
hco	42.2	58.0	51.3	49.2	57.4	52.7	47.1	55.6	52.2	46.7	69.8	52.7
hc	56.1	94.7	70.7	64.2	78.8	69.3	61.2	90.2	72.6	68.2	84.2	74.8
front	27.4	40.5	33.5	28.5	41.7	35.6	26.7	42.2	36.9	24.6	50.4	34.6
temp	25.0	45.8	33.4	27.5	42.4	36.4	28.1	41.5	34.8	27.1	40.5	33.6
mx	26.2	41.6	35.9	19.5	35.0	26.4	37.5	46.3	42.5	39.1	54.0	43.3
md	20.5	35.5	28.8	21.1	41.3	33.4	31.0	40.0	36.5	31.1	47.5	36.3
wi	20.2	32.7	27.4	19.5	28.6	25.2	21.7	31.6	26.1	23.9	37.4	26.6
Белгілер	Сарыбас 2017 ж., n=5			Сарыбас май 2022 ж., n=2			Сарыбас сент 2022 ж., n= 9			Қарашық Кентау 2017 ж., n= 9		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
aD	50.5	57.7	54.5	54.4	57.4	55.8	49.2	58.8	56.0	52.6	56.3	54.2
aP	25.1	29.1	27.3	28.9	35.9	32.1	23.2	35.8	31.0	25.9	27.7	26.8
aV	50.5	53.6	51.9	51.0	57.5	54.6	51.0	56.2	53.8	51.2	55.0	53.5
aA	71.6	76.3	74.4	73.5	80.0	76.4	70.6	77.8	75.2	66.4	76.4	74.4
pD	34.5	39.0	36.6	32.5	37.3	34.9	33.6	38.5	36.4	32.2	38.4	35.0
c	25.1	29.7	27.8	30.3	32.7	31.2	27.2	35.0	31.1	25.8	28.0	27.3
ao	8.2	10.3	9.2	7.9	11.0	9.7	7.8	11.9	10.0	8.1	9.2	8.6
oh	4.4	8.5	6.9	7.7	10.4	9.4	6.7	11.0	9.2	5.4	7.1	6.1
ov	4.8	8.9	7.4	8.8	12.1	10.4	7.7	11.8	10.1	5.7	7.4	6.6
op	11.9	14.8	13.4	12.9	17.5	14.9	13.1	17.1	14.8	12.5	15.1	14.0
io	10.4	13.4	11.9	11.8	13.8	12.8	9.7	13.7	12.4	11.0	13.4	12.0
hco	11.9	15.8	13.8	14.3	17.1	15.8	13.1	16.9	15.2	12.8	15.0	13.9
hc	16.4	21.7	19.7	18.1	22.3	20.3	14.2	24.1	19.7	18.8	21.5	20.1
H	21.1	24.5	23.6	21.1	23.3	21.8	17.1	24.8	22.2	24.8	27.8	25.8
hca	11.6	14.1	13.0	9.7	12.5	11.3	10.2	14.2	11.5	11.8	13.0	12.4
h	10.1	12.4	11.0	9.1	11.0	10.0	8.1	11.3	9.6	10.2	11.1	10.7
lD	15.3	17.4	16.7	11.8	17.5	15.0	12.5	20.5	15.1	13.6	16.9	15.7
hD	18.8	24.9	22.5	17.8	21.8	19.4	12.9	20.4	18.5	19.1	23.1	20.9
lA	5.1	8.7	7.9	9.5	13.0	11.3	8.6	12.9	10.3	7.6	9.5	8.9
hA	14.9	19.0	17.2	13.7	17.0	14.9	11.4	17.5	15.3	15.3	18.0	16.8
lP	18.1	24.1	20.6	17.5	23.9	20.9	15.7	27.0	20.5	17.0	20.0	18.4
lV	15.7	17.6	17.0	12.9	15.9	15.1	12.6	17.5	15.2	14.1	17.8	15.6
lca	16.8	18.9	17.8	12.1	18.2	15.8	13.8	20.8	17.2	15.4	20.0	18.0
Cs	19.4	28.2	23.8	22.3	26.7	24.3	21.4	31.1	26.2	19.7	24.3	22.2
Ci	19.5	26.0	23.2	22.3	27.0	24.4	20.0	31.4	26.2	19.8	24.2	22.0
Cm	13.5	16.9	15.0	17.5	21.5	19.7	7.1	15.7	11.5	10.0	15.7	13.2
PV	28.4	31.0	29.3	21.3	30.3	27.4	17.9	30.8	24.8	27.4	32.2	29.7
VA	21.1	25.5	23.0	20.5	25.9	23.1	19.5	25.5	23.0	20.3	25.6	23.3
front	6.4	10.8	9.3	9.4	13.2	11.4	10.4	12.7	11.4	9.4	11.1	10.1
temp	5.8	10.4	8.9	10.3	12.7	11.5	8.2	14.2	11.3	7.8	10.1	9.0
mx	8.7	9.9	9.5	9.2	10.5	9.8	7.2	13.2	10.5	9.4	11.7	10.7

B5-кестенің жалғасы												
Белгілер	Сарыбас 2017 ж., n=5			Сарыбас май 2022 ж., n=2			Сарыбас сент 2022 ж., n= 9			Қарашық Кентау 2017 ж., n= 9		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
md	5.8	9.2	7.2	7.6	9.5	8.6	5.8	10.0	7.9	8.3	9.5	8.7
wi	6.0	8.2	7.0	6.7	8.6	7.7	5.8	8.6	7.3	6.4	8.5	7.1
бас ұзындығынан % қатынасы												
ao	27.7	36.2	33.2	26.1	35.7	31.3	23.5	38.4	32.2	29.6	34.7	31.7
oh	17.7	28.5	24.7	24.6	33.9	30.1	24.2	33.3	29.6	19.6	25.9	22.2
ov	19.2	29.9	26.3	28.0	38.1	33.3	28.2	36.6	32.3	20.8	26.9	24.4
op	46.0	50.0	48.3	41.5	56.0	47.8	39.0	55.9	47.6	48.4	55.2	51.4
io	37.3	46.6	42.9	37.3	44.6	41.2	28.6	46.4	40.0	40.0	48.6	43.9
hco	47.7	53.3	49.7	46.9	56.5	50.7	45.9	53.8	48.9	46.3	54.7	51.0
hc	64.9	76.7	70.7	59.0	71.4	65.1	52.0	73.1	63.2	68.1	79.0	73.9
front	25.6	36.5	33.4	30.8	43.5	36.6	32.2	42.0	36.6	34.2	40.7	37.0
temp	23.3	35.0	31.8	32.8	40.0	37.0	29.4	44.2	36.3	28.3	37.7	33.2
mx	29.2	37.2	34.2	30.0	33.0	31.5	26.6	41.9	33.6	34.2	43.2	39.2
md	23.2	32.5	25.7	23.1	31.3	27.7	21.1	30.0	25.3	29.7	34.7	31.9
wi	21.1	28.8	25.2	20.9	27.7	24.9	19.7	28.6	23.6	23.1	30.9	26.0
Белгілер	Ащысай 2023 ж., n=21			Ойық 2013 ж., n=17			Шаян 2013 ж., n=2			Бөген 2022 ж., n=5		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
aD	42.5	57.2	52.9	50.5	58.4	53.8	51.7	52.1	51.9	55.7	61.5	58.6
aP	22.7	29.7	26.9	24.8	32.0	27.7	26.3	26.5	26.4	30.3	38.1	33.1
aV	46.1	55.6	53.1	49.4	57.0	54.0	52.7	53.3	53.0	43.3	58.9	53.7
aA	65.7	77.5	74.4	68.1	80.4	75.5	75.0	76.0	75.5	70.0	76.9	73.8
pD	31.2	39.0	34.6	33.2	39.0	35.8	36.7	38.5	37.6	31.9	35.8	34.3
c	23.6	29.3	27.1	24.3	27.7	26.0	21.7	24.5	23.1	29.9	35.8	32.3
ao	8.2	10.6	9.3	8.1	10.9	9.1	6.7	7.3	7.0	10.5	12.5	11.4
oh	4.7	8.3	6.8	5.3	8.7	6.7	8.3	8.6	8.5	9.7	13.1	11.9
ov	4.2	7.7	6.2	3.4	8.2	5.9	8.3	9.1	8.7	11.2	14.8	12.8
op	12.5	15.3	13.9	12.5	14.4	13.7	10.0	10.9	10.5	14.1	19.1	16.7
io	10.5	13.5	12.3	10.6	12.6	11.7	11.7	12.1	11.9	11.7	14.1	13.0
hco	11.1	15.0	13.3	11.9	14.6	13.1	13.9	15.0	14.5	15.0	17.8	16.1
hc	14.9	21.5	19.5	17.0	20.5	18.8	20.5	21.9	21.2	18.3	21.5	19.5
H	19.0	25.8	23.7	21.0	28.5	24.0	26.7	28.0	27.3	20.2	20.7	20.5
hca	9.6	13.3	12.5	11.5	14.0	12.5	10.0	11.3	10.6	10.5	11.4	11.0
h	8.5	12.9	11.2	10.1	12.5	11.1	11.7	12.4	12.1	7.8	9.3	8.5
ID	12.4	18.0	15.5	13.8	17.0	15.0	13.3	14.6	14.0	11.1	16.5	14.6
hD	16.4	23.3	20.5	17.7	24.4	21.6	18.3	19.6	19.0	17.0	19.1	18.4
lA	6.0	9.4	8.0	7.3	9.7	8.1	13.3	13.8	13.5	8.6	13.8	11.2
hA	14.8	19.4	16.9	16.6	21.2	18.1	15.0	16.3	15.6	14.7	16.5	15.7
lP	15.7	21.1	18.6	16.0	21.7	17.9	20.0	21.9	20.9	18.9	24.5	20.5
IV	11.8	17.7	15.2	13.4	20.6	16.8	16.7	17.6	17.1	15.0	15.7	15.4
lca	15.5	21.8	18.0	14.9	18.4	17.1	18.5	19.9	19.2	15.0	19.5	18.1
Cs	15.6	26.4	22.3	12.0	26.4	22.3	25.0	26.0	25.5	21.4	27.8	24.9
Ci	15.2	26.4	21.7	13.9	27.1	21.8	23.3	24.2	23.8	21.4	27.4	24.8
Cm	10.5	17.7	14.0	11.3	21.8	15.1	13.3	14.8	14.0	7.8	11.3	9.6
PV	24.9	30.8	28.4	25.6	30.8	28.2	28.3	29.4	28.8	24.1	34.7	28.0
VA	20.3	25.1	22.4	20.0	27.5	23.0	26.7	27.7	27.2	20.7	24.3	22.1
front	7.4	10.9	8.8	7.2	12.7	9.3	11.7	12.4	12.1	11.4	11.4	11.4
temp	6.6	11.8	9.8	7.6	10.6	9.4	8.3	9.8	9.1	12.6	12.6	12.6
mx	7.8	12.4	10.5	9.6	12.6	10.6	7.0	8.1	7.6	10.5	13.2	11.8

B5-кестенің жалғасы												
Белгілер	Ащысай 2023 ж., n=21			Ойық 2013 ж., n=17			Шаян 2013 ж., n=2			Бөген 2022 ж., n=5		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
md	5.7	10.2	8.7	8.1	10.7	9.4	5.5	6.6	6.1	7.5	9.4	8.5
wi	5.2	9.3	6.6	4.5	8.1	5.8	7.8	9.3	8.6	7.5	8.1	7.8
бас ұзындығынан % қатынасы												
ao	30.7	39.4	34.3	30.9	39.4	34.9	29.7	30.8	30.2	34.1	37.5	35.2
oh	20.1	31.7	25.2	21.9	31.4	25.7	35.1	38.5	36.8	31.3	40.7	36.6
ov	18.0	30.6	23.0	13.9	30.6	22.7	37.2	38.5	37.8	34.9	45.5	39.6
op	44.9	53.9	51.4	49.1	55.6	52.7	44.6	46.2	45.4	47.0	59.3	51.7
io	42.3	49.5	45.3	39.4	49.6	45.0	49.3	53.8	51.6	34.7	45.0	40.2
hco	44.5	55.2	49.2	46.4	57.5	50.6	56.8	69.2	63.0	46.5	54.5	49.9
hc	63.3	79.6	71.8	66.9	80.8	72.3	89.2	94.6	91.9	58.1	64.0	60.2
front	26.5	39.7	32.4	29.8	49.6	35.7	50.7	53.8	52.3	36.8	38.0	37.4
temp	27.9	43.5	36.2	29.5	41.7	36.3	38.5	39.9	39.2	42.0	42.1	42.1
mx	26.7	49.2	39.0	37.0	46.9	41.0	32.3	33.1	32.7	35.0	36.8	35.9
md	20.3	36.3	32.1	30.2	42.9	36.4	25.4	27.0	26.2	25.0	26.3	25.7
wi	18.0	33.2	24.6	17.2	30.2	22.3	36.2	37.8	37.0	21.1	27.0	24.0

Кесте B6 – Кәдімгі қарабалықтардың пластикалық белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
aD	0.2233	0.3925	-0.2089
aP	0.1804	0.2212	-0.0881
aV	0.1309	0.0396	-0.2116
aA	-0.1950	0.7362	-0.0539
pD	-0.1801	0.2015	0.7598
c	0.1635	0.1821	-0.1708
op	0.0602	0.0724	-0.1313
hc	0.0683	0.0628	0.0478
h	0.0139	0.0076	0.0613
lD	0.1151	0.0036	-0.0467
hD	0.2492	0.1019	-0.0878
lA	0.0621	-0.0939	0.0385
hA	0.0947	0.2676	0.0672
lP	0.1454	0.0499	0.1470
lV	0.1474	0.0362	0.0403
lca	0.0537	-0.1939	0.0074
Cs	0.5174	-0.0556	0.2962
Ci	0.5151	-0.0128	0.2311
Cm	0.2861	0.0566	0.0671
PV	0.1281	-0.1212	-0.1667
VA	-0.0804	0.0919	0.1548
front	0.0830	0.0073	0.0299
temp	0.0703	0.0828	-0.0382
mx	0.0838	-0.0330	-0.1111
md	0.0629	-0.0005	-0.1297
wi	-0.0164	0.0253	0.0563
PV	0.12897	-0.1185	0.1500
VA	0.0229	0.1489	-0.1427

B6-кестенің жалғасы			
Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
front	0.0858	-0.0382	-0.0218
temp	0.0995	0.0422	0.0613
mx	0.0589	-0.0768	0.1148
md	0.0506	-0.0429	0.1364
wi	0.0073	0.0332	-0.0471

Кесте B7 – Кәдімгі қарабалықтардың бас өлшемі белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
Ao	0.0173	0.0992	0.0589
Oh	0.2673	-0.1494	0.1064
Ov	0.1825	-0.3311	0.1459
Op	0.0664	0.1932	0.0711
Io	0.3545	0.1271	0.1582
Hco	0.3366	-0.1765	0.0649
Hc	0.5495	-0.1472	-0.6422
front	0.3594	-0.3259	0.4943
temp	0.1631	0.0848	-0.4499
Mx	0.3021	0.6083	0.1049
Md	0.2676	0.4888	0.2042
Wi	0.1759	-0.1720	0.1336

Кесте B8 – Кәдімгі қарабалықтардың санақ белгілері

Белгілер	Иқансу 2013 ж., n=18			Иқансу 2022 ж., n=22			Иқансу 2023 ж., n=14			Иқансу (тау) 2023 ж., n=12		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
Ll	117	149	130.8	-	-	-	110	149	132.4	120	170	132.0
Il ca	26	30	27.8	23	31	27.0	23	48	29.0	22	38	29.4
Il үсті	22	27	24.5	21	29	23.7	18	28	23.1	20	29	23.8
Il асты	17	24	20.5	20	27	22.6	15	26	21.0	20	26	22.7
Cmd	8	11	9.4	5	13	9.2	8	15	9.7	8	12	9.3
Cor	6	7	6.4	5	12	7.7	4	7	5.6	5	6	5.2
Cio	5	10	6.8	5	14	7.7	5	12	9.7	5	11	8.4
Cso	6	9	7.7	6	10	7.6	7	15	9.4	7	9	8.2
C самай	4	9	6.9	3	5	4.0	3	8	5.0	3	7	4.3
Ctmp	5	11	8.6	5	8	6.2	7	13	8.9	5	8	6.7
D soft	8	10	9.6	7	11	9.5	8	10	9.0	7	9	8.1
D тісшелер	6	15	10.8	7	13	9.0	7	16	11.2	9	13	11.3
A soft	6	8	7.1	6	10	7.0	5	7	6.4	5	7	6.3
P soft	12	20	16.9	11	20	15.1	15	20	16.5	14	19	15.8
V soft	8	12	9.6	8	11	9.2	7	10	8.5	8	10	9.1
Vert corp	29	30	29.5	25	29	26.4	-	-	-	-	-	-
Vert inter	9	10	9.5	9	14	11.8	-	-	-	-	-	-
Vert caud	15	17	16.0	9	12	9.8	-	-	-	-	-	-
Vert	45	47	46.0	44	48	45.6	-	-	-	-	-	-

B8-кестенің жалғасы												
Белгілер	Сарыбас 2017 ж., n=5			Сарыбас май 2022 ж., n=2			Сарыбас сент 2022 ж., n= 9			Қарашық Кентау 2017 ж., n= 9		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
II	117	137	125.0	-	-	-	-	-	-	136	186	156.8
II ca	29	35	31.3	-	-	-	22	30	25.5	34	43	38.3
II үсті	20	23	21.3	-	-	-	16	21	19.3	25	32	26.9
II асты	19	20	19.7	-	-	-	14	30	20.5	20	28	24.7
Cmd	7	9	7.8	-	-	-	5	6	5.5	6	11	8.1
Cor	5	7	5.8	-	-	-	9	14	11.0	4	10	6.9
Cio	6	9	7.2	4	5	4.3	6	9	7.8	5	10	8.4
Cso	5	9	7.2	4	5	4.7	5	7	5.5	5	9	7.4
C самай	4	7	5.0	3	5	4.1	3	5	3.9	4	5	4.6
ctmp	7	9	7.8	4	6	5.0	5	8	5.9	5	8	6.6
D soft	10	11	10.2	7	9	8.4	7	11	8.9	9	10	9.3
D тішшелер	9	14	12.0	5	7	5.9	5	11	7.1	8	14	11.8
A soft	7	8	7.4	6	9	7.4	5	11	7.2	7	7	7.0
P soft	14	19	16.2	13	17	15.4	10	20	14.3	13	19	16.1
V soft	9	10	9.2	7	14	10.1	6	12	8.6	9	11	9.7
Vert corp	26	26	26.0	-	-	-	25	28	26.5	26	26	26.0
Vert inter	12	12	12.0	-	-	-	10	12	11.0	10	10	10.0
Vert caud	15	15	15.0	-	-	-	10	10	10.0	12	12	12.0
Vert	45	45	45.0	-	-	-	42	48	45.0	46	46	46.0
Белгілер	Ащысай 2023 ж., n=21			Ойық., 2013 ж., n=17			Шаян 2013 ж., n=2			Бөген 2022 ж., n=5		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
II	123	150	134.8	110	132	121.4	45	52	48.5	-	-	-
II ca	28	33	30.3	23	33	27.8	30	32	31	-	-	-
II үсті	20	27	23.0	13	28	22.0	18	20	19	-	-	-
II асты	15	25	20.8	13	22	17.7	4	5	4.5	-	-	-
Cmd	4	12	8.0	8	12	10.1	5	5	5	-	-	-
Cor	4	5	4.6	4	5	4.5	8	8	8	-	-	-
Cio	5	15	8.5	7	12	9.4	5	5	5	-	-	-
Cso	5	9	7.3	6	8	7.3	3	3	3	-	-	-
C самай	4	6	4.6	4	6	5.2	5	5	5	3	5	3.8
ctmp	5	7	6.1	5	7	6.6	5	6	5.5	5	6	5.6
D soft	6	9	7.9	8	9	8.9	8	9	8.5	7	9	8
D тішшелер	8	15	11.9	9	13	11.9	9	10	9.5	4	8	6.4
A soft	6	8	6.7	6	7	6.5	7	9	8	5	8	6
P soft	15	20	17.1	14	18	16.0	15	16	15.5	9	16	11.4
V soft	8	11	9.4	8	9	8.4	8	9	8.5	6	9	7.4
Vert corp	27	28	27.8	-	-	-	15	15	15	-	-	-
Vert inter	10	11	10.5	-	-	-	4	4	4	-	-	-
Vert caud	9	12	10.5	-	-	-	15	15	15	-	-	-
Vert	43	47	45.0	-	-	-	34	34	34	-	-	-

Ескертпе: «-» деректер жоқ.

Кесте В9 – Кәдімгі қарабалықтардың санақ белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
ll	0.9793	-0.0459	-0.1833
llca	0.1029	0.9456	0.2985
sup	0.0824	-0.0815	0.1518
inf	0.1507	-0.2979	0.9114
Ds	0.0062	-0.0166	-0.0075
Dt	0.0245	-0.0568	0.0277
Asf	-0.0040	0.0388	-0.0305
Psf	0.0144	0.0418	-0.1413
Vsf	0.0064	0.0403	0.0432

Кесте В10 – Кәдімгі қарабалықтардың санақ белгілеріне (сенсорлы тесіктер) негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
Cmd	0.5518	-0.2054	0.0392
Cop	-0.0561	0.9184	0.0636
Cio	0.6516	0.2785	-0.5025
Cso	0.3991	-0.1449	0.1002
C самай	0.1083	0.0470	0.5056
ctmp	0.3111	0.1164	0.6901

Кесте В11 - Шаян өзеніндегі теңбіл талма балықтарының пластикалық белгілері

Белгілер	2013 ж., n=9			2015 ж., n=14			2017 ж., n= 25			2020 ж., n=3		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
aD	49.3	53.7	52.2	45.9	56.2	52.4	43.6	53.7	49.5	50.0	53.7	51.2
aP	22.4	25.4	23.8	20.8	24.7	23.4	19.2	28.0	23.3	19.4	27.8	23.4
aV	50.7	55.1	53.1	50.6	56.2	53.7	46.2	55.7	51.7	47.2	51.4	49.5
aA	68.8	73.2	71.1	66.0	72.6	70.4	62.8	72.9	68.8	63.9	70.4	67.7
pD	31.0	39.1	36.1	33.3	41.9	37.7	33.3	43.6	38.9	35.1	37.0	36.1
lca	19.0	22.7	20.6	18.9	23.4	21.1	14.7	25.4	21.5	19.4	22.2	21.1
c	21.8	26.9	24.0	21.6	24.7	23.3	20.0	25.8	23.9	22.2	25.9	23.7
ao	9.5	11.2	10.2	8.9	12.0	10.7	8.9	10.7	9.8	8.3	12.2	10.0
oh	3.8	6.0	4.9	3.7	6.3	4.8	4.3	7.3	5.5	5.1	5.7	5.5
ov	4.6	7.5	5.6	4.3	6.9	5.7	5.0	7.4	6.4	5.4	8.3	7.0
op	7.1	11.9	10.7	8.6	12.2	10.5	10.0	13.2	11.7	10.7	13.0	11.6
mx	7.9	10.4	9.4	7.3	11.0	8.9	6.7	12.0	8.8	8.3	9.3	8.9
md	5.6	10.1	6.6	4.9	7.2	5.9	4.1	8.3	6.3	5.6	6.1	5.8
io	6.3	11.8	8.2	5.5	8.1	7.2	5.1	7.7	6.5	6.7	11.1	8.2
hco	10.1	13.4	11.1	9.5	11.9	10.8	7.7	12.0	10.8	10.8	13.9	11.9
hc	11.3	15.8	13.4	12.1	14.6	13.3	12.1	15.5	13.5	12.2	14.8	13.6
H	14.9	17.9	16.3	15.0	19.7	17.6	14.0	19.0	16.0	13.5	16.7	15.6
hca	6.3	8.6	7.6	6.7	8.6	7.8	6.4	9.1	7.2	6.8	8.3	7.5
h	4.8	7.2	5.9	5.3	7.3	6.4	4.7	6.3	5.5	3.7	5.6	4.9
ID	12.4	15.9	14.1	11.3	15.1	13.3	10.2	17.0	13.2	12.5	14.8	13.6
hD	17.9	25.4	21.4	19.4	23.0	21.2	17.9	24.4	21.4	18.2	24.1	21.5

B11-кестенің жалғасы												
Белгілер	2013 ж., n=9			2015 ж., n=14			2017 ж., n= 25			2020 ж., n=3		
	min	max	M	min	max	M	min	max	M	min	max	M
стандартты ұзындықтан % қатынасы												
lA	7.3	10.4	8.8	6.9	10.8	8.8	6.4	14.1	9.5	7.2	9.4	8.6
hA	13.5	17.9	15.4	14.9	17.7	16.4	10.3	19.0	16.8	15.1	18.9	17.5
lP	15.1	21.2	17.9	16.9	21.1	18.7	14.3	21.1	18.4	20.3	25.0	21.9
IV	14.1	19.4	16.3	15.3	19.3	16.9	13.6	21.4	15.4	13.5	18.9	17.0
Cs	17.9	22.4	20.5	18.8	24.1	21.8	18.5	24.4	20.9	18.1	24.1	21.5
Ci	14.9	19.0	17.6	17.4	22.7	20.5	15.7	22.2	18.8	15.1	23.1	18.3
Cm	14.2	16.8	16.0	15.3	20.7	17.8	12.1	20.0	16.0	13.9	18.0	15.4
PV	26.9	32.7	31.2	28.9	34.5	31.7	25.6	33.3	30.9	19.4	29.7	25.2
VA	15.9	21.2	18.4	16.9	19.5	17.9	16.0	21.9	18.6	14.2	19.4	17.4
front	5.2	8.7	6.5	5.3	9.0	6.5	6.3	9.3	7.8	6.8	8.3	7.3
temp	5.7	8.7	7.2	5.7	7.9	6.9	5.2	10.9	8.0	6.8	9.7	8.6
L ішек	95.7	101.2	98.8	99.2	143.1	30.5	07.8	28.6	14.6	95.9	41.7	118.8
бас ұзындығынан % қатынасы												
ao	37.5	45.0	42.5	41.3	50.0	45.7	34.5	49.4	41.2	37.5	47.1	41.9
oh	15.8	25.0	20.5	15.0	27.4	20.6	18.2	30.0	23.2	22.1	25.0	23.2
ov	20.2	31.3	23.2	18.5	30.8	24.6	22.2	30.8	26.6	23.5	37.5	29.6
op	28.1	50.0	44.7	37.2	50.0	45.2	41.7	56.0	49.0	46.5	50.0	48.8
mx	31.3	43.8	39.4	30.0	45.0	37.9	25.9	48.9	37.0	35.7	40.0	37.7
md	23.5	46.6	27.9	21.0	30.0	25.3	17.0	37.0	26.6	23.6	25.0	24.4
io	25.0	50.0	34.5	23.0	35.0	31.0	21.9	31.2	27.3	25.7	50.0	35.0
hco	41.2	52.6	46.5	42.3	50.0	46.4	30.0	51.9	45.2	42.9	62.5	50.8
hc	51.8	63.2	55.7	50.0	63.0	57.0	52.5	66.0	56.7	52.9	62.5	57.5
front	22.0	35.3	27.3	22.2	37.5	28.0	26.2	40.0	32.9	26.4	37.5	31.1
temp	24.6	35.3	30.0	25.0	32.6	29.5	22.2	48.0	33.6	29.4	43.8	36.3

Кесте B12 - Шаян өзеніндегі теңбіл талма балықтарының пластикалық белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
l	0.1225	0.3160	0.0766
st	0.1023	-0.3027	-0.2137
aD	0.1989	0.1975	-0.1779
aP	-0.0104	-0.2684	-0.3172
aV	0.1651	0.1108	-0.2358
aA	-0.1816	-0.0105	0.0220
pD	0.2593	-0.0056	-0.2777
lca	-0.2113	0.1380	0.0042
c	0.3166	0.0525	-0.0211
ao	-0.1804	0.2528	-0.0354
oh	0.2819	-0.0153	0.0682
ov	-0.1220	-0.0294	0.1777
op	0.2659	0.1640	-0.1479
mx	-0.1532	0.0187	0.2022
md	0.2302	0.0329	-0.2437
io	-0.1710	0.2544	-0.1076
hco	0.1998	0.1198	0.0902
hc	-0.1362	0.1191	-0.1564
H	0.2194	0.2641	0.0864
hca	-0.1261	0.1205	-0.0270

B12-кестенің жалғасы			
Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
h	0.1885	0.1514	0.0354
ID	-0.0395	-0.0845	-0.2718
hD	0.1616	-0.1210	0.0343
lA	-0.0612	0.0479	-0.2038
hA	0.1903	-0.1247	0.1375
IP	-0.0856	0.3379	-0.0959
IV	0.2012	0.1418	0.1419
Cs	-0.1270	0.2518	-0.1305
Ci	0.1970	0.0211	0.1820
Cm	-0.0131	-0.1987	-0.3689
PV	0.1149	-0.2076	0.2370
VA	-0.1065	-0.1234	-0.0762
front	0.0780	-0.1839	0.2371

Кесте B13 - Шаян өзеніндегі теңбіл талма балықтарының санақ белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
Dsf	0.2095	0.6250	0.5146
Asf	0.3246	0.2438	-0.7488
Psf	0.7625	0.0540	-0.1936
Vsf	0.5590	0.6192	-0.2076
cmd	0.6122	-0.2198	0.4241
cop	0.3226	-0.6519	-0.2069
cio	0.8031	-0.0972	0.1234
cso	0.7919	-0.2204	0.1351

Кесте B14 - Терс талма балықтарының пластикалық белгілері

Белгілер	Бөген 2012 ж., n=5					Бөген 2023 ж., n=6					Сарыбас 2016 ж., n=2				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
стандартты ұзындықтан % қатынасы															
aD	50.0	54.2	52.2	1.7	3.2	48.9	51.2	49.6	0.8	1.7	49.4	51.2	50.3	1.3	2.6
aP	21.0	24.1	22.2	1.2	5.2	22.7	25.0	23.6	0.9	3.6	21.3	22.4	21.9	0.8	3.7
aV	48.9	51.2	50.2	0.9	1.8	47.4	53.2	51.0	2.0	3.9	50.8	51.7	51.3	0.6	1.2
aA	67.6	72.5	70.0	1.8	2.6	63.1	72.7	68.5	3.5	5.1	66.6	69.9	68.3	2.3	3.4
pD	35.1	39.6	37.7	2.0	5.4	35.2	41.6	38.3	2.1	5.4	37.4	39.0	38.2	1.2	3.0
c	21.4	24.8	23.1	1.5	6.6	23.9	25.3	24.7	0.6	2.3	21.1	23.4	22.3	1.6	7.1
ao	7.8	11.2	9.2	1.3	13.7	10.5	11.4	11.0	0.3	2.8	8.1	9.7	8.9	1.1	12.3
oh	3.7	5.7	5.0	0.8	16.4	4.9	6.5	5.5	0.7	13.2	4.2	5.2	4.7	0.7	14.1
ov	3.9	6.2	5.5	1.0	17.3	4.3	5.0	4.7	0.3	5.9	3.9	4.2	4.0	0.2	5.1
op	9.1	11.6	10.2	1.1	10.8	11.2	12.6	11.6	0.5	4.3	8.3	11.0	9.6	1.9	19.6
io	6.6	8.5	7.4	0.8	10.5	10.3	11.7	11.2	0.6	4.9	6.5	6.8	6.6	0.2	2.9
hco	9.6	12.7	11.1	1.2	11.0	10.5	11.8	11.3	0.5	4.3	10.1	10.2	10.1	0.1	0.6
hc	11.4	16.5	14.3	2.0	14.0	13.4	14.4	13.8	0.4	3.0	12.0	12.9	12.5	0.6	4.9
H	16.2	18.8	17.2	1.1	6.2	15.3	16.3	15.7	0.4	2.3	14.3	14.5	14.4	0.1	1.0
hca	7.4	9.8	8.5	1.1	12.4	8.8	9.8	9.2	0.5	5.0	8.6	8.9	8.7	0.2	2.0
h	6.7	8.3	7.5	0.6	8.3	7.2	8.0	7.5	0.3	4.0	8.1	8.4	8.3	0.2	2.2

B14-кестенің жалғасы															
Белгілер	Бөген 2012 ж., n=5					Бөген 2023 ж., n=6					Сарыбас 2016 ж., n=2				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
стандартты ұзындықтан % қатынасы															
ID	11.2	15.4	13.4	1.8	13.3	12.9	16.5	14.6	1.3	9.0	14.0	14.0	14.0	0.0	0.2
hD	20.4	22.5	21.3	1.0	4.6	17.0	21.7	19.8	1.7	8.4	22.3	23.1	22.7	0.6	2.6
lA	9.2	12.3	10.4	1.2	11.1	8.9	11.7	9.7	1.0	10.1	8.1	8.5	8.3	0.3	3.5
hA	17.4	18.1	17.8	0.2	1.4	13.3	18.4	16.1	1.7	10.4	17.9	18.2	18.1	0.2	1.3
IP	19.0	22.5	20.2	1.5	7.6	18.5	20.6	19.6	1.0	5.0	17.9	19.4	18.6	1.0	5.6
IV	16.3	18.7	17.6	1.0	5.4	14.2	18.4	16.7	1.7	10.0	17.9	18.5	18.2	0.5	2.6
lca	18.1	22.8	21.4	1.9	9.0	19.6	23.3	21.8	1.2	5.7	20.3	22.4	21.4	1.5	6.9
mx	9.0	13.2	10.4	1.9	18.1	9.8	11.7	10.5	0.7	6.4	8.4	9.8	9.1	1.0	10.7
md	5.7	9.2	7.6	1.6	20.9	7.2	9.2	8.2	0.7	8.2	5.2	6.3	5.8	0.8	14.5
wc	12.8	14.5	13.9	0.7	5.2	13.6	15.8	14.8	0.7	5.1	14.0	14.2	14.1	0.1	1.1
wm	5.3	8.4	6.9	1.1	15.9	5.3	7.6	6.4	0.8	13.1	8.5	9.2	8.8	0.5	5.9
wi	5.3	9.8	8.1	1.8	22.7	8.3	9.9	9.3	0.6	6.6	6.5	6.8	6.6	0.2	2.9
HTT	13.7	16.8	15.6	1.3	8.0	14.3	16.3	15.2	0.8	5.4	16.3	16.5	16.4	0.1	0.8
htca	5.4	7.5	6.6	0.8	11.7	7.0	7.9	7.4	0.3	4.2	5.7	6.0	5.8	0.2	3.4
Cs	16.7	22.8	20.8	2.5	11.8	18.5	22.7	20.4	1.8	9.0	20.2	21.1	20.6	0.7	3.3
Ci	21.0	26.2	22.8	2.0	8.9	18.0	21.9	20.1	1.7	8.5	20.2	21.1	20.6	0.7	3.3
Cm	17.7	20.5	18.9	1.1	5.7	15.2	17.8	16.4	1.0	6.3	17.7	18.7	18.2	0.7	3.7
PV	29.2	32.7	31.1	1.3	4.1	29.7	33.2	31.1	1.5	4.9	30.6	31.7	31.2	0.8	2.4
VA	19.5	22.1	20.7	1.1	5.5	19.6	22.7	20.8	1.1	5.4	18.7	19.4	19.0	0.5	2.4
eth1	2.1	5.6	4.0	1.5	37.1	4.7	5.3	5.1	0.2	4.5	3.7	4.5	4.1	0.5	13.3
eth2	2.5	6.9	5.1	1.9	37.4	6.9	7.5	7.1	0.3	3.6	3.4	5.2	4.3	1.2	28.8
front	4.1	8.0	6.5	1.7	26.1	6.8	9.0	7.9	1.0	12.3	4.9	6.1	5.5	0.9	16.1
temp	6.8	9.4	8.3	1.3	15.5	7.6	9.9	8.9	0.8	9.2	6.5	8.1	7.3	1.1	15.1
бас ұзындығынан % қатынасы															
ao	33.1	46.7	40.1	5.0	12.5	42.3	47.2	44.7	2.1	4.6	38.5	41.4	39.9	2.1	5.2
oh	17.2	24.4	21.5	2.6	12.2	20.0	25.6	22.4	2.5	11.1	20.0	22.1	21.0	1.5	7.0
ov	18.3	27.0	23.7	3.4	14.5	17.6	20.0	19.0	0.8	4.3	17.9	18.5	18.2	0.4	2.1
op	42.5	46.7	44.0	2.1	4.7	45.0	49.6	46.9	1.5	3.3	39.2	46.9	43.1	5.4	12.6
io	27.5	34.3	32.0	2.7	8.5	42.3	47.2	45.2	2.2	4.9	29.0	30.8	29.9	1.3	4.3
hco	45.0	51.1	48.1	2.9	6.0	42.3	46.9	45.6	1.7	3.7	43.4	47.7	45.6	3.0	6.6
hc	53.3	68.3	62.0	5.7	9.1	53.7	57.6	56.1	1.3	2.4	55.2	56.9	56.0	1.2	2.2
mx	38.1	53.3	44.8	5.8	12.9	40.0	47.9	42.6	2.8	6.6	35.9	46.2	41.0	7.3	17.7
md	26.7	38.3	32.8	4.9	15.0	30.2	36.9	33.4	2.4	7.2	22.1	30.0	26.0	5.6	21.5
wc	57.5	65.8	60.1	3.3	5.5	13.6	15.8	14.8	0.7	5.1	14.0	14.2	14.1	0.1	1.1
wm	24.6	39.2	29.9	5.6	18.7	5.3	7.6	6.4	0.8	13.1	8.5	9.2	8.8	0.5	5.9
wi	25.0	40.8	34.7	6.1	17.6	8.3	9.9	9.3	0.6	6.6	6.5	6.8	6.6	0.2	2.9
eth1	9.8	22.6	17.0	5.5	32.2	4.7	5.3	5.1	0.2	4.5	3.7	4.5	4.1	0.5	13.3
eth2	11.7	27.7	21.9	7.1	32.5	6.9	7.5	7.1	0.3	3.6	3.4	5.2	4.3	1.2	28.8
front	19.2	33.3	27.8	5.8	21.0	27.9	36.2	31.9	3.5	11.1	23.1	26.2	24.6	2.2	9.0
temp	31.7	39.2	35.8	3.4	9.4	31.3	39.2	36.1	2.7	7.5	30.8	34.5	32.6	2.6	8.0
Белгілері	Шаян 2013 ж., n=2					Шаян 2015 ж., n=10					Қарашық. (тау) 2017 ж., n=16				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
стандартты ұзындықтан % қатынасы															
aD	49.3	51.9	50.6	1.8	3.7	50.8	53.5	52.1	1.2	2.2	48.6	58.4	53.2	2.3	4.3
aP	33.6	36.1	34.9	1.8	5.1	21.1	24.6	22.6	1.0	4.4	20.5	26.1	23.6	1.7	7.3
aV	55.8	56.7	56.3	0.6	1.0	43.3	53.9	51.4	3.2	6.3	47.4	55.7	52.6	2.0	3.8
aA	70.7	74.0	72.3	2.4	3.3	67.8	73.6	69.7	1.8	2.6	65.0	75.4	70.5	2.6	3.7
pD	34.7	35.1	34.9	0.3	0.8	34.7	42.3	38.4	2.6	6.6	25.7	41.5	37.3	4.1	10.9
c	22.7	23.0	22.8	0.2	1.0	22.0	23.7	22.9	0.6	2.6	22.7	27.1	24.1	1.1	4.6

B14-кестенің жалғасы															
Белгілер	Бөген 2012 ж., n=5					Бөген 2023 ж., n=6					Сарыбас 2016 ж., n=2				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
стандартты ұзындықтан % қатынасы															
ao	9.1	10.3	9.7	0.8	8.6	8.8	11.3	10.0	0.8	7.8	9.1	11.4	10.2	0.6	6.1
oh	3.9	4.4	4.1	0.4	8.6	4.4	5.6	4.8	0.4	8.5	5.2	7.3	6.4	0.6	9.1
ov	5.2	5.2	5.2	0.0	0.1	5.0	6.1	5.7	0.5	8.2	4.9	6.5	5.6	0.5	8.4
op	10.1	10.7	10.4	0.4	3.7	9.5	11.8	10.7	0.7	6.4	9.7	12.6	11.0	0.8	7.0
io	6.9	7.4	7.2	0.3	4.6	6.9	8.5	7.4	0.5	7.2	9.5	12.9	11.3	0.9	7.7
hco	10.1	10.4	10.3	0.2	1.8	9.5	15.3	11.5	1.6	14.0	11.6	13.8	12.7	0.6	5.0
hc	12.9	13.0	13.0	0.0	0.3	11.9	15.2	13.5	1.2	9.0	13.2	17.0	15.5	1.0	6.2
H	16.9	18.7	17.8	1.3	7.1	14.3	19.1	16.9	1.6	9.7	16.4	20.5	18.0	1.2	6.5
hca	7.5	7.8	7.6	0.2	3.0	7.9	10.2	8.9	0.7	7.4	8.5	12.5	9.7	1.1	11.5
h	6.1	6.7	6.4	0.4	6.2	6.2	8.6	7.4	0.7	10.1	7.2	10.0	8.1	0.9	10.5
ID	13.7	14.3	14.0	0.4	2.8	10.5	13.8	12.4	1.0	8.3	12.7	17.8	15.1	1.4	9.0
hD	20.4	20.8	20.6	0.3	1.3	19.7	23.7	21.4	1.5	7.0	19.8	26.8	22.9	1.9	8.5
lA	5.9	6.5	6.2	0.4	7.2	5.9	12.1	9.4	1.6	17.5	9.7	12.0	10.7	0.6	5.6
hA	14.3	14.3	14.3	0.0	0.1	15.3	19.5	17.4	1.5	8.3	16.6	20.7	19.0	1.2	6.5
IP	17.6	18.2	17.9	0.4	2.3	15.0	22.0	19.2	2.2	11.7	18.5	22.2	20.1	1.1	5.5
IV	16.0	16.4	16.2	0.3	1.6	15.0	28.0	17.9	3.7	20.6	14.7	20.7	17.3	1.6	9.1
lca	18.4	18.8	18.6	0.3	1.6	17.2	22.4	20.7	1.7	8.1	18.0	24.4	21.5	1.8	8.4
mx	6.8	7.1	7.0	0.2	3.5	8.5	10.5	9.4	0.8	8.8	9.1	11.6	10.2	0.7	7.3
md	6.3	6.5	6.4	0.2	2.5	5.3	7.8	6.4	0.8	12.1	7.0	9.8	8.0	0.7	9.3
wc	7.3	7.8	7.6	0.3	4.3	13.6	15.4	14.4	0.7	4.7	13.2	16.2	14.8	0.8	5.1
wm	4.3	5.2	4.7	0.7	13.9	7.5	10.5	9.0	1.0	11.2	4.0	8.2	6.5	1.1	16.9
wi	12.5	13.0	12.8	0.3	2.5	3.9	7.1	6.0	0.9	15.8	6.3	10.7	9.2	1.3	13.9
HTT	14.0	14.3	14.1	0.2	1.4	14.0	17.3	15.4	1.0	6.8	13.7	16.7	15.5	0.8	5.3
htca	7.3	7.5	7.4	0.1	1.9	6.3	9.0	7.7	0.7	9.2	5.6	8.9	7.0	0.8	11.4
Cs	20.5	20.8	20.7	0.2	0.8	19.0	24.6	21.9	1.9	8.5	20.7	25.8	22.8	1.3	5.8
Ci	19.5	19.5	19.5	0.0	0.1	18.5	24.6	21.5	2.1	9.7	20.7	26.4	22.7	1.4	6.1
Cm	17.7	18.2	18.0	0.3	1.8	15.9	22.5	18.8	2.0	10.8	15.2	20.2	18.1	1.5	8.5
PV	34.3	35.1	34.7	0.6	1.6	27.5	35.6	32.5	2.2	6.8	26.8	37.0	32.2	2.5	7.8
VA	19.6	20.1	19.9	0.4	1.9	17.1	21.1	18.8	1.3	7.2	18.5	23.7	20.2	1.6	7.7
eth1	4.0	4.7	4.3	0.5	11.0	3.6	5.8	4.6	0.8	16.4	3.7	5.3	4.6	0.4	8.8
eth2	4.5	5.2	4.9	0.5	9.6	4.6	7.0	6.1	0.7	12.0	5.0	8.0	6.6	0.8	11.9
front	6.9	7.8	7.4	0.6	8.2	4.0	8.0	6.0	1.3	22.3	7.6	10.3	8.9	0.9	9.8
temp	5.7	6.5	6.1	0.5	8.8	5.6	8.2	7.0	0.8	11.8	7.9	12.3	9.8	1.2	12.6
бас ұзындығынан % қатынасы															
ao	39.5	45.3	42.4	4.1	9.6	38.5	48.8	43.8	3.4	7.7	37.1	48.2	42.3	3.4	8.0
oh	16.9	19.4	18.2	1.7	9.6	18.6	25.4	21.2	2.2	10.4	21.1	30.7	26.6	2.6	9.6
ov	22.6	22.9	22.8	0.2	1.1	21.4	27.7	25.1	2.4	9.4	19.7	28.4	23.2	2.2	9.7
op	44.1	47.1	45.6	2.1	4.6	42.3	50.0	46.5	2.1	4.6	40.1	50.4	45.7	3.2	6.9
io	30.6	32.2	31.4	1.1	3.6	29.6	38.5	32.5	2.9	9.0	40.5	52.8	46.9	3.5	7.4
hco	44.7	45.2	45.0	0.3	0.8	42.3	64.3	50.2	6.4	12.8	47.1	57.1	52.6	2.9	5.5
hc	56.5	57.1	56.8	0.4	0.7	50.0	67.7	58.8	5.4	9.2	55.9	69.8	64.5	4.2	6.5
mx	30.0	31.1	30.5	0.8	2.5	36.6	46.2	40.9	3.2	7.8	37.5	50.9	42.2	3.6	8.5
md	27.6	28.2	27.9	0.4	1.5	22.2	33.3	28.2	3.7	13.3	30.3	43.1	33.4	3.5	10.4
wc	32.4	33.9	33.1	1.1	3.3	58.9	67.7	62.9	2.9	4.7	57.5	66.7	61.3	2.6	4.3
wm	18.8	22.6	20.7	2.7	12.9	32.3	46.5	39.5	4.4	11.2	16.3	36.0	26.9	4.8	17.9
wi	55.3	56.5	55.9	0.9	1.5	17.7	30.5	26.1	3.8	14.6	27.6	44.7	38.0	5.2	13.6
eth1	17.6	20.3	19.0	1.9	10.0	15.6	24.3	20.2	3.4	16.9	15.0	21.8	19.3	1.8	9.3
eth2	20.0	22.6	21.3	1.8	8.6	19.4	30.8	26.9	3.6	13.4	20.4	32.1	27.5	3.1	11.2
front	30.6	33.9	32.2	2.3	7.3	17.6	36.2	26.2	6.2	23.5	31.6	44.8	36.9	3.9	10.4
temp	25.3	28.2	26.8	2.1	7.8	24.6	36.2	30.6	3.5	11.5	31.1	52.2	40.9	5.5	13.4

Кесте В15 - Терс талма балықтарының пластикалық белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
aD	0.2540	0.0553	-0.1822
aP	0.0662	-0.5755	-0.1687
aV	0.2565	-0.2466	-0.2439
aA	0.3062	-0.1719	-0.3098
pD	0.1164	0.4028	-0.3053
c	0.1417	-0.0158	0.1132
ao	0.0455	-0.0172	0.0717
oh	0.1316	0.0201	0.1140
ov	0.0464	-0.0042	-0.0188
op	0.0652	0.0002	0.0644
io	0.2461	-0.0299	0.3742
hco	0.1869	0.0423	0.0186
hc	0.2274	-0.0086	0.1177
H	0.1443	-0.0905	0.0209
hca	0.1171	0.0358	0.0486
h	0.0890	0.0389	0.0338
lD	0.1914	-0.0719	0.1565
hD	0.1809	0.0437	-0.0567
lA	0.1366	0.1142	0.1625
hA	0.1970	0.2030	-0.0081
lP	0.1592	0.1065	0.0223
lV	0.1175	0.1341	-0.2004
lca	0.0720	0.1864	-0.0032
mx	0.0875	0.0806	0.15054
md	0.1170	-0.0168	0.1753
wc	0.1150	0.2862	0.1402
wm	-0.0617	0.1869	-0.1692
wi	0.1659	-0.2901	0.1516
HTT	0.0420	0.0694	-0.0309
htca	0.0033	-0.0384	-0.0141
Cs	0.2621	0.0552	-0.1102
Ci	0.2192	0.1520	-0.1456
Cm	0.0639	0.0982	-0.2311
PV	0.1948	-0.1253	-0.3042
VA	0.1064	-0.0452	0.0778
eth1	0.0454	0.0086	0.0355
eth2	0.1251	0.0194	0.1151
front	0.2161	-0.0596	0.1850
temp	0.2217	0.0379	0.2034

Кесте В16 – Терс талма балықтарының бас өлшемі белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
ao	-0.0079	0.0030	0.0658
oh	0.0397	0.1813	0.1493
ov	0.0784	-0.0183	0.0309
op	-9.3028E-06	0.0151	0.0184
io	-0.0064	0.5023	0.2868
hco	0.0943	0.1034	0.1292
hc	0.1053	0.2196	0.0771
mx	0.0123	0.0457	0.29356
md	0.0089	0.2082	0.1409
wc	0.7243	-0.1127	0.3139
wm	0.3874	-0.3997	0.0689
wi	0.3765	0.3674	-0.7704
eth1	0.2281	0.0095	-0.0529
eth2	0.3173	0.0939	0.0213
front	0.0382	0.4130	0.0354
temp	0.0358	0.3507	0.2446

Кесте В17 – Терс талма балықтарының санақ белгілері

Белгілер	Бөген 2012 ж., n=5					Бөген 2023 ж., n=6					Сарыбас 2016 ж., n=2				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
Dsoft	8	9	8.4	0.5	6.5	8	8	8	0	0	7	8	7.5	0.7	9.4
Asoft	5	6	5.6	0.5	9.8	6	8	6.8	0.8	11.0	5	6	5.5	0.7	12.9
Psoft L	10	13	11	1.2	11.1	9	12	10.7	1.2	11.4	10	11	11	0.7	6.7
Psoft R	11	14	12.2	1.1	9.0	9	12	10.7	1.2	11.4	10	11	11	0.7	6.7
V soft L	7	8	7.4	0.5	7.4	8	9	8.7	0.5	6.0	6	7	6.5	0.7	10.9
V soft R	7	8	7.4	0.5	7.4	8	9	8.7	0.5	6.0	6	7	6.5	0.7	10.9
Cmd	2	3	2.6	0.5	21.1	7	9	7.8	0.8	9.6	2	3	2.5	0.7	28.3
Cmd	2	4	2.8	0.8	29.9	7	9	7.8	0.8	9.6	2	3	2.5	0.7	28.3
Cop	7	9	8.2	0.8	10.2	3	5	4.0	0.6	15.8	6	7	6.5	0.7	10.9
Cop	8	9	8.6	0.5	6.4	3	4	3.8	0.4	10.6	6	7	6.5	0.7	10.9
Cio	10	12	11.2	0.8	7.5	7	11	8.8	1.5	16.7	10	11	11	0.7	6.7
Cio	9	11	10.2	0.8	8.2	7	11	9.0	1.4	15.7	9	10	9.5	0.7	7.4
Cso	4	7	5.4	1.1	21.1	8	9	8.5	0.5	6.4	8	9	8.5	0.7	8.3
Cso	4	7	5.6	1.1	20.4	7	9	8.2	0.8	9.2	5	7	6	1.4	23.6
C висок	4	5	4.4	0.5	12.4	4	5	4.8	0.4	8.4	4	5	4.5	0.7	15.7
C висок	4	5	4.2	0.4	10.6	4	5	4.8	0.4	8.4	4	5	4.5	0.7	15.7
ctmp	4	5	4.2	0.4	10.6	6	8	7.0	0.9	12.8	4	5	4.5	0.7	15.7
Vertcorp	15	21	18	4.2	23.6	17	20	18.5	2.1	11.5	20	21	21	0.7	3.4
Vertinter	9	11	10	1.4	14.1	8	10	9.0	1.4	15.7	10	11	11	0.7	6.7
Vertcaud	10	14	12	2.8	23.6	10	17	13.5	4.9	36.7	10	10	10	0.0	0.0
Vert	38	40	39	1.4	3.6	38	40	39.0	1.4	3.6	39	40	40	0.7	1.8
Белгілер	Шаян 2013 ж., n=2					Шаян 2015 ж., n=10					Қарашық (тау) 2017 ж., n=16				
	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV	min	max	M	±sd	CV
Dsoft	8	9	8.5	0.7	8.3	7	9	7.8	0.8	10	7	9	8.2	0.5	6.6
Asoft	4	5	4.5	0.7	16	4	7	5.4	0.8	16	5	7	6.3	0.6	9.2

Psoft	13	14	13.5	0.7	5.2	7	15	11.1	2.7	24	9	13	10.9	1.4	12.5
Psoft	12	13	12.5	0.7	5.7	8	13	10.9	1.7	16	9	12	11.1	1.0	9.2
V soft	7	8	7.5	0.7	9.4	6	9	7.5	1.1	14	7	9	8.1	0.7	8.4
B17-кестенің жалғасы															
Белгіле р	Шаян 2013 ж., n=2					Шаян 2015 ж., n=10					Қарашық (тау) 2017 ж., n=16				
	mi n	ma x	M	±sd	CV	min	ma x	M	±sd	CV	min	ma x	M	±sd	CV
V soft	7	8	7.5	0.7	9.4	7	9	7.9	0.7	9.3	7	9	7.9	0.8	10.2
Cmd	3	3	3	0	0	3	5	3.5	0.8	24	4	10	6.2	1.7	27.8
Cmd	3	3	3	0	0	3	5	3.5	0.8	24	4	9	6.2	1.7	27.8
Cop	6	6	6	0	0	6	10	7	1.2	18	4	7	5.2	0.9	17.6
Cop	6	6	6	0	0	6	10	7	1.2	18	4	7	5.3	0.9	17.8
Cio	11	13	12	1.4	12	5	14	9.3	3.8	41	9	12	10.2	0.9	8.9
Cio	11	13	12	1.4	12	5	14	9.4	3.9	41	8	14	10.6	1.3	12.0
Cso	4	7	5.5	2.1	39	4	4	4	0	0	5	11	7.1	1.7	24.5
Cso	4	7	5.5	2.1	39	4	4	4	0	0	5	10	7.5	1.5	20.1
C висок	4	5	4.5	0.7	16	4	5	4.3	0.5	11	3	5	3.9	0.4	11.2
C висок	4	5	4.5	0.7	16	4	5	4.6	0.5	11	3	5	4.1	0.6	14.1
ctmp	4	5	4.5	0.7	16	4	5	4.5	0.5	12	4	5	4.9	0.3	7.0
Vertcorp	16	16	16	0	0	15	16	15.5	0.6	3.7	18	21	20.0	1.7	8.7
Vertinter	5	6	5.5	0.7	13	5	6	5.3	0.5	9.5	10	11	10.3	0.6	5.6
Vertcaud	15	16	15.5	0.7	4.6	14	18	16.3	1.7	11	10	13	11.7	1.5	13.1
Vert	38	38	38	0	0	38	39	38.3	0.5	1.3	40	45	41.7	2.9	6.9

Кесте B18 - Терс талма балықтарының санақ белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
Ds	0.0222	-0.0535	0.1802
Asf	0.0660	0.1540	-0.0256
Psf	0.0858	-0.3804	0.3991
Vsf	-0.0424	0.1614	0.1247
Cmd	0.1400	0.5801	0.5144
Cop	-0.0491	-0.2199	-0.2593
Cio	0.2984	-0.5514	0.4746
Cso	0.3140	0.2183	-0.0474
C самай	0.0012	-0.0087	0.0069
ctmp	0.0603	0.1391	0.0490
Vert corp	0.4653	0.0339	-0.0422
Vert inter	0.4574	0.0881	-0.2433
Vert caud	-0.5372	0.1235	0.3266
Vert	0.2418	0.1503	0.2505

Кесте B19 - Қушакевич талма балықтарының пластикалық белгілері

Белгі-лер	Шаян 2015 ж., n=8					Шаян 2016 ж., n=17					Сарыбас 2023 ж., n=6				
	min	max	M	$\pm s$ d	CV	min	max	M	$\pm s$ d	CV	min	max	M	$\pm s$ d	CV
стандартты ұзындықтан % қатынасы															
aD	50.9	53.1	52.0	0.9	1.7	38.2	56.4	50.3	4.0	7.9	50.0	57.5	53.5	2.4	4.5
aP	17.3	20.7	18.7	1.0	5.4	16.9	25.5	20.0	2.1	10.3	19.1	21.2	20.0	0.8	4.2
aV	46.6	51.6	49.1	1.8	3.8	32.2	55.9	47.2	5.5	11.7	47.3	52.6	49.9	2.3	4.6
aA	67.2	72.2	70.2	1.6	2.3	58.1	75.7	68.5	4.0	5.8	69.8	72.1	71.2	0.9	1.2
pD	37.9	40.2	39.2	0.7	1.8	33.8	46.4	40.6	2.8	6.8	36.4	41.2	38.8	1.8	4.7
lca	19.6	23.9	22.1	1.6	7.2	19.0	25.0	22.5	1.6	7.3	19.1	23.9	21.6	2.0	9.2
c	17.4	21.9	19.2	1.3	6.6	18.2	21.9	19.8	1.0	4.9	19.2	21.8	20.2	1.0	4.7
B17-кестенің жалғасы															
Белгі-лер	Шаян 2015 ж., n=8					Шаян 2016 ж., n=17					Сарыбас 2023 ж., n=6				
	min	max	M	$\pm s$ d	CV	min	max	M	$\pm s$ d	CV	min	max	M	$\pm s$ d	CV
стандартты ұзындықтан % қатынасы															
ao	6.6	9.4	8.3	0.9	11.5	8.4	10.0	9.3	0.5	5.3	7.7	9.3	8.7	0.6	7.3
oh	3.4	4.9	3.9	0.6	14.2	1.6	4.5	3.3	0.7	20.1	4.3	4.9	4.6	0.3	5.5
ov	2.3	3.4	2.9	0.4	13.8	1.4	4.0	2.8	0.7	24.3	3.4	4.1	3.7	0.3	7.5
op	7.9	9.4	8.6	0.5	5.6	6.9	10.4	8.9	0.8	9.1	3.7	9.5	8.1	2.2	26.9
mx	7.5	12.2	9.5	1.5	15.6	4.9	7.5	6.3	0.8	12.3	6.2	9.8	8.5	1.5	18.0
md	4.6	7.6	5.9	0.9	14.7	2.9	5.4	4.2	0.7	16.9	4.3	6.5	5.7	0.9	15.6
io	4.7	5.6	5.2	0.3	5.9	3.4	5.8	5.0	0.6	12.9	4.7	6.4	5.3	0.7	12.9
hco	6.2	9.4	8.1	0.9	11.2	7.6	9.0	8.4	0.4	5.3	7.0	9.0	8.1	0.7	8.2
hc	7.9	10.5	9.7	0.9	9.2	8.8	10.8	9.8	0.6	6.1	9.1	10.2	9.6	0.5	5.2
H	11.3	15.3	13.2	1.4	10.4	9.1	15.1	12.2	1.7	14.3	10.3	14.9	12.0	2.0	16.4
hca	5.8	7.5	6.6	0.6	8.5	2.8	7.2	5.0	1.3	26.6	6.2	6.5	6.4	0.1	2.0
h	4.7	6.8	5.9	0.6	11.1	5.2	6.8	6.0	0.5	8.0	5.3	6.9	6.2	0.5	8.3
ID	10.6	15.1	12.7	1.3	10.6	11.5	16.9	13.0	1.3	10.3	11.3	13.2	12.0	0.8	6.6
hD	13.3	18.2	15.4	1.5	9.9	11.8	17.2	14.7	1.2	7.9	13.1	17.1	15.4	1.4	9.0
lA	7.2	8.3	7.9	0.4	4.7	7.3	10.9	9.2	1.1	11.7	6.7	8.5	7.6	0.6	8.3
hA	11.0	15.9	13.1	1.7	13.3	12.6	17.0	14.1	1.3	9.1	11.1	13.6	12.2	0.8	6.9
lP	13.3	16.9	15.4	1.1	7.2	12.5	18.2	15.0	1.2	8.0	13.0	17.9	14.9	1.7	11.7
lV	12.8	14.8	13.5	0.7	5.2	10.6	16.0	13.0	1.3	10.2	12.8	14.3	13.4	0.7	5.3
Cs	13.2	19.0	16.7	1.8	10.6	16.0	20.8	17.5	1.1	6.3	16.5	19.6	17.9	1.4	7.8
Ci	15.5	19.0	17.0	1.0	6.2	15.0	20.1	16.4	1.3	7.6	14.9	18.1	16.9	1.2	7.1
Cm	12.5	15.3	14.2	0.8	5.8	9.7	15.3	13.8	1.4	9.9	13.9	15.9	14.8	0.8	5.6
PV	30.9	32.9	32.0	0.7	2.2	26.9	37.5	31.3	2.5	7.9	30.0	32.8	31.3	1.1	3.5
VA	19.1	23.5	22.1	1.4	6.1	19.0	24.9	21.6	1.5	7.2	21.4	22.9	22.0	0.6	2.8
hop	4.4	9.0	7.5	1.5	20.2	3.4	6.4	4.6	0.9	19.9	4.3	6.0	5.1	0.7	14.1
hop	3.5	6.2	4.6	1.0	22.5	2.1	4.2	3.0	0.6	20.8	2.9	4.5	3.6	0.7	19.1
front	2.5	4.2	3.1	0.6	18.7	2.1	4.2	3.0	0.6	20.8	2.9	4.5	3.6	0.7	19.1
temp	5.3	9.5	7.5	1.3	17.7	5.3	9.4	7.3	1.3	18.3	6.3	12.0	9.0	2.1	23.4
wc	9.8	12.2	11.2	0.9	7.8	5.7	11.1	9.2	1.4	15.4	10.0	11.4	10.7	0.5	4.5
HTT	8.7	13.6	11.9	1.7	14.0	5.0	12.2	10.1	1.9	19.2	10.0	14.5	11.6	1.6	13.4
htca	3.8	5.9	4.8	0.6	13.4	1.6	5.2	3.8	0.8	22.0	3.2	4.7	3.9	0.6	14.8
бас ұзындығынан % қатынасы															
ao	38.0	50.0	43.0	4.1	9.5	44.0	51.5	46.9	2.1	4.5	37.5	45.5	42.8	2.8	6.6
oh	15.7	28.3	20.6	3.9	19.1	7.3	21.9	16.8	3.4	20.0	19.7	24.5	22.7	1.7	7.4
ov	11.8	18.2	15.3	2.2	14.5	6.6	19.8	14.2	3.5	24.4	16.4	21.3	18.3	1.9	10.1
op	42.1	48.0	44.6	1.9	4.2	38.0	52.2	44.8	3.8	8.5	19.1	46.3	39.9	10.3	25.9
mx	38.2	65.0	49.3	8.1	16.3	24.3	39.0	31.6	3.9	12.3	22.3	33.3	28.6	4.6	15.9
md	23.6	40.0	30.8	4.7	15.1	15.3	25.8	21.2	3.3	15.4	22.7	29.5	26.3	2.8	10.5
io	21.4	30.0	27.2	2.5	9.3	17.4	30.3	25.5	3.4	13.5	22.7	29.5	26.3	2.8	10.5

hco	35.7	50.0	42.5	4.7	11.1	38.1	46.4	42.6	2.0	4.6	34.1	44.4	40.3	4.0	9.9
hc	42.9	55.0	50.5	4.7	9.3	42.4	54.1	49.7	2.9	5.9	44.3	53.3	47.3	3.3	7.0
front	13.2	22.1	16.1	3.1	19.3	10.8	20.7	14.9	2.8	18.6	13.2	22.1	16.1	3.1	19.3
temp	28.1	49.9	39.2	8.0	20.4	27.4	48.1	37.0	6.5	17.6	28.1	49.9	39.2	8.0	20.4

Кесте В20 – Кушакевич талма балықтарының пластикалық белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
aD	0.3904	0.1858	0.5465
aP	0.0532	-0.0848	0.0462
aV	0.7404	-0.5086	-0.1546
aA	0.2995	0.4998	0.0291
pD	0.0269	0.0778	0.5554
lca	-0.1001	0.1467	0.0874
c	0.0393	-0.0208	0.1457
ao	-0.0146	-0.0582	0.0993
oh	0.0395	0.0457	-0.0558
ov	0.0217	0.0199	-0.0177
op	0.0328	-0.0205	0.1024
mx	0.1732	0.2499	-0.2120
md	0.1239	0.0693	-0.1367
io	0.0234	0.0052	-0.0120
hco	0.0154	0.0125	0.0176
hc	0.0448	-0.0010	0.0197
H	0.1334	0.1617	0.0057
hca	0.0476	0.1771	-0.1254
h	0.0234	0.0125	0.0073
lD	0.0271	0.0742	0.0627
hD	0.0757	0.0846	-0.0570
lA	-0.0130	-0.0515	0.1014
hA	-0.0350	-0.0744	0.0620
lP	0.0867	0.0070	0.0096
lV	0.1046	-0.0210	-0.0552
Cs	0.0405	-0.0060	0.1461
Ci	0.0471	0.1408	0.0144
Cm	0.0413	0.1139	-0.0430
PV	0.1948	0.0013	0.0280
VA	-0.0049	0.2214	0.0820
hop	0.1148	0.0657	-0.2192
hsop	0.0972	0.0799	-0.1168
front	0.0599	0.0130	-0.0132
temp	0.1022	-0.0109	0.1327
wc	0.0671	0.2667	-0.1633
HTT	0.1053	0.3036	-0.2401
httca	0.0194	0.1132	-0.1178

Кесте В21 - Кушакевич талма балықтарының пластикалық белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
ao	-0.1554	0.2143	0.0463
oh	0.1893	-0.0388	0.0485
ov	0.0923	-0.0217	-0.0822
op	0.0445	0.6449	0.6863
mx	0.7795	0.25455	-0.2557
md	0.4577	-0.1094	-0.0375
io	0.1051	0.0751	0.0678
hco	-0.0054	0.1852	-0.0219
hc	0.0589	0.2445	0.0254
front	0.1456	0.0647	-0.0130
temp	0.2768	-0.5963	0.6672

Кесте В22 - Кушакевич талма балықтарының санақ белгілеріне негізгі компоненттердің жүктемелері

Белгілер	Негізгі компоненттер		
	1	2	3
Ds	-0.0188	0.0965	0.1084
Asf	0.0145	-0.0192	-0.1454
Psf	-0.1194	0.0527	0.0044
Vsf	-0.0918	-0.0137	0.3759
Cmd	-0.0617	0.0803	0.1790
Cio	-0.0311	0.9626	0.1706
Cso	0.2551	-0.0923	0.4827
С самай	-0.1017	-0.1620	0.6894
ctmp	-0.1669	-0.1372	0.2332
cop	0.9321	0.0281	0.0445

Кесте В23 - COI тізбегіндегі кейбір балықтардың түрішілік генетикалық өзгергіштігі

Группа	h	N	$h \pm SD$	$\pi \pm SD$	K	Mean intra-sp $\pm$ SE	Max intra-sp	Nearest species	Distance to NS $\pm$ SE
Uzbekistan	2	2	1.000 $\pm$ 0.500	0.0397 $\pm$ 0.0199	26.00	0.0397 $\pm$ 0.0074	0.040	Syrdarya	0.002 $\pm$ 0.001
Syrdarya	2	2	1.000 $\pm$ 0.500	0.0015 $\pm$ 0.0008	1.00	0.0020 $\pm$ 0.0010	0.002	Uzbekistan	0.002 $\pm$ 0.001
all Alburnus	5	5	1.000 $\pm$ 0.126	0.0132 $\pm$ 0.0028	8.60	0.0397 $\pm$ 0.0077	0.040	-	-
Uzbekistan	2	3	0.667 $\pm$ 0.314	0.0084 $\pm$ 0.0040	5.33	0.0084 $\pm$ 0.0028	0.013	Syrdarya	0.008 $\pm$ 0.003
Syrdarya	4	4	1.000 $\pm$ 0.177	0.0092 $\pm$ 0.0051	5.83	0.0063 $\pm$ 0.0031	0.014	Uzbekistan	0.012 $\pm$ 0.004
all Gobio	6	7	0.952 $\pm$ 0.096	0.0093 $\pm$ 0.0018	5.91	0.0084 $\pm$ 0.0028	0.017	-	-
Uzbekistan	2	2	1.000 $\pm$ 0.500	0.0108 $\pm$ 0.0054	7.00	0.0108 $\pm$ 0.0038	0.011	Syrdarya	0.016 $\pm$ 0.004
Syrdarya	2	2	1.000 $\pm$ 0.500	0.0184 $\pm$ 0.0092	12.00	0.0184 $\pm$ 0.0052	0.018	Uzbekistan	0.016 $\pm$ 0.004
all Sabanejewia	4	4	1.000 $\pm$ 0.177	0.0156 $\pm$ 0.0049	10.17	0.0184 $\pm$ 0.0053	0.029	-	-
Uzbekistan	2	2	1.000 $\pm$ 0.500	0.0016 $\pm$ 0.0008	1.00	0.0016 $\pm$ 0.0015	0.002	Syrdarya	0.000 $\pm$ 0.000
Syrdarya	7	13	0.679 $\pm$ 0.089	0.0023 $\pm$ 0.0008	1.41	0.0021 $\pm$ 0.0010	0.009	Uzbekistan	0.000 $\pm$ 0.000
all Leuciscus	6	15	0.762 $\pm$ 0.081	0.0033 $\pm$ 0.0008	2.08	0.0021 $\pm$ 0.0011	0.011	-	-
China	1	1	-	-	-	-	-	Uzbekistan	0.001 $\pm$ 0.001
Uzbekistan	1	1	-	-	-	-	-	Syrdarya	0.001 $\pm$ 0.001
Syrdarya	4	10	0.644 $\pm$ 0.152	0.0062 $\pm$ 0.0017	4.022	0.0123 $\pm$ 0.0042	0.012	China	0.001 $\pm$ 0.001
all Shizothorax	6	12	0.758 $\pm$ 0.122	0.0082 $\pm$ 0.0018	5.364	0.0015 $\pm$ 0.0015	0.020	-	-
China	1	1	-	-	-	-	-	Uzbekistan	0.007 $\pm$ 0.002
Uzbekistan	2	2	1.000 $\pm$ 0.500	0.0015 $\pm$ 0.0008	1.00	0.1070 $\pm$ 0.0083	0.188	Syrdarya	0.007 $\pm$ 0.002
Syrdarya	14	17	0.978 $\pm$ 0.027	0.0816 $\pm$ 0.0181	52.13	0.1273 $\pm$ 0.0101	0.194	China	0.007 $\pm$ 0.002
all Nemacheileidae	20	24	0.982 $\pm$ 0.018	0.0883 $\pm$ 0.0137	56.41	0.0101 $\pm$ 0.0040	0.185	-	-

h – гаплотиптер саны, N - секвендер саны, $h \pm SD$ гаплотиптік алуантүрлілік, K - нуклеотидтік айырмашылықтардың орташа саны, Mean intra-sp $\pm SE$ - түрішілік орташа қашықтық, Max intra-sp - түрішілік максималды қашықтық, Nearest species - ең жақын түр, NS $\pm SE$ қашықтығы - ең жақын түрге дейінгі орташа қашықтық